

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N
JANGKA PANJANG TERHADAP KELIMPAHAN DAN BIOMASSA
CACING TANAH PADA TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)
DI TANAH ULTISOL POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE 35**

(Skripsi)

Oleh

**Meidita Husnulia Pubianturi
1954181005**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG TERHADAP KELIMPAHAN DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI TANAH ULTISOL POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE 35

Oleh

Meidita Husnulita Pubianturi

Populasi dan biomassa cacing tanah dapat dipengaruhi oleh olah tanah dan pemupukan. Sistem olah tanah yang tepat dapat menjadi habitat cacing tanah karena tidak mengganggu cacing tanah, sedangkan pemupukan yang tepat dapat membantu percepatan dekomposisi bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh olah tanah dan pemupukan nitrogen serta interaksinya terhadap populasi dan biomassa cacing tanah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial 3 x 2 dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang terdiri dari T_1 = Olah Tanah Intensif (OTI), T_2 = Olah Tanah Minimum (OTM) T_3 = Tanpa Olah Tanah (TOT), dan Faktor kedua adalah pemupukan nitrogen yaitu $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ dan $N_2 = 50 \text{ kg N ha}^{-1}$. Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan aditifitasnya dengan uji Tukey setelah asumsi terpenuhi data diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara C-Organik, pH tanah, suhu tanah dengan kelimpahan dan biomassa cacing tanah. Identifikasi cacing tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah yang mengacu buku *Biology of Earthworm* Springer US. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi dan biomassa cacing tanah pada tanpa olah tanah lebih tinggi daripada olah tanah minimum dan olah tanah intensif di kedalaman 10-20 cm pada pengamatan sebelum olah tanah. Pemupukan nitrogen tidak berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada setiap pengamatan. Sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen tidak terdapat interaksi terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada setiap pengamatan.

Kata kunci: Cacing tanah, nitrogen, dan sistem olah tanah.

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N
JANGKA PANJANG TERHADAP KELIMPAHAN DAN BIOMASSA
CACING TANAH PADA TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)
DI TANAH ULTISOL POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE 35**

Oleh

Meidita Husnulia Pubianturi

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG TERHADAP KELIMPAHAN DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI TANAH ULTISOL
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE-35

Nama Mahasiswa

Meidita Hunsulia Pubianturi

NPM

1954181005

Program Studi

Ilmu Tanah

Fakultas

Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.

NIP 196305081988112001

Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.

NIP 198404012012122002

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.

NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Sc.

Sekretaris

: Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.

Penguji

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

2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

0811181989021002



Tanggal Lulus Ujian

: 10 Januari 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Tanah Ultisol Politeknik Negeri Lampung Tahun Ke 35”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek penelitian yang di dominasi oleh DIPA BLU LPPM Universitas Lampung yang dilakukan Bersama oleh dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2022, yaitu :

1. Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.
2. Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
4. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya penulisan ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian 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, 15 Februari 2024

Penulis,



Meidita Husnulia Pubianturi
NPM 1954181005

RIWAYAT HIDUP

Meidita Husnulia Pubianturi. Penulis dilahirkan di Kota Metro pada 15 Mei 2001. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Khaidir Karim Pubian dan Ibu Febrita S. Nata. Penulis memulai pendidikan formal di SD Pertiwi Teladan Kota Metro pada tahun 2007-2013, lalu melanjutkan pendidikan di SMP Kartikatama Kota Metro pada tahun 2013-2016 dan selanjutnya menempuh pendidikan di SMA Negeri 3 Kota Metro pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur seleksi SMMPTN Barat. Penulis pernah menjadi asisten praktikum di beberapa mata kuliah seperti Dasar-Dasar Ilmu Tanah dan Praktik Pengenalan Pertanian. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada Januari 2022 di 29 Banjarsari Kelurahan Purwoasri, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum di UPB BBI Pekalongan Lampung Timur. Penulis juga aktif dalam organisasi internal kampus pada tingkat jurusan berupa organisasi Gamatala menjadi anggota Bidang Pendidikan dan Pelatihan (2021-2022).

MOTTO

“Buatlah tujuan untuk hidup, kemudian gunakan segenap kekuatan untuk
mencapainya kamu pasti berhasil”

(Utsman Bin Affan)

“Tidak perlu menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena orang yang
mencintaimu tidak memerlukannya dan orang yang membencimu tidak akan
peduli”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Segala sesuatu yang baik selalu datang di saat terbaiknya. Persis waktunya, tidak
lebih cepat ataupun tidak lebih lambat”

(Tere Liye)

“Jadilah dewasa. Terimalah apa yang harus diterima, dan berilah apa yang harus
diberi”

(Hospital Playlist)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Tanah Ultisol Politeknik Negeri Lampung Tahun Ke 35”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu kepada :

1. Dr.Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ir. Hery Novpriyansah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof.Dr.Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku dosen pembimbing utama atas bimbingan, nasihat, ilmu, dan motivasi selama penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua atas ide, bimbingan, motivasi, nasihat, serta kesabarannya selama penulis menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir, sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi.

6. Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si., selaku pembimbing akademik atas arahan, saran, motivasi, arahan, dan bimbingan yang telah diberikan selama penulis melaksanakan perkuliahan.
7. Kedua orangtuaku tercinta Ibu Febrita S. Nata dan Bapak Khaidir Karim Pubian yang telah mencurahkan segala dukungan, kasih sayang, cinta, serta do'a yang tulus dan semangat sepanjang hidup penulis.
8. Kakak-kakakku Muftia Elda Richa, Riswanda Dadan Daniswara, Nurnita Ferdilla, Syafrudin Prawira Nugroho yang terus memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
9. Sahabat-sahabatku, Ade Putri Aisyah, Ersya Julia Ananda, Ezta Kharisma Wijayanti, Tri Lestari, Zakiyya Nabeela Albajili atas kerja samanya, semangat, keceriaan, motivasi serta do'a yang tulus sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
10. Adytya Kusuma Wardana selaku partner setanah air yang saling memberikan semangat, senantiasa membantu penulis, berbagi keluh-kesah, dan tempat berdiskusi.
11. Teman-teman satu tim penelitian Rachel, Annida, Selfy, Ezta, Zakiyya, Ersya, dan Mahadma atas kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian.
12. Teman-teman tercinta Ilmu Tanah 2019 dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu, memberikan semangat, do'a dan kebahagiaan kebersamaan selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT memberikan rahmat dan pahala yang berlimpah pada mereka dan menjadikannya sebagai ibadah. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat, Aamiin.

Bandar Lampung, 15 Februari 2024

Penulis

Meidita Husnulia Pubianturi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Sistem Olah Tanah	8
2.2 Pemupukan Nitrogen	10
2.3 Cacing Tanah	11
2.3.1 Morfologi Cacing Tanah.....	11
2.3.2 Ekologi Cacing Tanah.....	12
2.3.3 Siklus Hidup Cacing Tanah	13
2.3.4 Peran Cacing Tanah	14
2.3.5 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Cacing Tanah	15
2.4 Pengaruh Olah Tanah terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah.....	15
2.5 Pengaruh Pemupukan N terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah.....	17
2.6 Tanaman Kacang Hijau.....	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian	22
3.3.1 Sejarah Lahan	22
3.3.2 Persiapan Lahan	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	24

3.4.1 Pengambilan Sampel Cacing Tanah.....	24
3.4.2 Pengolahan Tanah	25
3.4.3 Penanaman	25
3.4.4 Pemupukan	25
3.4.5 Pemeliharaan	26
3.4.6 Panen	26
3.5 Variabel Pengamatan	26
3.5.1 Variabel Utama	26
3.5.2 Variabel Pendukung	27
3.5.2.1 Suhu	29
3.5.2.2 Kadar Air	29
3.5.2.3 C-Organik	29
3.5.2.4. pH Tanah.....	30
3.6 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Populasi Cacing Tanah.	31
4.2. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Biomassa Cacing Tanah.....	33
4.3. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Suhu Tanah, Kadar Air Tanah, pH Tanah, dan C-Organik Tanah.	34
4.4. Korelasi antara Suhu Tanah, Kadar Air Tanah, pH Tanah, dan C- Organik Tanah dengan Populasi dan Biomassa Cacing Tanah	37
4.5. Identifikasi Cacing Tanah	38'
V. SIMPULAN DAN SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Kerangka Pemikiran.....	7
2. Morfologi Tubuh Cacing Tanah.....	12
3. Bagan <i>Timeline</i> Sejarah Penelitian.....	23
4. Tata Letak petak.....	24
5. Bentuk Klitelum.....	28
6. Bentuk Prostomium (a) Zygolobus, (b) Prolobous, (c) dan (d) Epilobous, (e) Tanylobous (Edwards and Lofty, 1977).	28
7. Tipe setae, Lumbrisin (1) closely-paired, (2) widely-paired dan (3) distant-paired, dan (4) perichaetine arrangement (Edwards and Lofty, 1977).	28
8. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Suhu Tanah.....	35
9. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap Kadar Air.....	35
10. Identifikasi Cacing Tanah Berdasarkan (a) Letak Klitelum (Alat Reproduksi), (b) Prostomium (Alat Mulut) dan (c) Setae (Bulu Halus).....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Populasi Cacing Tanah pada Pengamatan Sebelum Olah Tanah di Kedalaman 10-20 cm.....	31
2. Biomassa Cacing Tanah pada Pengamatan Sebelum olah tanah di Kedalaman 10-20 cm.....	33
3. Hasil Analisis Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen terhadap C- organik dan pH Tanah dengan Populasi dan Biomassa Cacing Tanah.	36
4. Uji Korelasi antara Suhu Tanah, Kadar Air Tanah, pH Tanah, dan C- organik Tanah dengan Populasi Cacing Tanah.....	38
5. Uji Korelasi antara Suhu Tanah, Kadar Air Tanah, pH Tanah, dan C- organik Tanah dengan Biomassa Cacing Tanah.	38
6. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).....	46
7. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$).....	46
8. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$).....	46
9. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$).....	47

10. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).....	47
11. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	47
12. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	48
13. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	48
14. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).....	48
15. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	49
16. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	49
17. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	49
18. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).....	50
19. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	50
20. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	50

21. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	51
22. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).	51
23. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	51
24. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	52
25. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	52
26. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).	52
27. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	53
28. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	53
29. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	53
30. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).	54
31. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	54
32. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	54

33. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).....	55
34. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).....	55
35. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	55
36. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	56
37. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Populasi Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	56
38. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).....	56
39. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	57
40. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	57
41. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	57
42. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).....	58
43. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5))......	58

44. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 58
45. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Sebelum Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 59
46. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli). 59
47. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 59
48. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 60
49. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi $x+0,5$). 60
50. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli). 60
51. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 61
52. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 61
53. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Setelah Olah Tanah pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi $(x+0,5)$). 61
54. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli). 62

55. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	62
56. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	62
57. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	63
58. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).	63
59. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	63
60. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	64
61. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Masa Vegetatif pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	64
62. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Asli).	64
63. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	65
64. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	65
65. Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	65
66. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Asli).	66

67.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	66
68.	Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 10-20 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	66
69.	Uji Aditifitas dan Hasil Analisis Ragam Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Biomassa Cacing Tanah Panen pada Kedalaman 0-10 cm (Data Transformasi (x+0,5)).	67
70.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Suhu (°C) Tanah pada Pengamatan Sebelum Olah Tanah.	67
71.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Suhu (°C) Tanah pada Pengamatan Setelah Olah Tanah.	67
72.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Suhu (°C) Tanah pada Pengamatan Masa Vegetatif.	68
73.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Suhu (°C) Tanah pada Pengamatan Panen.	68
74.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Kadar Air (%) Tanah pada Pengamatan Sebelum Olah Tanah.	68
75.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Kadar Air (%) Tanah pada Pengamatan Setelah Olah Tanah.	69
76.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Kadar Air (%) Tanah pada Pengamatan Masa Vegetatif.	69
77.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap Kadar Air (%) Tanah pada Pengamatan Panen.	69
78.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis (Balai Penelitian Tanah, 2005).	69
79.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap pH Tanah Awal.	70
80.	Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap pH Tanah Akhir.	70

81. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap C-Organik Tanah Awal.....	70
82. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N terhadap C-Organik Tanah Akhir.....	71
83. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Populasi Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.....	71
84. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Populasi Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.....	71
85. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Populasi Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.....	71
86. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Populasi Cacing Tanah pada Panen.....	72
87. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Biomassa Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.....	72
88. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Biomassa Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.....	72
89. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Biomassa Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.....	72
90. Hasil Uji Korelasi antara Suhu dengan Biomassa Cacing Tanah pada Panen.....	73
91. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Populasi Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.....	73
92. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Populasi Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.....	73
93. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Populasi Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.....	73
94. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Populasi Cacing Tanah pada Panen.....	74

95. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Biomassa Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.	74
96. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Biomassa Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.	74
97. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Biomassa Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.	74
98. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air dengan Biomassa Cacing Tanah pada Panen.	75
99. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Populasi Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.	75
100. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Populasi Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.	75
101. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Populasi Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.	75
102. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Populasi Cacing Tanah pada Panen.	76
103. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Biomassa Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.	76
104. Hasil Uji Korelasi Antara pH dengan Biomassa Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.	76
105. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Biomassa Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.	76
106. Hasil Uji Korelasi antara pH dengan Biomassa Cacing Tanah pada Panen.	77
107. Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Populasi Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.	77
108. Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Populasi Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.	77

109.	Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Populasi Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.....	77
110.	Hasil Uji Korelasi Antara C-Organik dengan Populasi Cacing Tanah pada Panen.....	78
111.	Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Biomassa Cacing Tanah pada Sebelum Olah Tanah.....	78
112.	Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Biomassa Cacing Tanah pada Setelah Olah Tanah.....	78
113.	Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Biomassa Cacing Tanah pada Masa Vegetatif.....	78
114.	Hasil Uji Korelasi antara C-Organik dengan Biomassa Cacing Tanah pada Panen.....	79

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah Ultisol merupakan tanah tua dengan tingkat pelapukan yang lanjut. Tanah ini memiliki sifat kimia dan fisik yang kurang baik, yaitu memiliki stabilitas agregat tanah yang buruk menyebabkan kepekaan yang besar terhadap erosi, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), pH tanah yang rendah, kejenuhan unsur Al tinggi, retensi P tinggi, serta bahan organik tanah yang rendah (Hardjowigeno, 2007). Namun, Tanah Ultisol memiliki sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan Indonesia. Tanah Ultisol memiliki potensi besar untuk dikembangkan bagi perluasan lahan pertanian untuk tanaman pangan jika pengelolaan tanah dan tanaman dilakukan secara tepat. Walaupun tanah ini memiliki kekurangan, tetapi tanah ini masih dapat memproduksi tanaman pangan seperti, jagung, padi, dan kacang hijau.

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu tanaman leguminoseae yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan merupakan tanaman kacang - kacangan yang paling banyak dibudidayakan setelah kedelai dan kacang tanah (Purwono, 2005). Permasalahan tanaman kacang hijau di tingkat petani adalah masih rendahnya produktivitas hasil. Produktivitas kacang hijau dapat mencapai 2,5 – 2,8 ton ha⁻¹ apabila lingkungan tempat tumbuhnya dalam keadaan baik (Azhari dkk., 2018). Permintaan kacang hijau setiap tahunnya terus meningkat. Kebutuhan kacang hijau nasional mencapai 350.000 ton per tahun untuk berbagai keperluan seperti pangan, benih dan pakan (Afandi, 2015). Kebutuhan nasional tersebut belum dapat dipenuhi karena menurut Kementerian Pertanian Republik

Indonesia (2019), produksi kacang hijau mengalami penurunan dari 241.334 ton pada tahun 2017 menjadi 234.718 ton pada tahun 2018.

Produktivitas tanaman berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Upaya peningkatan kesuburan tanah memerlukan teknik budaya yang tepat, salah satu kegiatan di dalam budidaya adalah pengolahan tanah. Pengolahan tanah didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan sebelum budidaya tanaman yang meliputi persiapan lahan. Sistem olah tanah terbagi menjadi dua yaitu olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK). OTI merupakan sistem olah tanah yang dilakukan sebanyak 2 kali dan menggunakan bajak singkal atau cangkul untuk bertujuan menggemburkan tanah. Olah tanah konservasi merupakan sistem olah tanah yang kegiatan pengolahannya dilakukan seminimal mungkin. Pada olah tanah konservasi terdapat dua cara yaitu olah tanah minimum dan tanpa olah tanah. Pada olah tanah minimum (OTM) tanah diolah seperlunya saja, serta dilakukan kegiatan pengoretan gulma pada permukaan tanah tanpa mengolah tanah secara mekanis dengan membuat alur kecil atau yang bisa disebut lubang tugal untuk bisa menempatkan benih supaya cukup kontak dengan tanah. Sistem tanpa olah tanah (TOT) dilakukan dengan tidak mengolah tanah secara mekanis, kecuali alur kecil atau lubang tugal untuk menempatkan benih agar cukup kontak dengan tanah. Prasyarat utama budidaya pertanian tanpa olah tanah yaitu adanya mulsa yang berasal dari sisa - sisa tanaman musim sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan tanah untuk melindungi tanah dari benturan langsung butiran hujan, disamping itu untuk menciptakan iklim mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman. Olah tanah konservasi dijelaskan sebagai sistem olah tanah yang bisa meningkatkan kualitas tanah. Hal ini disebabkan karena olah tanah bisa meningkatkan kualitas tanah (Utomo, 2015).

Kegiatan lain yang berperan dalam peningkatan kesuburan tanah selain olah tanah yang tepat adalah kegiatan pemupukan. Kegiatan pemupukan berperan dalam meningkatkan unsur hara di dalam tanah secara cepat tanpa mengurangi kesuburan tanah dan mampu meningkatkan pertumbuhan serta produksi tanaman (Sutanto, 2002). Hakim dkk, (1986) menyatakan bahwa dari semua unsur hara, nitrogen dibutuhkan paling banyak, tetapi ketersediaannya selalu rendah yang

disebabkan mobilitasnya yang sangat tinggi. Nitrogen umumnya dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, namun jumlahnya dalam tanah sedikit sehingga pemberian pupuk nitrogen yang tepat merupakan suatu keharusan untuk dapat memperoleh efisiensi pengelolaan dan hasil tanam yang tinggi (Utomo, 2012).

Berkaitan dengan hal tersebut, pengamatan tanah secara biologi adalah salah satu metode untuk menilai kesuburan tanah. Cacing tanah merupakan fauna tanah yang dapat dijadikan indikator kesuburan tanah. Cacing tanah merupakan makroorganisme tanah yang mampu menjaga sifat fisika tanah yaitu dengan adanya lubang jalan yang dibuat oleh cacing tanah yang dapat memperbaiki aerasi dan drainase sehingga oksigen dapat masuk ke dalam tanah untuk kehidupan hewan tanah lainnya dan tanah menjadi lebih gembur. Cacing tanah juga berperan dalam sifat kimia tanah melalui kotoran cacing tanah yang mengandung unsur hara yang sangat baik untuk tanaman. Cacing tanah membantu mempercepat proses mineralisasi yang terjadi di tanah karena dapat menyediakan substrat yang baik bagi organisme serta dapat memperbaiki struktur tanah (Hanafiah dkk., 2005). Menurut Utomo (2012), OTK dapat menjaga serta tidak merusak kelimpahan dan biomassa cacing tanah melalui adanya mulsa, yang dalam jangka panjang dapat menyuburkan tanah. Selain itu, kelembaban tanah yang tinggi pada sistem OTK dapat memacu serapan pupuk N, sehingga efisiensi pemupukan N meningkat. Menurut Niswati dkk., (1995) pemupukan nitrogen dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah. Hal ini disebabkan unsur N dapat membantu dalam pembentukan sel tubuh mikroorganisme. Semakin tinggi unsur N di dalam tanah maka total mikroorganisme semakin tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap kelimpahan dan biomassa cacing tanah pada lahan kacang hijau?
2. Apakah terdapat pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau?
3. Apakah terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi dan biomassa cacing di lahan kacang hijau?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau.
2. Mengetahui pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau.

1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol merupakan tanah yang kurang subur yang ditandai dengan rendahnya kandungan bahan organik dan unsur hara makro terutama N. Namun tanah ini tetap banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Hal ini dikarenakan saat ini tanah-tanah yang relatif subur semakin berkurang akibat penggunaan lahan yang tidak sesuai, maka pemanfaatan tanah-tanah yang relatif kurang subur seperti Ultisol tidak dapat dihindari (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Sehingga perlu upaya untuk bisa memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah tersebut agar dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian.

Menurut Utomo (2012), sistem pengolahan tanah dapat dibedakan menjadi dua yaitu olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK) yang terdiri dari tanpa olah tanah dan olah tanah minimum. Sistem OTI adalah sistem pengolahan tanah yang memanfaatkan lahan dengan intensitas yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang maksimum dengan cara melakukan penggarapan dan penggunaan tanah secara intensif, menggemburkan tanah, dan membolak-balikkan tanah sampai pada kedalaman 20 cm tanpa menambahkan sisa-sisa tanaman dan gulma sebagai mulsa yang dapat melindungi tanah dari erosi permukaan. Tujuannya untuk mendapatkan kondisi tanah yang diharapkan sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Namun, tanpa disadari, dalam waktu yang panjang sistem pengolahan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah baik dari segi fisik, kimia maupun biologi.

