

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN
KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG**

(Skripsi)

Oleh

**SHAFIRA FATIMAH
NPM 1414121218**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG

Oleh

SHAFIRA FATIMAH

Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah penting yang dapat dijadikan sebagai bioindikator dari tanah yang sehat. Penggunaan sistem olah tanah dan pemupukan pada lahan pertanian mampu mempengaruhi cacing tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau. Penelitian ini dilaksanakan pada April 2017 sampai April 2018 di Laboratorium Lapang Terpadu (LLT) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu sistem olah tanah (T) yang terdiri dari olah tanah minimum (T₁) dan olah tanah intensif (T₂). Faktor kedua yaitu pemupukan yang terdiri dari tanpa pupuk (P₀) dan aplikasi pupuk (P₁) berupa 1 ton ha⁻¹ pupuk kandang kotoran ayam dan 200 kg ha⁻¹ pupuk majemuk. Homogenitas data diuji dengan Uji Barlett dan aditivitas data dengan Uji Tukey. Setelah dilakukan analisis ragam, perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji BNT pada taraf 5%. Uji korelasi dilakukan antara suhu tanah, kadar air tanah, C-organik tanah dan pH tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem olah tanah berpengaruh nyata terhadap populasi total cacing tanah pada pengamatan 80 HST dan biomassa total cacing tanah pada pengamatan 40 HST dan 80 HST. Populasi dan biomassa cacing tanah pada lahan olah tanah minimum (OTM) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan lahan olah tanah intensif (OTI). Terdapat korelasi antara kadar air tanah dengan populasi cacing tanah pada pengamatan 80 HST. Identifikasi cacing tanah pada penelitian ini menunjukkan bahwa jenis cacing tanah tergolong dalam famili *Megascolicidae* dengan genus *Pheretima*.

Kata Kunci: Cacing Tanah, Olah Tanah Minimum, *Pheretima*.

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN
KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG**

Oleh

SHAFIRA FATIMAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG**

Nama Mahasiswa : **Shafira Fatimah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414121218

Jurusan : Agroteknologi

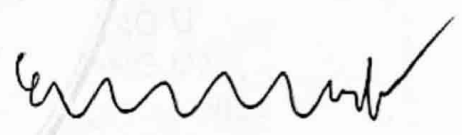
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing




Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.
NIP 19610419 198503 1 004



Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.
NIP 19500716 197603 1 002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

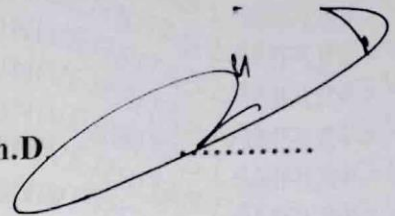


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

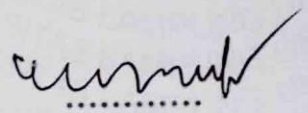
MENGESAIHKAN

1. Tim Penguji

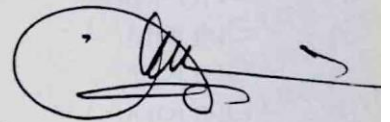
Ketua : Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.



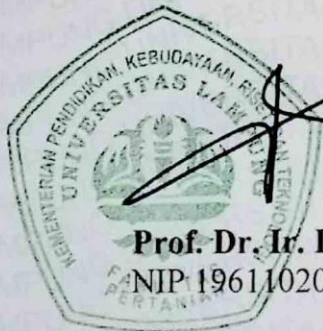
Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **01 Desember 2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya berjudul:
**“PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN
KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG”**

merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 01 Desember 2021
Penulis,



Shafira Fatimah
NPM. 1414121218

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Alm. Bambang M Yamin dan Ibu Yayuk Rifatin Yuliana. Penulis dilahirkan di Bandar Lampung tanggal 16 Juli 1996. Penulis memulai pendidikan di TK Al-Azhar 2 Bandar Lampung (2001-2002) dan melanjutkan pendidikan dasar di SD Al-Azhar 1 Bandar Lampung (2002-2008). Pendidikan menengah pertama penulis tempuh di SMPN 19 Bandar Lampung (2008-2011) dan dilanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Gajah Mada Bandar Lampung (2011-2014). Pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Pertanian Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) tertulis di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian.

Sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi penulis memilih minat konsentrasi Ilmu Tanah. Selama proses perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum dan koordinator umum asisten praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2016/2017), asisten praktikum Biologi dan Kesuburan Tanah dan Teknologi Pengelolaan Hara Biologis (2018/2019) serta asisten praktikum mata kuliah Kesuburan Tanah (2019-2020).

Pada tanggal 22 Januari – 2 Maret 2017, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung Periode 1 di Desa Sridadi, Kecamatan Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah. Kemudian pada tanggal 9 Juli-15 Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktek Umum di PTPN VII Bunga Mayang, Kecamatan Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.

Ku persembahkan karya ini kepada

Orang tuaku

Alm. Bapak Bambang M Yamin dan ibuku Yayuk Rifatin Yuliana yang senantiasanya mendoakan untuk keberhasilanku, memberikan seluruh kasih sayang, pendidikan, kesabaran, nasehat, perhatian, dan dukungan yang tidak akan pernah aku lupa.

Kakak kakakku

M. Bayu Rachmanda, Devina Rianasari, Lukita Mariah dan Kak Heru yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan perhatian.

Sahabat-sahabat yang selalu menemani dalam suka maupun duka, motivasi, dukungan, dan perhatian yang telah kalian berikan selama ini.

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(Q.S. Ar-Rad:11)

“Berangkatlah kamu baik dengan rasa ringan maupun dengan rasa berat, dan berjihadlah dengan harta dan jiwamu di jalan Allah. Yang demikian itu adalah lebih baik bagimu jika kamu mengetahui”

(Q.S. At-Taubah: 41)

“Tetaplah kamu rendah diri dalam segala hal”

(Anonim)

SANWACANA

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di LLT Gedung Meneng.

Penelitian ini tidak akan mungkin terselesaikan tanpa adanya dorongan semangat yang besar dan kritik yang membangun dari semua pihak. Terima kasih yang terdalam penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing Utama yang telah sabar memberikan arahan, pengetahuan, bimbingan, saran dan nasehat kepada penulis selama melaksanakan penelitian penulisan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasehat dan perbaikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penulisan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah membantu, mengarahkan dan memberikan kritik kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penulisan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

6. Ir. Setyo Widagdo, M.Si. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan sarannya selama di bangku perkuliahan.
7. Kedua orang tua tercinta Alm. Bapak Bambang M Yamin dan Ibu Yayuk Rifatin Yuliana, kemudian kakanda M. Bayu Rachmanda beserta istrinya Deviana Rianasari serta ayunda Lukita Mariah beserta suaminya Ahmad Firman Herutama yang telah memberikan nasehat, motivasi, dorongan moral dan materi selama ini.
8. Teman-teman penelitian Yais Daniati, Zelviana Putri, Miftahul Jannah, Yuves Menti, Tunsyah, Sirot Julaili, Nico, Alfian dan Yogi Irawan.
9. Terimakasih kepada sahabat-sahabatku Dwi, Yesi, Yais, Ncep, Resti, Nelita, Shinta, Zakia, Vivi, Uun, Tunse, Yupes, Rani, Miftah, Nyun, Titi, Zelvi, Vredik, Tio, Yudi, Tri, Robi, Yugo, Sevagus, Sahel, Dini dan Rengki atas motivasi dan semangat kepada penulis.

Penulis berharap semoga Allah SWT akan membalas semua kebaikan dan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, Desember 2021

Penulis

Shafira Fatimah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pengolahan Tanah	9
2.1.1 Sistem Olah Tanah Intensif.....	10
2.1.2 Olah Tanah Minimum	11
2.2 Pemupukan	12
2.2.1 Pupuk Organik.....	13
2.2.2 Pupuk Anorganik.....	14
2.3 Cacing Tanah.....	15
2.3.1 Morfologi Cacing Tanah	16
2.3.2 Siklus Hidup Cacing Tanah.....	16
2.3.3 Ekologi Cacing Tanah	17
2.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Cacing Tanah	18
2.3.5 Pengaruh Cacing Tanah terhadap Kesuburan Tanah	19
2.4 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Cacing Tanah	20

III. BAHAN DAN METODE	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.3 Metode Penelitian	24
3.4 Sejarah Lahan Penelitian	26
3.5 Pelaksanaan Penelitian	26
3.5.1 Pengolahan Lahan.....	26
3.5.2 Penanaman	27
3.5.3 Pemupukan	27
3.5.4 Pemeliharaan.....	27
3.5.5 Analisis Laboratorium	28
3.5.6 Pengambilan Sampel Cacing Tanah	28
3.6 Variabel Pengamatan.....	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Penelitian.....	33
4.1.1 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Populasi Total Cacing Tanah	33
4.1.2 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa Total Cacing Tanah.....	34
4.1.3 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Populasi Cacing Tanah di Kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm.....	37
4.1.4 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa Cacing Tanah di Kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm.....	39
4.1.5 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah.....	42
4.1.6 Korelasi antara Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Populasi dan Biomassa Cacing Tanah.	44
4.1.7 Identifikasi Cacing Tanah	46
4.2 Pembahasan	47
V. SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST.....	33
2. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap populasi total cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	33
3. Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST	35
4. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa total cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	36
5. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa total cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	36
6. Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST di kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm	38
7. Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap populasi cacing tanah di kedalaman 0–10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	39
8. Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST di kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm	40

9.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa cacing tanah di kedalaman 0-10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	41
10.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa cacing tanah di kedalaman 0-10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	41
11.	Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap sifat fisik dan kimia tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST	43
12.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap kadar air tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	44
13.	Hasil uji BNT taraf 5% pengaruh sistem olah tanah terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	44
14.	Hasil uji korelasi antara variabel pendukung dengan populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) dan biomassa cacing tanah (g m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.).....	45
15.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	61
16.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	61
17.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	61
18.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	62
19.	Data hasil transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa total cacing tanah sebelum olah tanah	62
20.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m ⁻²) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	62

21.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	63
22.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	63
23.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	63
24.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	64
25.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	64
26.	Data hasil transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa total cacing tanah 40 HST.....	64
27.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	65
28.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	65
29.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	65
30.	Data hasil transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi total cacing tanah 80 HST.....	66
31.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	66
32.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi total cacing tanah (ekor m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	66

33.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	67
34.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	67
35.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa total cacing tanah (g m^{-2}) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	67
36.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	68
37.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	68
38.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	68
39.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	69
40.	Data hasil transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi cacing tanah 10 - 20 cm sebelum olah tanah	69
41.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	69
42.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	70
43.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	70
44.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi cacing tanah 20 - 30 cm sebelum olah tanah	70

45.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	71
46.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	71
47.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	71
48.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 0 - 10 cm sebelum olah tanah	72
49.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	72
50.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	72
51.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	73
52.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 10 - 20 cm sebelum olah tanah	73
53.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	73
54.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	74
55.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m ⁻²) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	74
56.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 20 - 30 cm sebelum olah tanah	74

57.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	75
58.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	75
59.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) kedalaman 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	75
60.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	76
61.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	76
62.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	76
63.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	77
64.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	77
65.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	77
66.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi cacing tanah 20 - 30 cm 40 HST.....	78
67.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	78
68.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	78

