

**PENGARUH INSEKTISIDA TERHADAP MORTALITAS, BOBOT  
TUBUH DAN AKTIVITAS CACING *Lumbricus rubellus* PADA  
PROSES DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK  
DI TANAH SAWAH**

**SKRIPSI**

**Disusun oleh :  
Ahmad Basa'ir  
134140160**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2019**

**PENGARUH INSEKTISIDA TERHADAP MORTALITAS, BOBOT  
TUBUH DAN AKTIVITAS CACING *Lumbricus rubellus* PADA  
PROSES DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK  
DI TANAH SAWAH**

**SKRIPSI**

**Skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta**

**Disusun oleh :**

**Ahmad Basa'ir**

**134140160**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul penelitian: Pengaruh insektisida terhadap mortalitas, bobot tubuh, dan aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik di tanah sawah

Nama : Ahmad Basa'ir

NIM : 134140160

Jurusan : Agroteknologi

Tanggal Ujian : 18 Maret 2019

	Menyetujui,	Tanda tangan	Tanggal
Pembimbing I Dr. Ir. S. Setyo Wardoyo, MS			22/03/2019
Pembimbing II Dr. Ir. Yanisworo WR., MSi			22/03/2019
Penguji I Ir. Didi Saidi, M.Si			22/03/2019
Penguji II Ir. Lanjar Sudarto, MT			22/03/2019

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Partoyo SP., MP., Ph.D

Tanggal: .....

**PENGARUH INSEKTISIDA TERHADAP MORTALITAS, BOBOT TUBUH,  
DAN AKTIVITAS CACING *Lumbricus rubellus* PADA PROSES  
DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK DI TANAH SAWAH**

**Oleh: Ahmad Basa'ir**

**Dibimbing Oleh: S. Setyo Wardoyo, Yanisworo WR., dan Elisabeth Srihayu H.**

**ABSTRAK**

Penggunaan insektisida oleh petani untuk memberantas hama pada tanaman umumnya hanya mengira-ngira tanpa menggunakan dosis rekomendasi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Beberapa organisme dapat dijadikan sebagai indikator tercemarnya suatu lingkungan. Diantara organisme tersebut adalah cacing tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida terhadap mortalitas, bobot tubuh dan aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik (C/N rasio) di tanah sawah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola split plot dengan 3 kali ulangan. Sebagai main plot adalah Karbofuran 3% dari insektisida *Furadan* 3GR yang terdiri dari 5 dosis 0, 25, 50, 75, 100 mg/kg (berat kering tanah) dan sebagai sub plot yaitu bahan organik yaitu kotoran sapi dan sampah pasar. Parameter yang diamati sebelum perlakuan yaitu tingkat mortalitas dan bobot tubuh cacing *Lumbricus rubellus*, C-organik, N-total, C/N rasio, BV, BJ, dan porositas tanah. Parameter yang diamati setelah perlakuan yaitu tingkat mortalitas dan bobot tubuh cacing (kematian) cacing *Lumbricus rubellus*, C-organik, N-total, C/N rasio, pH, suhu, BV, BJ, dan porositas tanah. Analisis data menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan diikuti dengan uji lanjutan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf uji 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Karbofuran berpengaruh nyata terhadap mortalitas, bobot tubuh cacing *Lumbricus rubellus*, pH, suhu, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik, N-total, BV, BJ, porositas. Penambahan bahan organik berpengaruh nyata terhadap mortalitas, bobot tubuh cacing *Lumbricus rubellus*, C-organik, N-total, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap BV, BJ, porositas, pH, dan suhu. Pemberian Karbofuran 100 mg/kg berat tanah menyebabkan mortalitas cacing tertinggi dan penurunan bobot tubuh cacing tertinggi. Penambahan bahan organik sampah pasar menghasilkan hasil yang lebih baik dari pada penambahan bahan organik kotoran sapi.

**Kata kunci:** karbofuran, *Lumbricus Rubellus*, mortalitas, bobot tubuh, C/N rasio

**EFFECT OF INSECTICIDES ON DISABLED MORTALITY, BODY WEIGHT AND ACTIVITIES *Lumbricus rubellus* IN DECOMPOSITION PROCESS OF ORGANIC MATERIALS IN LAND SOIL**

**By: Ahmad Basa'ir**

**Supervised By: S. Setyo Wardoyo, Yanisworo WR., and Elisabeth Srihayu H.**

**ABSTRACT**

The use of insecticides by farmers to eradicate pests in plants generally only estimates without using dose recommendations, so that it can cause environmental pollution. Some organisms can be used as an indicator of the pollution of an environment. Among these organisms are earthworms. This research was aimed to know the effect of insecticides on disabled mortality, body weight and activities *Lumbricus rubellus* in decomposition process of organic materials (C/N ratio) in land soil. Research method that was used in this research was Complete Randomized Design split plot pattern with 3 replications. As the main plot is 3% Carbofuran from Furadan insecticide 3GR which consists of 5 doses of 0, 25, 50, 75, 100 mg/kg (dry weight of soil) and as sub-plots of organic matter of cow faeces and market trash. Parameters that was analyzed before treatments are total mortality and body weight *Lumbricus rubellus*, C-organic, N-Total, C / N ratio, BV, BJ, and soil porosity. Soil analysis after treatment including are total mortality and body weight *Lumbricus rubellus*, C-organic, N-Total, C / N ratio, pH, temperature, BV, BJ, and soil porosity. Analysis data (ANOVA) was used followed by advanced test using Duncan Multiple Range Test (DMRT) on 5% level. The result of the research showed that by giving Carbofuran has a significant effect total mortality and body weight *Lumbricus rubellus*, pH, temperature, but non-significantly give effect to C-organic, N-total, BV, BJ, porosity. Addition of organic matter has a significant effect on total mortality and body weight *Lumbricus rubellus*, C-organic, N-total, but non-significantly give effect to BV, BJ, porosity, pH, dan temperature. Giving Carbofuran 100 mg / kg of soil weight caused the highest worm mortality and decreased body weight of the highest worms. The addition of organic matter market trash produces better results in the reform of organic matter compared to cow feces.

**Keywords:** Carbofuran, *Lumbricus rubellus*, mortality, body weight, C/N ratio

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul pengaruh insektisida terhadap mortalitas, bobot tubuh, dan aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik di tanah sawah. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pertanian dalam program studi Agroteknologi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
3. Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
4. Dr. Ir. S. Setyo Wardoyo, MS selaku dosen Pembimbing I yang penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Yanisworo WR, M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

6. Ir. Didi Saidi, M.Si. selaku dosen Penguji I yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis.
7. Ir. Lanjar Sudarto, MT. Selaku dosen Penguji II yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis.
8. Dr. Elisabeth Srihayu Harsanti, SP., M.Sc selaku pembimbing III dari Balai Penelitian Lingkungan Pertanian yang telah membantu mengarahkan dan membimbing dalam pelaksanaan penelitian.
9. Bapak Supardi dan Ibu Sanipatun yang senantiasa memberi doa dan mendukung dalam segi apapun.
10. Seluruh teman-teman Agroteknologi angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberi masukan terhadap penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, penulis berharap kepada pembaca yang budiman untuk memberikan saran yang membangun. Harapan penulis semoga skripsi ini membantu menambah pengetahuan bagi penulis dan para pembaca. Amiin.

Yogyakarta,     Maret 2019

Penulis

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Demak, 5 Maret 1996. Putra dari seorang petani bawang merah yang bernama bapak Supardi dan ibu Sanipatun. Penulis adalah anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-Kanak Prasetya Budi tahun 2000-2001, Sekolah Dasar Negeri Pasir 01 tahun 2001- 2007, Madrasah Tsanawiyah Al-Hikmah Kabupaten Demak, Jawa Tengah tahun 2007- 2010, Madrasah Aliyah Raudlatul Ulum tahun 2010- 2013, Kabupaten Pati, Jawa Tengah.

Penulis lulus seleksi masuk Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta tahun 2014 di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian. Selama masa kuliah, penulis aktif menjadi asisten dosen pada kegiatan praktikum Pengenalan Pertanian tahun 2015. Penulis juga aktif di BEM fakultas divisi LITBANG (Penelitian dan Pengembangan) tahun 2016-2017. Penulis tinggal di pesantren Salafiyah Al-Muhsin dan aktif sebagai pengurus divisi Perlengkapan tahun 2015-2017.

Penulis menyelesaikan Kuliah Kerja Profesi (KKP) di Balai Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Bogor selama 2 bulan pada tahun 2017. Kemudian penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler angkatan 64 tahun 2018 selama 1 bulan di desa Pundong, kecamatan Pundong, Bantul, Yogyakarta.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penleitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>A. Insektisida</b> .....	5
1. Pengertian Insektisida .....	5
2. Penggolongan Insektisida .....	6
3. Selektivitas Insektisida .....	9
4. Toksisitas Insektisida .....	10
5. Insektisida Furadan 3GR .....	12
6. Kelebihan dan Kekurangan Insektisida Furadan 3GR .....	13
7. Karbofuran .....	14
<b>B. Cacing Tanah</b> .....	15
1. Morfologi cacing <i>Lumbricus rubellus</i> .....	15
2. Faktor Ekologi yang Mempengaruhi Kehidupan Cacing Tanah .....	17
3. Peran Cacing Tanah Terhadap Kesuburan Tanah .....	18
4. Dampak Negatif Karbofuran Pada Cacing Tanah .....	21

<b>C. Bahan Organik</b> .....	21
1. Pengertian Bahan Organik .....	21
2. Manfaat Bahan Organik .....	25
3. C/N ratio.....	26
4. Dekomposisi Bahan Organik oleh Cacing Tanah .....	28
<b>D. Karakteristik Tanah Sawah</b> .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	34
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	34
C. Rancangan penelitian .....	35
D. Pelaksanaan Penelitian .....	35
E. Parameter Penelitian.....	38
F. Analisis Data Penelitian .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	40
A. Sifat Fisik dan Kimia Tanah Sebelum Perlakuan .....	40
B. Pengaruh Pemberian Karbofuran Terhadap Mortalitas dan Bobot Tubuh Cacing <i>Lumbricus Rubellus</i> .....	42
C. Pengaruh Pemberian Karbofuran terhadap C-organik, N-total, dan C/N rasio .....	48
D. Pengaruh Pemberian Karbofuran terhadap Porositas tanah .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Klasifikasi zat kimia berdasarkan toksisitas relatif.....	11
Tabel 2 Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	35
Tabel 3 Sifat fisika dan kimia tanah sebelum perlakuan.....	40
Tabel 4 kandungan kadar C-organik dan N-total kotoran sapi dan sampah pasar .....	41
Tabel 5 Mortalitas Cacing <i>Lumbricus rubellus</i> .....	44
Tabel 6 Bobot cacing <i>Lumbricus rubellus</i> .....	45
Tabel 7 Nilai Rerata C-organik Tanah .....	48
Tabel 8 Korelasi bobot cacing dengan C-organik pada kotoran sapi.....	49
Tabel 9 Korelasi bobot cacing dengan C-organik pada sampah pasar....	49
Tabel 10 Nilai Rerata N total Tanah .....	50
Tabel 11 Korelasi bobot cacing dengan N-total pada kotoran sapi .....	52
Tabel 12 Korelasi bobot cacing dengan N-total pada sampah pasar .....	52
Tabel 13 Nilai Rerata C/N ratio Tanah .....	53
Tabel 14 Korelasi bobot cacing dengan C/N rasio pada kotoran sapi ....	54
Tabel 15 Korelasi bobot cacing dengan C/N rasio pada sampah pasar ..	55
Tabel 16 Nilai Rerata Suhu Tanah .....	56
Tabel 17 Nilai Rerata pH Tanah .....	57
Tabel 18 Nilai Rerata BV Tanah.....	58
Tabel 19 Nilai Rerata BJ Tanah .....	60
Tabel 20 Nilai Rerata Porositas Tanah.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Rumus kimia Karbofuran .....	14
Gambar 2	Cacing klitelium normal dan klitelium pecah .....	21
Gambar 3	Cacing dengan klitelium yang masih utuh .....	42
Gambar 4	Cacing mengalami pembengkakan segmen dan yang mengeluarkan cairan berwarna kuning .....	43
Gambar 5	Cacing yang sudah pecah klitelium.....	43
Gambar 6	Mortalitas cacing <i>Lumbricus rubellus</i> .....	45
Gambar 7	Bobot cacing <i>Lumbricus rubellus</i> .....	48
Gambar 8	Nilai Rerata C-organik pada beberapa perlakuan .....	50
Gambar 9	Nilai rerata N-total pada beberapa perlakuan.....	53
Gambar 10	Nilai rerata C/N rasio pada beberapa perlakuan.....	55
Gambar 11	Suhu tanah pada beberapa perlakuan .....	57
Gambar 12	Nilai pH tanah pada beberapa perlakuan.....	58
Gambar 13	Nilai BV tanah pada beberapa perlakuan.....	60
Gambar 14	Nilai BJ tanah pada beberapa perlakuan .....	61
Gambar 15	Porositas tanah pada beberapa perlakuan.....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekomendasi aplikasi dosis Furadan 3GR dan Konversi Kadar Karbofuran Dalam Furadan 3G .....	70
Lampiran 2	Tabel Anova Mortalitas .....	71
Lampiran 3	Tabel Anova Bobot Cacing .....	71
Lampiran 4	Tabel Anova C-organik Tanah .....	71
Lampiran 5	Tabel Anova N organik tanah.....	72
Lampiran 6	Tabel Anova C/N Ratio Tanah .....	72
Lampiran 7	Tabel Anova pH Tanah .....	72
Lampiran 8	Tabel Anova Suhu Tanah .....	73
Lampiran 9	Tabel Anova BV Tanah.....	73
Lampiran 10	Tabel Anova BJ Tanah .....	73
Lampiran 11	Tabel Anova Porositas Tanah.....	74
Lampiran 12	Harkat C-organik .....	74
Lampiran 13	Harkat N-total .....	74
Lampiran 14	Harkat Nilai Porositas.....	74
Lampiran 15	Harkat Nilai Bobot Isi .....	75
Lampiran 16	Harkat pH (H <sub>2</sub> O).....	75
Lampiran 17	Hasil Analisis Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian .....	76
Lampiran 18	Layout Plot percobaan .....	78
Lampiran 19	Foto kegiatan di Lapangan .....	79

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Insektisida masih dianggap sebagai solusi terbaik bagi petani untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. Insektisida merupakan substansi senyawa kimia yang umum digunakan untuk memberantas hama pada tanaman. Penggunaan insektisida kimia, khususnya insektisida Furadan 3GR berbahan aktif Karbofuran untuk memberantas hama yang di dalam tanah seperti orong-orong, puru akar, dan uret pada tanaman padi. Bahan aktif Karbofuran hingga saat ini masih dianggap sebagai satu-satunya senjata pamungkas untuk menghadapi serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman).

Penggunaan insektisida oleh petani dapat tersebar di lingkungan sekitarnya; air permukaan, air tanah, tanah dan tanaman. Sifat mudah berpindah yang dimiliki insektisida akan berpengaruh terhadap kehidupan organisme non sasaran. Akumulasi insektisida terhadap hewan non target dalam tanah penting diketahui karena hewan tanah tersebut dapat menjadi indikator efek dari insektisida. Dalam hal penakaran dosis insektisida, pada umumnya petani hanya mengira-ngira dengan tutup kemasan atau sendok makan tanpa menggunakan alat takar yang benar. Kecenderungan melebihi dosis dan frekuensi pada pemberian dosis memungkinkan akan terjadi.

Penggunaan bahan aktif Karbofuran dalam Furadan 3GR untuk pengendalian hama dengan cara dibenamkan dalam tanah, dapat diakumulasi oleh cacing tanah yang merupakan hewan yang bukan sasaran atau hewan non target. Akumulasi Karbofuran oleh hewan yang bukan sasaran atau hewan non target penting diketahui. Beberapa organisme dapat dijadikan sebagai indikator tercemarnya suatu lingkungan. Di antara organisme tersebut adalah cacing tanah. Hal ini sangat merugikan apabila dampak dari Karbofuran dapat mematikan cacing tanah, mengingat peran cacing tanah dapat membantu proses dekomposisi bahan organik.

Peranan cacing tanah sangat penting dalam proses dekomposisi bahan organik tanah. Bersama mikroba tanah lainnya terutama bakteri, cacing tanah ikut berperan dalam siklus biokimia. Cacing tanah memakan serasah daun dan materi tumbuhan yang mati lainnya, dengan demikian materi tersebut terurai dan hancur (Schwert, *et al.*, 1990). Cacing tanah juga berperan dalam menurunkan rasio C/N bahan organik, dan mampu meningkatkan kadar N setelah dikeluarkan dalam bentuk kotoran (kascing).

Perkembangan penelitian tentang toksikologi lingkungan mengalami perkembangan yang cepat dalam beberapa dekade terakhir, akan tetapi di daerah tropis masih sedikit yang meneliti tentang pengaruh pestisida terhadap ekosistem dalam tanah. Beberapa organisme dapat dijadikan sebagai indikator tercemarnya suatu lingkungan. Di antara organisme tersebut adalah cacing tanah.

Mengingat pentingnya peranan cacing tanah terhadap keberlangsungan ekosistem, dengan demikian perlu dilakukan penelitian “pengaruh insektisida terhadap mortalitas, bobot tubuh, dan aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses

dekomposisi bahan organik tanah sawah”. Penelitian ini jenis insektisida yang akan digunakan adalah pestisida bahan aktif karbofuran pada merk dagang Furadan 3GR. Bahan organik yang digunakan yaitu kotoran sapi dan sampah pasar sebagai pakan cacing *Lumbricus rubellus* dan substrat untuk didekomposisi.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efek Karbofuran terhadap mortalitas dan bobot tubuh cacing *Lumbricus rubellus*?
2. Bagaimana pengaruh Karbofuran terhadap aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik tanah sawah?
3. Bagaimana pengaruh Karbofuran terhadap perubahan sifat fisik tanah sawah?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui efek Karbofuran terhadap mortalitas dan bobot tubuh cacing *Lumbricus rubellus*
2. Mengetahui pengaruh Karbofuran terhadap aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik tanah sawah
3. Mengetahui pengaruh Karbofuran terhadap perubahan sifat fisik tanah sawah

**D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu informasi kepada petani tentang efek penggunaan Karbofuran pada insektisida Furadan 3GR pada cacing tanah terhadap proses dekomposisi bahan organik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Insektisida**

##### **1. Pengertian Insektida**

Insektisida adalah bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga. Insektisida dapat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga pengganggu tanaman (Kardinan, 2002).