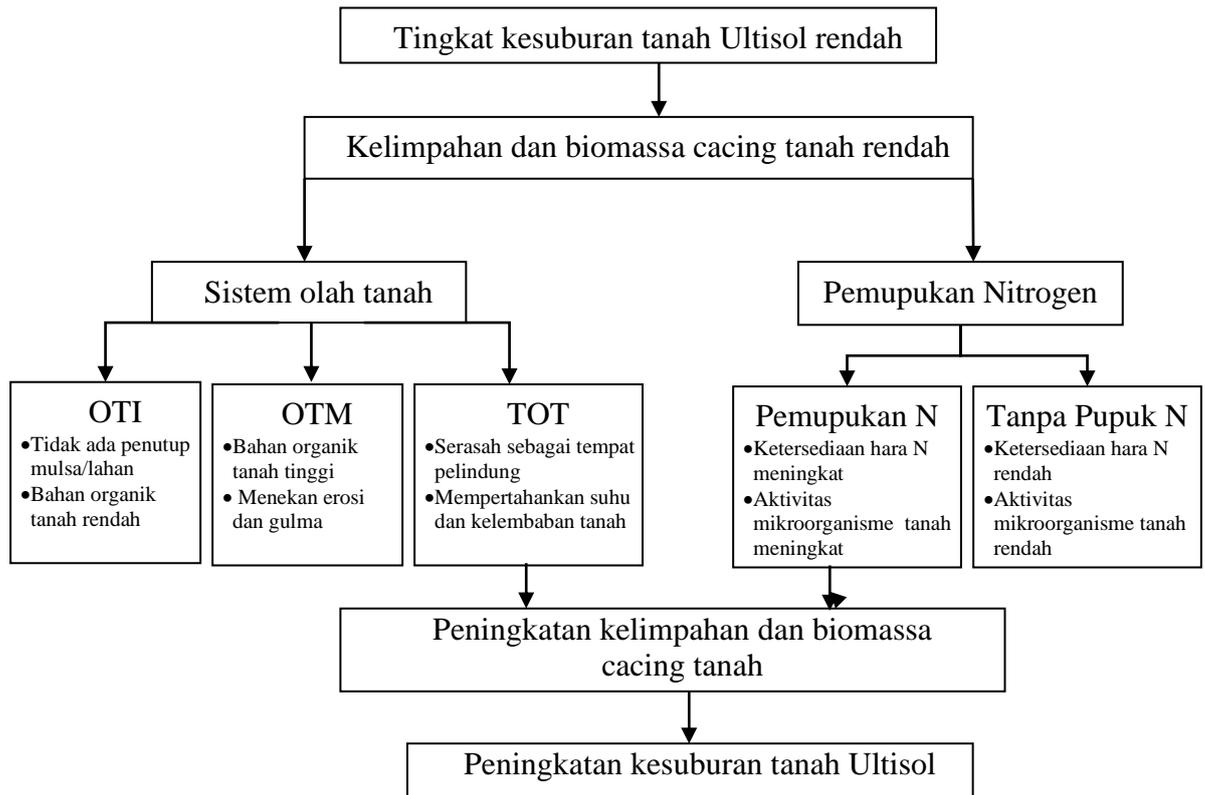
Sistem OTK mampu memperbaiki kesuburan tanah lebih baik dari pada sistem OTI. OTK terdiri dari dua sistem olah tanah yaitu olah tanah minimum (OTM) yang mana pengolahan tanahnya dimulai dari gulma dibabat dengan menggunakan alat mekanis kemudian dikembalikan ke lahan pertanaman dan tanpa olah tanah (TOT) yang mana pengolahan tanahnya dengan mengendalikan gulma menggunakan herbisida, gulma dibiarkan mati dan digunakan sebagai mulsa (Utomo, 2012). Gulma yang mati dan sisa-sisa tanaman tersebut berfungsi sebagai tempat berlindung dan sumber nutrisi bagi cacing tanah (Palungun, 2010).

Pulung (2005) menyatakan bahwa pada lahan yang tidak diolah atau tanah yang sedikit diolah, sisa-sisa tanaman atau seresah pada permukaan tanah merupakan sumber makan makanan bagi cacing tanah serta memberi kesempatan cacing untuk beradaptasi dengan perubahan musim. Menurut Utomo (2012), bahwa tidak adanya seresah atau sisa-sisa tanaman pada sistem olah tanah intensif yang dikembalikan ke lahan akan menyebabkan lahan memperoleh pengaruh langsung sinar matahari dan udara, sehingga suhu tanah dan evaporasi air meningkat. Buckman dan Brady (1992) juga menyatakan bahwa sisa-sisa tanaman di permukaan tanah bertindak sebagai mulsa yang dapat menahan kekeringan, sehingga dapat memperpanjang aktivitas cacing tanah dan memberikan kesempatan bagi cacing tanah untuk dapat beradaptasi dengan perubahan musim. Kehidupan cacing tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan abiotik tanah, antara lain : kelembaban tanah, keasaman tanah, suhu tanah, dan bahan organik tanah.

Menurut Kartasapoetra dan Sutedjo (1991) Penerapan cara tanpa olah tanah mampu memperbaiki kualitas tanah dengan meningkatkan keanekaragaman biota dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan C-Organik tanah, dan meningkatkan kandungan karbon melalui pengikatan karbon dalam tanah. Selain itu, sistem tanpa olah tanah paling baik dilakukan karna mampu menekan terjadinya aliran permukaan yang dapat menghilangkan adanya pencucian bahan organik

Pemupukan adalah suatu tindakan pemberian unsur hara ke tanah ataupun tanaman yang sesuai dan dibutuhkan agar tanaman tumbuh dan berkembang normal (Pulung, 2005). Nitrogen salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimum. Salah satu sumber hara nitrogen adalah pupuk urea. Unsur hara nitrogen pada pupuk urea ini mudah tercuci sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan seperti pemberian pupuk urea secara bertahap dan pemanfaatan bahan organik untuk meningkatkan daya menahan air dan kation-kation tanah, seperti mulsa organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman sebelumnya (Meade dkk., 2011).

Menurut Bara dan Chozin (2010), Cacing tanah merupakan mikroorganisme yang dapat dijadikan indikator kesuburan tanah yang dipengaruhi oleh kegiatan olah tanah maupun pemupukan. Pembalikan tanah secara sempurna yang dilakukan pada sistem olah tanah intensif menyebabkan terjadi suatu gangguan terhadap aktivitas cacing tanah sehingga keanekaragaman cacing tanah pun ikut berkurang. Pemupukan nitrogen juga diketahui mampu mempengaruhi aktivitas mikroorganisme di tanah. Semakin tinggi unsur N di dalam tanah maka banyak yang beraktivitas di dalam tanah, salah satunya adalah cacing tanah. Penelitian Niswati dkk., (1995) menyatakan bahwa penggunaan pupuk nitrogen secara berkelanjutan dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah. Hal ini disebabkan unsur N dapat membantu dalam pembentukan sel tubuh mikroorganisme. Semakin tinggi unsur N di dalam tanah maka total mikroorganisme semakin tinggi.



Gambar 1 Kerangka Pemikiran.

1.5 Hipotesis

1. Kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau lebih tinggi pada tanpa olah tanah dibandingkan dengan olah tanah minimum dan olah tanah intensif.
2. Kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau lebih tinggi pada perlakuan pemupukan N dibandingkan tanpa perlakuan pemupukan N.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kelimpahan dan biomassa cacing tanah di lahan kacang hijau.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Olah Tanah

Pengolahan tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman karena dapat menciptakan struktur tanah yang remah, aerase tanah yang baik dan menghambat pertumbuhan tanaman pengganggu, dengan adanya hal ini sehingga daya dukung tanah terhadap pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman jagung. Selanjutnya Mahmud dkk., (2002) mengatakan bahwa pengolahan tanah pada tanaman jagung pada prinsipnya bertujuan untuk memperbaiki aerase dan drainase tanah, mengendalikan gulma, menggemburkan tanah sehingga kecambah mudah tumbuh, dan perakaran dapat berkembang sempurna.

Olah tanah merupakan kegiatan memperbaiki kondisi tanah dengan proses pembalikan, penghancuran, serta perataan tanah (Utomo, 2012). Olah tanah dapat memperbaiki infiltrasi air dan aerasi, dan mengendalikan hama serta sisa-sisa tanaman. Pengolahan tanah dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap penetrasi gerakan vertikal air tanah atau yang lebih sering disebut daya infiltrasi tanah. Sistem olah tanah konservasi sangat diperlukan untuk menekan besarnya aliran permukaan dan erosi (Banuwa, 2013).

Teknik pengolahan tanah dalam prakteknya dikelompokkan ke dalam sistem olah tanah minimum (OTM), olah tanah intensif (OTI) dan tanpa olah tanah (TOT). pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) adalah pengolahan tanah yang dilakukan secara terbatas atau seperlunya tanpa melakukan pengolahan tanah pada seluruh areal lahan. Menurut Utomo (2012), OTM merupakan salah satu cara

pengolahan lahan untuk mempertahankan kesuburan dan produktivitas dengan melakukan pengolahan tanah seperlunya saja (Bangun dan Karama, 1991).

Utomo (1995) mendefinisikan olah tanah konservasi (OTK) sebagai suatu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Sistem OTK dicirikan oleh berkurangnya pembongkaran/pembalikan tanah, penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa, dan kadang-kadang disertai penggunaan herbisida untuk menekan pertumbuhan gulma atau tanaman pengganggu lainnya. Beberapa cara OTK yang akhir-akhir ini banyak diperkenalkan adalah tanpa olah tanah (*zero tillage*), olah tanah seperlunya (*reduced tillage*) dan olah tanah strip (*strip tillage*).

Menurut Fahmuddin dan Widiyanto (2004), OTK mempunyai 2 kelebihan yaitu: 1) menghemat tenaga kerja dan biaya dan 2) memperbaiki struktur tanah melalui peningkatan pori makro. Proses ini terjadi karena dengan tanpa olah tanah, fauna (hewan) tanah seperti cacing menjadi lebih aktif. Produktivitas lahan juga dapat meningkat karena serasah sisa tanaman yang mati oleh herbisida akan hancur sehingga dapat meningkatkan hara tanah. Selain itu serasah juga berfungsi menghambat terjadinya erosi tanah, penguapan air tanah dan mengurangi kerusakan tanah akibat tetesan hujan. Faktor-faktor inilah yang menyebabkan sistem ini disebut pertanian konservasi, karena mengkonservasi atau memperbaiki kualitas tanah.