69.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	79
70.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 0 - 10 cm 40 HST.....	79
71.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	79
72.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	80
73.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	80
74.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 10 – 20 cm 40 HST.....	80
75.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	81
76.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	81
77.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	81
78.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 20 - 30 cm 40 HST.....	82
79.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	82
80.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	82

81.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	83
82.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 0 - 10 cm 80 HST.....	83
83.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	83
84.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	84
85.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	84
86.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi cacing tanah 10 - 20 cm 80 HST.....	84
87.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	85
88.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	85
89.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	85
90.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) populasi cacing tanah 20 - 30 cm 80 HST.....	86
91.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	86
92.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi cacing tanah (ekor m ⁻²) 20 –30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	86

93.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0-10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	87
94.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0-10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	87
95.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 0 – 10 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	87
96.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 - 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	88
97.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 10 - 20 cm 80 HST.....	88
98.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 - 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	88
99.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 10 – 20 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	89
100.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20-30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	89
101.	Data hasil tranformasi ($\sqrt{x + 0,5}$) biomassa cacing tanah 20 - 30 cm 80 HST.....	89
102.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20-30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	90
103.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa cacing tanah (g m^{-2}) 20 – 30 cm pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	90
104.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah.....	91

105. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	91
106. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	91
107. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	92
108. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	92
109. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	92
110. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	93
111. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	93
112. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	93
113. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	94
114. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	94
115. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	94
116. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	95

117. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	95
118. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	95
119. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	96
120. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	96
121. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	96
122. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	97
123. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	97
124. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	98
125. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	98
126. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	99
127. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	99
128. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	100

129. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	100
130. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah (%) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	101
131. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	101
132. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	102
133. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	102
134. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	103
135. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	103
136. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	104
137. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	104
138. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)80 HST	105
139. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap suhu (°C) pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	105
140. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	106

141. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	106
142. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	106
143. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	106
144. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	107
145. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	107
146. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	107
147. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	107
148. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	108
149. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	108
150. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	108
151. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	108
152. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	109

153. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	109
154. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	109
155. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	109
156. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	110
157. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	110
158. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	110
159. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	110
160. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan populasi cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	111
161. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) sebelum olah tanah	111
162. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 40 HST	111
163. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu (°C) dengan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) 80 HST	111

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.	7
2. Tata letak percobaan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) di LLT Gedung Meneng.....	25
3. Lokasi pengambilan sampel cacing tanah pada petak percobaan lahan pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.).....	29
4. Skema alur kerja penelitian pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) di LLT Gedung Meneng.	31
5. Rata-rata populasi total cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST	Error! Bookmark not defined.
6. Rata-rata biomassa total cacing tanah pada pengamatan sebelum olah tanah, 40 HST dan 80 HST.	Error! Bookmark not defined.
7. Korelasi kadar air tanah dengan populasi cacing tanah.	Error! Bookmark not defined.
8. Identifikasi cacing tanah berdasarkan letak <i>klitelum</i> (alat reproduksi).	Error! Bookmark not defined.

9. Identifikasi cacing tanah berdasarkan *prostomium* (alat mulut)
.....**Error! Bookmark not defined.**

10. Identifikasi cacing tanah berdasarkan *setae* (bulu halus)
.....**Error! Bookmark not defined.**

11. Areal lahan pertanaman kacang hijau pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Universitas Lampung	112
12. Petak olah tanah minimum lahan pertanaman kacang hijau di Laboratorium Lapang Terpadu, Universitas Lampung.....	112
13. Petak olah tanah intensif lahan pertanaman kacang hijau di Laboratorium Lapang Terpadu, Universitas Lampung.....	113
14. Penimbangan bobot cacing tanah lahan pertanaman kacang hijau di Laboratorium Lapang Terpadu, Universitas Lampung.....	113

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman leguminosae di Indonesia yang penting setelah tanaman kedelai dan kacang tanah. Kacang hijau memiliki peranan penting sebagai pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Kandungan gizi kacang hijau antara lain berupa protein, besi, belerang, kalsium, minyak lemak, mangan, magnesium, niasin dan vitamin (B1, A, dan E). Selain berperan sebagai pemenuhan kebutuhan gizi, kacang hijau juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak (Cahyono, 2008).

Menurut data Badan Pusat Statistik (2016), produksi kacang hijau di Lampung pada tahun 2015 sebesar 1.450 ton dengan luas areal panen 1.608 ha. Hal ini menunjukkan bahwa produksi kacang hijau mengalami penurunan apabila dibandingkan tahun sebelumnya yakni pada tahun 2014 produksi kacang hijau sebesar 2.352 ton dengan luas areal panen 2.611 ha dan tahun 2013 sebesar 2.643 ton dengan luas areal panen 2.941 ha. Data tersebut menunjukkan bahwa produksi dan luas areal panen kacang hijau belum optimal. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk meningkatkan produksi kacang hijau.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi tanaman kacang hijau yaitu dengan intensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian merupakan suatu usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan cara mengoptimalkan lahan yang sudah ada di antaranya dengan pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat. Pengolahan tanah merupakan kegiatan manipulasi tanah dengan tujuan untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Arsyad, 2010).

Olah tanah intensif (OTI) merupakan sistem olah tanah yang paling sering digunakan oleh petani Indonesia dan juga merupakan pilar intensifikasi pertanian sejak program Bimas dicanangkan. Sistem olah tanah intensif dilakukan dengan cara membersihkan areal lahan dari sisa tanaman sebelumnya kemudian tanah diolah beberapa kali menggunakan alat tradisional maupun dengan bajak. Hal ini ditujukan untuk pengemburan tanah dan pengendalian gulma. Namun, penggunaan sistem olah tanah intensif dalam jangka panjang dapat menjadi penyebab utama terjadinya degradasi lahan. Degradasi lahan ditandai dengan menurunnya kualitas tanah. Menurut Utomo (2012), permukaan lahan OTI yang bersih mampu memudahkan akar tanaman untuk melakukan penetrasi tetapi lahan yang bersih juga memiliki kapasitas infiltrasi yang rendah sehingga kemungkinan terjadi erosi meningkat. Hal ini berakibat pada penurunan kadar bahan organik tanah dan rusaknya struktur tanah (Suwardjo dkk., 1989). Pengolahan tanah konservasi sangat dianjurkan untuk memperbaiki kualitas tanah akibat dari penggunaan olah tanah intensif yang berlebih sehingga produksi tanaman kacang hijau dapat ditingkatkan.

Sistem olah tanah konservasi merupakan salah satu sistem olah tanah yang dilakukan dengan tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Pengolahan tanah dengan metode konservasi diduga dapat mengurangi mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan dibandingkan dengan cara-cara penyiapan lahan intensif (Abdurachman, dkk., 1998). Dalam persiapan lahan untuk pertanian, pemupukan dapat diterapkan sebagai penambah unsur hara dan bahan organik ke dalam tanah untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Pulung, 2005).

Pada umumnya pemupukan yang dilakukan oleh petani ialah pemupukan anorganik. Pupuk anorganik yang biasa digunakan yaitu pupuk kimia N, P, K. Hal ini terjadi karena pupuk anorganik mampu menyediakan hara dalam waktu yang relatif lebih cepat (Lingga dan Marsono, 2001). Penggunaan pupuk anorganik yang diberikan secara intensif tanpa diimbangi pupuk organik mampu menurunkan kualitas tanah. Menurut Elpawati (2015), pupuk organik memiliki

manfaat untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh pupuk anorganik khususnya pada sifat fisik tanah. Pupuk organik juga merupakan sumber bahan organik yang digunakan oleh cacing tanah sebagai sumber energinya.

Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah yang dapat dijadikan sebagai penduga dari tanah yang sehat di suatu lahan pertanian. Cacing tanah berperan penting terhadap perbaikan sifat fisik tanah yaitu dalam penghancuran bahan organik dan mencampuradukannya dengan tanah, sehingga agregat tanah terbentuk dengan baik yang berakibat pada perbaikan struktur tanah (Buck, Langmack and Schrader, 1999). Cacing tanah juga memperbaiki aerasi tanah melalui aktivitas gerakannya di dalam tanah yaitu membuat lubang-lubang sebagai komposisi ruang pori makro tanah yang dapat mendukung perbaikan kondisi tanah (Edwards and Lofty, 1977).

Penerapan sistem olah tanah yang berbeda mempunyai pengaruh terhadap cacing tanah. Hal ini terjadi karena adanya perubahan kondisi lingkungan tempat tinggal cacing tanah (Batubara, 2012). Penggunaan sistem olah tanah serta pemupukan yang tepat di anggap mampu memperbaiki kualitas tanah yang dapat diindikasikan dengan keberadaan cacing tanah. Meningkatnya populasi cacing tanah diharapkan tanah menjadi subur dan akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah berikut ini :

1. Apakah sistem olah tanah berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing tanah?
2. Apakah pemupukan berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing tanah?
3. Apakah terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh sistem olah tanah terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.
2. Mempelajari pengaruh pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.
3. Mempelajari interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Kegiatan budidaya tanaman kacang hijau umumnya tidak terlepas dari pengolahan tanah dan pemupukan. Pengolahan tanah bertujuan untuk menyiapkan tempat tumbuh bagi bibit tanaman, mencampur bahan organik ke dalam tanah, dan pengendalian gulma (Musa dkk., 2006). Secara umum, sistem olah tanah dibagi menjadi 2 bagian yaitu olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi yang terdiri dari tanpa olah tanah (TOT) dan olah tanah minimum (OTM).

Olah tanah intensif (OTI) dicirikan dengan adanya penggemburan tanah dan permukaan lahan yang terbuka. Permukaan lahan yang terbuka cenderung menyebabkan tanah kehilangan air dan bahan organik. Hal ini terjadi karena tidak adanya pelindung tanah sehingga terjadi peningkatan laju aliran permukaan yang berakibat pada meningkatnya erosi tanah. Menurut Utomo (2012), tanah yang dilakukan pengolahan secara terus menerus tidak mampu meningkatkan C-organik pada lapisan-lapisan tanahnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Chandra (2018), melalui pengamatan kehilangan unsur hara (N-total, P-tersedia, K-dd) dan C-organik akibat erosi tanah menunjukkan bahwa lahan perlakuan OTI cenderung lebih banyak kehilangan unsur (N-total, P-tersedia, K-dd) dan

C-organik dibandingkan dengan lahan OTM. Yulipriyanto (2010) menjelaskan bahwa ketersediaan C-organik sangat penting di dalam tanah. Hal ini terjadi karena C-organik tanah menunjukkan kadar bahan organik yang terkandung di dalam tanah. Semakin tinggi kadar C-organik di dalam tanah maka semakin tinggi pula bahan organik di dalam tanah.

Bahan organik berpengaruh terhadap keberadaan biota tanah seperti cacing tanah. Chan (2001) menyatakan bahwa berkurangnya populasi cacing tanah pada pengolahan tanah intensif terjadi karena adanya perubahan suatu lingkungan tanah dan menimbulkan tanah kehilangan bahan organik. Hasil penelitian Afgani (2018), menunjukkan bahwa populasi cacing tanah pada lahan olah tanah intensif (OTI) cenderung memberikan populasi cacing tanah lebih sedikit dibandingkan lahan tanpa olah tanah (TOT) dan olah tanah minimum (OTM).