Insektisida adalah jenis pestisida yang berfungsi sebagai racun serangga. Berdasarkan cara masuknya ke dalam tubuh serangga (1) racun perut, yaitu insektisida yang bekerja melalui sistem pencernaan (*stomach poison*), dan merupakan insektisida yang dicampurkan pada bahan yang biasa dimakan serangga; (2) racun kontak, yaitu insektisida yang meresap ke dalam tubuh serangga melalui permukaan tubuh; dan (3) fumigan, yaitu insektisida yang masuk ke dalam tubuh melalui alat pernafasan (*spiraculum*) (Ramulu, 1979).

Metode kimia dengan insektisida sintetis termasuk cara paling umum yang digunakan dalam praktek sehari-hari, tetapi insektisida sintetis juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu selain biaya yang mahal juga menimbulkan masalah lain. Akibat dari pemakaian insektisida sintetis antara lain: 1) adanya bahaya residu dalam lingkungan 2) timbulnya resistensi serangga terhadap insektisida sintetis; 3)

adanya bahaya insektisida bagi organisme bukan target; dan 4) adanya dampak penurunan populasi biang pengendali hama seperti parasit dan predator (Hascoet, 1988).

## 2. Penggolongan Insektisida

Pembagian menurut asal bahan yang digunakan, insektisida digolongkan menjadi:

1. Insektisida kimia sintetik, insektisida yang banyak kita kenal seperti organofosfor, karbamat, piretroid sintetik.
2. Insektisida botani (berasal dari ekstrak tumbuhan)
  - a. Ekstrak sejenis bunga krisan (*Chrysanthemum sp-Compositae/Asteraceae*) (piretrin). Dalam kemajuannya insektisida ini telah dibuat secara sintetik dan disebut sintetik piretroid (*permetrin, sipermetrin, sihalotrin*)
  - b. Ekstrak biji nimba (azadirachtin- Nimbo 0,6 AS)
  - c. Ekstrak akar tuba (rotenon- Biocin 2 AS)
3. Insektisida dari mikroorganisme
  - a. *Beauveria bassiana* (Bevaria P, Bassiria AS)
  - b. *Bacillus thuringiensis* (Bactospeine WP, Thuricide HP, Turex WP).

Menurut Hoedjo (2000) dan Tarumingkeng (2001), insektisida berdasarkan macam bahan kimianya dibagi dalam:

1. Anorganik: garam- garam beracun seperti arsenat, flourida, tembaga sulfat, dan garam merkuri.

## 2. Organoklorin

Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan klorin. Insektisida organoklorin bersifat sangat persisten, dimana senyawa ini tetap aktif hingga bertahun-tahun. Oleh karena itu, kini insektisida golongan organoklorin sudah dilarang penggunaannya karena memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Seri DDT; DDT, DDD, metoksiklor. Seri klorden: klorden, dieldrin, aldrin, endrin, heptaklor, toksefen. Seri BHC: BHC, linden.

## 3. Heterosiklik: kepone, mirex.

## 4. Organofosfat

Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan fosfat misalnya: malathion, biothion, diazinon.

## 5. Karbamat

Insektisida golongan karbamat diketahui sangat efektif mematikan banyak jenis hama pada suhu tinggi dan meninggalkan residu dalam jumlah sedang. Namun, insektisida karbamat akan terurai pada suasana yang terlalu basa. Salah satu contoh karbamat yang sering dipakai adalah Furadan.

## 6. Dinitrofenol: dinex

## 7. Thiosianat: Lethane

## 8. Sulfonat, sulfida, sulfon

## 9. Lain- lain: methylbromidr

## 10. Hasil alam: nikotinoida, piretroida, rotenoida.

Insektisida juga dibagi-bagi menurut cara mematakannya atau melumpuhkan serangga menurut matsumura (1985) dan Tarumingkeng (1992) sebagai berikut;

a. Racun fisik

Racun fisik membunuh serangga dengan cara yang tidak khas. Misalnya minyak bumi dan debu inert dapat menutup lubang-lubang pernapasan serangga, sehingga serangga mati lemas kekurangan oksigen. Minyak bumi dapat menutupi permukaan air, sehingga jentik-jentik nyamuk tidak bisa mengambil udara dan mati karenan kekurangan oksigen. Debu yang higroskopis (misalnya bubuk karbon) dapat membunuh serangga karna debu yang menempel dikulit serangga menyerap cairan dari tubuh serangga secara berlebihan.

b. Racun protoplasma

Insektisida yang termasuk racun protoplasma dalah logam berat, asam.

c. Penghambat metabolisme

Insektisida yang termasuk insektisida penghambat metabolisme adalah sebagai berikut.

1. Racun pernapasan: HCN, H<sub>2</sub>S, rotenon dan fumigansia.
2. Penghambat mixed function oxidase.
3. Penghambat metabolisme amina : *klordimefon*
4. Penghambat sintesa khitin: *lufenuron*
5. Racun syaraf (neurotoksin), racun syaraf bekerja mempengaruhi
6. Sistem syaraf serangga (menghambat kholinesterase), sehingga menimbulkan berturut-turut, eksitasi (kegelisahan), konvulsi (kekejangan),

parilis (kelumpuhan) dan akhirnya kematian, misalnya : *organofosfat*,  
*karbamat*, dan *piretroid*.

- d. Peniru hormon : *metoprene*
- e. Racun perut : *Bacillus thuringiensis*

### 3. Selektivitas Insektisida

Selektivitas insektisida yaitu lebih menekankan kemampuan insektisida memilih serangga sasaran tanpa merugikan organisme non target, termasuk musuh alami hama. Idealnya, insektisida adalah insektisida yang efektif untuk mengendalikan serangga sasaran tanpa merugikan musuh alami serangga tersebut. Selektivitas insektisida juga dibedakan menjadi empat macam sebagai berikut (Djojosumarto, 2000).

#### a. Selektivitas fisiologis atau bawaan

Selektivitas yang menjadi karakter khas insektisida tersebut. Selektivitas bawaan menjadikan insektisida pada dosis dan konsentrasi tertentu mampu membunuh serangga tertentu dan tidak merugikan serangga lainnya. Selektivitas fisiologis berkaitan erat dengan takaran (dosis, konsentrasi) penggunaannya. Artinya, insektisida yang selektif pada takaran tertentu dapat tidak selektif bila takaran penggunaannya dinaikkan.

#### b. Selektivitas karena sifat atau cara kerja insektisida

Contoh insektisida yang baik adalah insektisida racun perut murni, yang mungkin secara fisiologis kurang selektif. Namun, karena insektisida bersifat racun perut,

maka hanya serangga yang memakan makanan khasnya yang akan mati.

Sedangkan musuh alami serangga tidak terganggu

c. Selektivitas karena formulasi

Insektisida yang diformulasikan dalam bentuk butiran mempunyai selektivitas yang tinggi. Misal: *microencapsilatedd*.

d. Selektivitas ekologi

Selektivitas yang memanfaatkan teknik aplikasi untuk mengurangi dampak negatif insektisida terhadap musuh alami serangga sasaran. Contoh: penyemprotan insektisida secara parsial.

4. Toksisitas Insektisida

Toksisitas merupakan derajat efek suatu senyawa yang dapat mengakibatkan keracunan pada organisme tertentu dalam waktu singkat (24 jam) setelah perlakuan. Data kuantitatif uji toksisitas akut dapat diperoleh melalui 2 cara yaitu LD<sub>50</sub> dan LC<sub>50</sub>. Perhitungan LD<sub>50</sub> dan LC<sub>50</sub> merupakan salah satu pegujian toksisitas akut pada bahan tertentu yang berguna dalam klasifikasi zat kimia sesuai toksisitas relatifnya, evaluasi dampak keracunan yang tidak disengaja, perencanaan penelitian toksisitas subakut dan kronik pada hewan untuk mengetahui berbagai informasi terkait mekanisme, respon, pengaruh, pengendalian dan deteksi dalam unsur toksik. Uji toksisitas akut dapat memberikan informasi tentang waktu kematian, penyebab kematian, gejala-gejala sebelum kematian, organ yang terkena efek, dan kemampuan pemulihan dari efek nonlethal (Akoto, 2008).

a. *Lethal Dose* ( $LD_{50}$ )

$LD_{50}$  adalah suatu besaran yang diturunkan secara statik, guna menyatakan dosis tunggal senyawa yang diperkirakan dapat mematikan atau menimbulkan efek toksik yang berarti 50% hewan coba setelah perlakuan. Uji toksisitas  $LD_{50}$ , diberikan toksik melalui jalur yang biasa digunakan pada manusia, seperti oral. Pada umumnya, semakin kecil nilai  $LD_{50}$  maka senyawa semakin toksik. Demikian sebaliknya, semakin tinggi nilai  $LD_{50}$  maka toksisitasnya semakin rendah (Sulastry, 2009). Berikut ini disajikan tabel klasifikasi zat kimia berdasarkan toksisitas relatif.

Tabel 1. Klasifikasi zat kimia berdasarkan toksisitas relatif

Kategori	Kategori $LD_{50}$ (mg/kgBB)
Super toksik	< 5
Amat sangat toksik	5-50
Sangat toksik	50-500
Toksik sedang	500-5000
Toksik ringan	5000-15000
Praktis tidak toksik	> 15000

Klasifikasi zat kimia sesuai dengan toksisitas relatifnya (Frank 1996 dalam Ibrahim *et al.*, 2012)

b. *Median Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ )

$LC_{50}$  yaitu konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari organisme uji yang dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan, pada suatu waktu pengamatan tertentu, misalnya  $LC_{50}$  48 jam,  $LC_{50}$  96 jam sampai waktu hidup hewan uji. Untuk mengetahui nilai  $LC_{50}$  digunakan uji statik. Untuk menentukan batas kritis konsentrasi yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50%. Uji

toksisitas  $LC_{50}$  dengan diberikan toksik melalui media dalam konsentrasi tertentu seperti air atau tanah sehingga dapat mempengaruhi biota di lingkungan tersebut (Sulastry, 2009).

#### 5. Insektisida Furadan 3GR

Furadan 3GR adalah salah satu merk dagang insektisida yang juga nematisida berbentuk butiran (*granul*). Furadan 3GR dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis hama pada tanaman seperti nematoda (puru akar), penggerek batang, cacing, uret, bekicot (*molusca*), jontrot dan lain sebagainya. Furadan 3GR merupakan insektisida+nematisida sistemik berbentuk butiran berwarna biru keunguan yang dapat diaplikasikan dengan cara ditabur. Furadan 3GR dapat digunakan untuk mengendalikan hama pada berbagai jenis tanaman, baik tanaman pangan, tanaman hortikultura maupun tanaman perkebunan.

Spesifikasi :

- Merk Dagang : Furadan 3GR
- Bahan aktif : Karbofuran 3%
- Formulasi : GR (*Granular* / Butiran)
- Warna : Ungu kebiru-biruan
- Cara Kerja : Sistemik
- Jenis : Insektisida/Nematisida
- Produsen : PT. Bina Guna Kimia

## 6. Kelebihan dan Kekurangan Insektisida Furadan 3GR

### a. Kelebihan Insektisida Furadan 3GR (Azzamy, 2016).

1. Berbentuk butiran yang mudah diaplikasikan dengan cara ditabur
2. Bekerja secara sistemik dan efektif untuk mengendalikan hama tanaman
3. Efektif untuk mengendalikan hama didalam tanah seperti nematoda dan orong-orong
4. Daya simpan lama dan tidak mudah rusak
5. Dapat diserap oleh akar dan didistribusikan keseluruh jaringan tanaman, sehingga efektif untuk mengendalikan hama yang ada didalam tanaman seperti nematoda, penggorok daun (*Leaf minner*) dan penggerek batang
6. Dapat digunakan untuk mengendalikan hama penggerek daun / oteng-oteng
7. Dapat digunakan untuk mengendalikan hama bekicot/siput pada tanaman tomat, semangka atau timun
8. Efektif digunakan untuk mengendalikan hama uret/penggerek batang pada tanaman padi dan jagung

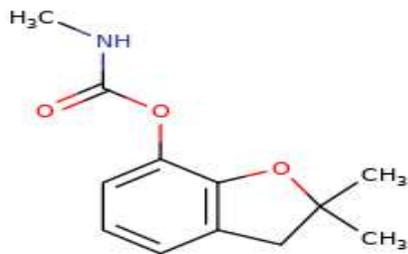
### b. Kekurangan Insektisida Furadan (Azzamy, 2016).

1. Tidak efektif jika diaplikasikan dengan cara penyemprotan
2. Diserap oleh akar dan didistribusikan kesluruh bagian tanaman, termasuk buah. Berbahaya jika diaplikasikan pada tanaman sayuran dan tanaman semusim yang berumur pendek karena residu yang ditimbulkan dapat bertahan dalam waktu yang cukup lama.

3. Dapat mengakibatkan kerusakan pada tanah jika sering diaplikasikan dalam jangka waktu yang lama. Karena karbofuran tidak hanya membunuh hama, tetapi juga membunuh seluruh makhluk hidup yang ada didalam tanah seperti cacing dan mikroorganismenya pengurai lainnya.

#### 4. Karbofuran

Karbofuran  $C_{12}H_{15}NO_3$  (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7 benzofuranil metil karbamat) merupakan insektisida dari golongan karbamat, bekerja sebagai racun kontak dan lambung, bersifat sistemik serta berbentuk granul. Selain sebagai insektisida, karbofuran juga dapat digunakan sebagai nematisida. Karbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuranil-N-methylkarbamat) merupakan pestisida *phenylcarbamate* yang banyak digunakan dalam pertumbuhan padi untuk mencegah dan menghilangkan hama seperti *Nilaparvata lugens Stal*, yang merupakan serangga yang banyak menyerang padi dan menyebabkan kerusakan pada budidaya padi. Karbofuran merupakan salah satu insektisida jenis karbamat.



Gambar 1. Rumus kimia Karbofuran

Senyawa karbamat (*carbamate* atau *urethanes*) sesungguhnya sebuah senyawa kimia organik sintetik yang memiliki struktur inti  $-NH-(CO)O-$  atau senyawa karbamat merupakan ester dari asam karbamat ( $NH_2COOH$ ).

Molekul/gugus aktif lain seperti alkil (R) dapat tersubstitusi pada atom hidrogen (H) dari gugus amida (NH<sub>2</sub>) atau dari gugus asamnya (COOH). Di alam senyawa ini terbentuk ketika gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara berikatan pada gugus amida (NH<sub>2</sub>) (Arisandi, 2017).

## B. Cacing Tanah

Cacing adalah biota makro yang berada dalam tanah, sebagai pengurai jasad lain, mulai dari hewan yang mati, daun gugur, dan akar yang mati. Cacing yang dimaksud adalah cacing tanah. Banyaknya cacing dalam tanah menunjukkan bahwa tanah itu sehat. Cacing tanah memakan humus dalam tanah, dan kemudian mengubah humus itu menjadi unsur hara, hal ini sangat baik untuk tanah.

### 1. Morfologi cacing *Lumbricus rubellus*

*Lumbricus rubellus* adalah cacing berwarna coklat kemerahan atau ungu kemerahan, bagian punggung berwarna-warni, dan bagian perut berwarna kuning pucat. Panjang biasanya sekitar 1 sampai 4 inci (25-105 mm), dengan sekitar 95-120 segmen. Berikut merupakan klasifikasi dari cacing tanah:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Sub Kingdom	: <i>Metazoa</i>
Filum	: <i>Annelida</i>
Kelas	: <i>Oligochaeta</i>
Ordo	: <i>Haplotaxida</i>
Sub Ordo	: <i>Lumbricina</i>
Famili	: <i>Lumbricidae</i>

Genus : *Lumbricus*

Spesies : *Lumbricus sp.*, *Lumbricus terrestris* dan *L. Rubellus* (Palungkun, 2008)

Tubuh cacing tanah dapat dideskripsikan menjadi lima bagian yang terdiri atas bagian depan (*anterior*), bagian tengah, bagian belakang (*posterior*), bagian punggung (*dorsal*), dan bagian bawah atau perut (*ventral*). Bentuk tubuh cacing tanah umumnya silindris memanjang, mulut terdapat pada segmen yang pertama, sedangkan anus pada segmen yang terakhir. Mulut dan anus cacing tanah tidak merupakan segmen tubuh, melainkan bagian dari tubuh tersendiri. Pada cacing tanah dewasa terdapat alat untuk menyiapkan proses perkembangbiakan yang disebut klitelum. Klitelum merupakan bagian tubuh cacing tanah yang menebal yang terletak di antara anterior dan posterior. Saluran pencernaan makanan terdiri atas: mulut pada segmen pertama, pharynx, kerongkongan, crop yang merupakan pelebaran dari kerongkongan, perut otot, usus, dan anus pada segmen yang terakhir (Edwards, *et al.*, 1977).

Secara sistematis, cacing tanah bertubuh tanpa kerangka yang tersusun oleh segmen-segmen fraksi luar dan fraksi dalam yang saling berhubungan secara integral, diselaputi oleh epidermis berupa kutikula (kulit kaku) berpigmen tipis dan seta, kecuali pada dua segmen pertama (bagian mulut), bersifat hemaphrodit (berkelamin ganda) dengan peranti kelamin seadanya pada segmen-segmen tertentu. Apabila dewasa, bagian epidermis pada posisi tertentu akan membengkak membentuk klitelium (tabung peranakan atau rahim), tempat mengeluarkan kokon

(selubung bulat) berisi telur dan ova (bakal telur). Setelah kawin (kopulasi), telur berkembang di dalamnya dan apabila menetas langsung serupa cacing dewasa. Tubuh dibedakan atas bagian anterior dan posterior. Pada bagian anteriornya terdapat mulut, prostomium dan beberapa segmen yang agak menebal membentuk klitelum (Edwards, *et al.*, 1977).

## 2. Faktor Ekologi yang Mempengaruhi Kehidupan Cacing Tanah

Faktor-faktor ekologis yang memengaruhi cacing tanah meliputi (Minnich, 1977):

### a. Suhu (Temperatur)

Temperatur merupakan faktor penting terhadap produktivitas cacing tanah; kemudian proses biologis seperti pernapasan, perkembangbiakan dan metabolisme sangat dipengaruhi oleh suhu media. Suhu terbaik untuk cacing tanah adalah pada kisaran 25°C-30°C, suhu yang terlalu tinggi menyebabkan cacing tanah tidak mampu bertahan hidup.