Olah tanah intensif atau sempurna tanpa pemberian mulsa (OTI) yang dikenal dengan pengolahan tanah konvensional menyebabkan terjadinya penurunan bahan organik tanah. Selain itu, pengolahan tanah secara intensif akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik tanah yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan bahan organik tanah. Teknik pengolahan tanah akan berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah, sifat fisik tanah dan produksi tanaman. Tujuan pengolahan intensif ialah untuk mendapatkan hasil yang diinginkan (Utomo, 2015).

2.2 Pemupukan Nitrogen

Pemupukan adalah suatu tindakan pemberian unsur hara ke tanah ataupun tanaman yang sesuai dan dibutuhkan agar tanaman tumbuh dan berkembang normal (Pulung, 2005). Nitrogen salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimum. Penelitian Niswati dkk. (1995) menyatakan bahwa penggunaan pupuk nitrogen secara berkelanjutan dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah. Hal ini disebabkan unsur N dapat membantu dalam pembentukan sel tubuh mikroorganisme. Semakin tinggi unsur N didalam tanah maka total mikroorganisme semakin tinggi.

Menurut Bara dan Chozin (2010), selama fase pertumbuhan tanaman, pupuk kandang terus mengalami dekomposisi dan nitrogen beserta hara lainnya menjadi lebih tersedia pada saat tanaman memasuki fase pembungaan dan pengisian biji. Dengan demikian penggunaan pupuk kandang dapat mengurangi frekuensi pemberian urea. Selanjutnya, hasil penelitian Das dan Tapan (2013) menyatakan bahwa kombinasi pemupukan dengan perlakuan pemberian N (90 kg ha^{-1}) yang diberikan pada umur 43 dan 62 hst dengan pupuk organik (30 kg N ha^{-1}) yang diberikan 15 hari sebelum tanam meningkatkan produktivitas tanaman. Kombinasi tersebut dapat menjadi pilihan yang lebih baik untuk mengurangi emisi CH_4 dan N_2O dari pencucian.

Peningkatan produktivitas memerlukan teknik budidaya yang tepat, salah satu cara yaitu dengan pemupukan N dan sistem olah tanah. Pemupukan N yang dilakukan terus - menerus pada musim tanam sebelumnya dengan sistem olah tanah konservasi memiliki kandungan N tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah intensif.

Unsur hara N berperan dalam pembentukan daun, namun unsur ini mudah tercuci sehingga diperlukan bahan organik untuk meningkatkan daya menahan air dan kation-kation tanah. Nitrogen (N) berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman, merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau) seperti daun. Tanaman yang kekurangan unsur N gejalanya adalah pertumbuhan lambat/kerdil,

daun hijau kekuningan, daun sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati (Hardjowigeno, 2007).

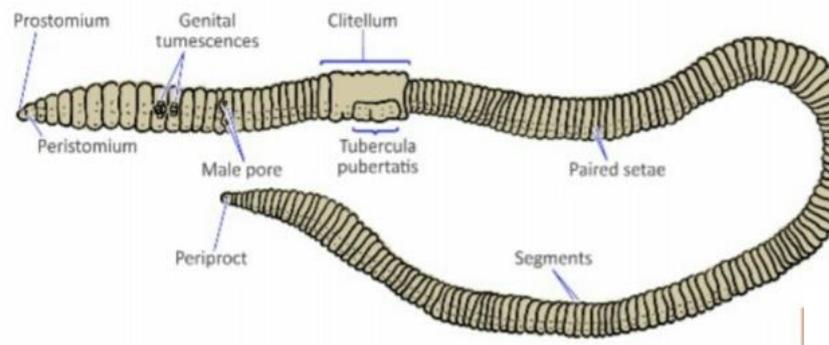
Unsur hara N merupakan unsur hara makro esensial yang ketersediaannya dapat memberikan pengaruh nyata jika diberikan pada tanah Inceptisol. Unsur hara N bersifat mobil dan mengakibatkan mudah hilang, apalagi jika dengan pemberian yang kurang tepat, bahkan hampir semua tanaman yang ditanam baik di lahan sawah maupun lahan kering sangat membutuhkan unsur hara N (Kasno, 2010).

Nitrogen (N) dalam tanah merupakan faktor yang paling penting kaitannya dengan pemeliharaan atau peningkatan kesuburan tanah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut Buckman dan Brady (1992), nitrogen yang pada umumnya diberikan sebagai pupuk, dapat memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman, sebagai contoh nitrogen dapat menstimulir pertumbuhan di atas tanah yaitu batang, dan memberikan warna hijau pada daun serta memperbesar butir-butir dan protein tanaman sereal. Pemupukan ini bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk dapat meningkatkan pertumbuhan, meningkatkan produksi dan mutu hasil produksi serta mutu hasil tanaman (Sanchez, 1992).

2.3 Cacing Tanah

2.3.1 Morfologi Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan salah satu kelompok hewan invertebrata yang termasuk dalam filum Annelida dan kelas Oligochaeta. Berdasarkan ukuran tubuhnya cacing tanah terbagi dalam dua kelompok yaitu Megadrilli dan Mikrodrilli. Kelompok Megadrilli adalah cacing berukuran tubuh besar atau sering juga dikenal sebagai cacing tanah (*Earthworm*), sedangkan Mikrodrilli merupakan cacing tanah berukuran kecil (panjang tubuh 5-15mm dan diameter tubuh 0,25-0,75mm) yang secara taxonomi tergolong dalam famili Enchytraeidae (Brown, 2013).



Gambar 2. Morfologi Tubuh Cacing Tanah.

Secara morfologi, tubuh cacing tanah tersusun atas segmen-segmen yang berbentuk cincin, dan setiap segmen memiliki seta kecuali pada 2 segmen pertama. Seta adalah struktur seperti rambut yang berfungsi untuk menggali substrat dan memegang pasangan saat kopulasi, serta sebagai alat gerak cacing tanah. Cacing tanah memiliki mulut pada ujung anterior (tidak bersegmen) yang disebut prostomium. Sebagai hewan hermaprodit, organ reproduksi cacing tanah, baik organ kelamin jantan dan betina, terletak pada beberapa segmen bagian anterior tubuhnya. Secara umum organ kelamin jantan terdiri dari dua pasang testis, yang terletak pada segmen ke-10 dan 11, sedangkan organ kelamin betina yaitu ovarium terletak pada segmen ke-13. Setelah dewasa akan terjadi penebalan epitelium pada posisi segmen tertentu membentuk klitellum (tabung peranakan atau rahim). Klitellum tersebut dapat berwarna lebih pekat atau lebih pudar dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya (Edwards dan Lofty, 1977).

2.3.2 Ekologi Cacing Tanah

Menurut Edwards dan Lofty (1977), Ekologi cacing tanah dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu kelompok cacing epigeik (*litter dwellers*), cacing endogeik (*shallow soil dwelling*) dan anecik (*deep burrowers*). Namun dalam pembagian terbaru cacing tanah secara ekologi dapat dikategorikan menjadi lima. Beberapa pertimbangan yang digunakan dalam pembagian ini meliputi tingkah lakunya, kemampuan membuat lubang, kesukaan makanan, warna tubuh, bentuk dan ukuran. Kategori secara ekologi yang mempertimbangkan penampilan dasar :

1. Epigeik (*litter dwellers*), yaitu cacing tanah yang aktif di permukaan tanah terutama pada serasah lantai hutan, berpigmen dan pada umumnya tidak

membuat liang dan menghuni lapisan serasah. Beberapa cacing hidup dibawah serpihan kayu dapat dimasukkan dalam kategori ini. Cacing kelompok ini tidak dijumpai di tanah-tanah pertanian. Beberapa contoh dari kelompok cacing ini adalah *Lubricus rubellus* dan *L.casteneus*.

2. Aneciques (*deep burrowers*), adalah cacing yang memiliki ukuran besar membentuk liang ke permukaan tanah apabila terlalu lembab, pemakan tanah dan membawa serasah ke dalam tanah. Contohnya *Lumbricus terrestris*.
3. Endogeik (*shallow soil dwelling*), yaitu cacing tanah yang hidup dekat permukaan tanah pada lapisan horizon organik (kira-kira 30 cm). Sering naik ke permukaan atau turun dari permukaan tanah tergantung dari temperatur, makanannya tanah dan serasah, dan tidak mempunyai liang permanen. Cacing ini menghasilkan gallery-gallery horizontal. Contoh cacing dari kelompok ini adalah *Allolobophora chlorotica*, *Aporrectodea caliginosa*, dan *Allobophora rosea*.
4. Coprophagic yaitu spesies cacing yang hidup pada kotoran hewan sebagai contoh *Eisenia foetida* (*Holarctic*), *Dendrobaena veneta* (*Italiautara*), *Melaphire schmardae* (China).
5. Arboricolous adalah spesies cacing yang hidupnya di tanah-tanah hutan hujan tropis. Meskipun cacing ini mirip dengan spesies epigeik, mereka memiliki kokon yang besar kehadiran cacing tanah di dalam habitat tanah sangat menentukan dalam penghancuran sampah nabati menjadi humus, mengubah profil tanah dan membuat lubang- lubang tanah atau aerasi tanah sehingga oksigen dapat masuk ke dalam tanah untuk kehidupan hewan tanah lainnya.

2.3.3 Siklus Hidup Cacing Tanah

Berbagai hasil penelitian didapat lama siklus hidup cacing tanah hingga mati mencapai 1-10 tahun. Palungkun (2010) menjelaskan siklus hidup cacing tanah dimulai dari kokon, cacing muda (juvenil), cacing produktif, dan cacing tua. Lama siklus hidup tergantung pada kesesuaian kondisi lingkungan, cadangan makanan, dan jenis cacing tanah. Kokon yang dihasilkan dari cacing tanah akan menetas, cacing tanah muda ini akan hidup dan dapat mencapai dewasa dalam waktu 2,5-3 bulan. Saat dewasa kelamin cacing tanah akan menghasilkan kokon dari

perkawinannya yang berlangsung selama 6-10 hari dan masa produktifnya berlangsung selama 4-10 bulan.

2.3.4 Peran Cacing Tanah

Cacing tanah memegang peranan sangat penting dalam menjaga kesuburan tanah baik secara fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik cacing tanah berperan dalam mencampurkan bahan organik (BO) kasar ataupun halus antara lapisan atas dan bawah sehingga penyebarannya lebih merata. Aktivitas ini juga menyebabkan terbentuknya struktur tanah yang stabil dan gembur, aerasi lebih baik, infiltrasi air lebih lancar sehingga mengurangi erosi (Marhan dkk., 2005).