Olah tanah minimum (OTM) merupakan pengolahan tanah yang dilakukan secara terbatas atau seperlunya tanpa melakukan pengolahan pada seluruh areal lahan (LIPTAN, 1994). Olah tanah minimum dicirikan dengan tidak adanya pembalikan tanah dan adanya penggunaan sisa-sisa tanaman sebagai mulsa di permukaan tanah. Menurut Hanafiah (2013), adanya mulsa di permukaan tanah mampu menetralkan daya rusak butir-butir hujan ke tanah, menekan aliran permukaan dan erosi sehingga ketersediaan air, unsur hara dan bahan organik dapat terjaga dibandingkan cara pengolahan tanah intensif. Hasil penelitian Sembiring (2014) menyimpulkan bahwa populasi cacing tanah pada lahan olah tanah minimum (OTM) nyata lebih tinggi dibandingkan lahan olah tanah intensif (OTI) pada periode pengamatan 1 HST, 48 HST serta 95 HST.

Eriksen dkk., (2009), melaporkan bahwa penambahan sisa tanaman ke permukaan tanah yang digunakan sebagai mulsa dapat mengurangi beberapa dampak negatif dari pengolahan tanah terhadap cacing tanah, sehingga perkembangan populasi cacing tanah dapat ditingkatkan. Hasil penelitian Situmorang (2017) menunjukkan bahwa populasi cacing tanah dan mesofauna tanah lebih tinggi pada lahan yang diaplikasikan mulsa bagas dibandingkan dengan tanpa mulsa bagas.

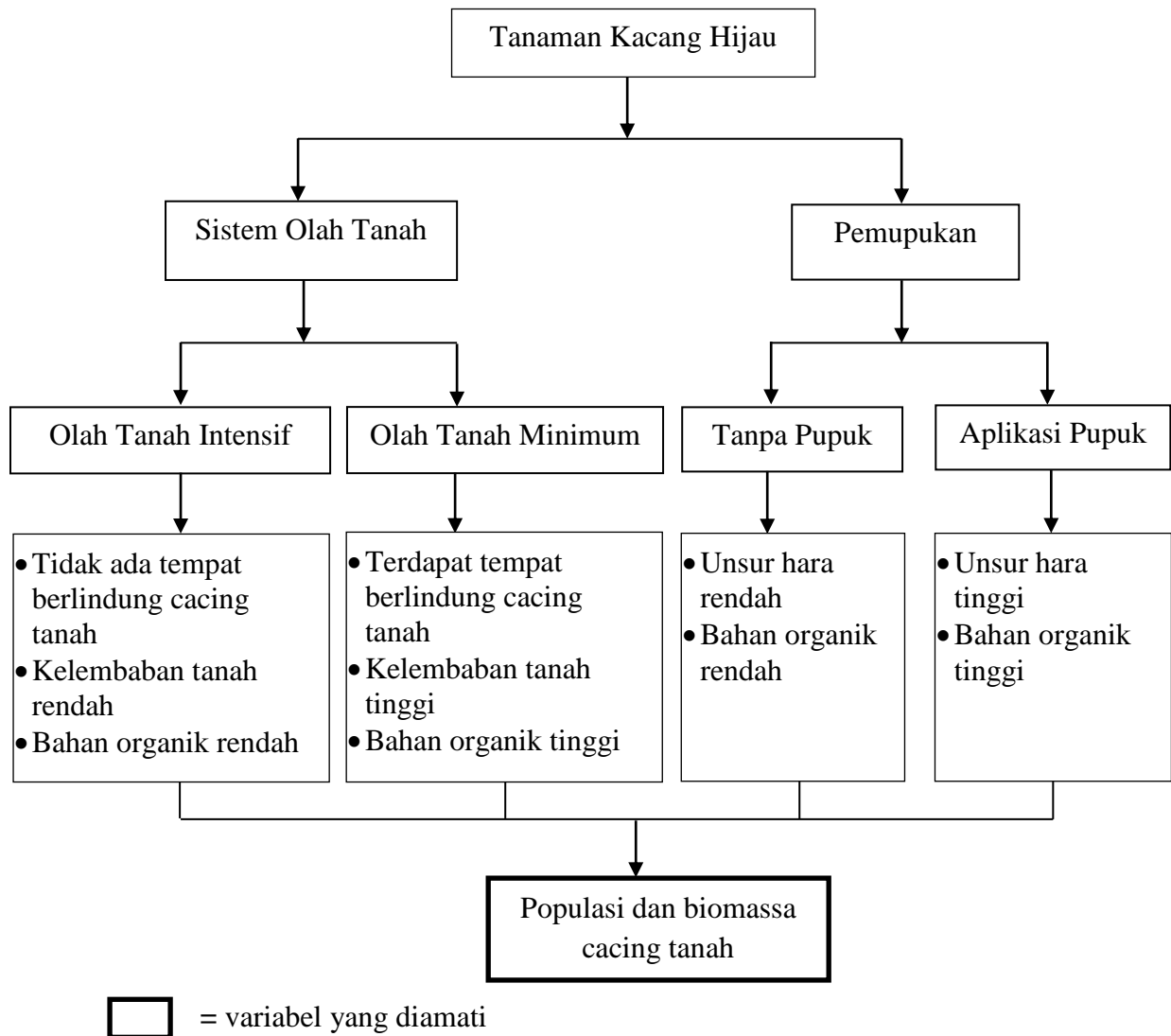
Salamah (2016) juga menyimpulkan bahwa lahan dengan aplikasi mulsa bagas memberikan populasi cacing tanah lebih banyak yaitu sebanyak 30 ekor m^{-2} dibandingkan lahan tanpa aplikasi mulsa bagas yaitu hanya sebanyak 8 ekor m^{-2} . Selain melalui penggunaan sistem olah tanah, sumber bahan organik dapat ditambah melalui pemupukan.

Pemupukan dapat menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi, dan memperbaiki kualitas tanah (Kariyasa, 2005). Pupuk anorganik umumnya mempunyai kandungan unsur hara makro yang tinggi dan bersifat cepat tersedia bagi tanaman. Unsur hara yang diberikan dalam bentuk ion akan terikat oleh tanah kemudian diserap oleh akar tanaman. Melalui sistem perakarannya, tanaman akan berpenetrasi ke lapisan bawah tanah dan membawa unsur-unsur ke trubusnya, sisa perakaran dan trubus yang mati nantinya akan menjadi sumber bahan organik bagi cacing tanah (Hanafiah, 2012).

Palungkun (1999) menjelaskan bahwa ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi cacing tanah sangatlah berpengaruh terhadap cacing tanah. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Jayanthi dkk., (2014) melaporkan bahwa cacing tanah banyak ditemukan di lahan pertanian organik dibandingkan lahan pertanian anorganik. Menurut penelitian Manurung (2014), pemberian pupuk organik dapat meningkatkan biomassa cacing tanah pada suatu areal lahan pertanian. Hasil penelitian Awang (2018) juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik dengan pupuk organik berpengaruh terhadap biomassa cacing tanah.

Tanah yang diaplikasikan pupuk organik maupun anorganik mampu menyediakan unsur hara yang seimbang bagi pertumbuhan tanaman dan menyediakan kondisi lingkungan yang sesuai bagi perkembangan cacing tanah dibandingkan dengan tanah yang tidak diaplikasikan pupuk. Hasil penelitian Padmanabha dkk., (2014) menyimpulkan bahwa interaksi antara pupuk organik dengan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman.

Berikut kerangka pemikiran pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

1.4 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Populasi dan biomassa cacing tanah pada lahan olah tanah minimum (OTM) lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah intensif (OTI).

2. Populasi dan biomassa cacing tanah pada lahan yang diaplikasikan pupuk lebih tinggi dibandingkan dengan lahan tanpa pupuk.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah adalah setiap manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman dengan tujuan pokok menciptakan daerah persemaian yang baik, membenamkan sisa tanaman, dan mengendalikan tumbuhan pengganggu serta mengendalikan hama yang menyerang tanaman (Arsyad, 2010). Pengolahan tanah sangat diperlukan di dalam budidaya tanaman yang menggunakan media tanam tanah.

Setiap upaya pengolahan tanah akan menyebabkan perubahan terhadap sifat-sifat tanah. Sifat-sifat tersebut antara lain sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologi tanah. Sifat fisik meliputi warna tanah, tekstur tanah, konsistensi tanah, bobot isi (*bulk density*), bobot jenis (*particle density*), kedalaman efektif tanah, drainase, dan permeabilitas tanah. Sifat kimia tanah meliputi derajat kemasaman tanah (pH), C-organik, N-total, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa. Sedangkan sifat biologi tanah meliputi total mikroorganisme tanah, jumlah fungi tanah, jumlah bakteri pelarut fosfat (P), populasi cacing tanah, dan total respirasi tanah (Hanafiah, 2013).

Menurut Putte (2012) dalam Pamungkas (2016), pengolahan tanah dapat merubah struktur tanah yang mengakibatkan peningkatan ketahanan tanah terhadap penetrasi gerakan vertikal air tanah atau yang lebih sering disebut daya infiltrasi tanah. Hal tersebut dapat mengakibatkan air menggenang di permukaan yang kemudian dapat berubah menjadi aliran permukaan (surface run off).

Pengolahan tanah diperlukan untuk menggemburkan tanah supaya mendapatkan perakaran yang baik, tetapi pekerjaan ini dapat menimbulkan permasalahan jangka panjang sebagai sumber kerusakan tanah yang dapat menurunkan produktivitas tanah. Pengurangan pengolahan tanah hanya dilakukan untuk menghindari tanah menjadi padat kembali setelah diolah dan dapat digunakan teknik pemberian bahan organik ke dalam tanah (Suwardjo dan Dariah, 1995).

2.1.1 Sistem Olah Tanah Intensif

Pengolahan tanah konvensional dikenal juga dengan istilah sistem olah tanah intensif yang berarti mengubah tempat pertanaman dengan menggunakan alat pertanian, sehingga diperoleh susunan tanah yang baik. Prinsip pelaksanaan olah tanah intensif yaitu menjadikan lahan menjadi bersih, membuat tanah menjadi gembur, serta menghindari tanah menjadi padat (Utomo, 2012). Olah tanah intensif umumnya bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal tanpa memperhitungkan faktor keberlanjutannya (daya dukung dan kelestarian lahan). Pengolahan tanah intensif dalam jangka waktu yang panjang dapat menurunkan daya dukung lahan, sebagai akibat dari terjadinya degradasi tanah. Hakim (1986), menyatakan bahwa pengolahan tanah yang dilakukan terlalu sering dapat menyebabkan terganggunya aktivitas fauna tanah, kehilangan air akibat penguapan, dan mempercepat kehilangan bahan organik tanah.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak buruk dari pengolahan tanah jangka panjang adalah dengan penggunaan sistem olah tanah konservasi (OTK). Utomo (2012) mendefinisikan olah tanah konservasi sebagai suatu sistem pengolahan tanah dengan tujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Pada sistem OTK, tanah diolah seperlunya saja atau bila perlu tidak sama sekali, dan sisa-sisa tanaman sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan lahan minimal 30%. Keuntungan penerapan OTK tersebut antara lain:

1. Meningkatkan kualitas mulsa in situ,
2. Meningkatkan N dan hara tanah,

Berdasarkan percobaan jangka panjang pada tanah Ultisol di Lampung menunjukkan bahwa olah tanah konservasi mampu memperbaiki kesuburan tanah bila dibandingkan dengan olah tanah intensif (Utomo, 1990). Sistem olah tanah yang masuk dalam sistem OTK antara lain olah tanah intensif bermulsa (OTIB), tanpa olah tanah (TOT), dan olah tanah minimum (OTM).