### b. Kelembaban

Kelembaban tanah mempengaruhi pertumbuhan dan daya reproduksi cacing tanah. kelembaban yang ideal untuk cacing tanah adalah antara 15%-50%, namun kelembaban optimumnya pada 42%-70%. Kelembaban tanah yang terlalu tinggi atau basah dapat menyebabkan cacing tanah bewarna pucat dan kemudian mati. Sebaliknya bila kelembaban tanah terlalu kering, cacing tanah akan segera masuk ke dalam tanah dan berhenti makan serta akhirnya akan mati.

c. Keasaman Tanah (pH)

Keasaman tanah (pH) yang ideal untuk cacing tanah adalah pH 6-7,2.

d. Ketersediaan Bahan Organik

Bahan organik tanah dapat berupa kotoran ternak, serasah atau daun-daun yang gugur dan melapuk, dan tanaman atau hewan yang mati. Ketersediaan bahan organik merupakan pakan utama bagi cacing yang berupa resah atau dedaunan ditanah juga bahan organik lain. Kelimpahan cacing tanah dipengaruhi oleh bahan organik, dengan meningkatnya bahan organik maka meningkat pula populasi cacing tanah (Minnich, 1977).

3. Peran Cacing Terhadap Kesuburan Tanah

Berdasarkan hasil penelitian, yang dilaporkan Kartini, seorang ahli tanah dan penemu pupuk “kascing” dari Universitas Udayana-Bali, lahan pertanian yang terdapat cacing tanah pada umumnya lebih subur. Tanah yang bercampur dengan kotoran cacing memberikan banyak manfaat bagi tanaman. Salah satu manfaat yang sangat besar bagi lingkungan dan pertanian adalah menyuburkan tanah dengan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur, meningkatkan penyimpanan air tanah, dan menyediakan bahan-bahan organik di tanah.

Adanya cacing tanah yang dapat membuat lubang meningkatkan pori aerasi di dalam tanah, sehingga dapat mengolah tanah dengan menurunkan kepadatan tanah dan berlangsung secara terus-menerus sesuai dengan daya dukungnya. Cacing tanah dari kelompok *endogaesis* dapat menghancurkan dan mengangkat liat maupun bahan-bahan lain dari horison argilik kembali ke lapisan atas (bioturbasi). Fanning

dan Fanning (1989) menyatakan bahwa pedoturbasi oleh fauna tanah dapat mencegah terbentuknya horison argilik pada beberapa ekosistem. Selain dapat mencampur tanah maupun bahan organik lapisan atas dan bawah, kotoran cacing (*kascing*) dapat memperbaiki agregat tanah dan memperpanjang pendauran C-organik tanah. Lubang bekas jalan cacing tanah berada juga berfungsi memperbaiki aerasi dan drainase di dalam tanah sehingga tanah menjadi gembur. Cacing tanah juga membantu pengangkutan sejumlah lapisan tanah dari bahan organik dan memperbaiki struktur tanah. Cacing tanah mampu melakukan penggalian lubang hingga kedalaman satu meter sehingga dapat meresapkan air dalam volume yang lebih besar sehingga memperkecil banjir, serta mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah. Lubang cacing tanah dapat meningkatkan laju infiltrasi maupun perkolasi sehingga menurunkan aliran permukaan, erosi maupun penghanyutan bahan organik di permukaan tanah serta mendistribusikan bahan organik ke lapisan yang lebih dalam. Dengan begitu, selain mencegah erosi, cacing tanah juga mampu meningkatkan ketersediaan air tanah (Khairuman, 2009).

Cacing tanah membuat lubang dengan cara mendesak massa tanah atau dengan memakan langsung massa tanah (Minnich 1977). Kelompok *geofagus* akan memakan massa tanah, dan kelompok *litter feeder* dan *limifagus* biasanya dengan mendesak massa tanah. Lubang yang dibuat tidak hanya digunakan untuk mendukung pergerakan cacing dari tekanan lingkungan, tetapi juga sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan (Schwert 1990). Nelson dan Hole (1964) dalam Fanning dan Fanning (1989) menyatakan bahwa lubang cacing dari *Lumbricus*

terrestris berdiameter lebih kurang 0,80 cm dan dapat menghubungkan antara horison A dan horison subsoil. Setelah melalui pencernaan, sisa-sisa bahan yang termakan dilepaskan kembali sebagai buangan padat (kotoran). Edwards dan Lofty (1977) menyatakan bahwa sebagian besar bahan tanah mineral yang dicerna cacing tanah dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk kotoran yang lebih tersedia bagi tanaman. Richard (1978) menyatakan bahwa cacing tanah mampu melakukan penggalian lubang hingga kedalaman 1 m, sehingga dapat meresapkan air dalam volume yang lebih besar serta mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah.

Kotoran cacing tanah juga kaya unsur hara. Aktivitas cacing tanah mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, dan K di dalam tanah. Unsur-unsur tersebut merupakan unsur pokok bagi tanaman. Karena mengandung unsur hara yang lengkap, apalagi C/N nya kurang dari 20 maka kotoran cacing tanah (kascing) dapat digunakan sebagai pupuk (Khairuman, 2009).

Tiap jenis cacing tanah mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, *Pheretima hupiensis* bersifat geofagus (dominan pemakan tanah) diambil berasal dari tanah Ultisols yang mempunyai tekanan lingkungan relatif berat, dengan kondisi pH tanah rendah (sangat masam), bahan organik rendah; sedangkan *Eudrellus sp.* bersifat *Limifagus* (pemakan tanah subur atau tanah basah) diambil berasal dari tanah Latosols (Inceptisol) yang mempunyai pH sedang (mendekati netral), bahan organik tanah cukup dan *Lumbricus r.* bersifat “*Litter feeder*” (pemakan serasah) berasal dari Eropa, sekarang merupakan paling banyak

dibudidayakan di Indonesia untuk mengolah (mendekomposisi) sampah (Listyawan *et al.*, 1998).

#### 4. Dampak Negatif Karbofuran Pada Cacing Tanah

Kandungan pestisida dapat menyebabkan cacing tanah keracunan kemudian muncul ke permukaan tanah hingga cacing menjadi kaku, berlendir, terjadi pembengkakan segmen dan mati dengan kliteliumnya pecah (Gambar 2)



Gambar 2. Cacing klitelium normal dan klitelium pecah

Keterangan:

- (a) dengan klitelium (ditunjukkan dengan tanda panah) yang masih utuh, dan
- (b) dengan klitelium yang pecah (ditunjukkan dengan tanda panah)

Perilaku gerakan tubuh dari cacing menjadi lambat berbeda dengan yang tidak keracunan pestisida maka gerakannya normal, bobot tubuh pada cacing tanah yang diberi keracunan pestisida akan menurun (Ida, 2014).

## C. Bahan Organik

### 1. Pengertian Bahan Organik

Secara umum tanah (dengan bahan induk mineral) tersusun atas 50% bahan padatan (45% bahan mineral dan 5% bahan organik), 25% air dan 25% udara. Sedangkan pada tanah organik (misalnya gambut), bahan padatan tersebut terdiri atas 5 % bahan organik dan 45% bahan mineral). Bahan organik dalam tanah terdiri atas mikroorganisme 10 %, akar 10% dan humat 80 %, meskipun jumlahnya sedikit namun memiliki fungsi sangat penting (Affandi, *et al.*, 2011).

Bahan organik adalah bahan yang terkandung dalam tanah berasal dari sisa tumbuhan, hewan, dan manusia baik yang telah mengalami dekomposisi lanjut maupun yang sedang mengalami proses dekomposisi. Kandungan bahan organik tiap tanah berbeda beda, hal tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh pada besarnya kandungan bahan organik, faktor-faktor tersebut adalah iklim, yang mempengaruhi dalam hal memacu atau menghambat proses dekomposisi, faktor relief dan bentuk lahan mempengaruhi pada proses penggumpalan atau pencucian bahan organik. Relief datar dengan landform rawa memiliki bahan organik tinggi sedangkan relief bergunung landform kast kandungan bahan organiknya rendah. Faktor penggunaan tipe lahan yang mempengaruhi dalam sumber penyediaan bahan organik. Biasanya tanah yang lahannya digunakan untuk kegiatan pertanian bahan organiknya disesuaikan dengan tanaman yang dibudidayakan sedangkan tanah yang tidak digunakan (misal: hutan) kandungan bahan organiknya lebih kompleks dan faktor kedalaman

tanah kedalaman lapisan tanah menentukan kandungan bahan organik yang akan mengalami penurunan apabila makin kebawah, hal tersebut disebabkan oleh akumulasi bahan organik yang berkonsentrasi pada lapisan atas (Rahmat, 2013).

Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia (Kononova, 1961). Menurut Stevenson (1994), bahan organik tanah adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus.

Bahan organik tanah merupakan komponen penting penentu kesuburan tanah, terutama di daerah tropika seperti di Indonesia dengan suhu udara dan curah hujan yang tinggi. Kandungan bahan organik yang rendah menyebabkan partikel tanah mudah pecah oleh curah hujan dan terbawa oleh aliran permukaan sebagai erosi, yang pada kondisi ekstrim mengakibatkan terjadinya desertifikasi. Rendahnya kandungan bahan organik tanah disebabkan oleh ketidakseimbangan antara peran bahan dan hilangnya bahan organik dari tanah utamanya melalui proses oksidasi biologis dalam tanah. Erosi tanah lapisan atas yang kaya akan bahan organik juga berperan dalam berkurangnya kandungan bahan organik tanah tersebut (Victorious, 2012).

Keberadaan bahan organik dalam tanah terhadap tanaman dapat memacu pertumbuhan tumbuhan karena mengandung auksin dan hormon pertumbuhan, meningkatkan retensi air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman, menyuplai energi bagi organisme tanah, dan meningkatkan organisme saprofit dan menekan organisme parasit bagi tanaman (Madjid, 2010). Pengaruh bahan organik tidak dapat disangkal terhadap kesuburan tanah. Bahan organik mempunyai daya serapan yang lebih besar daripada kaloid tanah yang liat. Berarti semakin tinggi kandungan bahan organik suatu tanah, maka makin tinggi pula kapasitas tukarnya. Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisa tumbuhan dan binatang yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Bahan yang demikian berada dalam proses pelapukan aktif dan menjadi mangsa jasad mikro. Sebagai akibat, bahan itu berubah terus dan tidak mantap, dan selalu diperbaharui melalui penambahan sisa-sisa tanaman atau binatang (Soepardi, 2005).

Tanah yang baik merupakan tanah yang mengandung hara. Unsur yang terpenting dalam tanah agar dapat mendukung kesuburan tanah salah satunya adalah kandungan C-organik. Kandungan C-organik merupakan unsur yang dapat menentukan tingkat kesuburan tanah. Bahan organik tanah adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus (Hardjowigeno, 2003). Komponen organik tanah berasal dari biomassa yang mencirikan suatu tanah aktif. Komponen organik

tak hidup terbentuk dari melalui pelapukan kimia dan biologi, yang dipisahkan ke dalam bahan-bahan yang anatomi bahan aslinya masih tampak dan bahan-bahan yang telah terlapuk sempurna (Hardjowigeno, 2003).

Bahan organik tanah menjadi salah satu indikator kesehatan tanah karena memiliki beberapa peranan kunci di tanah. Disamping itu bahan organik tanah memiliki fungsi – fungsi yang saling berkaitan, sebagai contoh bahan organik tanah menyediakan nutrisi untuk aktivitas mikroba yang juga dapat meningkatkan dekomposisi bahan organik, meningkatkan stabilitas agregat tanah, dan meningkatkan daya pulih tanah (Sutanto, 2002).

## 2. Manfaat Bahan Organik

Manfaat bahan organik di dalam tanah sangat banyak, baik terhadap sifat fisik, kimia maupun biologi tanah, antara lain sebagai berikut (Stevenson, 1994):

- a. Berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan hara. Bahan organik secara langsung merupakan sumber hara N, P, S, unsur mikro maupun unsur hara esensial lainnya. Secara tidak langsung bahan organik membantu menyediakan unsur hara N melalui fiksasi  $N_2$  dengan caramenyediakan energi bagi bakteri penambat  $N_2$ , membebaskan fosfat yang difiksasi secara kimiawi maupun biologi dan menyebabkan pengkhelatan unsur mikro sehingga tidak mudah hilang dari zona perakaran.
- b. Membentuk agregat tanah yang lebih baik dan memantapkan agregat yang telah terbentuk sehingga aerasi, permeabilitas dan infiltrasi menjadi lebih baik. Akibatnya adalah daya tahan tanah terhadap erosi meningkat.

- c. Meningkatkan retensi air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman.
- d. Meningkatkan retensi unsur hara melalui peningkatan muatan di dalam tanah.
- e. Meningkatkan kapasitas sangga tanah
- f. Mensuplai energi bagi organisme tanah (Rahmat, 2013).

### 3. C/N Ratio

Pengaruh bahan organik terhadap tanah dan kemudian terhadap tanaman tergantung pada laju proses dekomposisinya. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi ini meliputi faktor bahan organik dan faktor tanah. Faktor bahan organik meliputi komposisi kimiawi, nisbah C/N, kadar lignin dan ukuran bahan, sedangkan faktor tanah meliputi temperatur, kelembaban, tekstur, struktur dan suplai oksigen, serta reaksi tanah, ketersediaan hara terutama ketersediaan N P, K dan S (Hanafiah, 2010).

Bahan organik yang masih mentah dengan nisbah C/N tinggi, apabila diberikan secara langsung ke dalam tanah berdampak negatif terhadap ketersediaan hara tanah. Bahan organik langsung disantap oleh mikrobia untuk memperoleh energi. Populasi mikrobia yang tinggi, memerlukan hara untuk tumbuh dan berkembang, yang diambil dari tanah yang seyogyanya digunakan oleh tanaman, sehingga mikrobia dan tanaman saling bersaing merebutkan hara yang ada. Akibatnya hara yang ada dalam tanah berubah menjadi tidak tersedia karena berubah menjadi senyawa organik mikrobia. Kejadian ini disebut sebagai immobilisasi hara (Atmojo, 2003).

Nisbah C/N berguna sebagai penanda kemudahan perombakan bahan organik dan kegiatan jasad renik tanah akan tetapi apabila nisbah C/N terlalu lebar, berarti ketersediaan C sebagai sumber energi berlebihan menurut bandingannya dengan ketersediaanya N bagi pembentukan mikroba. Kegiatan jasad renik akan terhambat (Priambada, 2005).

Karbon diperlukan mikroorganisme sebagai sumber energi dan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein. Apabila ketersediaan karbon terbatas (nisbah C/N terlalu rendah) tidak cukup senyawa sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk mengikat seluruh nitrogen bebas. Apabila ketersediaan karbon berlebihan ( $C/N > 40$ ) jumlah nitrogen sangat terbatas sehingga menjadi faktor pembatas pertumbuhan organisme (Wallace, *et al.*, 2000).

Tanah dengan drainase buruk, dimana air berlebih, oksidasi terhambat karena kondisi aerasi yang buruk. Hal ini menyebabkan kadar bahan organik dan N tinggi daripada tanah berdrainase baik. Disamping itu vegetasi penutup tanah dan adanya kapur dalam tanah juga mempengaruhi kadar bahan organik tanah. Vegetasi hutan berbeda dengan padang rumput dan tanah pertanian. Faktor-faktor ini saling berkaitan, sehingga sukar menilainya sendiri (Hakim, *et al.*, 1986).

Bahan organik yang terkandung di dalam tanah lebih tinggi yang mengakibatkan tanah pada lapisan ini cenderung lebih gelap, terutama pada lapisan I, karena merupakan lapisan paling atas. Faktor yang mempengaruhi bahan organik tanah adalah kedalaman lapisan dimana menentukan kadar bahan organik

dan N. Kadar bahan organik terbanyak ditemukan di lapisan atas, setebal 20 cm (15-20) %, makin ke bawah makin berkurang, contohnya pada setiap lapisan tanah inceptisol, makin ke bawah (Lapisan II) warnanya lebih muda daripada lapisan I, dan II. Faktor iklim yang berpengaruh adalah suhu dan curah hujan. Makin ke daerah dingin kadar bahan organik dan N makin tinggi. Drainase buruk dimana air berlebih, oksidasi terhambat karena aerasi buruk menyebabkan kadar bahan organik dan N tinggi daripada tanah berdrainase baik (Hakim, *et al.*, 1986).

#### 4. Dekomposisi Bahan Organik oleh Cacing Tanah

Cacing tanah umumnya memakan serasah daun dan juga materi tumbuhan lainnya yang telah mati, kemudian dicerna dan dikeluarkan berupa kotoran. Kemampuan hewan ini dalam mengonsumsi serasah sebagai makanannya bergantung pada ketersediaan jenis serasah yang disukainya, disamping itu juga ditentukan oleh kandungan karbon dan nitrogen serasah. (Edwards dan Lofty 1977). Cacing tanah memotong sisa tanaman menjadi ukuran yang kecil, dan selanjutnya didekomposisi oleh protozoa dan mikroba tanah.

Edwards (2004) menemukan bahwa ketika bahan organik dan tanah masuk ke dalam pencernaan tanah kalsium, asam humat, bahan organik dan polisakarida akan melekat satu dengan lainnya dan membentuk kotoran cacing, dimana kotoran cacing tersebut lebih porous dan remah dan mempunyai banyak kelebihan seperti stabilitas terhadap hantaman air sangat kuat, ketersediaan hara tinggi, dan kemampuan menahan hara yang tinggi. Bossuyt *et al.* (2005) juga setuju bahwa karbon terkombinasi dengan agregat tanah yang stabil melalui aktifitas cacing

tanah. Dengan meningkatnya stabilitas agregat, bahan organik yang terkombinasi lebih tahan lama di dalam tanah dan tidak didekomposisi dengan mudah. Ditambah lagi saluran/lubang dari cacing penuh dengan kotoran cacing baik. Kotoran yang diproduksi terus menerus memproduksi pori nonkapiler, selanjutnya memperbaiki ventilasi dan permeabilitas, dan memperbaiki struktur tanah.

Menurut Parmelee et al. (1990), cacing tanah juga berperan dalam menurunkan rasio C/N bahan organik, dan mengubah nitrogen tidak tersedia menjadi nitrogen tersedia setelah dikeluarkan berupa kotoran (kascing). Terdapat interaksi antara pemberian bahan organik dan cacing tanah terhadap status hara tanah terutama N dan K, dan pemberian inokulan cacing tanah juga berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan P tersedia pada tanah (Anwar 2007). Selain itu cacing tanah meningkatkan dengan nyata kelimpahan total bakteri dan *Rhizopus* pada tanah (Anwar 2005).