Keberadaan cacing tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah biologis karena cacing tanah merupakan salah satu biota tanah yang bersifat saprofit maupun geofagus yang memegang peranan penting dalam siklus hara di dalam tanah. Cacing tanah melakukan pengolahan tanah secara biologis (*biological tillage*), merombak serasah menjadi bahan organik, mendaur hara secara berkelanjutan, serta dapat mengatur tata air dan udara tanah (Utomo, 2015).

Cacing tanah merupakan salah satu kelompok makrofauna yang memainkan peranan penting dalam berbagai proses fisika, kimia maupun biologi tanah. Sebagaimana dipaparkan Lavelle dan Spain (2001), hewan ini membuat liang dalam tanah sehingga meningkatkan porositas tanah. Hal ini membantu proses peresapan air sehingga mengurangi aliran permukaan (*run-off*) dan menurunkan risiko banjir (Handayanto dan Hairiah, 2009). Selain itu hewan ini juga membantu proses dekomposisi bahan organik dan pelepasan hara ke dalam tanah, sehingga meningkatkan kesuburan tanah. Oleh karenanya, cacing tanah berpotensi memberikan kontribusi yang mendukung sebagian fungsi lahan ruang terbuka hijau (RTH).

2.3.5 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Cacing Tanah

Keberadaan cacing tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologis, yaitu suhu tanah, kelembaban tanah, bahan organik, kemasaman (pH) tanah (Hanafiah dkk., 2005).

a. Suhu Tanah

Suhu optimum di daerah tropika untuk pertumbuhan dan penetasan telur cacing tanah berkisar 15-25°C, pada suhu diatas 25°C masih cocok bagi kehidupan cacing tanah tetapi harus diimbangi dengan kelembaban tanah yang memadai.

b. Kelembaban Tanah

Sebagian besar tubuh cacing tanah mengandung 75-90 % air, sehingga kadar air tanah sangat penting bagi kehidupan cacing tanah karena cacing tanah sangat *sensitive* dengan kelembaban tanah. Kondisi kadar air yang optimum bagi cacing tanah yaitu 15-50%.

c. Bahan Organik

Kualitas bahan organik (nisbah C/N, kandungan lignin dan polifenol) mempengaruhi populasi cacing tanah. Nisbah C/N bahan organik tinggi memacu perkembangan dan aktivitas organisme yang tinggi, sedangkan pada nisbah C/N bahan organik yang rendah perkembangan aktivitas organisme juga rendah.

d. pH Tanah

Umumnya cacing tanah tumbuh baik pada pH sekitar 7, selain itu juga suhu pH tanah sangat mempengaruhi aktivitas, pertumbuhan, metabolisme, respirasi, dan reproduksi cacing tanah.

2.4 Pengaruh Olah Tanah terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah

Salah satu parameter yang menentukan indikator kesuburan adalah cacing tanah (Kartasapoetra dkk., 1991). Perubahan keanekaragaman organisme berhubungan dengan kualitas tanah dan pengembangan agroekosistem yang berkesinambungan. Cacing tanah dapat dijadikan bioindikator produktivitas dan kesinambungan

fungsi tanah. Oleh karena itu penelitian mengenai eksistensi cacing tanah merupakan salah satu fauna tanah yang berperan sangat besar dalam perbaikan kesuburan tanah dengan menghancurkan secara fisik pemecahan bahan organik menjadi humus, menggabungkan bahan yang membusuk pada lapisan tanah bagian atas, dan membentuk kemantapan agregat antara bahan organik dan bahan mineral tanah. Cacing tanah adalah fauna yang memanfaatkan tanah sebagai habitat atau lingkungan yang mendukung aktifitas biologinya.

Berbagai sistem budidaya tanaman menyebabkan perubahan komposisi vegetasi sehingga akan menyebabkan hilangnya fungsi makrofauna tanah yang disebabkan adanya perubahan tingkat penutupan permukaan tanah yang akan berpengaruh pada masukan bahan organik dalam tanah. Adanya perbedaan akumulasi biomassa seresah pada lingkungan berbagai *system* budidaya tanaman tentunya akan menyebabkan perbedaan kandungan unsur hara yang ada di dalam tanah karena kandungan bahan organik dan unsur hara tanah berasal dari dekomposisi seresah. Dengan adanya perbedaan kandungan unsur hara antar sistem budidaya tanaman maka terjadilah perbedaan tingkat kesuburan. Akumulasi biomassa seresah disuatu lahan sangat dipengaruhi oleh kecepatan dekomposisi seresah tersebut, kecepatan dekomposisi ini salah satunya dipengaruhi oleh nisbah C/N yang ada pada seresah, semakin besar nisbah C/N seresah maka akan semakin sulit seresah tersebut untuk terdekomposisi. Adanya perubahan ekosistem dalam suatu lahan yang disebut dengan iklim mikro akan berdampak pula adanya perubahan eksistensi diversitas cacing tanah. Lahan tanah berkapur merupakan lahan kritis karena kondisi struktur tanahnya yang miskin hara.

Budidaya tanaman secara monokultur dan keberadaan diversitas tanaman yang rendah dapat menurunkan diversitas cacing tanah sehingga menyebabkan lahan kurang stabil, yang ditandai dengan adanya hama dan penyakit tanaman dalam lahan pertanian (Anderson, 1994). Eksistensi cacing tanah pada lahan yang tidak terganggu akan menjaga proses siklus hara berlangsung secara terus menerus. Lahan terganggu (lahan pertanian) pada umumnya memiliki cacing tanah yang mengalami penurunan populasi yang disebabkan oleh penurunan atau hilangnya sejumlah spesies tumbuhan, penurunan produksi seresah, perubahan sifat biologis,

fisik dan kimia tanah, penurunan populasi fauna lain dan mikroorganisme tanah, dan perubahan iklim mikro ke arah yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan makhluk hidup di tanah.

Kepadatan populasi cacing tanah dipengaruhi oleh sifat fisik-kimia tanah, seperti kelembaban, suhu, aerasi, pH, dan tersedianya BO. Pada tanah yang berbeda faktor fisik dan kimianya tentu kepadatan populasi cacing tanahnya juga berbeda. Jenis tegakan sangat menentukan populasi cacing tanah, kualitas sersah (*litter*) dan iklim mikro yang berbeda akan berpengaruh terhadap jenis dan kepadatan populasi cacing tanah. Untuk mengukur aktivitas cacing tanah dapat digunakan parameter jumlah organisme dan biomassa organisme tersebut (Smith dkk., 2006).

2.5 Pengaruh Pemupukan N terhadap Kelimpahan dan Biomassa Cacing Tanah

Menurut Bangun (2002), tingginya unsur N dalam tanah akan menyebabkan jumlah biomassa mikroorganisme tanah meningkat sehingga dapat membentuk jaringan tubuh dan memacu pertumbuhan mikroorganisme untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik. Tanah dengan kepadatan populasi cacing tanah yang tinggi akan menjadi subur karena cacing tanah mampu menghancurkan partikel-partikel mineral menjadi unit-unit yang lebih kecil dan membantu pencampuran antara tanah lapisan atas dan bawah.

Cacing tanah dapat memiliki pengaruh positif ketersediaan nitrogen dalam tanah. Hal ini disebabkan karena cacing tanah berperan sebagai pengurai bahan organik dalam tanah, seperti dedaunan dan serasah. Proses penguraian tersebut menghasilkan senyawa-senyawa nitrogen yang dapat diserap oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi. Selain itu, cacing tanah juga berperan dalam meningkatkan sirkulasi udara dan air dalam tanah. Hal ini dapat membantu meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang turut berperan dalam siklus nitrogen.

Dengan demikian, keberadaan cacing tanah dalam tanah dapat membantu meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman dan mengoptimalkan hasil pertanian.

Menurut Jamaluddin Al Afgani (2016), pada kedalaman 0-10 cm, populasi cacing pada perlakuan tanpa olah tanah lebih tinggi dari olah tanah intensif dan olah tanah minimum, sedangkan biomassa tidak berbeda nyata. Pada kedalaman 10-20 cm, populasi dan biomassa cacing tanah pada semua perlakuan tidak berbeda nyata. Jumlah populasi cacing dan biomassa cacing tanah antara pemupukan nitrogen 0 kg N ha^{-1} dan 100 kg N ha^{-1} tidak berbeda nyata. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

Penelitian Anisa Carolin (2019) didapatkan bahwa pada kedalaman 0-15 cm, populasi dan biomassa cacing tanah pada perlakuan tanpa olah tanah lebih tinggi dari olah tanah intensif dan olah tanah minimum, sedangkan biomassa tidak berbeda nyata. Pada kedalaman 0-15 cm pengamatan 40 dan 90 HST biomassa cacing tanah pada perlakuan tanpa olah tanah lebih tinggi dibandingkan olah tanah intensif dan minimum. Populasi cacing dan biomassa cacing tanah antara pemupukan nitrogen 0 kg N ha^{-1} dan 200 kg N ha^{-1} tidak berbeda nyata. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi cacing tanah pada 90 HST kedalaman 0-15 cm.

Menurut hasil penelitian Sodikin Ali (2020) didapatkan bahwa populasi dan biomassa cacing tanah pada sistem olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi dibanding sistem olah intensif (OTI) pada pengamatan vegetatif maksimum. Populasi dan biomassa cacing tanah pada sistem olah tanah minimum (OTM) lebih tinggi dibanding tanpa olah tanah (TOT) dan sistem olah intensif (OTI) pada pengamatan pasca panen. Populasi dan biomassa cacing tanah pada perlakuan pemupukan nitrogen 50 kg N ha^{-1} sama dengan tanpa pemupukan nitrogen. Tidak terdapat interaksi antara pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi dan biomassa cacing tanah. Korelasi

positif ditunjukkan antara pH tanah dengan biomassa cacing tanah pada sebelum olah tanah.

2.6 Tanaman Kacang Hijau

Kacang hijau merupakan suku (famili) Leguminosae dan merupakan tanaman pangan semusim berupa semak yang tumbuh tegak berumur pendek (60 hari) dengan ketinggian 30-110 cm. Tanaman kacang hijau disebut juga mungbean, green gram atau golden gram.

Kacang hijau memiliki klasifikasi botani sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rosales
Keluarga	: Leguminosae (Fabaceae)
Genus	: <i>Vigna</i>
Spesies	: <i>Vigna radiata</i>

Kelebihan kacang hijau dibandingkan tanaman pangan lainnya yaitu berumur genjah, lebih toleran terhadap kekeringan, dapat ditanam pada lahan yang kurang subur, cara budidaya yang mudah, dan hama yang menyerang sedikit (Nurhayati, 2021).