2.1.2 Olah Tanah Minimum

Penerapan teknik olah tanah minimum selalu berhubungan dengan penanaman yang cukup menggunakan tugal atau alat lain yang sama sekali tidak menyebabkan lapisan olah menjadi rusak. Selain itu, di permukaan olah tanah masih banyak dijumpai residu tanaman. Residu tanaman yang banyak dipermukaan tanah tidak sampai mengganggu perkecambahan dan pertumbuhan benih (Sutanto, 2002).

Olah tanah minimum (OTM) merupakan pengolahan tanah yang dilakukan secara terbatas atau seperlunya tanpa melakukan pengolahan tanah pada seluruh areal lahan. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dan kimiawi menggunakan herbisida layak lingkungan. Gulma atau sisa-sisa tanaman sebelumnya dapat dijadikan sebagai mulsa pada petak OTM. Adanya mulsa ini mampu menahan aliran permukaan dan erosi tanah sehingga bahan organik tanah dan kesuburan tanah dapat meningkat (Utomo, 1990). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian jangka panjang yang dilakukan Utomo sejak 1987 menunjukkan bahwa data awal struktur tanah pada semua sistem olah tanah OTM maupun OTI struktur tanah gumpal, namun setelah lebih dari 25 tahun perlakuan ternyata struktur OTM lebih baik daripada OTI. Hal ini karena pada sistem pengolahan tanah minimum dilakukan pemanfaatan gulma dan sisa-sisa tanaman yang dijadikan mulsa yang berfungsi sebagai penutup tanah atau pelindung tanah dari butir-butir hujan yang jatuh ke tanah. Akibat pemanfaatan gulma dan sisa-sisa tanaman yang dijadikan mulsa maka kadar bahan organik tanah pada olah tanah minimum menjadi tinggi.

Bahan organik tanah berperan sebagai perekat antara partikel tanah menciptakan

struktur tanah gumpal. Selain sebagai perekat antara partikel tanah, bahan organik juga berperan sebagai sumber energi cacing tanah.

LIPTAN (1994), pengolahan tanah minimum memiliki manfaat antara lain :

1. Mencegah kerusakan tanah oleh erosi dan aliran permukaan
2. Mengamankan dan memelihara produktifitas tanah agar tercapai produksi yang setinggi-tingginya dalam waktu yang tidak terbatas.
3. Meningkatkan produksi lahan usahatani.
4. Menghemat biaya pengolahan tanah, waktu dan tenaga kerja.

Hasil penelitian Pamungkas (2016), menunjukkan bahwa hasil produksi tanaman singkong pada lahan olah tanah minimum lebih tinggi dibandingkan lahan olah tanah intensif. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Irawan (2018) menyimpulkan bahwa biomassa akar pada lahan olah tanah minimum nyata lebih tinggi daripada olah tanah intensif pada kedalaman 0-10 cm. Hal ini disebabkan karena keadaan tanah pada olah tanah minimum memberikan ruang tumbuh yang baik bagi perakaran tanaman. Biomassa akar menandakan bahwa tersedianya bahan organik dan unsur hara yang diserap oleh akar tanaman akibat dari aktivitas di dalam tanah. Unsur hara inilah yang nantinya digunakan oleh tanaman dalam proses pertumbuhannya.

2.2 Pemupukan

Pemupukan adalah upaya yang dilakukan untuk menambahkan unsur hara yang diperlukan bagi tanaman untuk mencapai pertumbuhan dan hasil yang maksimal baik dengan pupuk organik maupun pupuk anorganik. Pemupukan pada umumnya bertujuan untuk memelihara atau memperbaiki kesuburan tanah sehingga tanaman dapat tumbuh lebih cepat, subur dan sehat. Selain itu, pemupukan dimaksudkan untuk mengganti kehilangan unsur hara pada media atau tanah dan merupakan salah satu usaha yang penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Kombinasi pupuk organik dan anorganik memiliki manfaat terhadap cacing tanah. Hal ini diungkapkan oleh Tiwari (1993), bahwa pemupukan yang menggabungkan antara pupuk NPK dan pupuk organik dengan pupuk kandang pada beberapa kasus dapat meningkatkan populasi cacing tanah. Diungkapkan pula oleh Yusnaini dkk., (2004) bahwa pemberian pupuk organik dan anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap populasi cacing tanah.

2.2.1 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan baku yang sebagian besar atau keseluruhan berasal dari bahan-bahan organik, baik tumbuhan maupun hewan yang telah melalui proses rekayasa yang kemudian menjadi hara tersedia bagi tanaman. Pupuk organik mengandung unsur hara makro dalam jumlah yang relatif sedikit dan mikro dalam jumlah cukup yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Sutanto, 2002).

Menurut Simanungkalit dkk. (2006), pupuk organik dapat berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Pemberian bahan organik tanah juga dapat membantu bermacam-macam proses biologi tanah dengan menjadi substrat bagi organisme dekomposer dan cacing tanah (Lemitri dkk., 2014). Hal ini karena pupuk organik dapat menjadi sumber energi bagi fauna tanah.

Kompos merupakan salah satu pupuk organik yang digunakan pada pertanian untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Bahan organik yang ada didalam kompos berguna dalam memperbaiki produktivitas lahan terutama di daerah tropis dan subtropis. Menurut Syam (2003), penggunaan kompos dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan mikrobiologi tanah. Hasil penelitian Elpawati (2015), menunjukkan bahwa media tanam (M2) dengan komposisi kompos dan tanah (1:2) dan penambahan pupuk EM₁₀ pada konsentrasi 15 ml mampu meningkatkan produksi tongkol tanaman jagung saat panen. Hal ini sejalan dengan pendapat

Leiwakabessy dan Sutandi (2004) bahwa kompos berperan dalam perbaikan kuantitas dan kualitas tanaman dalam mendorong pertumbuhan dan peningkatan produksi.

Hasil penelitian Jayanthi dkk., (2014) melaporkan bahwa populasi cacing tanah banyak ditemukan di lahan organik dibandingkan dengan lahan anorganik. Hal ini diduga karena sistem pengolahan lahan yang berbeda pada kedua lahan penelitian yang dilakukan, dimana pada lahan pertanian organik menggunakan kompos berupa kotoran lembu sedangkan pada lahan pertanian anorganik diberikan perlakuan pemberian pupuk NPK. Menurut Sutanto (2002), pemupukan secara kombinasi antara pupuk kimia dan pupuk organik dapat mempertahankan kandungan hara di dalam tanah, mempertahankan produktivitas lahan, dan membantu mempertahankan kondisi keseimbangan di dalam tanah seperti kondisi ekologis tanah dimana cacing tanah mendapatkan kondisi yang optimal untuk berkembang biak.

Pupuk kandang (pukan) didefinisikan sebagai semua produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, dan biologi tanah. Menurut Musnamar (2004) *dalam* Indria (2006) komposisi kandungan unsur hara pupuk kandang sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis ternak, umur dan kondisi ternak, macam pakan, serta perlakuan dan penyimpanan pupuk sebelum diaplikasikan ke lahan. Pupuk kandang ayam tergolong pupuk dingin yang penguraiannya oleh jasad renik berjalan lambat sehingga tidak terbentuk panas. Pupuk kandang ayam ini dapat berbentuk padat-cair yaitu pupuk dari kotoran padat yang sudah tercampur dengan kotoran cair atau urine. Pupuk ini mempunyai kandungan air 57%, bahan organik 29%, nitrogen 1,5%, fosfor 1,3%, kalium 0,8% dan nisbah C/N 9-11% (Lingga dan Marsono, 2001).

2.2.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik atau pupuk buatan adalah pupuk yang dibentuk dari kombinasi

zat kimia misalnya urea, NPK, TSP, dan KCl. Pupuk anorganik bisa dibedakan menjadi pupuk kimia tunggal dan pupuk kimia majemuk. Pupuk kimia tunggal adalah pupuk yang hanya memiliki satu macam hara, misalnya pupuk urea yang mengandung unsur N, pupuk SP-36 yang mengandung unsur P, dan pupuk KCl yang mengandung unsur K (Lestari, 2009). Pupuk kimia majemuk adalah pupuk yang memiliki kandungan lebih dari satu atau beberapa unsur hara, misalnya N+K, N+P, N+P+K, dan sebagainya. Kekurangan dari pupuk ini yaitu dapat menurunkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah apabila diberikan secara terus-menerus dengan dosis yang berlebihan (Lingga dan Marsono, 2001).

Penurunan sifat kimia dapat terjadi diantaranya karena pemasaman tanah akibat penggunaan pupuk nitrogen buatan dalam jumlah besar secara terus-menerus. Penurunan sifat fisik tanah dapat diakibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah ini dapat terjadi akibat pengelolaan tanah yang salah atau penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus. Penurunan sifat biologi tanah ditandai oleh penyusutan populasi mikroorganisme tanah (Lestari, 2009).

2.3 Cacing Tanah

Cacing tanah secara ilmiah dapat digolongkan hewan yang sudah lama dikenal memiliki peran penting bagi kehidupan kita, khususnya di sektor tanah pertanian. Cacing menggunakan bahan organik dan tanah sebagai sumber energinya. Bahan organik dan tanah yang telah dikonsumsi akan diekskresikan menjadi agregat ganular yang kaya mengandung unsur hara bagi tanaman (Yulipriyanto, 2010). Lahan yang banyak mengandung cacing tanah akan menjadi subur, sebab kotoran cacing tanah mengandung bahan organik lebih dari 70% yang berguna bagi perbaikan kondisi tanah. Cacing tanah juga dapat meningkatkan daya serap air permukaan. Lubang-lubang yang dibuat oleh cacing tanah meningkatkan konsentrasi udara dalam tanah. Di samping itu, pada saat musim hujan lubang tersebut akan melipatgandakan kemampuan tanah dalam menyerap air.

2.3.1 Morfologi Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan hewan vertebrata yang hidup di tempat lembab dan tidak terkena sinar matahari langsung. Cacing tanah bersifat hermaprodit biparental dan filum *Annelida*, kelas *Clitellata*, ordo *Oligochaeta*, dengan famili *Lumbricidae* dan *Megascolecidae* yang banyak dijumpai di lahan pertanian. Secara sistematis, cacing tanah bertubuh tanpa kerangka yang tersusun oleh segmen-segmen (bagian-bagian) fraksi luar dan fraksi dalam yang saling berhubungan secara integral, diselaputi oleh epidermis (kulit) berupa kutikula (kulit kaku), kecuali pada segmen pertama (bagian mulut). Ketika dewasa, daerah bengkak yang terletak tepat di epidermis disebut dengan *klitellium*. Cacing tanah tidak memiliki kaki tetapi memiliki kerutan atau *setae* di sepanjang tubuhnya kecuali dua yang pertama yang dapat dijulur-kerutkan (bergerak seperti spiral). Bagian belakangnya berfungsi sebagai penahan dan selanjutnya mendorong seluruh tubuh ke depan.

Cacing tanah memiliki otot yang terdiri dari otot melingkar (sirkuler) dan otot memanjang (longitudinal) (Batubara, 2012). Otot-otot cacing ini berguna untuk mencampur material-material dan melewatkannya ke saluran pencernaan sebagai cairan untuk dicampur dengan enzim. Zat cerna tersebut akan melepaskan asam-amino, gula, dan molekul organik kecil dari residu bahan organik. Hasil penguraian bahan organik tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kasting (feses cacing tanah). Bentuk kasting menyerupai partikel-partikel tanah berwarna kehitaman yang ukurannya lebih kecil dari partikel tanah biasa (Palungkun, 2006).