#### **D. Karakteristik Tanah Sawah**

Tanah sawah adalah tanah yang digunakan untuk bertanam padi sawah, baik terus-menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Istilah tanah sawah bukan merupakan istilah taksonomi, tetapi merupakan istilah umum seperti halnya tanah hutan, tanah perkebunan, tanah pertanian dan sebagainya. Segala macam jenis tanah dapat disawahkan asalkan air cukup tersedia. Padi sawah juga ditemukan pada berbagai macam iklim yang jauh lebih beragam dibandingkan dengan jenis tanaman lain. Karena itu tidak mengherankan bila sifat tanah sawah sangat beragam sesuai dengan sifat tanah asalnya. Tanah sawah dapat berasal dari tanah kering

yang diairi kemudian disawahkan, atau dari tanah rawa-rawa yang “dikeringkan” dengan membuat saluran-saluran drainase. Sawah yang airnya berasal dari air irigasi disebut sawah irigasi, sedang yang menerima langsung dari air hujan disebut sawah tadah hujan. Di daerah pasang surut ditemukan sawah pasang surut, sedangkan yang dikembangkan di daerah rawa-rawa lebak disebut sawah lebak (Hardjowigeno, 2003).

Penggenangan selama pertumbuhan padi dan pengolahan tanah pada tanah kering yang disawahkan, dapat menyebabkan berbagai perubahan sifat tanah, baik sifat morfologi, fisika, kimia, mikrobiologi maupun sifat-sifat lain, sehingga sifat-sifat tanah dapat sangat berbeda dengan sifat-sifat tanah asalnya. Koenigs (1950), orang yang pertama kali melakukan penelitian sifat morfologi tanah sawah sekitar Bogor, mengemukakan adanya profil tanah sawah yang khas, pada tanah kering yang disawahkan di daerah tersebut. Namun demikian, karena perbedaan berbagai faktor yang berpengaruh dalam proses pembentukan tanah sawah, ternyata profil tanah sawah yang khas tersebut tidak selalu dapat terbentuk. Pada tanah rawa yang disawahkan, atau pada tanah dengan air tanah yang dangkal, tidak terlihat adanya profil tanah yang khas seperti yang dikemukakan oleh Koenigs (1950), meskipun bermacam-macam perubahan sifat tanah akibat penyawahkan telah terjadi. Bahkan pada tanah kering yang disawahkanpun, seperti pada Vertisol dan beberapa jenis tanah lain, tidak semuanya dapat membentuk profil tanah yang khas tersebut (Rayes, 2000).

Penggunaan tanah kering untuk padi sawah dapat menyebabkan perubahan sifat morfologi dan sifat fisiko-kimia tanah secara permanen, sehingga dapat menyebabkan perubahan klasifikasi tanah. Dalam tulisan ini, disajikan uraian tentang beberapa

macam sifat morfologi dan profil tanah sawah, serta pengaruhnya dalam klasifikasi tanah, khususnya dalam sistem Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1999; 2003).

Sebelum tanah digunakan sebagai tanah sawah, secara alamiah tanah telah mengalami proses pembentukan tanah sesuai dengan faktor-faktor pembentuk tanahnya, sehingga terbentuklah jenis-jenis tanah tertentu yang masing-masing mempunyai sifat morfologi tersendiri. Pada waktu tanah mulai disawahkan dengan cara penggenangan air, baik waktu pengolahan tanah maupun selama pertumbuhan padi, melalui perataan, pembuatan teras, pembuatan pematang, pelumpuran, dan lain-lain, maka proses pembentukan tanah alami yang sedang berjalan tersebut terhenti. Semenjak itu, terjadilah proses pembentukan tanah baru, di mana air genangan di permukaan tanah dan metode pengelolaan tanah yang diterapkan, memegang peranan penting. Karena itu tanah sawah sering dikatakan sebagai tanah buatan manusia (*man-made soil, anthropogenic soil*) (Rayes, 2000).

Apabila tanah yang disawahkan tersebut pada awalnya berasal dari tanah kering, maka akan terjadi perubahan-perubahan sifat morfologi tanah yang cukup jelas, tetapi bila berasal dari tanah basah, maka perubahan-perubahan tersebut umumnya tidak begitu tampak. Kecuali itu, karena penggunaan tanah sebagai sawah umumnya tidak dilakukan sepanjang tahun, tetapi bergiliran dengan tanaman palawija (lahan kering) atau bera, maka perubahan-perubahan tersebut dapat dibedakan menjadi: (a) perubahan sementara dan (b) perubahan permanen

a. Perubahan sementara

Perubahan sementara adalah perubahan-perubahan sifat fisik, morfologi dan kimia tanah sebagai akibat penggenangan tanah musiman, baik pada waktu pengolahan tanah maupun selama pertumbuhan padi sawah. Perubahan-perubahan tersebut terjadi di permukaan tanah dan hanya bersifat sementara, karena setelah penyawahan selesai dan diganti dengan tanaman palawija atau dibiarkan, terjadi perubahan kembali sifat-sifat tanah tersebut akibat pengeringan tanah. Perubahan sementara sifat fisik dan morfologi tanah sewaktu penyawahan, adalah berkaitan dengan pelumpuran/pengolahan tanah dalam keadaan tergenang, sedangkan perubahan-perubahan dalam sifat kimia adalah berkaitan dengan proses reduksi dan oksidasi. Perubahan-perubahan sementara sifat-sifat kimia tanah tersebut secara akumulatif, dapat menyebabkan perubahan yang permanen terhadap sifat morfologi tanah (Hardjowigeno, *et al.*, 2005).

b. Perubahan permanen

Perubahan permanen terjadi akibat efek kumulatif perubahan sementara karena penggenangan tanah musiman, atau praktek pengelolaan tanah sawah seperti pembuatan teras, perataan tanah, pembuatan pematang, dan lain-lain. Perubahan permanen pada tanah yang disawahkan, dapat dilihat pada sifat morfologi profil tanahnya, yang seringkali menjadi sangat berbeda dengan profil tanah asalnya yang tidak disawahkan. Praktek pengolahan tanah sawah dalam keadaan tergenang, dapat menghasilkan terbentuknya lapisan tapak bajak di bawah lapisan olah, sedangkan penggenangan tanah selama pertumbuhan padi,

dapat mereduksi Fe dan Mn sehingga menjadi larut dan meresap bersama air perkolasi ke lapisan-lapisan bawah, sehingga terbentuk horizon iluviasi Fe di atas horizon iluviasi Mn. Perubahan sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang terus berlangsung tersebut, dicerminkan juga oleh perubahan sifat morfologi tanah, terutama di lapisan permukaan. Dalam keadaan tergenang, tanah menjadi berwarna abu-abu akibat reduksi besi-feri (Fe-III) menjadi besi-fero (Fe-II). Akan tetapi pada tanah pasir atau tanah lain yang permeabel, warna reduksi tersebut tidak terjadi, terkecuali pada penggenangan yang sangat lama. Di lapisan permukaan horizon tereduksi tersebut, dalam keadaan tergenang, ditemukan lapisan tipis yang tetap teroksidasi berwarna kecoklatan, karena difusi O<sub>2</sub> dari udara, atau dari fotosintesis algae. Bila tanah dikeringkan, terjadi oksidasi kembali besi-fero menjadi besi-feri, sehingga terbentuklah karatan coklat pada rekahan-rekahan, bekas-bekas saluran akar, atau tempat-tempat lain di mana udara dapat masuk. Pada tanah pasir, karatan coklat pada bekas-bekas akar tidak terlalu jelas terlihat. Pada tanah masam yang dalam keadaan tergenang mengandung besi-fero tinggi, karatan besi menjadi lebih jelas setelah tanah dikeringkan. Kecuali itu, akibat proses penyawahana yang berulang-ulang terjadi, dapat terbentuk horizon baru yang khas terdapat pada tanah sawah, seperti lapisan tapak bajak, horizon iluviasi Fe, horizon iluviasi Mn, dan lain-lain (Hardjowigeno, *et al.*, 2005).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jl. Raya Jakenan-Jaken Km 5 Pati pada bulan Oktober sampai dengan November 2018.

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan cacing tanah *Lumbricus rubellus* yang dibeli dari peternak cacing di Kecamatan Trangkil, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Alat yang digunakan pada penelitian yaitu:

1. Ember
2. Timbangan
3. Gelas ukur
4. Erlenmeyer
5. Kantong plastik
6. Termometer
7. pH meter
8. Kayu pengaduk

Adapun bahan yang digunakan penelitian yaitu:

1. Cacing *Lumbricus rubellus*
2. Tanah Sawah
3. Pestisida Karbofuran 3% dari insektisida *Furadan 3GR*

4. Bahan organik: kotoran sapi yang diambil langsung dari peternak di Desa Sidomukti, Kecamatan Jakenan, Kabupaten Pati dan sampah pasar ( kulit ketela, tongkol jagung, ampas tahu, limbah aren) kering dan sudah dihaluskan dari Desa Sidomukti, Kecamatan Jakenan, Kabupaten Pati.
5. Bahan kimia yang dipakai untuk penetapan C dan N

### C. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola split plot dengan 3 kali ulangan. Sebagai main plot adalah Karbofuran 3% dari insektisida *Furadan* 3GR (dosis 0 mg/kg, 25 mg/kg, 50 mg/kg, 75 mg/kg, 100 mg/kg (berat kering tanah)) dan sebagai sub plot yaitu Bahan Organik (kotoran sapi dan sampah pasar)

Tabel 2 Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Ulangan	A		B		C		D		E	
	0 mg/kg		25 mg/kg		50 mg/kg		75mg/kg		100 mg/kg	
	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S
1	AK	AS	BK	BS	CK	CS	DK	DS	EK	ES
2	AK	AS	BK	BS	CK	CS	DK	DS	EK	ES
3	AK	AS	BK	BS	CK	CS	DK	DS	EK	ES

Keterangan:

A = 0 mg/kg Karbofuran (kontrol)

B = 25 mg/kg Karbofuran

C = 50 mg/kg Karbofuran

D = 75 mg/kg Karbofuran

E = 100 mg/kg Karbofuran

K = kotoran sapi 1 kg

S = Sampah pasar 1 kg

### D. Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Persiapan Media

Tanah yang digunakan untuk media cacing pada penelitian ini beratnya 1 kg diperoleh dari lahan padi sawah desa Sidomukti kecamatan Jakenan

kabupaten Pati. Tanah dikeringanginkan, kemudian tanah dicampur dengan masing-masing bahan organik 1 kg, Perbandingan tanah dengan bahan organik yaitu 1:1. Wadah yang dipakai untuk percobaan yaitu ember. Kondisi media macak-macak.

## 2. Persiapan Hewan Uji

Cacing *Lumbricus rubellus* diperoleh dari peternakan cacing di desa Sidomukti kecamatan Jakenan kabupaten Pati. Pada penelitian ini cacing yang digunakan adalah cacing tanah dewasa yang sudah memiliki *clitellium* (alat perkembangbiakan cacing yang berbentuk seperti cincin berwarna abu-abu), serta umurnya tidak berbeda-beda (selisih umur antara satu dengan yang lainnya tidak lebih dari 4 minggu). Cacing tanah yang digunakan untuk percobaan terlebih dahulu diadaptasikan selama 48 jam pada media sebelum diberi perlakuan.

## 3. Inokulasi cacing dalam media

Sebelum diberi perlakuan dengan berbagai konsentrasi insektisida, cacing tanah terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui bobot awal sebelum diberi perlakuan kemudian dimasukan ke dalam masing-masing media tanah dan diadaptasikan selama 48 jam sebelum diberi perlakuan. Setiap perlakuan menggunakan 10 ekor cacing tanah yang beratnya rata-rata 3,25 gram. Insektisida ditumbuk dengan mortar terlebih dahulu supaya mudah dilarutkan. Insektisida dilarutkan dengan 10 ml aquades pada Erlenmeyer kemudian ditutup dengan *aluminium foil* dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian dituangkan ke masing-masing media, setelah itu tanah dibolak-balik menggunakan tangan untuk meratakan larutan insektisida pada media.

#### 4. Inkubasi

Inkubasi dilakukan selama 30 hari (waktu minimal pengomposan) dengan mempertahankan kelembaban media dengan cara menyirami media dengan air sumur sebanyak 200 ml menggunakan gelas ukur yang dilakukan 3 hari sekali.

#### 5. Pengamatan

##### a. Mortalitas dan bobot tubuh cacing tanah

Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai dari sebelum perlakuan untuk melihat jumlah kematian (persentase kematian). Pengamatan bobot dari cacing dengan cara membersihkan tubuh cacing dari tanah yang menempel.

Untuk melihat cacing tanah yang mati yaitu dengan cara cacing tersebut disortir dengan tangan dan dianggap mati jika cacing tidak menanggapi rangsangan mekanik lembut pada daerah interior (Yiao, 2006). Untuk mengetahui bobot, cacing tanah ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Adapun rumus menentukan mortalitas =  $\frac{\text{Jumlah awal}}{\text{jumlah akhir}} \times 100\%$ .

Dan rumus menentukan bobot tubuh = Bobot awal – Bobot akhir.

- b. Kadar C-organik, menggunakan metode Walkley and Black pada minggu ke 4.
- c. Kadar Nitrogen, menggunakan metode Kjeldahl pada minggu ke 4.
- d. C/N rasio pada minggu ke 4.
- e. BV, BJ, dan porositas. BV dengan metode ring sampel dan BJ dengan metode perendaman (*submersion*) pada minggu ke 4.

## E. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu

1. Parameter yang diamati sebelum inkubasi
  - a. Tingkat mortalitas dan bobot tubuh cacing. Tingkat mortalitas cacing *Lumbricus rubellus* diketahui dengan cara penyortiran menggunakan tangan dan dianggap mati jika cacing tidak menanggapi rangsangan mekanik lembut pada daerah interior. Pengamatan bobot tubuh cacing menggunakan timbangan analitik.
  - b. Kadar C-organik, menggunakan metode metode Walkley and Black
  - c. Kadar N-total, menggunakan metode metode Kjeldahl
  - d. C/N rasio
  - e. pH, diukur dengan pH meter
  - f. BV, BJ, dan porositas. BV dengan metode ring sampel dan BJ dengan metode perendaman (*submersion*)
2. Parameter yang diamati setelah inkubasi
  - a. Tingkat mortalitas dan bobot tubuh cacing dilakukan 7 hari sekali. Tingkat mortalitas cacing diketahui dengan cara penyortiran menggunakan tangan dan dianggap mati jika cacing tidak menanggapi rangsangan mekanik lembut pada daerah interior. Pengamatan bobot tubuh cacing menggunakan timbangan analitik.
  - b. Kadar C-organik, menggunakan metode Walkley and Black dilakukan setelah 4 minggu
  - c. Kadar N-total, menggunakan metode Kjeldahl dilakukan setelah 4 minggu

- d. C/N ratio
- e. pH, diukur dengan pH meter
- f. Suhu, diukur dengan termometer
- g. BV, BJ, dan porositas. BV dengan metode ring sampel dan BJ dengan metode perendaman (*submersion*)

#### **F. Analisis Data Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan sidik ragam (ANOVA) dan diikuti dengan uji lanjutan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 9 Oktober sampai dengan tanggal 27 November 2018 di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jalan Raya Jakenan-Jaken Km. 05, Jaken, Pati, Jawa Tengah.

### A. Sifat Fisika dan Kimia Tanah Sebelum Perlakuan

Beberapa sifat fisik dan kimia tanah sawah Desa Sidomulyo Kecamatan Jakenan Kabupaten Pati yang telah dianalisis, disajikan pada tabel 3

Tabel 3. Sifat fisika dan kimia tanah sebelum perlakuan

Parameter	Hasil analisis	Harkat (PPT 1986)
C – Organik (%)	1,19	Rendah
N–Total (%)	0,26	Sedang
BV (g/cm <sup>3</sup> )	1,6691	Sangat berat
BJ (g/cm <sup>3</sup> )	2,5	-
pH	6,3	Netral
Porositas (%)	33	Jelek

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki kadar C-organik yang rendah yaitu sebesar 1,19 %. Kandungan N– total memiliki nilai 0,26 % tergolong rendah. Nilai BV sebesar 1,6691g/cm<sup>3</sup> yang tergolong tinggi dan memiliki nilai BJ sebesar 2,5 g/cm<sup>3</sup>. Berat volume tanah berhubungan erat dengan jumlah total pori – pori semakin besar jumlah total ruang pori akan semakin kecil berat volumenya. Besar kecilnya berat volume tanah sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh : 1) tekstur tanah, dalam hal ini berat volume tanah terutama ditentukan oleh ukuran dan kepadatan jenis partikel, 2) kandungan bahan organik tanah, 3) struktur tanah atau lebih khusus bagian rongga pori tanah. Sedangkan

berat jenis tanah merupakan perbandingan antara berat tanah dalam keadaan kering mutlak dengan volume tanah yang bersangkutan.

Tabel 4. kandungan kadar C-organik dan N-total kotoran sapi dan sampah pasar

Parameter	C - Organik (%)	N – Total (%)	C/N rasio
Kotoran sapi	18,30	1,03	17,72
Sampah pasar	11,46	0,54	20,94
Tanah + Kotoran sapi	9,74	0,64	15,21
Tanah + Sampah pasar	6,32	0,40	15,80

Sumber: rata-rata hasil analisis pada penelitian Chandau *et al.* (2012), Baheramsyah R., Khoirunnisa A., (2018).

Kotoran sapi memiliki kadar C-organik yaitu sebesar 18,30% dan pada sampah pasar memiliki kadar C-organik 11,46%. Kandungan N pada kotoran sapi yaitu sebesar 1,03%, tergolong rendah dan kandungan N sampah pasar yaitu sebesar 0,54% juga tergolong rendah. Unsur C sangat mempengaruhi ratio C/N yang akan menentukan waktu dekomposisi dan mutu dari suatu bahan organik. Rasio C/N merupakan salah satu aspek terpenting dalam keseimbangan unsur hara total. Rasio C/N bahan organik adalah perbandingan antara banyaknya kandungan unsur karbon (C) terhadap banyaknya kandungan unsur nitrogen (N) yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Jika rasio C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang, diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk mendegradasi kompos sehingga diperlukan waktu yang lama untuk dekomposisi dan dihasilkan mutu yang lebih rendah, jika rasio C/N terlalu rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau terdenitrifikasi (Djuarnani, 2005).