Batang kacang hijau berbentuk bulat dan berbuku-buku. Buah kacang hijau berbentuk polong. Panjang polong sekitar 5-16 cm setiap polong berisi 6-16 biji. Polong kacang hijau berbentuk bulat silindris atau pipih dengan ujung agak runcing atau tumpul. Polong muda berwarna hijau, setelah tua berubah menjadi kecoklatan atau kehitaman. Biji kacang hijau berbentuk bulat. kulitnya hijau berbiji putih. Biji kacang hijau lebih kecil dibandingkan dengan biji kacang tanah atau kacang kedelai yaitu bobotnya hanya sekitar 0,5-0,8 mg. Daun tanaman kacang hijau berbentuk trifoliolate yaitu dalam satu tangkai terdiri dari 3 helai daun. Bunga kacang hijau berbentuk seperti kupu-kupu dan berwarna kuning kehijauan atau kuning pucat. Bungannya termasuk jenis hemaprodit atau berkelamin

sempurna. Proses penyerbukan terjadi pada malam hari sehingga pagi harinya bunga akan mekar dan pada sore hari akan layu. Perakaran tanaman kacang hijau memiliki banyak cabang dan memiliki bintil - bintil (nodula) akar. Tanaman kacang hijau memiliki dua tipe perakaran yaitu mesophytes dan xerophytes. Mesophytes yaitu perakaran yang memiliki banyak cabang akar pada permukaan tanah dan tipe pertumbuhannya menyebar, sedangkan xerophytes memiliki akar cabang lebih sedikit dan memanjang ke bawah dan akar tunggangnya lebih panjang (Direktorat Jendral Perkebunan Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2015).

Tanaman kacang hijau dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Curah hujan optimal kacang hijau yaitu 50-200 mm/bln dengan suhu 25-27 °C dan kelembaban udara 50-80% dengan sinar matahari yang cukup. Kacang hijau dapat tumbuh di segala macam jenis tanah dengan drainase yang baik. Tanah dengan pH 5,8 merupakan pH ideal untuk pertumbuhan kacang hijau. Tanah yang sangat masam tidak baik bagi pertumbuhan kacang hijau karena penyediaan unsur hara akan terhambat (Riono dan Mulono, 2020).

Tanaman legum menyumbangkan hara nitrogen tersedia ke dalam tanah sehingga mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah dan juga kesuburan tanah. Menurut Purwono (2005), tanaman legum memiliki peranan penting dalam peningkatan kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen langsung dari udara (tidak melalui cairan tanah) karena bersimbiosis dengan bakteri tertentu pada akar atau batangnya. Leguminosa memiliki bintil-bintil akar yang berfungsi dalam pensuplai nitrogen, dimana di dalam bintil-bintil akar inilah bakteri bertempat tinggal dan berkembang biak serta melakukan kegiatan fiksasi nitrogen bebas dari udara. Itulah sebabnya leguminosa dapat memperbaiki kesuburan tanah.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang yang dilakukan pada tahun ke-35 yang telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung. Kebun Percobaan ini terletak terletak pada $105^{\circ} 13' 46,6'' - 105^{\circ} 13' 48,0''$ BT dan $05^{\circ} 21' 19,6'' - 05^{\circ} 21' 19,1''$ LS, dengan elevasi 122 m di atas permukaan laut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2022. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini merupakan penerapan sistem olah tanah konservasi dan pola rotasi tanaman legum (kedelai/kacang tunggak/kacang hijau). Pada musim penelitian ini dilakukan penanaman komoditas legum berupa kacang hijau.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu, cangkul, linggis, sekop, toples, bingkai kayu atau kuadran 25 x 25 cm, kantong plastik, mikroskop stereo, timbangan, penggaris, label, pinset, thermometer, pH meter, alat tulis, serta alat – alat laboratorium untuk analisis C-Organik, dan pH tanah. Sedangkan, bahan yang digunakan adalah benih kacang hijau varietas Vima-2, pupuk urea, pupuk SP-36, KCl, pupuk kandang, sampel cacing tanah yang telah dewasa, aquades, alkohol 70%, dan bahan kimia untuk analisis C organik, pH tanah yang mendukung penelitian.

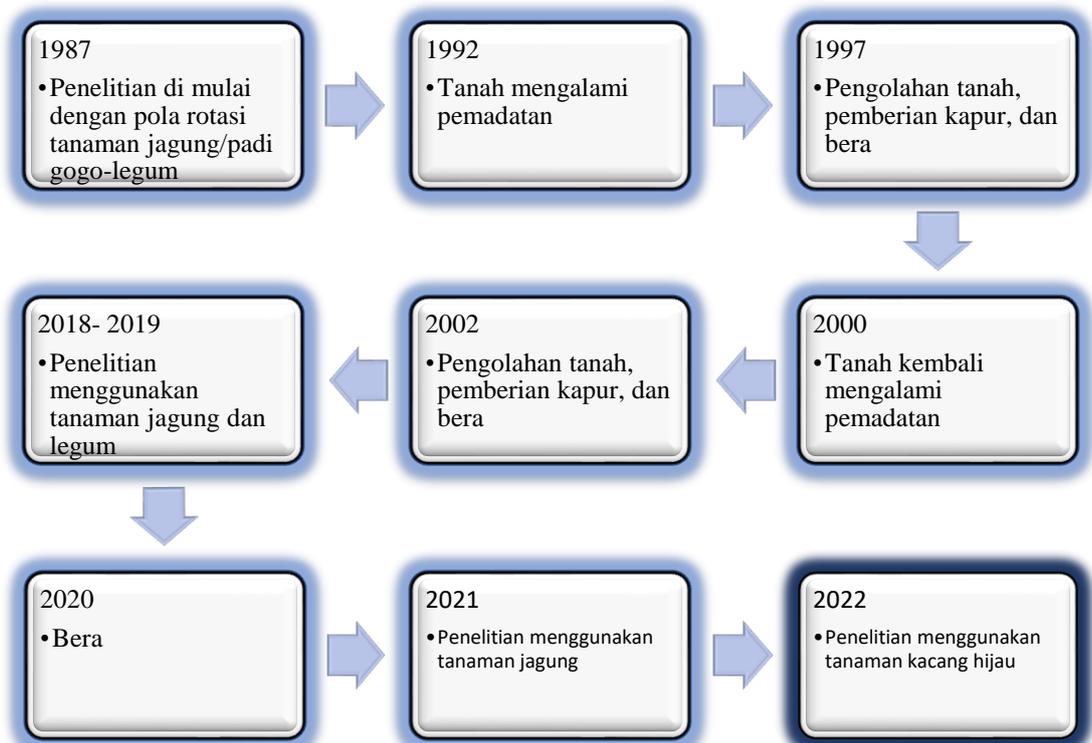
3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Sejarah Lahan

Penelitian ini merupakan penelitian sistem olah tanah jangka panjang yang dimulai pada Bulan Februari 1987 dan lahan penelitian yang terletak di Politeknik Negeri Lampung. Percobaan ini menggunakan pola rotasi tanaman berupa sereal (jagung/padi gogo) – legum (kedelai/ kacang tunggak/ kacang hijau) – bera. Sebelum percobaan, vegetasi yang tumbuh di lahan percobaan adalah alang – alang (*Imperata cylindrica*) yang tumbuh lebih dari 4 tahun, dengan berat biomassa alang – alang saat itu 15 ton ha⁻¹ (Utomo dkk.,1989).

Penelitian jangka panjang ini telah terjadi pemadatan pada tahun 1992, sehingga pada tahun 1997 dilakukan pemugaran tanah yaitu dengan pengolahan tanah, pemberian kapur dan pembersihan. Pada tahun 2000 permukaan tanah OTM dan TOT terjadi pemadatan kembali sehingga produksinya pada tahun tersebut mengalami penurunan. Pada tahun 2002 semua plot olah tanah pada musim tersebut dilakukan pengolahan tanah kembali (Utomo, 2012).

Pada tahun 2017 – 2019 penelitian menggunakan tanaman jagung, kacang tunggak/ kacang hijau. Pemberian dosis pupuk nitrogen yang digunakan pada musim tanaman sereal adalah 0 kg N ha⁻¹ dan 200 kg N ha⁻¹, sedangkan pada tanaman legum sebelumnya tidak diberikan pupuk nitrogen. Oleh sebab itu, penelitian pada tahun 2022 ini digunakan tambahan pupuk organik berupa pupuk kandang (kotoran ayam) dengan dosis 50 kg ha⁻¹ yang merupakan pupuk dasar. Hal tersebut karena pupuk kandang diberikan untuk membantu memperbaiki dan menunjang ketersediaan unsur hara di dalam tanah terutama pada petak dengan perlakuan N₀ (tanpa pupuk) karena pada perlakuan N₀ tidak terdapat asupan serta tidak mengandung sumber N sehingga pemberian pupuk kandang tersebut agar didapatkan bantuan kesuburan pada tanah.



Gambar 3. Bagan *Timeline* Sejarah Penelitian.