2.3.2 Siklus Hidup Cacing Tanah

Ukuran cacing tanah yang relatif besar berkisar 1 - 8 cm atau lebih, dengan kecepatan berpindah di dalam tanah yang relatif terbatas dan lambat berkoloni kembali membuat cacing tanah mudah ditangkap, dipilih dan dapat dijadikan bioindikator kesuburan tanah (Ansyori, 2004). Cacing tanah mempunyai kelamin ganda (hermaprodite), namun kopulasi biasanya tetap dilakukan oleh 2 ekor

cacing. Kopulasi dapat berlangsung setelah organ reproduksi terbentuk sempurna. Setelah melakukan kopulasi, akan menghasilkan telur yang disimpan dalam kokon. Kokon dibungkus lapisan khitin tebal, berisi gelatin merupakan makanan bagi embrio. Kokon mempunyai kekebalan tinggi terhadap kekeringan dan infeksi. Kokon ini nantinya akan dikeluarkan melalui klitelium. Kokon menetas kemudian menjadi cacing kecil dan berkembang dewasa ditandai dengan adanya tonjolan pada tubuh cacing atau disebut klitelium. Penyebaran cacing tanah secara aktif dapat dilihat dari adanya cacing tanah yang hidup di berbagai lapisan tanah. Migrasi cacing tanah secara masal terjadi karena perubahan musim. Pada musim hujan cacing naik ke daratan yang lebih tinggi dan menepati bagian-bagian permukaan tanah yang didominasi oleh bahan organik hingga kedalaman tertentu (Yulipriyanto, 2010).

2.3.3 Ekologi Cacing Tanah

Cacing tanah dapat dikelompokkan berdasarkan ekologi, makanan, dan penampilannya yaitu sebagai berikut:

1. Epigeik

Epigeik merupakan kelompok makrofauna yang aktif di permukaan tanah terutama pada serasah lantai hutan, berpigmen dan umumnya tidak membuat liang serta menghuni lapisan serasah. Cacing tanah tipe epigeik berperan dalam penghancuran serasah dan pelepasan unsur hara tetapi tidak aktif dalam penyebaran serasah ke dalam profil tanah. Tipe ini disebut *little transformers* atau ‘penghancur serasah’ karena berperan dalam melumatkan fisik serasah tanpa mengubah susunan kimianya tetapi umumnya menurunkan nisbah C/N serasah. Contoh dari cacing kelompok ini adalah *Lumbricus rubellus* dan *L.castaneus*.

2. *Aneciques*

Aneciques adalah jenis cacing tanah yang berukuran besar dan hidup di liang-liang (semi) permanen pada kedalaman 1-2 dari permukaan tanah dengan memakan serasah. Tipe ini disebut *ecosystem engineers* atau kelompok ‘penggali’. Tipe ini akan memindahkan serasah dari lapisan serasah ke tanah

lapisan bawah. Cacing tanah tipe ini akan mempengaruhi sifat fisik tanah seperti struktur tanah. Contoh cacing tanah dari kelompok ini yaitu *Lumbricus terrestris*.

3. Endogeik

Endogeik yaitu cacing tanah yang hidup di dalam tanah, pemakan bahan organik dan serasah serta tidak mempunyai liang permanen. Tipe ini disebut juga *ecosystem engineers*. Cacing tanah yang tergolong tipe ini berkembang dan berinteraksi dengan mikroorganisme tanah untuk melepaskan enzim yang berguna dalam dekomposisi bahan organik berkualitas rendah (Fragoso *dkk.*, 1997). Contoh cacing tanah kelompok ini adalah *Phonthoscolex corethrusus* untuk daerah tropis dan *Apporectodea trapezoides* untuk daerah subtropis.

4. Coprophagic

Yaitu spesies cacing yang hidup pada kotoran hewan. Contoh cacing tanah dari kelompok ini adalah *Eisenia foetida (holarctic)*, *Dendrobaena veneta* (Italia utara), *Melaphire schmardae* (China).

5. Arboricolous

Arboricolous adalah spesies cacing tanah yang hidupnya di tanah hutan hujan tropis. Cacing tanah yang termasuk spesies ini mempunyai kokon yang besar dibandingkan dengan spesies epigeik (Yulipriyanto, 2010).

2.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Cacing Tanah

Menurut Handayanto dan Hairiah (2007), keberadaan cacing di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Kelembaban tanah

Cacing tanah adalah fauna tanah yang semi-akuatik yang mengekstrak air dari lingkungan di sekitarnya. Kelembaban tanah berperan penting dalam menjaga aktivitas cacing tanah, karena tubuhnya mengandung air sekitar 75-90% dari berat tubuhnya. Cacing tanah melepaskan air ke dalam tanah dan serasah sisa pencernaannya kasting untuk memungkinkan terjadinya proses pengahancuran lainnya oleh organisme lain. Kondisi kadar air yang optimum bagi cacing tanah yaitu 15 - 50 %.

2. pH tanah

Cacing tanah dapat berkembang dengan baik pada pH netral atau agak sedikit basa, pH yang ideal adalah antara 6-7,2. Pada tanah-tanah hutan yang asam, keberadaan cacing tanah digantikan oleh *Enchytraeid* yaitu cacing berukuran kecil yang hanya berfungsi sebagai penghancur serasah.

3. Suhu tanah

Aktivitas, metabolisme, respirasi serta reproduksi cacing tanah dipengaruhi oleh temperatur tanah. Suhu tanah yang optimum untuk pertumbuhan cacing tanah adalah 15-25°C. Pada suhu di atas 25 °C masih cocok bagi kehidupan cacing tanah tetapi harus diimbangi dengan kelembaban tanah yang memadai.

4. Bahan organik

Bahan organik berfungsi sebagai sumber energi bagi cacing tanah. Bahan organik dapat berasal dari serasah daun, kotoran ternak, tanaman atau hewan yang telah mati. Kualitas bahan organik (nisbah C/N, konsentrasi lignin dan polifenol) mempengaruhi tinggi rendahnya populasi cacing tanah. Bahan organik yang memiliki kandungan N dan P tinggi meningkatkan populasi cacing tanah.

2.3.5 Pengaruh Cacing Tanah terhadap Kesuburan Tanah

Kontribusi cacing tanah sebagai organisme berperan besar dalam memelihara kesuburan tanah. Kehadiran cacing tanah dipengaruhi kondisi tanah terutama kandungan bahan organik dan kelembaban tanah (Ansyori, 2004). Keberadaan cacing di tanah pertanian meliputi tiga aspek yaitu keuntungan secara biologi, fisika, dan kimia. Menurut Yulipriyanto (2010), secara biologi cacing memainkan peran utama dalam mengubah bahan organik menjadi humus sehingga dapat memperbaiki kesuburan tanah. Aktivitas cacing tanah dalam membawa bahan organik ke bagian bawah tanah mampu memperkuat liang-liang cacing. Cacing tanah menghancurkan serasah daun dan mencernanya kemudian mencampurnya dengan tanah dan bahan-bahan dari saluran pencernaannya menghasilkan kotoran berupa kasting yang mengandung kira-kira 40% humus yang disimpan di permukaan tanah.

Dari aspek kimia, melalui kasting yang disimpan di permukaan tanah sehingga tanaman dapat memperoleh dengan mudah unsur hara dalam bentuk kasting tersebut. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kasting mengandung nitrogen, fosfat, dan kalium yang lebih banyak dibanding dengan tanah sekitarnya. Dari aspek fisik, melalui liang-liang yang terbentuk karena adanya aktivitas cacing tanah menuju ke lapisan dalam tanah. Adanya liang-liang ini membuat struktur tanah selalu dalam keadaan terbuka sehingga menciptakan jalan bagi udara dan air untuk lewat yang berakibat peningkatan kapasitas infiltrasi. Keberadaan cacing tanah sangat penting dalam biosistem kehidupan yaitu kesuburan tanah.

2.4 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Cacing Tanah

Pengolahan tanah dan praktik pengelolaan tanah mampu mempengaruhi populasi cacing tanah dengan mengubah persediaan makanan (jumlah, kualitas, dan lokasi), perlindungan mulsa (mempengaruhi air tanah dan temperatur), dan lingkungan kimia (pupuk dan pestisida). Cacing tanah dapat digunakan sebagai penduga dari tanah yang sehat di suatu lahan pertanian. Aktivitas cacing yang hidup dalam tanah berupa aktivitas makan, pembuatan kasting dan aktivitas membuat liang (Yulipriyanto, 2010).

Berdasarkan monitoring pertanian berkelanjutan yang dilakukan oleh Ansyori (2004), bahwa sebagian besar jumlah spesies dan kepadatan populasi cacing tanah pada kebun apel konvensional mengalami penurunan dari kebun apel secara pertanian organik. Hal ini terjadi karena adanya perubahan lingkungan tanah mengakibatkan berkurangnya bahan organik tanah. Bahan organik yang sedikit berarti sedikitnya persediaan makanan cacing tanah menyebabkan cacing tanah meninggalkan lahan-lahan pertanian.

Hasil penelitian Sembiring (2014), menunjukkan bahwa rata-rata populasi cacing tanah lahan OTI lebih sedikit bila dibandingkan dengan lahan OTM. Rata-rata populasi cacing tanah tertinggi pada lahan OTI sebanyak 111 ekor m^{-2} dengan

biomassa cacing tertinggi seberat 32,79 g m⁻². Sedangkan dengan lahan OTM, populasi cacing tanah tertinggi sebanyak 203 ekor m⁻² dengan biomassa tertinggi seberat 71,42 g m⁻². Hal ini didukung oleh hasil penelitian Niswati dkk., (2013), bahwa lahan perlakuan OTI memberikan hasil populasi cacing tanah terendah pada tiap kedalaman dibandingkan dengan lahan TOT dan OTM. Populasi cacing tanah tiap m² menunjukkan penurunan dengan bertambahnya kedalaman tanah. Populasi cacing tanah lahan OTI, OTM, dan TOT lebih tinggi pada kedalaman 0-10 cm dan terjadi penurunan populasi pada kedalaman 10-20 cm, serta populasi terendah pada kedalaman 20-30 cm. Tanah kedalaman 0-10 cm atau biasa disebut dengan lapisan atas merupakan tempat yang paling disukai cacing tanah karena pada lapisan ini terdapat serasah yang mengandung bahan organik.

Cacing tanah menyukai tanah dengan bahan organik yang tinggi. Bahan organik tanah berasal dari tanaman yang sudah mati atau masih hidup dan dari residu hewan. Olah tanah minimum mampu menyediakan bahan organik melalui penambahan sisa-sisa tanaman yang dijadikan sebagai mulsa. Hasil penelitian Salamah (2016), menunjukkan bahwa pemberian mulsa bagas berpengaruh nyata terhadap populasi cacing tanah. Lahan dengan aplikasi mulsa bagas memberikan populasi cacing tanah lebih banyak yaitu sebanyak 31 ekor m⁻² dibandingkan lahan tanpa aplikasi mulsa bagas yaitu hanya sebanyak 8 ekor m⁻². Hal ini menunjukkan bahwa pemberian mulsa mampu menyediakan bahan organik segar secara berkelanjutan. Adanya penambahan residu-residu organik yang masih segar secara terus-menerus membuat fungsi bahan organik dan aktivitas cacing menjadi maksimal.