Setelah tanah ditambah bahan organik kotoran sapi kadar C-organik yaitu sebesar 9,74%, kadar N yaitu sebesar 0,64%, sedangkan C/N rasio yaitu sebesar

15,21 tergolong rendah. Tanah dengan penambahan bahan organik sampah pasar memiliki kadar C-organik yaitu sebesar 6,32%, kadar N yaitu sebesar 0,40%, dan C/N rasio sebesar 15,80 tergolong rendah.

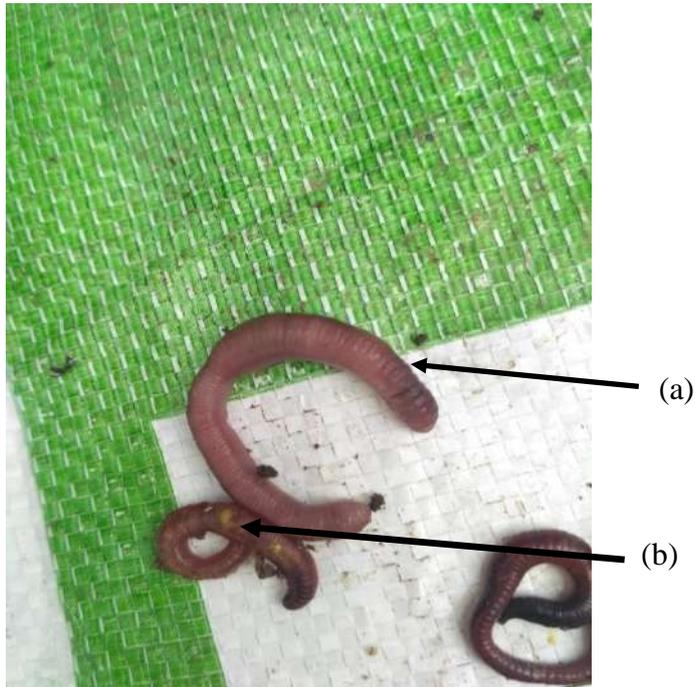
## **B. Pengaruh Pemberian Karbofuran Terhadap Mortalitas dan Bobot Tubuh Cacing *Lumbricus Rubellus***

### 1. Pengaruh pemberian karbofuran terhadap mortalitas cacing *Lumbricus rubellus*

Dari hasil pengamatan, cacing *Lumbricus rubellus* mengalami keracunan Furadan 3G. Cacing yang keracunan mengalami pembengkakan pada segmen tubuh cacing dan mengeluarkan cairan kuning, selanjutnya cacing mati dengan kliteliurnya pecah ke permukaan tanah, berlendir dan menjadi kaku. Furadan 3G juga mempengaruhi perilaku dari cacing *Lumbricus rubellus*. Perilaku yang ditunjukkan pada saat pengamatan antara lain gerakan tubuh dari cacing ini menjadi lambat dan cacing dalam posisi melingkar berbeda dengan yang tidak diberi perlakuan yaitu gerakannya normal, dan tubuh cacing dalam posisi lurus. Jumlah cacing *Lumbricus rubellus* awal (0 hari inkubasi) yaitu 10 ekor. Pengaruh Karbofuran yang terkandung dalam Furadan 3G terhadap mortalitas cacing dapat dilihat pada tabel 5.



Gambar 3. Cacing dengan klitellium (ditunjukkan dengan tanda panah) yang masih utuh



Gambar 4. Cacing (a) yang mengalami pembengkakan segmen dan cacing (b) yang mengeluarkan cairan berwarna kuning (ditunjukkan dengan tanda panah)



Gambar 5. Cacing yang sudah pecah klitelium (ditunjukkan dengan tanda panah)

Tabel 5. Mortalitas Cacing *Lumbricus rubellus* (%)

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	0a	20b	20b	40d	60e	28
S	0a	20b	30c	30c	60e	28
Rerata	0p	20q	25q	35r	60s	+

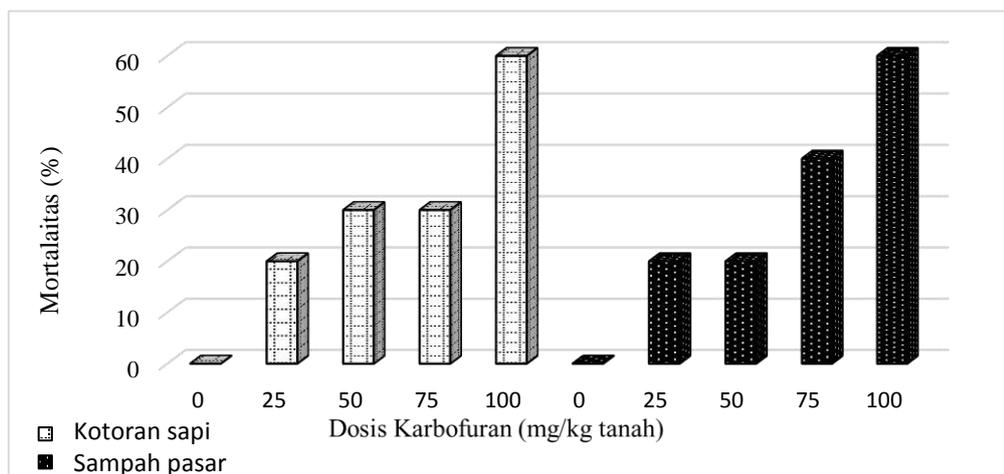
Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%, tanda (+) menunjukkan adanya interaksi.

K : Kotoran sapi 1 kg, S: Sampah pasar 1 kg

Hasil sidik ragam (lampiran 2) menunjukkan bahwa pemberian dosis karbofuran berpengaruh nyata terhadap mortalitas cacing, sedangkan penambahan jenis bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas cacing. Semakin tinggi pemberian dosis Karbofuran maka semakin tinggi mortalitas cacing. Pengaruh pemberian 5 dosis Karbofuran 3% dapat dilihat pada tabel 5 Setelah 30 hari inkubasi, cacing *Lumbricus rubellus* mengalami kematian pada pemberian insektisida dosis 25 mg, 50 mg, 75 mg, 100 mg/kg (berat kering tanah), sedangkan pada pemberian Karbofuran dosis 0 mg tidak terdapat mortalitas. Terdapat interaksi antara penambahan dosis Karbofuran dan jenis bahan organik pada mortalitas cacing.

Bahan aktif Karbofuran dapat menimbulkan rangsangan pada sistem saraf pusat, merusak otak sehingga kerja organ otot serta organ tubuh lainnya akan terhambat dan akhirnya menyebabkan kematian. Toksin Karbofuran masuk ke dalam tubuh cacing melalui beberapa cara yaitu masuk melalui pencernaan, melalui pernafasan dan melalui jaringan kulit. Hal ini mengakibatkan terjadinya penghambatan ATP-ase terutama pada mitokondria akson sinaptik dan sedikit pada retikulum endoplasma (Tarumingkeng 1992).

Pada perlakuan 0 mg Karbofuran mortalitas cacing sebesar 0%, mortalitas tertinggi pada perlakuan 100 mg Karbofuran yaitu mencapai 60%. Hasil analisis data (tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan kontrol dibandingkan dengan penambahan Karbofuran dosis 25 mg secara nyata meningkatkan mortalitas cacing *Lumbricus rubellus*. Pada penelitian ini dapat diketahui semakin tinggi dosis pemberian Karbofuran yang diberikan terhadap cacing *Lumbricus rubellus* maka semakin tinggi tingkat mortalitasnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Kinasih (2014) bahwa uji *rich finding test* didapat nilai  $LC_{50}$  karbofuran sebesar 105.492 mg/kg.



Gambar 6. Mortalitas cacing *Lumbricus rubellus* pada beberapa perlakuan

## 2. Pengaruh pemberian karbofuran terhadap Bobot Cacing *Lumbricus rubellus*

Tabel 6. Bobot cacing *Lumbricus rubellus* (gram)

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	4,43	2,72	2,65	2,43	1,50	2,75y
S	4,88	3,06	3,02	2,53	1,98	3,09z
Rerata	4,66p	2,89q	2,84qr	2,48s	1,74t	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K : Kotoran sapi 1 kg, S: Sampah pasar 1 kg

Bobot awal cacing: 3,25 gram

Hasil sidik ragam (lampiran 3) dapat diketahui bahwa pemberian dosis Karbofuran berpengaruh nyata terhadap bobot tubuh cacing. Data pada tabel 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis karbofuran menyebabkan penurunan bobot cacing *Lumbricus rubellus* yang semakin tinggi pula. Rata-rata bobot awal cacing *Lumbricus rubellus* yaitu 3,25 gram. Bobot cacing *Lumbricus rubellus* tertinggi pada dosis 0 mg karbofuran yaitu 4,66 gram dan bobot cacing terendah pada pemberian dosis 100 mg Karbofuran yaitu 1,74 gram. Pemberian 0 mg Karbofuran, cacing mengalami penambahan bobot. Tidak terdapat interaksi antara penambahan dosis Karbofuran dan jenis bahan organik pada bobot tubuh cacing.

Penambahan jenis bahan organik menunjukkan adanya beda nyata terhadap bobot cacing. Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa bobot cacing pada tanah yang ditambah kotoran sapi mengalami penurunan yang lebih tinggi yaitu sebesar 2,75 gram dibandingkan dengan bobot cacing tanah yang ditambah sampah pasar yaitu 3,09 gram.

Insektisida golongan karbamat termasuk bahan aktif Karbofuran merupakan racun saraf yang sebagian besar sasarannya adalah menghambat aktivitas suatu enzim yang disebut dengan asetilkolinesterase (AChE) (Stenersen, 2004, Carmo et al., 2005). Menurut penelitian yang dilakukan Kinasih (2014), Penurunan bobot tubuh cacing terjadi karena terganggunya proses fisiologis dan metabolisme tubuh akibat penambahan Karbofuran. Pengaruh dosis Karbofuran merupakan tekanan lingkungan bagi cacing *Lumbricus rubellus* sehingga cacing akan mereduksi pertumbuhannya. Adanya

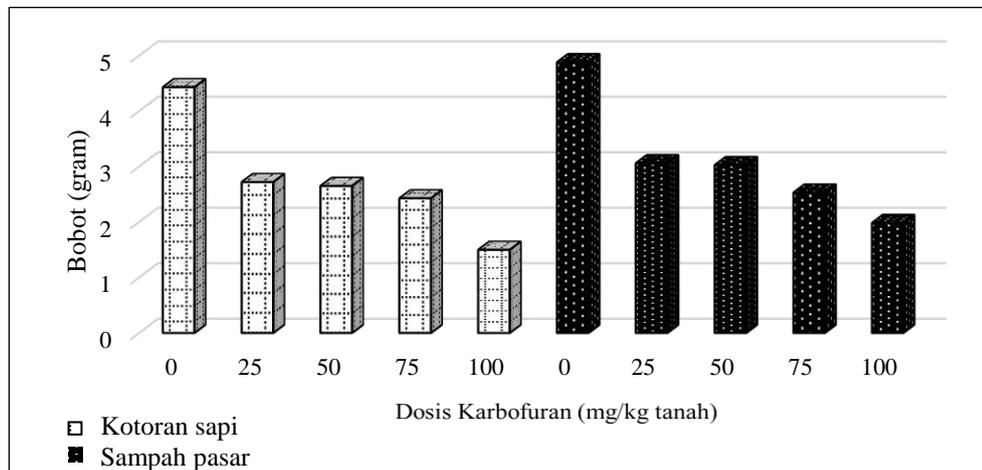
akumulasi insektisida menyebabkan organ tubuh cacing *Lumbricus rubellus* mengalami gangguan sehingga mengurangi nafsu makan yang mengakibatkan laju konsumsi pakan menurun dan pemanfaatan energi yang berasal dari makanan lebih banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari tekanan lingkungan serta mengganti bagian sel tubuh yang rusak akibat bahan kimia sehingga kelebihan energi dari penggunaan untuk proses tersebut sangat sedikit dimanfaatkan untuk menambah bobot tubuh (Heath, 1987).

Nofyan, *et al.*, (2011), insektisida Karbofuran termasuk golongan insektisida karbamat, menghambat aktivitas enzim *asetilcholinestrerase* didalam sistem saraf somatik dan otonom perifer, menyebabkan mempengaruhi indra pengecap dan penciuman cacing tanah, sehingga cacing tanah tidak mau mengkonsumsi pakan berupa bahan organik yang dicampur dengan konsentrasi insektisida karbofuran.

Edward and Lofty (2008), menyatakan laju konsumsi pakan cacing tanah dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas bahan organik yang diberikan. Kualitas bahan organik tersebut berhubungan dengan rasa, bau, dan komposisi kimia dari bahan organik. Kualitas bahan organik sangat menentukan palatabilitas cacing tanah. Pada penelitian ini, bahan organik yang dicampur dengan insektisida Karbofuran yang mengandung senyawa kimia, menyebabkan cacing tanah *Lumbricus rubellus* kurang menyukai untuk mengkonsumsinya, sehingga mempengaruhi laju konsumsi bahan organik cacing tanah *Lumbricus rubellus*.

Tanah yang ditambah sampah pasar merupakan media hidup yang sesuai oleh cacing *Lumbricus rubellus* yang bersifat *epigaesis* (hidup di bawah

permukaan) dan cacing *Lumbricus rubellus* merupakan cacing yang bersifat “*Litter feeder*” (pemakan seresah) (Listyawan *et al.* dalam Anwar, 2007).



Gambar 7. Bobot cacing *Lumbricus rubellus* pada beberapa perlakuan

### C. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing Terhadap C-organik, N-total dan C/N rasio.

#### 1. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing Terhadap C-organik

Tabel 7. Nilai Rerata C-organik Tanah (%)

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	9,38	9,05	8,47	9,37	8,76	9,01a
S	5,14	6,17	6,05	4,79	6,27	5,72b
Rerata	7,61p	7,61p	7,26p	7,08p	7,52p	-

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K : Kotoran sapi 1 kg, S: Sampah pasar 1 kg

Efektifitas dekomposisi bahan organik menggambarkan seberapa banyak (dalam %) bahan organik yang diberikan dapat terdekomposisi. Dari hasil sidik ragam (lampiran 4) diketahui pemberian dosis Karbofuran tidak berpengaruh nyata terhadap kadar C-organik, namun jenis bahan organik berpengaruh nyata terhadap kadar C-organik.

Kemampuan cacing *Lumbricus rubellus* dalam merombak bahan organik secara nyata berbeda pada jenis bahan organik yang ditambahkan (tabel 7). Kadar C-organik tanah yang ditambah sampah pasar yaitu sebesar 5,72% dan tanah yang ditambah kotoran sapi sebesar 9,01%. Penurunan C-organik pada tanah yang ditambah kotoran sapi lebih besar dibandingkan pada tanah yang ditambah sampah pasar. Penurunan kadar C-organik dapat disebabkan karena adanya aktivitas respirasi dan asimilasi mikroorganisme dan cacing. Aktivitas ini mengubah C-organik yang tersedia menjadi CO<sub>2</sub>.

Penambahan Karbofuran berpengaruh nyata terhadap mortalitas dan bobot tubuh cacing. Tabel 8 menunjukkan analisis korelasi antara bobot tubuh cacing dengan penurunan kadar C-organik tanah yang ditambah kotoran sapi atau sampah pasar.

Tabel 8. Korelasi bobot cacing dengan C-organik pada kotoran sapi

		<b>Korelasi</b>	
		Bobot	C_organik
Bobot	Pearson Correlation	1	0,584
	Sig. (2-tailed)		0,301
	N	5	5
C_organik	Pearson Correlation	0,584	1
	Sig. (2-tailed)	0,301	
	N	5	5

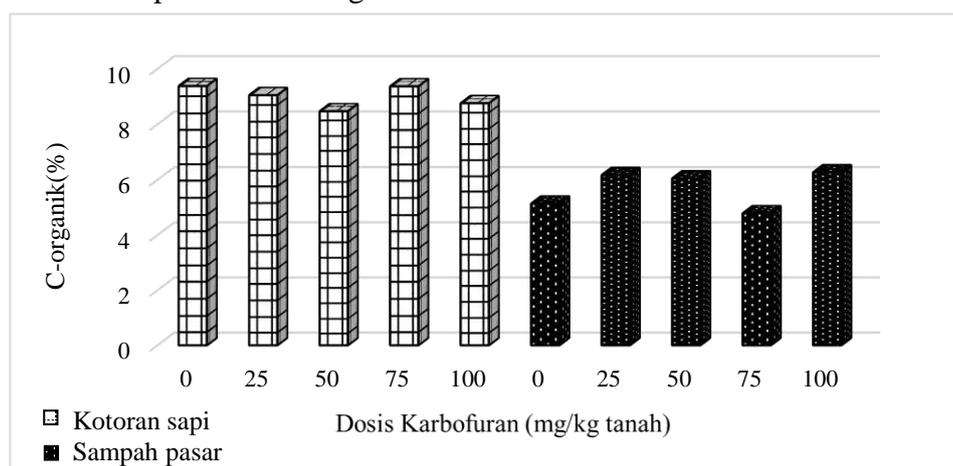
Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,301 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H<sub>0</sub> diterima

Tabel 9. Korelasi bobot cacing dengan C-organik pada sampah pasar

		<b>Korelasi</b>	
		Bobot	C_organik
Bobot	Pearson Correlation	1	0,510
	Sig. (2-tailed)		0,380
	N	5	5
C_organik	Pearson Correlation	0,510	1
	Sig. (2-tailed)	0,380	
	N	5	5

Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,380 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H<sub>0</sub> diterima.

Diperoleh dari korelasi C-organik dengan bobot pada penambahan sampah pasar adalah 0,380 dan penambahan kotoran sapi adalah 0,301 (lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis  $H_0$  keduanya diterima). Hubungan bobot tubuh cacing dengan C-organik tidak ada korelasi yang signifikan antara kedua variabel tersebut, baik pada jenis bahan organik sampah pasar maupun penambahan kotoran sapi. Bobot cacing tidak berpengaruh nyata pada perombakan C-organik sampah pasar maupun kotoran sapi. Hal ini menunjukkan ada peran mikroorganisme selain cacing *Lumbricus rubellus* yang mendekomposisi bahan organik



Gambar 8. Nilai Rerata C-organik (%) pada beberapa perlakuan

## 2. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing Terhadap N-total

Tabel 10. Nilai Rerata N total Tanah (%)

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	0,63	0,66	0,78	0,74	0,67	0,70a
S	0,51	0,63	0,58	0,58	0,68	0,60b
Rerata	0,57q	0,65q	0,68q	0,66q	0,68q	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K : Kotoran sapi 1 kg, S: Sampah pasar 1 kg

Berdasarkan hasil sidik ragam (tabel 10) dapat diketahui bahwa dosis Karbofuran tidak berpengaruh nyata terhadap kadar N-total. Namun jenis bahan organik berpengaruh nyata terhadap kadar N-total. Peningkatan kadar N-total tanah yang ditambah kotoran sapi sebesar 0,70% lebih rendah dibandingkan tanah yang ditambah sampah pasar yaitu 0,60%. Diketahui bahwa Kadar N-total awal tanah ditambah kotoran sapi yaitu sebesar 0,64% dan tanah dengan penambahan sampah pasar yaitu sebesar 0,40% (tabel 3).