3.3.2 Persiapan Lahan

Penelitian ini merupakan penelitian lapang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu pemupukan Nitrogen (N) dan sistem olah tanah (T). Dosis pupuk Nitrogen yang digunakan adalah 0 kg N ha^{-1} dan 50 kg N ha^{-1} . Pengolahan tanah yang digunakan adalah olah tanah intensif (T_1), olah tanah minimum (T_2), dan tanpa olah tanah (T_3), sehingga percobaan ini terdiri dari 6 kombinasi perlakuan, yaitu :

N_0T_1 : Pupuk N 0 kg ha^{-1} + Olah Tanah Intensif

N_0T_2 : Pupuk N 0 kg ha^{-1} + Olah Tanah Minimum

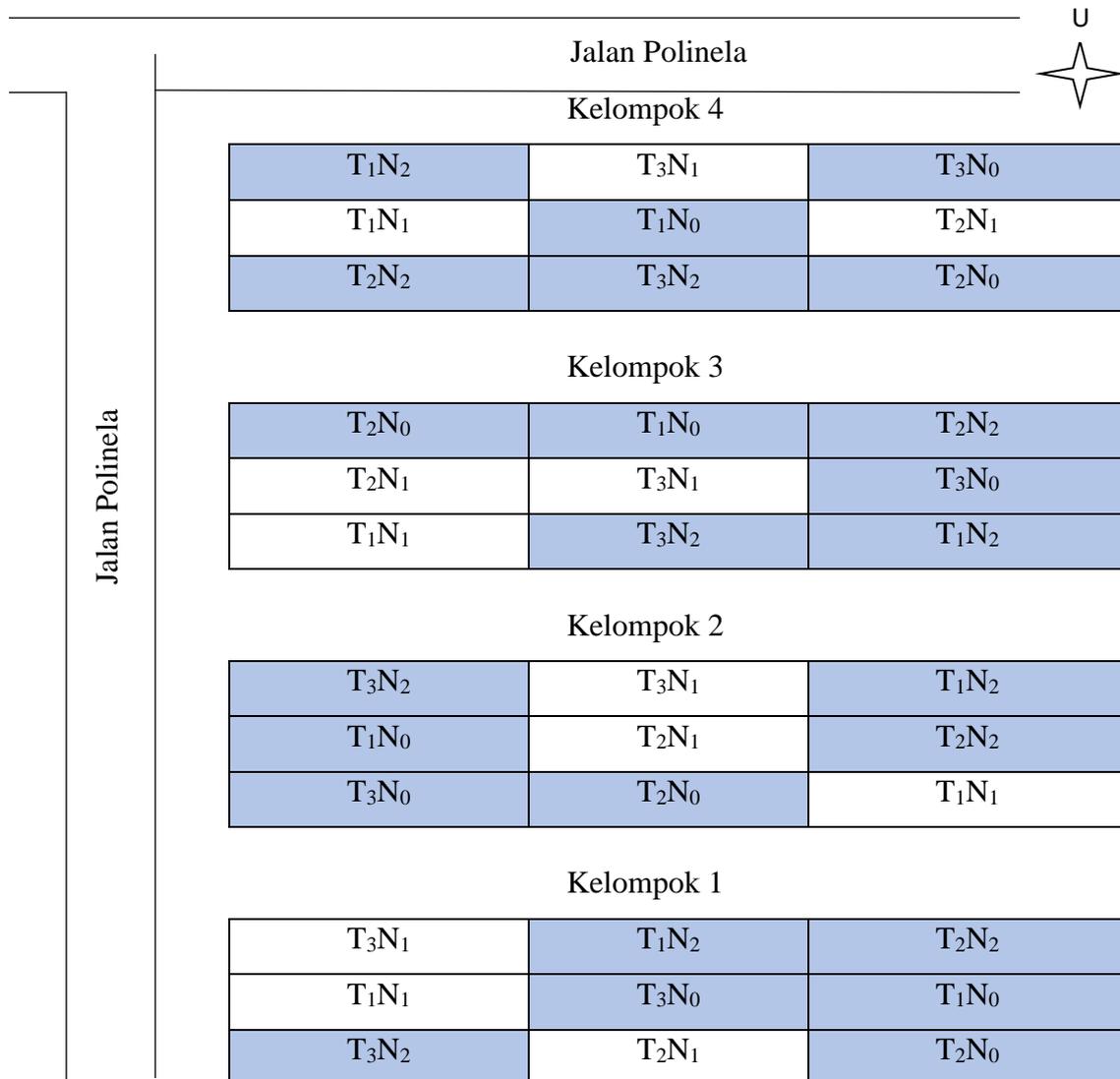
N_0T_3 : Pupuk N 0 kg ha^{-1} + Tanpa Olah Tanah

N_2T_1 : Pupuk N 50 kg ha^{-1} + Olah Tanah Intensif

N_2T_2 : Pupuk N 50 kg ha^{-1} + Olah Tanah Minimum

N_2T_3 : Pupuk N 50 kg ha^{-1} + Tanpa Olah Tanah

Pada penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 24 petak percobaan. Masing-masing petak penelitian berukuran 4 m x 6 m. Ilustrasi tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata letak petak. N₀ = Pupuk N 0 kg ha⁻¹; N₁ = Pupuk N 25 kg ha⁻¹; N₂ = Pupuk 50 kg ha⁻¹; T₁ = Olah Tanah Intensif, T₂ = Olah Tanah Minimum; T₃ = Tanpa Olah Tanah. = Petak yang diamati.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Cacing Tanah

Pengambilan sampel cacing tanah dilakukan dengan menggunakan metode pemilihan dengan tangan (*hand sorting*) yaitu dengan cara memisahkan cacing dari tanahnya pada tiap petak sehingga diperoleh jumlah sampel sebanyak 24

sampel. Pengambilan sampel ini dengan kedalaman tanah yaitu 0-10 cm dan 10-20 cm. Pengambilan sampel cacing tanah dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum, dan saat panen.

3.4.2 Pengolahan Tanah

Lahan dibersihkan terlebih dahulu dari gulma dan sisa tanaman sebelumnya dengan cara dibabat. Lahan dibuat 24 petak percobaan dengan ukuran tiap petaknya 4 m x 6 m dan jarak antar petak percobaan yaitu 1 m. Pengolahan tanah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu olah tanah intensif (OTI), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT). Pada petak tanpa olah tanah (TOT) tanah tidak diolah sama sekali, gulma dari sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa dan gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida pada hari 1 minggu sebelum tanam. Pada petak olah tanah minimum (OTM), gulma yang tumbuh dibersihkan dari petak percobaan menggunakan koret, kemudian gulma dari sisa sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah intensif (OTI), tanah dicangkul dua kali sedalam 0-20 cm setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan.

3.4.3 Penanaman

Penanaman benih kacang hijau yang digunakan pada penelitian ini yaitu varietas *Vima 2* dengan membuat lubang tanam jarak 60 x 25 cm (jarak tanam antar barisan 60 cm dan jarak tanam dalam barisan 25 cm), setelah itu ditanam 3 - 4 benih kacang hijau per lubang tanam. Penjarangan dilakukan 3 - 4 hari setelah tanam dengan memotong tanaman hingga menyisakan dua tanaman yang sehat.

3.4.4 Pemupukan

Pupuk yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk N, P, K, dan pupuk organik. Pupuk N yang digunakan adalah pupuk urea merupakan pupuk yang digunakan sebagai perlakuan, sehingga dosis pupuk urea menyesuaikan perlakuannya. Pupuk N diberikan sebanyak dua kali yaitu pada saat satu minggu

setelah tanam (1 MST) sebanyak 1/3 dosis dan fase vegetatif maksimum (4 MST) sebanyak 2/3 dosis. Pupuk P, K, dan pupuk organik yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 100 kg SP-36 ha⁻¹, sebesar 50 kg KCl ha⁻¹, dan sebesar 5 ton pupuk kandang ayam ha⁻¹. Aplikasi pupuk P dan K dilakukan satu minggu setelah tanam (1 mst), sedangkan pupuk kandang dilakukan 1 minggu pada saat hari sebelum tanam. Pemupukan dilakukan dengan cara disebar antar barisan.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih kacang hijau dan dilaksanakan satu minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut, mengoret gulma yang tumbuh dipetak percobaan dan diberikan herbisida.

3.4.6 Panen

Pemanenan kacang hijau dilakukan pada usia ± 60 HST yang diciri-cirikan dengan berubahnya warna polong dari hijau menjadi coklat kehitaman dan kering 60% dari seluruh luas lahan. Panen dilakukan sebanyak 4 kali secara manual dengan cara dipetik.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama pada penelitian ini adalah kelimpahan dan biomassa cacing tanah yang dianalisis menggunakan metode pemilihan dengan tangan (*hand sorting*). Metode ini dilakukan dengan cara memisahkan cacing dari tanahnya. Cacing tanah yang diambil dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label. Setiap sampel cacing tanah dengan kedalaman yang berbeda dihitung populasi cacing dan menimbang bobot cacing menggunakan timbangan digital. Setelah ditimbang cacing tanah dimasukkan ke dalam botol berisi alkohol. Pengambilan sampel

cacing tanah pada penelitian ini dilakukan pada lahan kacang hijau dengan menggunakan kuadran berukuran 25 cm x 25 cm. Sampel tanah yang diambil dengan menggali kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Setiap galian diambil tanahnya dan diletakkan pada karung putih untuk memisahkan cacing dan tanah pada tiap kedalaman. Hasil pemisahan ini kemudian dihitung populasi cacing tanahnya dengan menggunakan metode *hand sorting*. Pengambilan sampel cacing tanah dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum dan saat panen.

Kelimpahan dan biomassa cacing tanah kemudian dihitung menggunakan rumus :

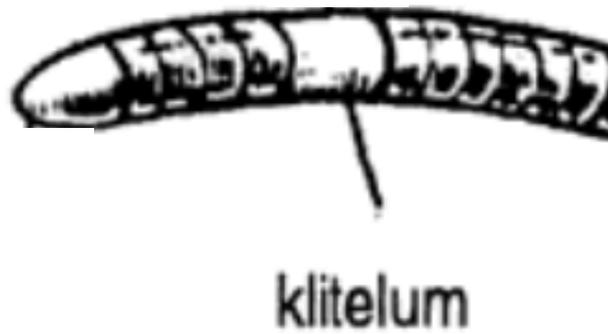
$$\text{Kelimpahan cacing tanah (ekor m}^{-2}\text{)} = \frac{\text{cacing besar} + \text{cacing kecil} + \text{jumlah kokon}}{\text{luas petak sampel (m}^{-2}\text{)}}$$

$$\text{Biomassa cacing tanah (g m}^{-2}\text{)} = \frac{\text{bobot cacing besar} + \text{bobot cacing kecil} + \text{bobot jumlah kokon}}{\text{luas petak sampel (m}^{-2}\text{)}}$$

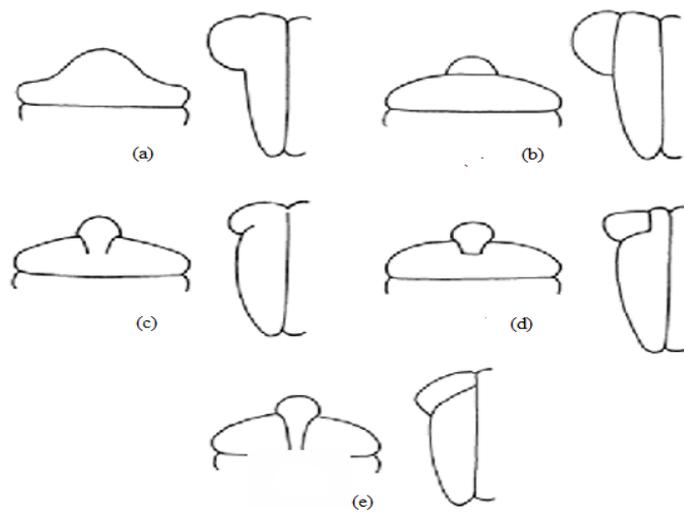
Identifikasi cacing tanah mengacu pada buku *Biology of Earthworm* Springer US, (1977) dilakukan apabila ditemukan cacing tanah dewasa pada saat pengamatan di lapang. Cacing tanah dewasa memiliki ciri-ciri yaitu telah terdapat klitelum pada bagian tubuhnya. (Gambar 5) Analisis bagian tubuh cacing dilakukan di bawah mikroskop stereo. Bagian tubuh yang dianalisis meliputi prostomium (Gambar 6), segmen, setae pada (Gambar 7), dan panjang tubuh cacing tanah (Edwards and Lofty, 1977).