Hasil penelitian Tunsyah (2018), menunjukkan bahwa sistem olah tanah berpengaruh nyata terhadap populasi dan biomassa cacing tanah di kedalaman 0-10 cm pada pengamatan 80 HST. Populasi dan biomassa cacing tanah lahan olah tanah minimum lebih tinggi dibandingkan lahan olah tanah intensif. Populasi cacing tanah pada lahan olah tanah minimum yaitu sebanyak 154 ekor m⁻² dengan biomassa cacing tanah sebesar 12,80 g m⁻² dibandingkan lahan olah tanah intensif yaitu sebanyak 62 ekor m⁻² dengan biomassa cacing tanah sebesar 4,50 g m⁻².

Biomassa cacing tanah didapat berdasarkan dari bobot jumlah cacing yang didapat. Perbedaan populasi dan biomassa cacing tanah pada perlakuan OTM dan OTI dipengaruhi oleh kandungan bahan organik di dalam tanah.

Lahan OTM mampu menyediakan bahan organik lebih banyak dibandingkan dengan lahan OTI. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian Chandra (2018), melalui pengamatan kehilangan unsur hara (N-total, P-tersedia, K-dd) dan C-organik akibat erosi tanah menunjukkan bahwa lahan perlakuan OTM cenderung lebih sedikit kehilangan unsur (N-total, P-tersedia, K-dd) dan C-organik dibandingkan dengan lahan OTI. Semakin besar unsur hara dan bahan organik yang dibawa erosi maka semakin besar pula unsur hara dan bahan organik yang hilang. Menurut Arsyad (2010), adanya vegetasi di permukaan lahan OTM dapat menahan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah sehingga dapat mengurangi laju aliran permukaan. Laju aliran permukaan yang rendah akan menghasilkan erosi yang rendah. Erosi yang rendah menekan kehilangan unsur hara dan bahan organik tanah.

Unsur hara dan bahan organik dapat ditambah melalui pemupukan organik dan anorganik. Hasil dari pemberian pupuk inorganik tidak menunjukkan efek yang nyata terhadap populasi cacing tanah, dan jika dibandingkan dengan aplikasi pupuk kandang yang diaplikasikan secara berkepanjangan dapat meningkatkan populasi cacing tanah (Estevez, dkk., 1996).

Ketersediaan bahan organik sebagai pakan cacing tanah sangatlah berpengaruh terhadap cacing tanah (Palungkung, 1999 dalam Manurung, 2014). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Manurung (2014) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap bobot cacing tanah. Pupuk organik dengan perlakuan 75% limbah pelepah sawit + 25% kotoran ayam menghasilkan bobot cacing tanah tertinggi. Adapun yang dapat menunjang pertumbuhan dan penambahan bobot cacing tanah adalah kualitas pakan. Tingginya kualitas pakan ditunjukkan dengan terpenuhinya nilai gizi dalam komposisi pakan sehingga mengakibatkan terjadinya pertumbuhan cacing tanah yang jauh lebih baik (Tilman, 1998). Komposisi kandungan pupuk kotoran ayam yaitu nitrogen

sebesar (1,0%), fosfor sebesar (0,8%), kalium sebesar (0,4%), dan kandungan airnya sebesar (55%) (Soedijanto, 1980).

Kombinasi pupuk organik dan anorganik memiliki manfaat bagi cacing tanah. Hal ini diungkapkan oleh Tiwari (1993), bahwa pemupukan yang menggabungkan antara pupuk NPK dan pupuk organik dengan pupuk kandang pada beberapa kasus dapat meningkatkan populasi cacing tanah. Hasil penelitian Awang (2018), menunjukkan bahwa perlakuan (Urea 150 kg ha⁻¹ + TSP 75 kg ha⁻¹ + KCl 150 kg ha⁻¹ + Organonitrofos 10 t ha⁻¹) menghasilkan biomassa cacing tanah tertinggi tetapi tidak terhadap populasi cacing tanah. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses dekomposisi bahan organik yang menyebabkan penambahan bobot cacing tanah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret 2017 – Maret 2018 pada lahan pertanaman kacang hijau di Laboratorium Lapang Terpadu (LLT) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis tanah dan identifikasi cacing tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, sabit, tembilang, timbangan elektrik, termometer tanah, label, kantong plastik, tali rafia, patok kayu, penggaris, tisu, pinset, mikroskop stereo dan alat tulis serta alat-alat laboratorium untuk pengukuran kadar air tanah, analisis C-organik dan pH tanah.

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih kacang hijau, alkohol 70%, sampel tanah, cacing tanah, dan bahan-bahan lain untuk analisis C-organik dan pH tanah, 1 ton ha⁻¹ pupuk kandang kotoran ayam = 625 g per petak dan 200 kg ha⁻¹ pupuk majemuk = 125 g per petak.

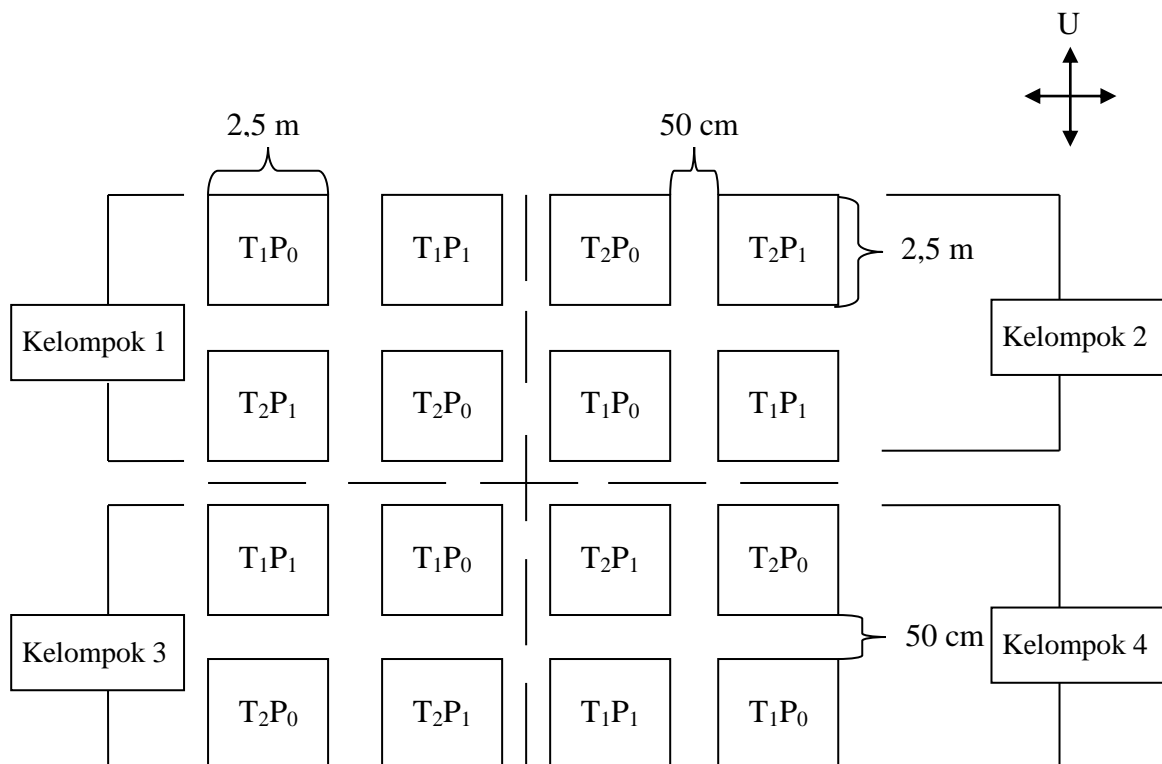
3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan empat kelompok. Faktor pertama yaitu sistem olah tanah (T) terdiri dari olah tanah minimum (T₁) dan

olah tanah intensif (T_2). Sedangkan faktor kedua yaitu pemupukan (P) terdiri dari tanpa pupuk (P_0) dan aplikasi pupuk (P_1). Berdasarkan kedua faktor di atas, maka diperoleh empat kombinasi perlakuan yaitu:

1. T_1P_0 = olah tanah minimum + tanpa pupuk
2. T_1P_1 = olah tanah minimum + aplikasi pupuk (pupuk kandang 1 ton ha^{-1} = 625 g per petak dan 200 kg ha^{-1} pupuk majemuk = 125 g per petak)
3. T_2P_0 = olah tanah intensif + tanpa pupuk
4. T_2P_1 = olah tanah intensif + aplikasi pupuk (pupuk kandang 1 ton ha^{-1} = 625 g per petak dan 200 kg ha^{-1} pupuk majemuk = 125 g per petak)

Berikut ini merupakan denah tata letak percobaan tanaman kacang hijau di LLT Gedung Meneng.



Keterangan : Ukuran petak = 2,5 m x 2,5 m;

T_1 = Olah tanah minimum, T_2 = Olah tanah intensif,

P_0 = Tanpa pupuk, P_1 = Aplikasi pupuk.

Gambar 2. Tata letak percobaan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di LLT Gedung Meneng.

Data yang diperoleh kemudian diuji homogenitas ragam antar perlakuan dengan Uji Bartlett dan kementerian data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, pengaruh perlakuan terhadap masing-masing variabel akan diuji dengan menggunakan analisis ragam. Selanjutnya apabila pengaruh perlakuan terhadap variabel nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara pH tanah, C-organik tanah, suhu tanah, dan kadar air tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah maka dilakukan Uji Korelasi.

3.4 Sejarah Lahan Penelitian

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini terletak di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini merupakan penelitian musim tanam kedua, dimana pada musim tanam pertama komoditas yang ditanam adalah tanaman jagung pada bulan Desember 2016 - Februari 2017.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pengolahan Lahan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua sistem olah tanah, yaitu olah tanah minimum dan olah tanah intensif. Lahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi ke dalam 16 petak percobaan sesuai dengan perlakuan dengan ukuran tiap petaknya 2,5 m x 2,5 m. Pada petak olah tanah minimum, tanah diolah seminimum mungkin yaitu hanya dilakukan pembersihan gulma dan sisa tanaman sebelumnya dijadikan sebagai mulsa penutup tanah dan disusun secara larik sebanyak tiga larik di dalam petak lahan. Sedangkan pada petak olah tanah intensif, tanah diolah dengan cara pembersihan gulma kemudian tanah dibalik menggunakan cangkul atau tanah diolah secara sempurna.

3.5.2 Penanaman

Benih kacang hijau yang digunakan berasal dari varietas Kutilang. Penanaman benih kacang hijau dilakukan satu minggu setelah pengolahan tanah. Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tanam dimana setiap lubang tanam berisi 4 benih kacang hijau dengan jarak tanam yang digunakan 30 cm x 70 cm sehingga dalam 1 petak lahan perlakuan terdapat 4 baris tanam dengan populasi tanaman sebanyak 28 tanaman.