Pemberian kotoran sapi dan sampah pasar berperan didalam meningkatkan N-total tanah. Meningkatnya kandungan N disebabkan oleh penambahan sampah pasar dan kotoran sapi yang diberikan telah mengalami perombakan sehingga banyak N yang dilepas oleh sampah pasar dan kotoran sapi. peningkatan kadar N-total yang terjadi dikarenakan penambahan nitrogen yang dilakukan oleh mikroorganisme dan cacing lebih besar jika dibandingkan dengan konsumsi nitrogen oleh mikroorganisme dan cacing. Penambahan nitrogen oleh cacing dapat berbentuk lendir, enzim, atau ekskresi material yang mengandung nitrogen (Lim, *et al.*, 2012). Dalam dinding perut cacing mengandung beberapa jenis kelenjar yang mensekresi enzim proteolitik dan beberapa kelenjar kalsiferous untuk mensekresi karbon. Selain itu kematian cacing juga dapat menyebabkan peningkatan kadar N-total, hal ini dikarenakan tubuh cacing terdiri dari protein yang merupakan sumber N organik (Sing *et al.*, 2011).

Berdasarkan uji korelasi antara bobot cacing dengan kadar N-total (tabel 11 dan tabel 12) bahwa bobot cacing *Lumbricus rubellus* tidak mempengaruhi proses perombakan kadar N-total.

Tabel 11. Korelasi Bobot Cacing dengan N-total pada Kotoran Sapi

<b>Korelasi</b>			
		Bobot	N_total
Bobot	Pearson Correlation	1	0,562
	Sig. (2-tailed)		0,324
	N	5	5
N_total	Pearson Correlation	0,562	1
	Sig. (2-tailed)	0,324	
	N	5	5

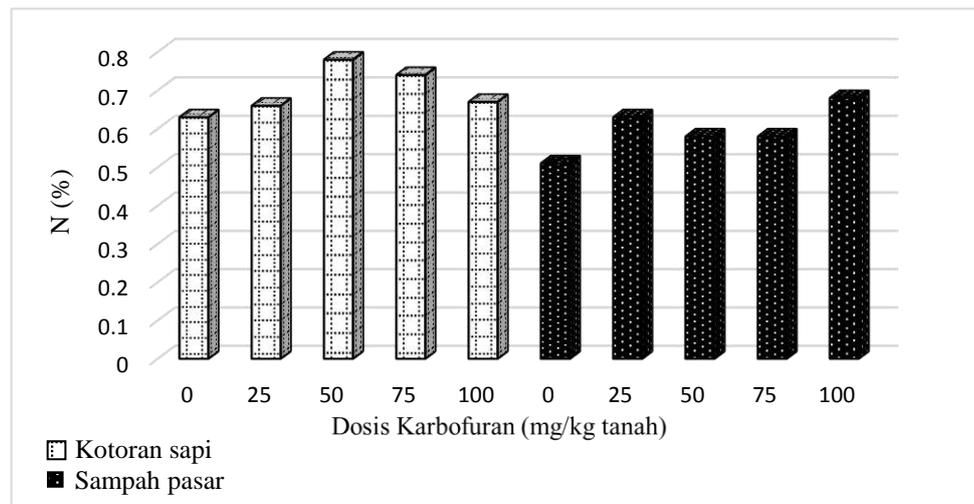
Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,324 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H0 diterima

Tabel 12. Korelasi bobot cacing dengan N-total pada sampah pasar

<b>Korelasi</b>			
		N_total	Bobot
N_total	Pearson Correlation	1	0,871
	Sig. (2-tailed)		0,055
	N	5	5
Bobot	Pearson Correlation	0,871	1
	Sig. (2-tailed)	0,055	
	N	5	5

Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,055 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H0 diterima

Diperoleh dari korelasi N-total dengan bobot pada sampah pasar adalah 0,550 dan pada kotoran sapi adalah 0,324 (lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis H0 keduanya diterima). Ini berarti tidak ada korelasi yang signifikan antara kedua variabel tersebut, baik pada sampah pasar maupun kotoran sapi. Tinggi rendahnya bobot cacing pada sampah pasar dan kotoran sapi tidak berpengaruh nyata pada kadar N-total. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada peran mikroorganisme lain selain cacing *Lumbricus rubellus* terhadap penambatan Nitrogen.



Gambar 9. Nilai rerata N-total (%) pada beberapa perlakuan

### 3. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing terhadap C/N rasio tanah

Tabel 13. Nilai Rerata C/N ratio Tanah

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	16,21	13,82	10,79	12,84	12,94	13,32a
S	10,35	9,76	10,51	8,19	9,32	9,63b
Rerata	13,28p	11,79p	10,65p	10,52p	11,13p	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K : Kotoran sapi 1 kg, S: Sampah pasar 1 kg

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa dosis Karbofuran tidak berpengaruh nyata terhadap kadar C/N rasio. Namun penambahan jenis bahan organik berpengaruh nyata terhadap kadar C/N rasio (lampiran 6). Kadar C/N rasio tanah yang ditambah kotoran sapi sebesar 13,32 dan pada tanah yang ditambah sampah pasar yaitu 9,63. Penurunan nilai C/N rasio tanah yang ditambah sampah pasar lebih tinggi yaitu sebesar 6,17 dibandingkan dengan kotoran sapi yaitu sebesar 1,89. Diketahui bahwa Kadar C/N rasio awal tanah

ditambah kotoran sapi yaitu sebesar 15,21 dan tanah dengan penambahan sampah pasar yaitu sebesar 15,80 (tabel 3).

Perbedaan nilai C/N rasio dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan media, aktivitas cacing tanah dan aktivitas mikroba di dalam perut cacing tanah (Dewi *et al.*, 2013). Meskipun tidak signifikan, cacing tanah berperan dalam menurunkan C/N rasio bahan organik. Salah satu indikator efektivitas proses dekomposisi adalah kandungan C dan N dan perbandingan C/N. Adanya interaksi antara cacing tanah dengan mikroorganisme diindikasikan dapat meningkatkan ketersediaan unsur N. Pertumbuhan populasi serta reproduksi cacing dapat sebagai penentu dari jumlah C dan N (Brown, *et al.*, 2000; Edwards, 2004).

Hasil uji korelasi antara bobot tubuh cacing dengan kadar C/N rasio disajikan dalam tabel 14 dan tabel 15. Menunjukkan bahwa tinggi rendahnya bobot cacing baik pada penambahan sampah pasar maupun penambahan kotoran sapi tidak berpengaruh nyata pada kadar C/N rasio.

Tabel 14. Korelasi bobot cacing dengan C/N rasio pada kotoran sapi

<b>Korelasi</b>			
		Bobot	C_N_ratio
Bobot	Pearson Correlation	1	0,822
	Sig. (2-tailed)		0,087
	N	5	5
C_N_ratio	Pearson Correlation	0,822	1
	Sig. (2-tailed)	0,087	
	N	5	5

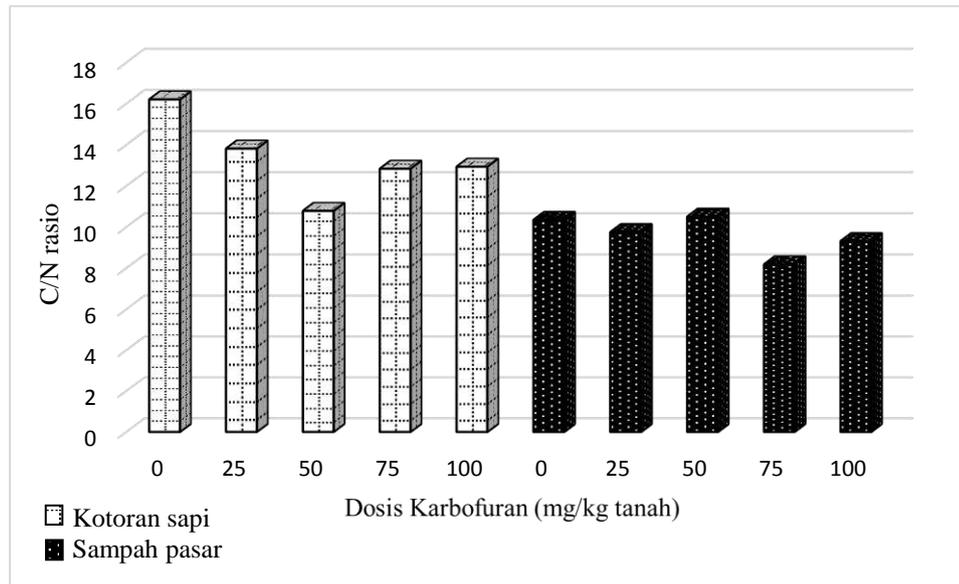
Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,087 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H<sub>0</sub> diterima

Tabel 15. Korelasi bobot cacing dengan C/N rasio pada sampah pasar

Korelasi			
		Bobot	C_N_ratio
Bobot	Pearson Correlation	1	0,468
	Sig. (2-tailed)		0,426
	N	5	5
C_N_ratio	Pearson Correlation	0,468	1
	Sig. (2-tailed)	0,426	
	N	5	5

Keterangan: Nilai sig (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,426 (lebih besar dari 0,05) sehingga hipotesis H0 diterima

Nilai sig. (2-tailed) yang diperoleh dari korelasi C/N rasio dengan bobot pada sampah pasar adalah 0,426 dan pada kotoran sapi adalah 0,087 (lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis H0 keduanya diterima). Ini berarti tidak ada korelasi yang signifikan antara kedua variabel tersebut, baik pada sampah pasar maupun kotoran sapi.



Gambar 10. Nilai rerata C/N rasio pada beberapa perlakuan

#### 4. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing terhadap suhu dan pH

##### a. Suhu Media

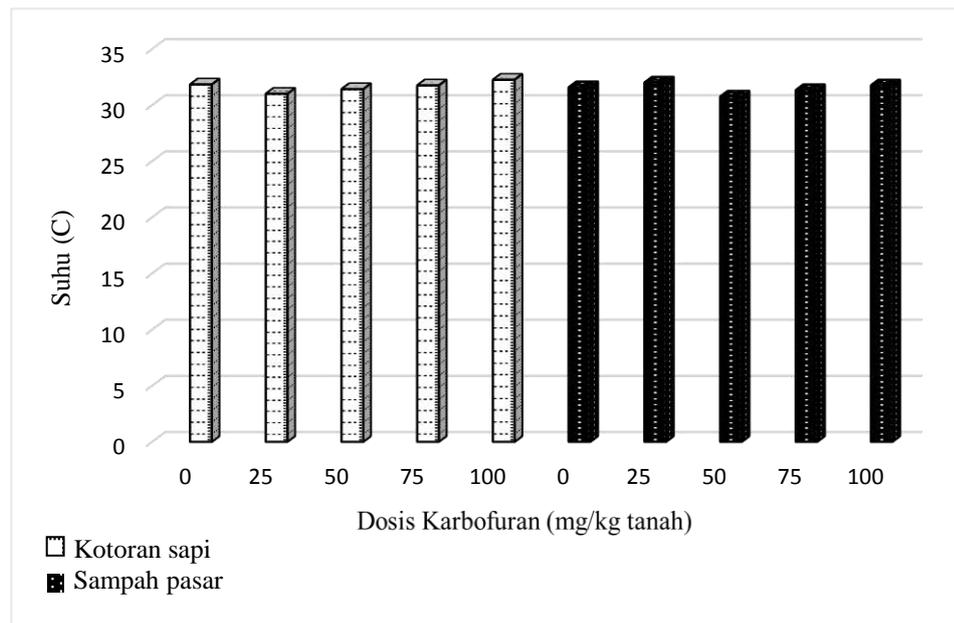
Tabel 16. Nilai Rerata Suhu Media ( $^{\circ}\text{C}$ )

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	31,83	31	31,41	31,75	32,25	31,65y
S	31,58	32	30,75	31,33	31,75	31,48y
Rerata	31,70a	31,50b	31,08bc	31,54bc	32d	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi

K: kotoran sapi 1 kg, S: sampah pasar 1 kg.

Dari hasil analisis menunjukkan rata-rata suhu pada tanah yang ditambah kotoran sapi sebesar  $31,65^{\circ}\text{C}$  dan sampah pasar yaitu  $31,48^{\circ}\text{C}$ . Jenis bahan organik tidak menunjukkan perbedaan nyata dalam menentukan suhu (tabel 16), sedangkan pada pemberian dosis Karbofuran terdapat beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat proses decomposer biota/mikroorganisme selain cacing. Kelembaban media memegang peranan penting dalam aktivitas cacing tanah. Brata (2009) menyatakan bahwa kondisi media yang kering dapat menurunkan populasi dan kemampuan reproduksi cacing tanah. Suhu ruangan harian pada penelitian ini rata-rata  $33^{\circ}\text{C}$  dengan kisaran antara  $31^{\circ}\text{C}$  sampai  $36^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan suhu pada media rata-rata  $32^{\circ}\text{C}$  dengan kisaran antara  $31^{\circ}\text{C}$  sampai  $34^{\circ}\text{C}$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu media tidak terlalu dipengaruhi oleh suhu lingkungan karena pada saat suhu lingkungan tinggi, suhu media tidak ikut tinggi. Kondisi ini berkaitan dengan kelembaban kedua media yang dipertahankan dengan melakukan penyiraman setiap tiga hari sekali.



Gambar 11. Suhu tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada beberapa perlakuan

b. pH tanah

Pengamatan pH media dilakukan menggunakan alat *Soil tester* Takemura DM-15. Cara penggunaannya yaitu dengan memasukkan alat kedalam tanah sampai permukaan logam kemudian menunggu sampai satu menit, setelah satu menit pointer akan berhenti bergerak dan menunjukkan nilai pH dari media.

Tabel 17. Nilai Rerata pH media

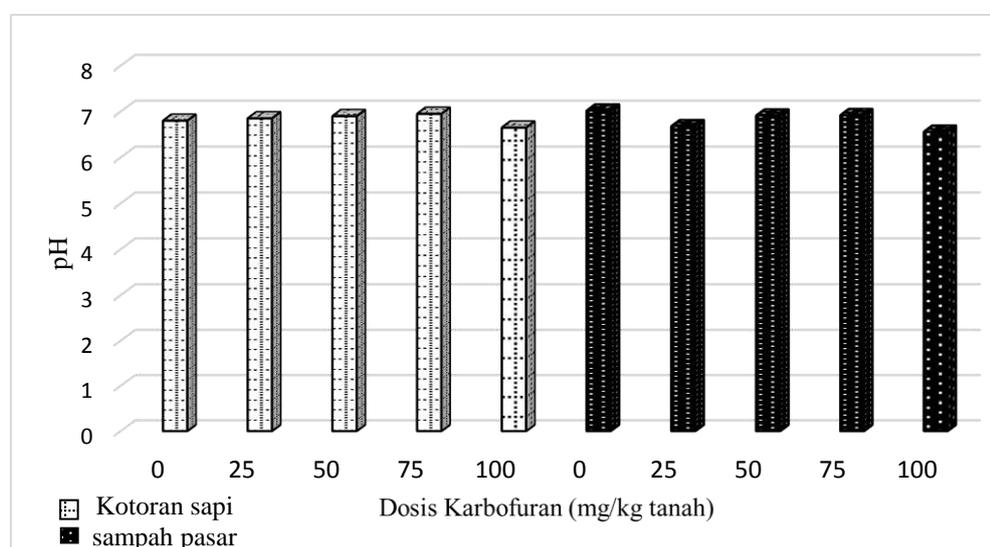
Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	6,8	6,85	6,9	6,95	6,65	6,83a
S	7,02	6,68	6,91	6,92	6,56	6,82a
Rerata	6,91p	6,76q	6,9p	6,93p	6,60r	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi

K: kotoran sapi 1 kg, S: sampah pasar 1 kg.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Karbofuran berpengaruh nyata pada pH tanah, namun hal itu bukan dikarenakan adanya

perombakan yang dilakukan oleh cacing *Lumbricus rubellus*, melainkan karena berasal dari pH awal bahan karena melihat dari dekomposisi C-organik tidak berpengaruh nyata (Tabel 7). Tanah yang ditambahkan bahan organik tidak ada beda nyata terhadap nilai pH. Pemberian Karbofuran tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH (tabel 17). Nilai pH yang diamati menggunakan alat *Soil tester* Takemura DM-15 menunjukkan nilai pH terendah yaitu 6,60 dan nilai pH tertinggi yaitu 6,92.



Gambar 12. Nilai pH tanah pada beberapa perlakuan

#### D. Pengaruh Pemberian Karbofuran pada Cacing Terhadap Porositas Tanah

##### 1. Pengaruh perlakuan terhadap Berat Volume (BV)

Tabel 18. Nilai Rerata BV Tanah ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

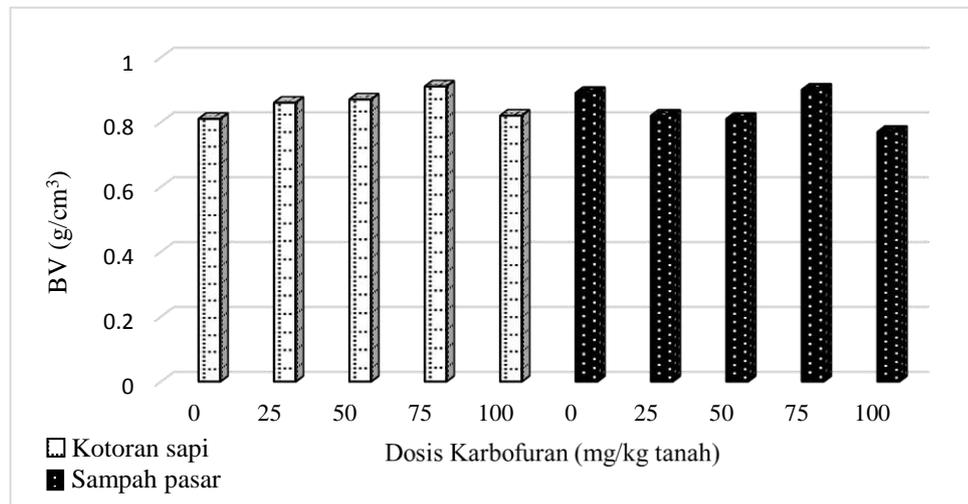
Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	0,81	0,86	0,87	0,91	0,82	0,85a
S	0,89	0,82	0,81	0,90	0,77	0,85a
Rerata	0,85pq	0,84pq	0,84pq	0,91p	0,79q	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K: kotoran sapi 1 kg, S: sampah pasar 1 kg.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis Karbofuran berpengaruh nyata terhadap BV tanah, sedangkan penambahan jenis bahan organik tidak ada pengaruh nyata terhadap BV tanah. Hasil analisis menunjukkan nilai rerata BV bahan organik kotoran sapi menunjukkan 0,85 gram/cm dan sampah pasar yaitu 0,85 gram/cm<sup>3</sup>, kedua nilai BV tergolong kelas rendah (ringan) <0,90 gram/cm<sup>3</sup>. Penambahan bahan organik dapat menurunkan bobot isi tanah, tanah sawah yang mempunyai nilai BV awal yaitu sebesar 1,67 gram/cm<sup>3</sup> (tabel 3) (tergolong sangat berat) dapat menurun menjadi ringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutejo (1987) bahwa kandungan bahan organik yang sangat ringan sehingga mempengaruhi kepadatan tanah. Tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi akan memiliki nilai BV yang rendah, sebaliknya tanah yang mengandung bahan organik yang rendah memiliki nilai BV yang tinggi. Foth (1985) mengatakan bahwa tanah yang lebih padat mempunyai nilai Berat Volume lebih besar dari tanah yang sama tetapi kurang padat. Sejalan dengan pendapat Endriani *et al.*, (2009) yang menyatakan semakin tinggi bahan organik tanah menyebabkan berat volume (bobot isi) semakin rendah sehingga ketahanan penetrasi tanah pun semakin berkurang. Penurunan berat volume tanah ini diduga sebagai akibat dekomposisi berbagai sumber bahan organik menjadi bahan organik tanah sehingga mampu menurunkan berat volume tanah, struktur padat menjadi remah sehingga tanah lebih mudah diolah. Menurut Young (1989) bahan organik tanah memiliki peran dan fungsi yang sangat vital di dalam perbaikan sifat-sifat tanah, meliputi sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Selain itu, Stevenson (1992) menyatakan bahwa

bahan organik merupakan sumber energi bagi aktivitas mikrobial tanah dan dapat memperbaiki berat volume tanah, struktur tanah, aerasi serta daya mengikat air.



Gambar 13. BV tanah (gram/cm<sup>3</sup>) pada beberapa perlakuan

## 2. Pengaruh perlakuan terhadap Berat Jenis (BJ)

Tabel 19. Nilai Rerata BJ Tanah (g/cm<sup>3</sup>)

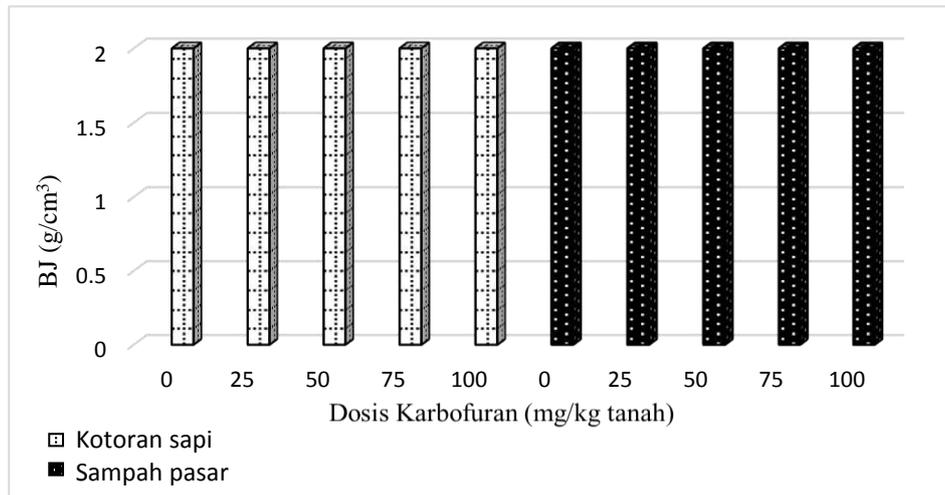
Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00a
S	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00a
Rerata	2,00p	2,00p	2,00p	2,00p	2,00p	-

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K: kotoran sapi 1 kg, S: sampah pasar 1 kg.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis Karbofuran dan jenis bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap Berat Jenis tanah. Hasil rata-rata tanah yang ditambah kotoran sapi maupun sampah pasar yaitu sebesar 2,00 gram/cm<sup>3</sup>. Penambahan bahan organik dapat menjadikan nilai BJ tanah menjadi lebih ringan. Adapun nilai awal BJ tanah yaitu sebesar 2,5 gram/cm<sup>3</sup>. Penambahan bahan organik kotoran sapi maupun sampah pasar tidak berbeda

nyata. Hal ini dikarenakan untuk merubah sifat fisik tanah membutuhkan waktu yang lama.



Gambar 14. BJ tanah (gram/cm<sup>3</sup>) pada beberapa perlakuan

### 3. Pengaruh perlakuan terhadap porositas tanah

Tabel 20. Nilai Rerata Porositas Tanah (%)

Bahan organik	Dosis Karbofuran (mg)/kg tanah					Rerata
	0	25	50	75	100	
K	61,00	59,67	58,33	56,00	60,33	59,07a
S	57,33	59	61,33	58	58,67	58,87a
Rerata	59,17p	59,33p	59,83p	57,00p	59,50p	-

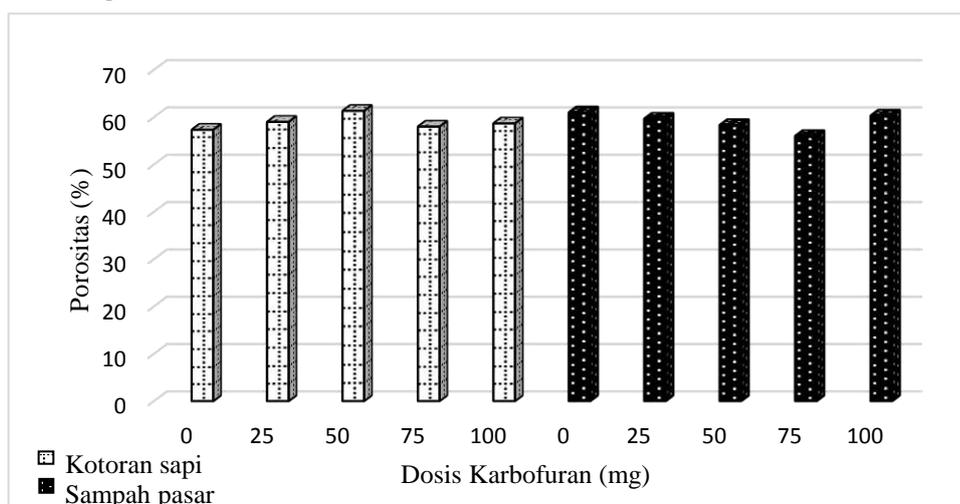
Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

K: kotoran sapi 1 kg, S: sampah pasar 1 kg.

Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis karbofuran dan pemberian sampah pasar maupun kotoran sapi tidak berpengaruh nyata terhadap total porositas tanah. Namun penambahan bahan organik mampu memperbaiki porositas tanah. Hasil analisis tanah awal (tabel 3) memiliki porositas sebesar 33% (tergolong jelek) meningkat menjadi 59,07% (tergolong baik) dan 58,87% (tergolong baik). Pemberian dosis Karbofuran tidak

berpengaruh nyata terhadap porositas tanah karena untuk merubah sifat fisik tanah membutuhkan waktu yang lama.

Berat volume, Berat Jenis dan porositas memiliki hubungan satu sama lain. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai BV berbanding lurus dengan nilai BJ tanah namun berbanding terbalik dengan nilai porositas tanahnya. Sarief (1986) yang menyatakan bahwa total ruang pori tanah berbanding terbalik dengan berat volume (bobot isi) tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Gaur (1981), menyatakan bahwa penambahan bahan organik dari jenis kompos dapat memperbaiki struktur tanah sehingga berdampak pada perbaikan aerasi tanah. Peningkatan total porositas tanah juga diduga karena peningkatan aktivitas dan populasi biota tanah. Reinjtjes *et al.*, (1999) bahan organik yang berasal dari sisa tanaman akan mempengaruhi tata udara pada tanah dengan adanya jumlah pori tanah karena aktivitas biota tanah. Bahan organik dirombak menjadi berbagai mineral yang berguna bagi tanaman dan mikroorganismenya sendiri.



Gambar 15. Porositas tanah (%) pada beberapa perlakuan

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh insektisida terhadap mortalitas, bobot tubuh dan aktivitas cacing *Lumbricus rubellus* pada proses dekomposisi bahan organik tanah sawah yaitu:

1. Pemberian Karbofuran menyebabkan kematian cacing *Lumbricus rubellus*. Mortalitas tertinggi pada pemberian dosis Karbofuran 100 mg/kg berat kering tanah yaitu sebesar 60%. Pemberian Karbofuran dapat menurunkan bobot cacing *Lumbricus rubellus*. Penurunan bobot tubuh cacing tertinggi pada dosis Karbofuran 100mg/kg berat kering tanah dengan penurunan bobot tubuh cacing dari 3,25 gram menjadi 1,74 gram.
2. Penambahan Karbofuran tidak berpengaruh terhadap aktivitas cacing pada perombakan C-organik, N-total, dan C/N rasio.
3. Penambahan Karbofuran tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas cacing pada porositas tanah.

#### B. Saran

Perlu adanya penambahan jumlah cacing tanah pada penelitian selanjutnya dan diharapkan para petani tidak menggunakan insektisida Furadan 3GR berbahan aktif Karbofuran diatas dosis rekomendasi karena dapat menyebabkan kematian pada hewan non-target khususnya cacing tanah yang berperan untuk menyuburkan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi Rosmarkam, Nasih Widya Yuwono, 2011. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius:Yogyakarta.
- Akoto, 2008. *Heavy Metals Pollution Profiles in Streams Serving The Owabi Reservoir*. African Journal of Environmental Science and Technology.
- Anwar, E.K. 2007. *Pengaruh Inokulan Cacing Tanah dan Pemberian Bahan Organik Terhadap Kesuburan dan Produktivitas Tanah Ultisol*. J. Tanah Trop. 12 (2): 121-130.
- Arisandi, 2017. *Fitoremediasi Residu Karbofuran Dalam Tanah*. <http://www.vedcmalang.com>. Diakses pada 5 Maret 2019.
- Atmojo, S.W. 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengolahannya*. Sebelas Maret University Press: Surakarta.
- Azzamy, 2016. *furadan-3gr*. <https://mitalom.com>. Diakses pada 23 Juni 2018.
- Baheramsyah R. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Paitan (*Tithonia Diversifolia*) terhadap Ketersediaan N Tanah Pasir Pantai dan Pertumbuhan Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*). *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.
- Brown, G.G., Barois, I., Lavelle, P., 2000. *Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains*. Eur. J. Soil Biol. 36, 177-198.
- Carmo, E.L., Bueno, A.F., Bueno, R.C.O.F., 2010. Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid. *Telenomus remus*. *BioControl* 55, 455–464.
- Chandau Helviana Roza , Muhammad Kamal, dan Agus Setiawan, 2012. Kajian Keragaan Sampah Organik Pasar Tradisional dan Potensi Pemanfaatannya Sebagai Kompos di Kota Bandar Lampung . *Jurnal Prosiding SNSMAIP III*.Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Dewi Indriyani Roslim., Dini Septya Nastiti, & Herman. (2013). *Karakter Morfologi dan Pertumbuhan Tiga Jenis Cacing Tanah Local Pekanbaru Pada Dua Macam Media Pertumbuhan* (Jurnal penelitian). Hlm. 1-9. Diakses pada 5 Agustus 2016. Dari alamat situs: <http://journal.unnes.ac.id/nju/indeks.php/biosantifika>

- Djojosemarto, Panut. 2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Kanisius: Yogyakarta
- Djuarnani, N. 2006. *Cara Cepat Membuat Kompos*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Edwards, C. A. and J. R. Lofty. 1977. *Biology of Earthworms*. A Halsted Press Boo, John Wiley & Sons, New York. 333.
- Endriani, Zurhalena, Refliaty, dan Yulfita, F. 2009. *Penyuluhan aplikasi janjang kosong sebagai pupuk alternatif pengganti pupuk anorganik guna memperbaiki hasil tanaman di Desa Marga Mulya Kecamatan Sungai Bahar*. Laporan Pengabdian Pada Masyarakat. Universitas Jambi.
- Fanning, D.S. and M.C.B. Fanning. 1989. *Soil Morphology Genesis and Classification*. John Wiley and Sons, New York, Chichaster, Brisbane, Toronto, Singapore. 365 pp.
- Foth, Henry D., 1985. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada University press. Yogyakarta.
- Gaur, A. C. 1981. *Improving soil fertility through organik recycling a manual of rural composting*. FAO/UNDP. Regional Projects RAS/75/004. Project Field
- Hakim. N, Yusuf Nyakpa, A. M Lubis, S. G. Nugroho, Rusdi Saul, Amin Diha, Go Bang Hong, H. H. Bailey, 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung: Lampung.
- Hanafiah, Ali Kemas. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- Hardjowigeno dan Rayes M.L. 2005. *Tanah Sawah*. Bayumedia Publishing, Malang.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika Pressindo: Jakarta.
- Hascoet, M. 1988. *Detection of Pesticide Residues*. Lavoisier Publ. Inc., Paris, New York.
- Heath AG. 1987. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Ress Inc. Florida
- Ibrahim, Mansur, Akhyar Anwar, dan Nur Ihsani Yusuf. 2012. *UJI LETHAL DOSE 50% (LD50) Poliherbal (Curcuma xanthorriza, Kleinhovia hospita, Nigella sativa, Arcangelisia flava dan Ophiocephalus striatus) Pada*

*Heparmin Terhadap Mencit (Mus Musculus)*. Makassar: Research & Development PT Royal Medicalink Pharmalab

- Khairuman dan Khairul Amri, 2009. *Mengeruk Untung dari Berternak Cacing*, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Khairunnisa A. 2018. *Peranan Limbah Ampas Tahu dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Ketersediaan N, P, K dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Regosol*. Skripsi. Universitas Pembangunan Nasiona “Veteran”. Yogyakarta.
- Kinasih Ida, 2014. *Pengaruh Tiga Jenis Insektisida Karbamat Terhadap Kematian dan Bobot Tubuh Cacing Eisenia Fetida*. Edisi Juli 2014 Volume VIII No. 1
- Koenigs, F. F. F. R. 1950. *A Sawah Profile Near Bogor (Java)*. Contr. General Agric. Research Station, Bogor, No. 15.
- Kononova, M.M. 1961. *Soil Organic Matter*. Oxford: Pergamon Press.
- Lim, T. Y. Wu, E. Y. S. Sim, P. N. Lim, and C. Clarke, “*Biotransformation of rice husk into organic fertilizer through vermicomposting*,” *Ecol. Eng.*, vol. 41, no. 0, pp. 60–64, Apr. 2012.
- Listyawan B., Aprianto, D.A. Siddik, Z. Badruzzaman, dan Sudrajat. 1998. *Teknologi VAP-BL*. PT Vermi Alam Prima Lestari. Jl. Babakan Jeruk II No. 11 Bandung Indonesia.
- Madjid. 2010. *Sifat dan Ciri Tanah*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Matsumura, F. 1985. *Toxicology of Insecticides*. 2nd Edition. Plenum Press: London.
- Minnich, J. 1977. *Behavior and Habits of The Earthworm (Chapter 4)*. In Minnich, J. (Ed.). *The Earthworm Book, How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden*. Rodale Press Emmanaus, P.A. p: 115 – 149.
- Nofyan, E. Setiawan ,D. , Nur dan Tia, A.S. 2011. *Pengaruh Insektisida Profenofos Terhadap Produksi Dan Viabilitas Kokon Cacing Tanah Pontoscolex corethrurus Fr. Mull*. Jurnal Penelitian Sains . Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya . Sumatera Selatan.
- Palungkun, R., 2008. *Sukses Beternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Parmelee, R.W., M.H. Beare, W. Cheng, P.F. Hendrix, S.J. Rider, D.A. Crossley Jr., and D.C. Coleman. 1990. *Earthworm and Enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic matter breakdown*. Biol. Fert. Soils 10: 1-10.
- Peraturan Pemerintah RI No.7 Tahun 1973 tentang *Pengawasan Atas Peredaran, Penyimpanan dan Penggunaan Pestisida*.
- Priambada, I. D., J.Widodo dan R.A. Sitompul. 2005. *Impact of Landuse Intency on Microbial Community in Agroecosystem of Southern Sumatra* International Symposium on Academic Exchange Cooperation Gadjah Mada University and Ibraki University. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Rahmat, 2013. *Makalah Lengkap Bahan Organik Dalam*. <http://forester-untad.blogspot.com>. Diakses pada 2 Agustus 2018.
- Ramulu, U. S. S. 1979. *Chemistry of Insecticides and Fungicides*. Mohan Pramlani, Oxford And IBH, Publishing Co., New Delhi.
- Rayes, M. L. 2000. *Karakteristik, Genesis dan Klasifikasi Tanah Sawah Berasal Dari Bahan Volkan Merapi*. Disertasi Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Reijntjes, C., B. Haverkort dan A. W. Bayer. 1999. *Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*. Edisi Indonesia, Terjemahan Sukoco, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Richard, B.N. 1978. *Introduction to the Soil Ecosystem*. Longman, London and New York. p. 43–50.
- Sarief, E. S. 1983. *Pengaruh pemantap tanah terhadap sifat-sifat fisik dan kimia serta erosi tanah Podsolik Merah Kuning pada intensitas hujan dan kemiringan lereng yang berbeda*. Program Pasca Sarjana. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Schwert, D.P. 1990. *Oligochaeta: Lumbricidae*, p.341-356. In D.L. Dindal (ed.), *Soil Biology Guide*. A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons. New York.
- Singh P. R., A. Embrandiri, M. H. Ibrahim, and N. Esa, 2011 “*Management of biomass residues generated from palm oil mill: Vermicomposting a sustainable option*,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 55, no. 4, pp. 423–434, Feb. 2011.