3.5.3 Pemupukan

Pupuk yang digunakan dalam percobaan ini adalah pupuk kandang dan pupuk majemuk. Pemberian pupuk kandang dan pupuk majemuk diberikan sebanyak satu kali selama masa tanam secara bersamaan dengan cara mencampur pupuk kandang dan pupuk majemuk kemudian diaplikasikan secara larik antar jarak tanaman kacang hijau pada 7 HST. Dosis pupuk yang diberikan untuk pupuk kandang sebanyak 1 ton ha⁻¹ dan pupuk majemuk (15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O) sebanyak 200 kg ha⁻¹. Sehingga setiap petak percobaan perlakuan aplikasi pupuk, pupuk kandang diberikan sebanyak 625 g per petak dan pupuk majemuk (15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O) sebanyak 125 g per petak. Untuk lahan dengan perlakuan tanpa pupuk, tidak dilakukan pemupukan.

3.5.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman kacang hijau yaitu dengan penyulaman, penyiraman, dan penyiangan gulma tanaman kacang hijau. Penyulaman tanaman kacang hijau dilakukan satu minggu setelah tanam. Penyulaman dilakukan dengan cara memilih tanaman kacang hijau yang pertumbuhannya baik kemudian ditanam di petak lahan yang tidak tumbuh tanaman kacang hijaunya. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan menggunakan gembor. Penyiangan gulma yang dilakukan pada petak sistem olah tanah minimum yaitu dengan cara memotong gulma secara manual menggunakan gunting, kemudian gulma dikembalikan ke permukaan

tanah petak olah tanah minimum dan dijadikan sebagai mulsa penutup tanah. Penyiangan gulma yang dilakukan pada sistem olah tanah intensif yaitu dengan cara mencabut gulma dan diletakkan di luar lahan sehingga lahan bersih dari gulma.

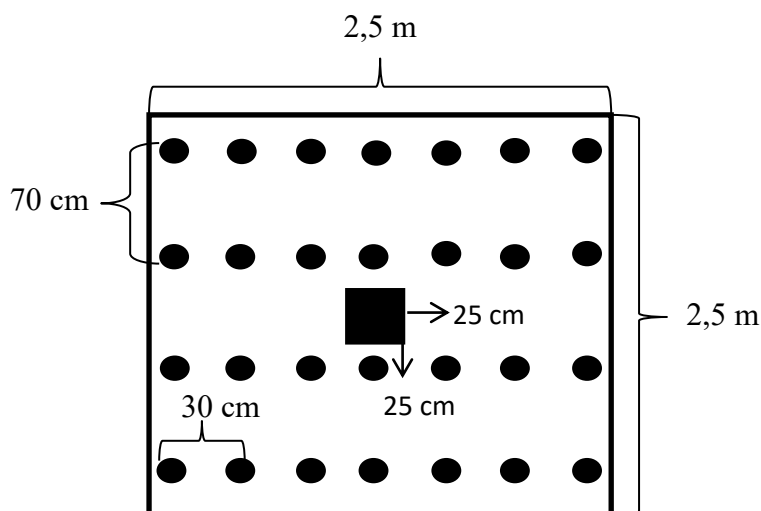
3.5.5 Analisis Laboratorium

Analisis tanah C-organik dan pengukuran kadar air tanah serta pH tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sedangkan untuk pengukuran suhu dilakukan langsung di lahan bersamaan dengan pengambilan tanah dengan menggunakan alat thermometer tanah.

3.5.6 Pengambilan Sampel Cacing Tanah

Pengambilan sampel cacing tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu sebelum dilakukan olah tanah, fase vegetatif (40 HST) dan setelah panen (80 HST). Pengambilan sampel cacing tanah diawali dengan menandai tanah seluas 25 cm x 25 cm menggunakan patok kayu yang berada di tengah-tengah petak percobaan kemudian tanah digali dengan kedalaman lapisan tanah 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm. Tanah hasil galian dihitung jumlah cacing tanahnya pada setiap lapisan dengan menggunakan metode (*hand sorting*) yaitu memisahkan cacing dari tanah secara manual satu persatu menggunakan tangan. Setiap cacing dan kokon yang diperoleh pada tiap lapisan kemudian dimasukkan ke dalam plastik yang berisi tanah dan diberi label sesuai perlakuan. Setelah itu, cacing tanah dicuci dengan air bersih, dihitung dan ditimbang biomasnya. Setiap cacing dewasa yang didapat dimasukkan ke dalam tabung tertutup yang berisi alkohol 70% untuk diidentifikasi berdasarkan bagian-bagian tubuh cacing tanah seperti setae, tipe mulut, dan klitelum. Identifikasi cacing tanah yang diperoleh dilakukan di Laboratorium berdasarkan panduan buku Biologi Tanah Hanafiah (2005) dan deskripsi cacing tanah oleh Edwards and Loffy (1977).

Berikut lokasi pengambilan sampel cacing tanah di petak percobaan pertanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)



Keterangan:

- = Tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)
- = Pengambilan sampel cacing tanah pada tiga lapisan kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm pada petak pertanaman kacang hijau.

Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel cacing tanah pada petak percobaan lahan pertanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di LLT Gedung Meneng.

3.6 Variabel Pengamatan

Adapun variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Populasi cacing tanah (ekor m^{-2})

Populasi cacing tanah dihitung dengan menggunakan metode *hand sorting* dan ditetapkan dalam satuan ekor m^{-2} . Perhitungan populasi cacing tanah dihitung dengan rumus:

$$\text{Populasi Cacing Tanah (ekor } m^{-2}) = \frac{\sum(\text{cacing dewasa} + \text{cacing kecil} + \text{kokon (telur cacing)})}{\text{Luas petak sampel (} m^2)}$$

2. Biomassa cacing tanah (g m^{-2})

Biomassa cacing tanah ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik dan ditetapkan dalam satuan g m^{-2} . Perhitungan biomassa cacing tanah dihitung dengan rumus:

$$\text{Biomassa Cacing Tanah (g } m^{-2}) = \frac{\sum(\text{bobot cacing dewasa} + \text{bobot cacing kecil} + \text{bobot kokon (telur cacing)})}{\text{Luas petak sampel (} m^2)}$$

3. Genus/famili cacing tanah

Identifikasi cacing tanah dilakukan menggunakan mikroskop berdasarkan letak *klitelum*, *prostomium*, dan *setae*.

Variabel pendukung yang diamati, diambil bersamaan dengan pengambilan sampel cacing tanah. Variabel pendukung yang diamati adalah:

1. Kadar air tanah (%)

Pengukuran kadar air tanah menggunakan metode gravimetrik ditetapkan dalam satuan (%). Bobot basah tanah ditimbang sebanyak 10 gram, dibungkus dengan aluminium foil yang sebelumnya telah ditimbang bobotnya, dioven selama 24 jam pada suhu 105 °C, kemudian ditimbang bobot kering tanah dikurangi dengan berat bungkus. Kadar air tanah dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ kadar air tanah} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot akhir}} \times 100$$

2. Suhu tanah (°C)

Pengukuran suhu tanah dengan menggunakan alat termometer tanah.

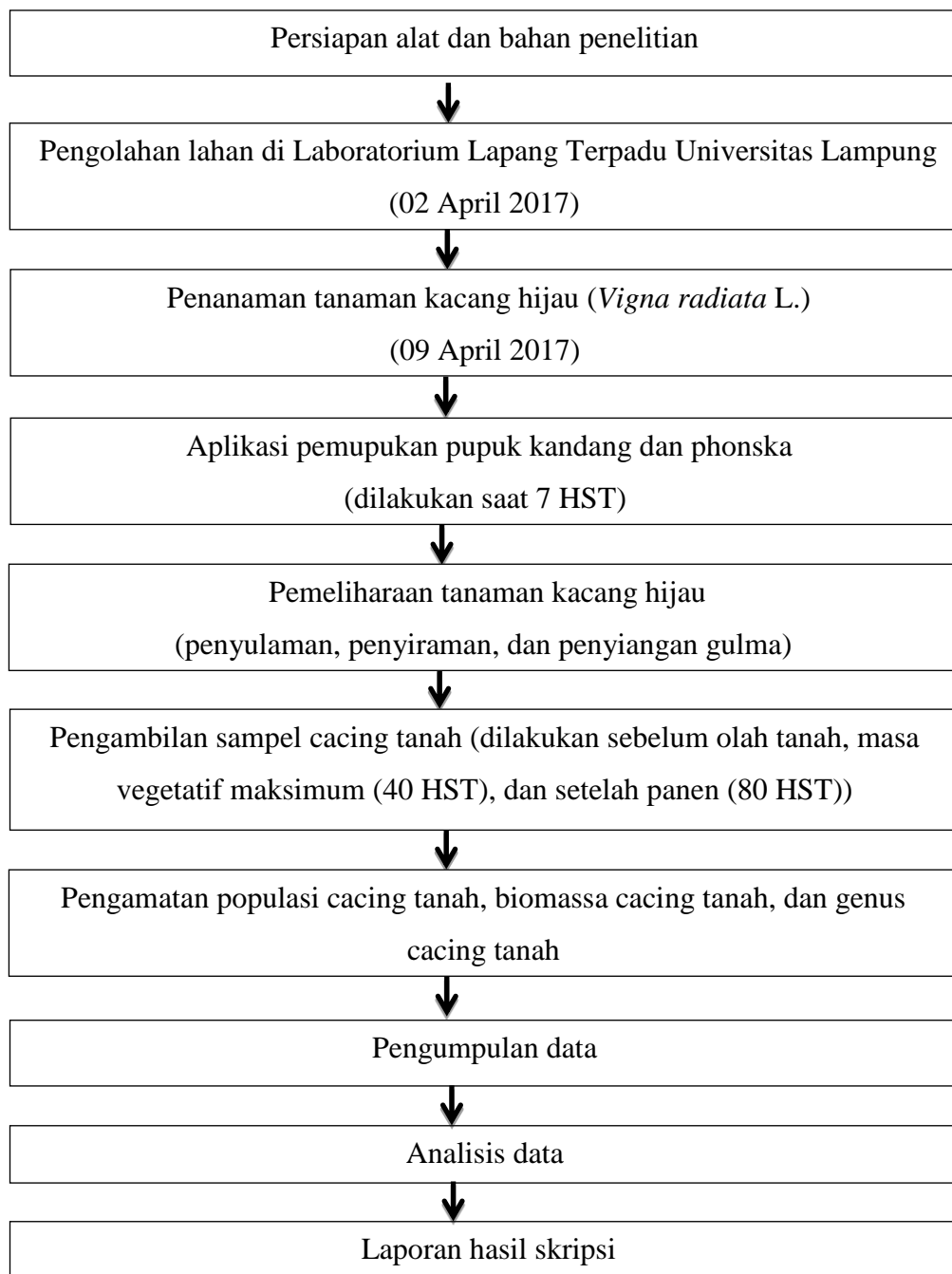
Termometer ditusukkan ke dalam tanah pada saat akan mengambil sampel cacing tanah pada lokasi tersebut, diamati dan dicabut kembali.

3. pH tanah (H₂O)

Pengukuran pH tanah dengan menggunakan metode elektrometrik. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan cara menimbang tanah dan aquades dengan perbandingan 1 : 2,5, selanjutnya larutan tersebut dikocok dan didiamkan selama 30 menit lalu diukur pH tanahnya.

4. C-organik tanah (%)

Analisis C-organik dilakukan dengan menggunakan Metode *Walkey and Black*. Analisis dilakukan dengan menimbang 1 g tanah kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml, ditambah 10 ml K₂Cr₂O₇ 1 N dan dikocok selama 30 menit. Sebanyak 20 ml H₂SO₄ pekat ditambahkan kedalam sampel dan dikocok lagi lalu dibiarkan selama 30 menit sambil sesekali dikocok. Setelah itu sampel ditambah dengan aquadest 100 ml, H₃PO₄ 5 ml, dan indikator difenilamin sebanyak 1 ml. Sampel dititrasi dengan larutan FeSO₄ 1 N hingga warna berubah jadi hijau lalu volume titran dicatat.



Gambar 4. Skema alur kerja penelitian pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di LLT Gedung Meneng.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Populasi dan biomassa total cacing tanah pada perlakuan OTM nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan OTI. Aplikasi olah tanah minimum lebih tinggi terhadap populasi dan biomassa cacing tanah di kedalaman 0-10 cm.
2. Pemupukan berupa pupuk organik dan anorganik tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.
3. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.
4. Hasil identifikasi cacing tanah dengan menggunakan mikroskop bahwa cacing tanah digolongkan ke dalam famili *Megascolecidae* dengan genus *Pheretima*.

5.2 Saran

Jika dilakukan penelitian serupa mengenai sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah maka perlu dilakukan analisis tanah awal kemudian analisis tanah setelah diberikan perlakuan dan perlu di perhatikan lagi untuk dosis pupuk yang digunakan agar pengaruh dari perlakuan yang diberikan lebih terlihat perbedaannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Rachman. 1998. Peranan Pengolahan Tanah dalam Meningkatkan Kesuburan (Fisika, Kimia, dan Biologi) Tanah. *Prosiding Seminar Nasional VI Budidaya Olah Tanah Konservasi*. Padang. 14-25.
- Afgani, J.A., A. Niswati, M. Utomo, dan S. Yusnaini. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Polinela Bandar Lampung, Lampung. *J. Agrotek Tropika*, 6(1): 50-55.
- Ansyori. 2004. Potensi Cacing Tanah Sebagai Alternatif Bio-Indikator Pertanian Berkelanjutan. *Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air, Edisi Kedua*. IPB Press. Bogor.
- Awang, T.R. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organonitrofos dan Pupuk Inorganik terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Produksi Kacang Hijau di Lampung*. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>. Diakses pada 18 September 2018.
- Baldivieso-Freitas, P., J.M. Blanco-Moreno, M. Guitierrez-Lopez, J. Peigne, A. Perez-Ferrer, D. Trigoaza, and F.X. Sans. 2018. Earthworm abundance response to conservation agriculture practices in organic arible farming under Mediterranean climate. *Pedobiologia-Jurnal of Soil ecology*.

- Batubara, M.H., A. Niswati, S. Yusnaini, dan M.A.S. Arif. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum*). *J. Agrotek Tropika*, 1 (1): 107-112.
- Buck, C., M. Langmaack, and S. Schrader. 1999. Nutrient Content of Earthworm Cast Influenced by Different Mulch Types. *Eur. Soil. Bio. J.* 55: 23-30.
- Cahyono. 2008. *Kacang Hijau, Teknik Budidaya dan Analisis UsahaTani*. Aneka Ilmu. Semarang. 122 hlm.
- Chan, K.Y. 2001. An overview of some tillage impact on earthworm population abundance and diversity-implications for functioning in soils. *Soil and Tillage Research*, 57 (4): 179-191.
- Chandra, D., I.R. Banuwa, N.A. Afriyanti, dan Afandi. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida terhadap Kehilangan Unsur Hara dan Bahan Organik Akibat Erosi pada Pertanaman Jagung Musim Tanam Ketiga di LTPD Universitas Lampung. *J. Agrotek Tropik.*, 6 (1); 56-65.
- Edward, C.H and J.R. Lofty. 1977. *Biology of Earthworm*. London. Chapman and Hall. pp. 77-221.
- Elpawati., S. D. Dara, dan Dasumiati. 2015. Optimalisasi Penggunaan Pupuk Kompos dengan Penambahan *Effective Microorganism* 10 (EM₁₀) pada Produktivitas Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Biologi*, 8 (2): 77-87.
- Eriksen-Hamel, N.S., A.B. Speratti, J.K. Whalen, A. Legere, and C.A. Madramootoo. 2009. Earthworm populations and growth rates related to long-term crop residue and tillage management. *Soil Tillage Res.* 104, 311–316.
- Fitriana, M., A. Kurnianingsih, dan O. Handani. 2017. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Universitas Sriwijaya. Palembang. 12 hlm.
- Hakim, N., M.Y. Nyapka., A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Dina, G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Handayanto, E dan K. Hairiah. 2007. *Biologi Tanah, Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta. 194 hlm.

- Hanafiah, K.A., A Napoleon, dan N. Ghoffar. 2005. *Ekologi dan Mikrobiologi Tanah*. Rajawali Press. Jakarta. 157 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hlm.
- Indria, A.T. 2005. Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Pemberian Macam Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Irawan, Y. 2018. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa Akar, Kepadatan Tanah, Kadar Air Tanah, dan Kerapatan Isi Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Lahan Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 89 hlm.
- Jayanthi, R., Widhiastuti, dan E. Jumilawaty. 2014. Komposisi Komunitas Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Organik dan Anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik*, 2 (1): 1-76.
- Kariyasa. 2005. Sistem Integrasi Tanaman – Ternak dalam Prespektif Reorientasi Kebijakan Subsidi Pupuk dan Peningkatan Pendapatan Petani. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*, 2 (11): 1-6.
- Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN) BIP Irian Jaya. 1994. *Pengolahan Tanah Minimum (Minimum Tillage)*. Balai Informasi Penelitian Irian Jaya. Jayapura. 3 hlm.
- Lestari, T. 2009. *Dampak Konversi Lahan Pertanian Bagi Taraf Hidup Petani*. Makalah Kolokium. Deprtemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat tanggal 21 April 2009. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lingga, P. dan Marsono. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 162 hlm.
- Manurung, R.J., Yusfiati, D.I. Roslim. 2014. Pertumbuhan Cacing Tanah (*Perionyx* sp) pada Dua Media. *JOM FMIPA*, 1 (2): 291-302.
- Maulida, A. 2015. *Budidaya Cacing Tanah Unggul Ala Adam Cacing*. Penerbit PT Agro Media. Jakarta Selatan.

- Minardi S., S. Hartati, dan Pardono. 2014. Imbangan Pupuk Organik dan Anorganik Pengaruhnya terhadap Hara Pembatas dan Kesuburan Tanah Lahan Sawah Bekas Galian C pada Hasil Jagung (*Zea mays* L). *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 11 (2): 122-129.
- Musa, L., A. Muklis dan Rauf. 2006. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Foundametal of Soil Science)*. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Niswati, A., N.Y.L.H. Sari, dan H. Buchori. 2013. Populasi, biomassa dan keanekaragaman cacing tanah pada lahan bekas alang-alang (*Imperata cylindrica* L.) yang diperlakukan tanpa olah tanah. *Proseding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat*. Pontianak. Vol 1: 677-788.
- Nurida, N. L. 2001. Pembukaan Lahan Secara Tebas Bakar Hubungannya dengan Tingkat Populasi dan Aktivitas Organisme Tanah. *Makalah falsafah Sains (PPS 702)*. Program Pascasarjana/S3.IPB. 18 hlm.
- Padmanabha, I.G., I.M. Arthagama, dan I.N. Dibia. 2014. Pengaruh Dosis Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) dan Sifat Kimia Tanah pada Inceptisol Kerambitan Tarahan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 3 (1): 41-50.
- Palungun, R. 2006. *Sukses Beternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hlm.
- Pamungkas, N. C., I. S. Banuwa, dan M. Z. Kadir. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Fase Generatif Tanaman Singkong (*Manihot utilissima*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5 (1) : 35-42.
- Pulung, M. A. 2005. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 287 hlm.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rukmana, H.R. 1999. *Budi Daya Cacing Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Salamah, M. H. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas Terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Lahan Pertanaman Tebu Tahun ke-5. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 47 hlm.

- Saraswati, R., E. Husen, dan R. D. M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 271 hlm.
- Sari, Y.K., A. Niswati, M.A.S. Arif, dan S. Yusnaini. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Ubi Kayu (*Manihot utilissima*). *J. Agrotek Tropika*, 3(3): 422-426.
- Sembiring, F. A., S. Yusnaini, H. Buchari, dan A. Niswati. 2014. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Lahan Bekas Alang-Alang (*Imperata cylindrica* L.) yang Ditanami Kedelai (*Glycine max* L.) Musim Kedua. *Jurnal Agrotek Tropika*, 2 (3): 475-481.
- Siddique, J. 2005. Growth and reproduction of earthworm (*Eisenia fetida*) in different organic media. *Journal of Zoology*, 37(3): 211 - 214.
- Simanungkalit, R. D. M., A.S. Didi, S. Rasti, S. Diah, dan H. Wiwik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat.
- Situmorang, K. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Mulsa Bagas Jangka Panjang pada Lahan Tebu PT. GMP Ratoon Ke-1 Periode 2 Terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah serta Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Six, J., E.T. Elliot, and K. Paustian. 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage system. *Soil Sci. Am.* J.63: 1350- 1358.
- Soedijanto, H. 1980. *Pupuk Kandang Hijau Kompos*. Bumi Restu. Jakarta. 50 hlm.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 4 (1); 13-25.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik. Permasalahan dan Pengembangannya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 219 hlm.
- Suwardjo, H., A. Abdurachman, and S. Abujamin. 1989. The use of crop residue mulch to minimize tillage frequency. *Pembrit. Penel. Tanah dan Pupuk* 8: 31-37.

- Suwardjo, H dan A. Dariah. 1995. Teknik Olah Tanah Konservasi untuk Menunjang Pengembangan Pertanian Lahan Kering yang Berkelanjutan. *Prosiding. Seminar Nasional*. Bandar Lampung. 8-13.
- Syam, A. 2003. Efektivitas Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Produktivitas Padi di Lahan Sawah. *Jurnal Agrivigor*, 3 (2): 232-244.
- Tian, G., L. Brussaard and B. T. Kang. 1992. Breakdown of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions : Effect of earthworms and millipedes. *Soil Biol. Biochem.* 27 (3): 277-280.
- Tiwari, S. C. 1993. Effects of Organic Manure and NPK Fertilization on Earthworm Activity in an Oxisol. *J. Biology and Fertility of Soils*, 16: 293-295.
- Tunsiyah. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Mulsa *in Situ* terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 1990. *Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah, Teknologi untuk Pertanian Berkelanjutan*. Direktorat Produksi Padi dan Palawija Departemen Pertanian. Jakarta.
- Utomo, M. 2004. Olah Tanah Konservasi untuk Budidaya Jagung Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional IX Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*. Gorontalo, 6-7 Oktober, 2004. 18-35.
- Utomo, M., H. Buchari, I. S. Banuwa. 2012. *Olah Tanah Konservasi: Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca Pertanian Tanaman Pangan*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 94 hlm.
- Wibowo, S. 2015. Hubungan Cacing Tanah dengan Kondisi Fisik, Kimia, dan Mikrobiologis Tanah Masam Ultisol di Daerah Lampung Utara. *Jurnal AGRI PEAT*, 16 (1): 46-56.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 258 hlm.
- Yusnaini, S., M.A.S. Arif, J. Lumbanraja, S.G. Nugroho, dan M. Monaha. 2004. Pengaruh Jangka Panjang Pemberian Pupuk Organik dan Inorganik serta Kombinasinya terhadap Perbaikan Kualitas Tanah Masam Taman Bogo. *Jurnal Tanah Tropika*. 18 (7): 155-162.