- Soepardi. 2005. *Masalah Kesuburan Tanah di Indonesia*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB: Bogor.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy, A Basic System Of Soil Classification For Making and Interplenting Soil Survey*. Second Edition. USDA, Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff. 2003. *Keys To Soil Taxonomy*, Ninth Edition. USDA, Natural Resources Conservation Service.
- Stevenson,. F., J., 1992. *Humus Chemistry : Genesis, Composition, Reactoin*. 2 nd ed. John Willey and Sons, New York.
- Sulastry Feni. 2009. Uji Toksisitas Akut yang Diukur Dengan Penentuan LD50 Ekstrak Daun Pegangan Terhadap Mencit. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Stenersen, J. 2004. *Chemical pesticides: mode of action and toxicology*. CRC Press. Florida
- Sutanto. 2002. *Faktor Penentu Kualitas Kompos*. <http://www.vedcmalang.com>. Tanggal Akses 16 juli 2018.
- Sutedjo, M,M., 1996. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tarumingkeng, R. C. 1992. *Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja, dan Dampak Penggunaannya*. Universitas Kristen Krida Wacana: Jakarta
- Wallace, A., R.G and Teny. 2000. *Handbook of Soil Conditioners Subsistance That Enhance the Physical Properties of Soil*. Marcell Pecker Inc. New York: Amerika.
- Young, A. 1989. *Agroforestry for soil management*. Second edition. CABI. ICRAF.

# LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekomendasi aplikasi dosis Furadan 3GR dan Konversi Kadar Karbofuran Dalam Furadan 3G

Dosis rekomendasi Furadan 3GR yaitu 25 kg/ha, Furadan 3GR mengandung Karbofuran 3%.

Karbofuran dalam 1 kg Furadan yaitu

$$= \frac{3}{25 \text{ kg}} \times 25 \text{ kg} = 0,75 \text{ kg/ha}$$

Berat tanah/ha yaitu

$$\begin{aligned} &= \text{luas} \times \text{kedalaman} \times \text{BV} \\ &= 10.000\text{m}^2 \times 20 \text{ cm} \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3 \times 10^6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Konversi berat tanah/ha ke media yaitu

$$\begin{aligned} &= \frac{3}{10^6 \text{ kg}} \times 0,75 \text{ kg} = \frac{3}{10^6 \text{ kg}} \times 750 \text{ g} \\ &= 0,005 \text{ g} \\ &= 0,05 \text{ mg/ember} \end{aligned}$$

Furadan 3G merupakan insektisida yang mengandung bahan aktif Karbofuran 3% pada setiap 1000 gram. Furadan 3G mengandung 30 gram Karbofuran pada setiap 1000 gram. Berikut kandungan Karbofuran pada setiap berat Furadan 3G:

1. 0 mg/kg = 0 mg
2. 25 mg/kg :  $\frac{25 \text{ mg}}{30000\text{g}} \times 1000000 \text{ mg} = 83,3 \text{ mg}$
3. 50 mg/kg :  $\frac{50 \text{ mg}}{30000\text{g}} \times 1000000 \text{ mg} = 166,7 \text{ mg}$
4. 75 mg/kg :  $\frac{75 \text{ mg}}{30000\text{g}} \times 1000000 \text{ mg} = 250 \text{ mg}$
5. 100 mg/kg :  $\frac{100 \text{ mg}}{30000\text{g}} \times 1000000 \text{ mg} = 3340 \text{ mg}$

Lampiran 2 Tabel Anova Mortalitas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Ulangan	2	0,5166667	0,2583333	1,43	0,2472
Dosis	4	172,6166667	43,1541667	239,01*)	<,0001
Ulangan*Dosis	8	4,7333333	0,5916667	3,28	0,0036
Bahan organik	1	0,4083333	0,4083333	2,26	0,1379
Dosis*Bahan organik	4	3,5500000	0,8875000	4,92*)	0,0017
Ulangan*Dosis*Bahan organik	10	1,9166667	0,1916667	1,06	0,4056
Pengamatan	3	141,8250000	47,2750000	261,83*)	<,0001
Dosis*Pengamatan	12	65,7166667	5,4763889	30,33	<,0001
Bahan organik*Pengamatan	3	2,1583333	0,7194444	3,98	0,0118
Dosis*bahan organik*Pengamatan	12	7,7166667	0,6430556	3,56	0,0005
Galat	60	10,8333333	0,1805556		
Total	119	411,9916667			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 3 Tabel Anova Bobot Cacing

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Ulangan	2	0,153532	0,076766	1,02	0,366
Dosis	4	54,33631	13,58408	180,89*)	<,0001
Ulangan*Dosis	8	5,222177	0,652772	8,69*)	<,0001
Bahan organik	1	1,2	1,2	15,98*)	0,0002
Dosis*Bahan organik	4	0,45575	0,113938	1,52	0,2086
Ulangan*Dosis*Bahan organik	10	9,687625	0,968763	12,90*)	<,0001
Pengamatan	3	12,07758	4,025859	53,61*)	<,0001
Dosis*Pengamatan	12	17,60177	1,466814	19,53*)	<,0001
Bahan organik*Pengamatan	3	0,483167	0,161056	2,14	0,104
Dosis*bahan organik*Pengamatan	12	1,61521667	0,134601	1,79	0,07
Galat	60	4,505667	0,075094		
Total	119	107,3388			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 4 Tabel Anova C-organik Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F value	Pr>F
Ulangan	2	1.90238000	0.95119000	1.39	0.2941
Dosis	4	1.05190000	0.26297500	0.38	0.8158
Dosis*Ulangan	8	7.54292000	0.94286500	1.37	0.3128
Bahan organik	1	80.52083338	80.520833311	117.86*)	<.0001
Dosis*Bahan organik	4	5.70983333	1.42745833	2.08	0.1584
Galat	10	6.8600333	0.6860033		
Total	29	103.9191500			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 5 Tabel Anova N organik tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Ulangan	2	0.01580667	0.00790333	0.68	0.5284
Dosis	4	0.05068667	0.01267167	1.09	0.4120
Dosis*Ulangan	8	0.10889333	0.01361167	1.17	0.3992
Bahan organik	1	0.07500000	0.07500000	6.46*)	0.0293
Dosis*Bahan organik	4	0.04623333	0.01155833	0.99	0.4538
Galat	10	0.11616667	0.01161667		
Total	29	0.41278667			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 6 Tabel Anova C/N Ratio Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F value	Pr>F
Ulangan	2	4.7892600	2.3946300	0.37	0.7006
Dosis	4	30.4837200	7.6209300	1.17	0.3791
Dosis*Ulangan	8	24.2074400	3.0259300	0.47	0.8542
Bahan organik	1	102.3792133	102.3792133	15.77*)	0.0026
Dosis*Bahan organik	4	26.1644533	6.5411133	1.01	0.4483
Galat	10	64.9384333	6.4938433		
Total	29	252.9625200			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 7 Tabel Anova pH Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Ulangan	2	0,074000000	0,03700000	0,79	0,4606
Dosis	4	1,87966667	0,46991667	9,97*)	<,0001
Ulangan*Dosis	8	0,75433333	0,09429167	2,00	0,0615
Bahan organik	1	0,00208333	0,00208333	0,04	0,8342
Dosis*Bahan organik	4	0,49333333	0,12333333	2,62	0,0438
Ulangan*Dosis*Bahan organik	10	0,69833333	0,06983333	1,48	0,1685
Pengamatan	3	25,35091667	8,45030556	179,37*)	<,0001
Dosis*Pengamatan	12	1,22366667	0,10197222	2,16	0,0253
Bahan organik*Pengamatan	3	0,50225000	0,16741667	3,55	0,0195
Dosis*bahan organik*Pengamatan	12	2,25400000	0,18783333	3,99*)	0,0002
Galat	60	2,82666667	0,04711111		
Total	119	36,05925000			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 8 Tabel Anova Suhu Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Ulangan	2	16,5166667	8,25833333	14,22 <sup>*)</sup>	<,0001
Dosis	4	10,7166667	2,67916667	4,61 <sup>*)</sup>	0,0026
Ulangan*Dosis	8	4,4833333	0,56041667	0,97	0,4715
Bahan organik	1	0,8333333	0,83333333	1,44	0,2356
Dosis*Bahan organik	4	10,7500000	2,68750000	4,63	0,0025
Ulangan*Dosis*Bahan organik	10	10,1666667	1,01666667	1,75	0,09
Pengamatan	3	48,8666667	16,28888889	28,06 <sup>*)</sup>	<,0001
Dosis*Pengamatan	12	31,5500000	2,62916667	4,53 <sup>*)</sup>	<,0001
Bahan organik*Pengamatan	3	1,5000000	0,50000000	0,86	0,4662
Dosis*bahan organik*Pengamatan	12	5,2500000	0,43750000	0,75	0,694
Galat	60	34,8333333	0,58055560		
Total	119	175,4666667			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda <sup>\*)</sup> menunjukkan beda nyata

Lampiran 9 Tabel Anova BV Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Ulangan	2	0.00185503	0.00092752	0.26	0.7739
Dosis	4	0.03855906	0.00963976	2.73	0.0899
Dosis*Ulangan	8	0.11768491	0.01471061	4.17 <sup>*)</sup>	0.0193
Bahan organik	1	0.00202289	0.00202289	0.57	0.4663
Dosis*Bahan organik	4	0.02177788	0.00544447	1.54	0.2628
Galat	10	0.03527076	0.00352708		
Total	29	0.21717053			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda <sup>\*)</sup> menunjukkan beda nyata

Lampiran 10 Tabel Anova BJ Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F value	Pr>F
Ulangan	2	0.01812667	0.00906333	1.90	0.2004
Dosis	4	0.02363333	0.00590833	1.24	0.3561
Dosis*Ulangan	8	0.04840667	0.00605083	1.27	0.3564
Bahan organik	1	0.01587000	0.01587000	3.32	0.0984
Dosis*Bahan organik	4	0.02058000	0.00514500	1.08	0.4181
Galat	10	0.04780000	0.00478000		
Total	29	0.17441667			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda <sup>\*)</sup> menunjukkan beda nyata

Lampiran 11 Tabel Anova Porositas Tanah

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F value	Pr>F
Ulangan	2	83.4666667	41.7333333	1.86	0.2052
Dosis	4	30.4666667	7.6166667	0.34	0.8450
Dosis*Ulangan	8	242.5333333	30.1666667	1.35	0.3208
Bahan organik	1	0.3000000	0.3000000	0.01	0.9102
Dosis*Bahan organik	4	442.0000000	11.0500000	0.49	0.7413
Galat	10	224.0000000	224.0000000		
Total	29	624.9666667			

Keterangan: Angka yang diikuti tanda \*) menunjukkan beda nyata

Lampiran 12 Harkat C-organik

No	C-organik	
	Nilai (%)	Harkat
1	<1	Sangat Rendah
2	1-2	Rendah
3	2,01-3	Sedang
4	3,01-5	Tinggi
5	>5	Sangat Tinggi

Sumber: PPT (1986)

Lampiran 13 Harkat N-total

No	N-Total	
	Nilai (%)	Harkat
1	<0,1	Sangat Rendah
2	0,1-0,2	Rendah
3	0,21-0,5	Sedang
4	0,51-0,75	Tinggi
5	>0,75	Sangat Tinggi

Sumber: PPT (1986)

Lampiran 14 Harkat Nilai Porositas

No	Porositas	
	Porositas (%)	Harkat
1	100	Sangat porous
2	60-80	Porous
3	50-60	Baik
4	40-50	Kurang baik
5	30-40	Jelek
6	<30	Sangat jelek

Sumber: PPT (1986)

## Lampiran 15 Harkat Nilai Bobot Isi

No	Bobot isi	
	Berat isi (g/cm <sup>3</sup> )	Harkat
1	<0,90	Ringan
2	0,90-1,2	Sedang
3	1,2-1,4	Berat
4	>1,4	Sangat berat

Sumber: PPT (1986)

Lampiran 16 Harkat pH (H<sub>2</sub>O)

pH (H <sub>2</sub> O)	
Nilai	Harkat
< 4,5	Sangat Masam
4,5 – 5,5	Masam
5,6 – 6,5	Agak Masam
6,6 – 7,5	Netral
7,6 – 8,5	Agak Alkalis
> 8,5	Alkalis

Sumber: PPT (1986)

## Lampiran 17 Hasil Analisis Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian



**KEMENTERIAN PERTANIAN**  
**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN**  
**BALAI BESAR LITBANG SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN**  
**BALAI PENELITIAN LINGKUNGAN PERTANIAN**

**LABORATORIUM BALAI PENELITIAN LINGKUNGAN PERTANIAN**

Jl. Raya Jakenan-Jaken Km. 05, Jaken, PATI 59182

e-mail : balingtan@litbang.pertanian.go.id ; balingtan@yahoo.com

website : balingtan.litbang.pertanian.go.id

**DATA ANALISA**

Hal : 1/1

Kode Distribusi : 106/ Internal TPD/2018

Tanggal Penerimaan Contoh : 13 November 2018

Tanggal dan Jenis Pengujian : 14 November sd 26 November 2018

1. C-organik = Ekstrak *Walkey & Black*, Spektrofotometri
2. N total = Ekstrak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (*Kjeldahl*), Titrimetri

**HASIL:**

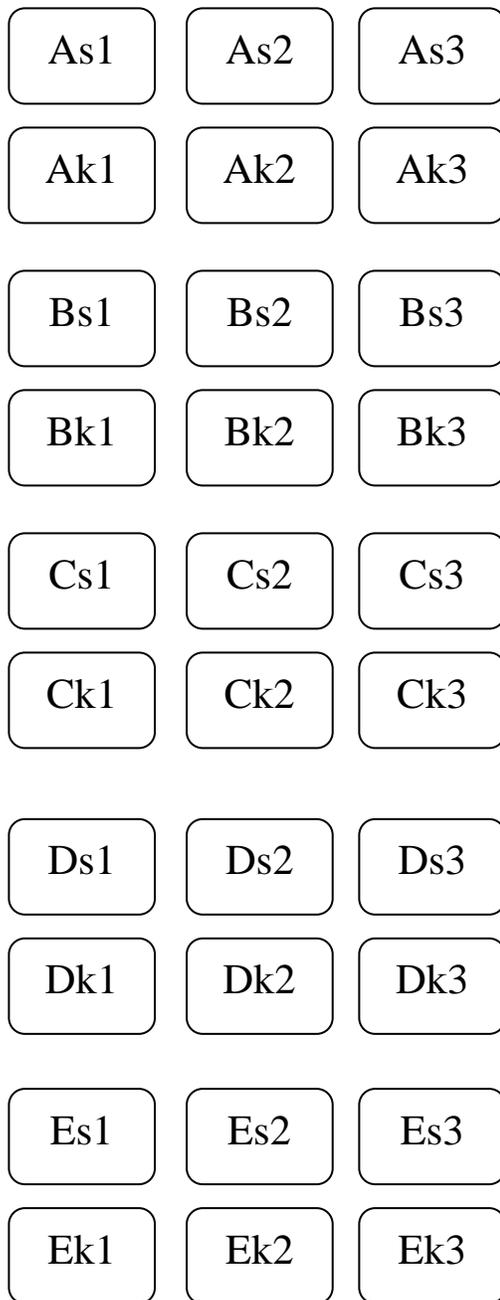
No	Kode Sampel	Kode	C-organik	N total
			%	
1	As1	106.4.001	4,16	0,53
2	As2	106.4.002	4,98	0,53
3	As3	106.4.003	6,29	0,46
4	Bs1	106.4.004	5,64	0,56
5	Bs2	106.4.005	6,71	0,75
6	Bs3	106.4.006	6,17	0,60
7	Cs1	106.4.007	6,21	0,61
8	Cs2	106.4.008	6,90	0,55
9	Cs3	106.4.009	5,05	0,58
10	Ds1	106.4.010	5,33	0,68
11	Ds2	106.4.011	3,87	0,47
12	Ds3	106.4.012	5,16	0,60
13	Es1	106.4.013	4,93	0,68
14	Es2	106.4.014	6,25	0,73
15	Es3	106.4.015	7,62	0,63

16	Ak1	106.4.016	8,84	0,53
17	Ak2	106.4.017	9,09	0,44
18	Ak3	106.4.018	10,20	0,92
19	Bk1	106.4.019	9,68	0,71
20	Bk2	106.4.020	9,18	0,73
21	Bk3	106.4.021	8,29	0,55
22	Ck1	106.4.022	9,10	0,83
23	Ck2	106.4.023	7,15	0,66
24	Ck3	106.4.024	9,16	0,86
25	Dk1	106.4.025	9,55	0,81
26	Dk2	106.4.026	9,04	0,66
27	Dk3	106.4.027	9,53	0,74
28	Ek1	106.4.028	8,68	0,67
29	Ek2	106.4.029	7,80	0,63
30	Ek3	106.4.030	9,81	0,72

Deputi MT. Lab. Balingtang

Ria Fauriah M.,SP  
NIP. 19921227 201503 2 002

## Lampiran 18 Layout Plot percobaan



## Lampiran 19. Foto kegiatan di Lapangan



Gambar 1. Pencampuran sampah pasar



Gambar 2. Penimbangan Sampah pasar



Gambar 3. Insektisida Furadan 3G



Gambar 4. Penumbukkan Furadan 3G



Gambar 5. Penimbangan Furadan 3G



Gambar 6. Pelarutan Furadan 3G dengan akuades



Gambar 7. Pencampuran media



Gambar 8. Tampilan media



Gambag 9. Media penelitian



Gambar 10. Takemura DM-25



Gambar 11. Pengambilan sampel dengan Ring sampel



Gambar 12. Tanah pada ring sampel



Gambar 13. Penumbukkan sampel tanah



Gambar 14. Uji C-organik



Gambar 15. Uji BJ tanah dengan gelas ukur



Gambar 16. Telur cacing *Lumbricus rubellus* pada media 0 mg karbofuran



Gambar 17. Cacing yang terkontaminasi Furadan 3G



Gambar 18 Pemotongan sampel dengan cutter



Gambar 19. Penimbangan sampel tanah



Gambar 20. (kiri) Furadan sebelum ditumbuk. Gambar (kanan) Furadan 3G setelah ditumbuk