3.5.2. Variabel Pendukung

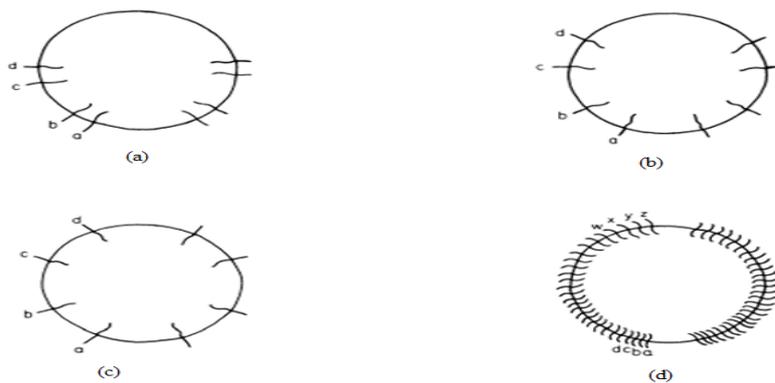
Analisis tanah yang dilakukan yaitu Suhu, Kadar Air Tanah, C-Organik, dan pH tanah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sedangkan pengukuran suhu tanah dilakukan langsung di lahan percobaan.



Gambar 5. Bentuk Klitelum.



Gambar 6. Bentuk Prostomium (a) Zygalobous, (b) Prolobous, (c) dan (d) Epilobous, (e) Tanylobous (Edwards and Lofty, 1977).



Gambar 7. Tipe Setae, Lumbrisin (a) Closely-Paired, (b) Widely-Paired dan (c) Distant-Paired, dan (d) Perichaetine Arrangement (Edwards and Lofty, 1977).

3.5.2.1 Suhu

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengukuran suhu tanah menggunakan metode pengamatan secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat yaitu termometer. Pengambilan sampel suhu dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum dan saat panen.

3.5.2.2 Kadar Air

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam penentuan kadar air tanah yaitu metode gravimetrik adalah metode yang paling umum digunakan dalam menentukan kadar air tanah. Prinsip kerja metode ini adalah dengan menimbang contoh tanah sebelum dan sesudah dikeringkan. Pengambilan sampel kadar air dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum dan saat panen.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{BB - BK}{BB} \times 100 \%$$

Keterangan :

BB = Berat Basah (g)

BK = Berat Kering (g)

3.5.2.3 C-Organik

Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam C-Organik yaitu metode Walkley and Black. Pengukuran C-Organik tanah ditimbang 0,5 g tanah kering udara masukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambabkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ ke dalam Erlenmeyer lalu digoyang secara perlahan. Ditambahkan 10 ml H_2SO_4 , hingga tercampur rata, didiamkan selama 30 menit. Kemudian diencerkan dengan 100 ml air destilata ditambahkan 5 ml asam fosfat pekat 2,5 ml larutan NaF 4% dan 5 tetes indikator difenilamin. Dititrasi dengan larutan ammonium ferro sulfat 0,5 N sehingga wama berubah dari coklat kehijauan menjadi biru keruh. Lalu dititrasi sampai titik akhir sampai menjadi hijau terang. Pengambilan sampel C-Organik dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum dan saat panen.

$$\text{C-Organik (\%)} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times (1 - V_S/V_B) \times 0,3886\%}{\text{Berat sampel tanah (g)}}$$

Keterangan :

V_B = ml titrasi blanko

V_S = ml titrasi sampel

3.5.2.4. pH Tanah

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengukuran pH tanah yaitu metode Elektrometri. pH tanah menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah. Penetapan pH tanah dengan menggunakan pH meter diawali dengan ditimbang 10 g tanah kering udara lolos ayakan 2 mm dimasukkan ke dalam botol kocok. Kemudian ditambahkan 25 ml H₂O dan dikocok selama 30 menit dengan menggunakan mesin pengocok lalu diamkan sebentar lalu diukur dengan pH meter. Pengambilan sampel pH tanah dilakukan sebanyak 4 kali dengan waktu sebelum olah tanah, sesudah olah tanah, vegetatif maksimum dan saat panen.

3.6 Analisis Data

Data populasi dan biomassa cacing tanah yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan uji Bartlett dan aditifitasnya dengan uji Tukey. Data selanjutnya diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara C-Organik, pH tanah, suhu tanah dengan kelimpahan dan biomassa cacing tanah. Identifikasi cacing tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah yang mengacu pada buku *Biology of Earthworm* Springer US (Edwards and Loffy, 1977).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Populasi dan biomassa cacing tanah pada tanpa olah tanah lebih tinggi daripada olah tanah minimum dan olah tanah intensif di kedalaman 10-20 cm pada pengamatan sebelum olah tanah.
2. Pemupukan nitrogen tidak berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada setiap pengamatan.
3. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada setiap pengamatan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, penulis menyarankan untuk melakukan pengamatan populasi dan biomassa cacing tanah pada komoditas tanaman hortikultura lainnya pada musim tanam selanjutnya, serta dilakukan pengukuran sifat fisik maupun kimia secara terpisah (tidak komposit) antara lapisan tanah *topsoil* dan *subsoil* untuk melihat kolerasi dengan populasi dan biomassa cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2015. Kajian Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) Akibat Pemberian Pupuk P dan Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). *Jurnal Agrijati*. 28 (1): 158-171.
- Agsari, D., Utomo, M., Hidayat, K. F., dan Niswati, A. 2020. Respon serapan hara makro-mikro dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap pemupukan nitrogen dan praktik olah tanah jangka Panjang. *Journal of Tropical Upland Resources*. 2 (1): 46–59.
- Anderson, J. M. 1994. *Functional Attribute of Biodiversity in Land Use Systems*. In D.J. Greenland dan I. Szabolez (Eds). Carpal Tunnel. New York.
- Andita, R. A., Utomo, M., dan Salam, A. K. 2019. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kandungan asam humat dan asam fulvat pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) tahun ke-29 di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Agrotek Tropika*. 7 (2): 361-370.
- Azhari, R., Soverda, N., dan Alia, Y. 2018. Pengaruh Pupuk Kompos Ampas Tebu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *J.Agroecotania*. 1 (2): 49-57.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 143 hlm.
- Bangun, I. 2002. Pengembangan Metode Penetapan Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) dengan Menggunakan Ultrasonik Processor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bangun, P. dan Karama, A. S. 1991. Tanaman Pangan dan Metode Tanpa Olah Tanah dan Diolah Minimum. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 10 (4): 61-68.
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta.
- Bara, A. dan Chozin, M. A. 2010. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Frekuensi Pemberian Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Kering. *Jurnal Agronomi dan Hortikultura*. 2 (5): 55-59.

- Batubara, M. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Populasi dan Biomasa Cacing Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Tahun ke 2. *J. Agrotek Tropika*. 1 (1) : 107 - 112.
- Brown, J. 2013. *Nurition Through The Life Cycle*. Balont. USA
- Buckman, H.O. dan Brady N.C. 1992. *Ilmu Tanah*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Das dan Tapan. 2013. Metode pemupukan nitrogen. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 10 (5): 105-107.
- Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2015. *Statistik: Produksi Kacang Hijau Indonesia 2015*. Jakarta
<https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>. Diakses 8 Oktober 2022. Pukul : 20.00 WIB.
- Dwiastuti, S. 2012. Kajian tentang Kontribusi Cacing Tanah dan Perannya terhadap Lingkungan Kaitannya dengan Kualitas Tanah. *J. Biologi*. 12 (4): 448-451.
- Edwards, C. A. dan Lofty, J. R. 1977. *Biology Of Earthworm*. Chapman and Hall. New York.
- Endriani. 2010. Sifat Fisika dan Kadar Air Tanah Akibat Penerapan Olah Tanah Konservasi. *Jurnal Hadrolitan*. 1(1): 26-34.
- Fahmuddin, A. dan Widiyanto. 2004. *Petunjuk Praktis Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering*. World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia. Bogor.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G., dan Bailey, H.H. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K. A., Anas, I., Napoleon, A., dan Ghoffar, N. 2005. *Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handayanto, E. dan Hairiah, K. 2009. *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Persindo. Jakarta.
- Kartasapoetra, A.G. dan Sutedjo, M. 1991. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Bina Aksara. Jakarta.
- Kasno, A. 2010. Respon Pemupukan N dan P Untuk Tanaman Jagung. *J. Agroteknologi*. 3(5): 13-22.

- Kementerian Pertanian. 2019. Data Lima Tahun Terakhir Produksi Kacang Hijau Menurut Provinsi , 2014-2018. - <https://www.Pertanian.Go.Id/Home/?Show=Pages&Act=View&Id=61#>. Diakses 30 Oktober 2022. Pukul : 13.00 WIB.
- Kusumastuti, A. F., Wijaya, A., dan Sukmawan, Y. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu N Tahun Ke-29 pada Beberapa Sifat Kimia Tanah dengan Tanaman Indikator Leguminosa. *Agriprima*. 2 (1):18-26.
- Lavelle, P. A.V. dan Spain. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Mahmud, A., Guritno, B., dan Sudiarso. 2002. Pengaruh Pupuk Organik Kascing dan Tingkat Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*). *J. Agrivita*. 24 (1): 9-16.
- Marhan, S. dan Stefan, S. 2005. Mixing of Different Mineral Soil Layers By Endogeic Earthworms Affects Carbon and Nitrogen Mineralization. *Biol Fertil Soils*. 42 (2): 308–314.
- Meade, G., Lalor, J., dan Cabe, T. 2011. An Evaluation of The Combined Usage of Separated Liquid Pig Manure and Inorganic Fertilizer in Nutrient Programmes for Winter Wheat Production. *European Journal Of Agronomy*. 34 (2) : 62-70.
- Niswati, A., Utomo, M., dan Nograho, S.G. 1995. Dampak Mikrobiologi Tanah Penerapan Teknik Tanpa Olah Tanah dengan Herbisida Amino Glifosfat Secara Terus-Menerus pada Lahan Kering di Lampung. *Laporan Penelitian DP3M*. Universitas Lampung. Lampung.
- Niswati, A., Yusnaini, S., dan Tunsyah, S. 2019. Minimum Tillage and In Situ Mulch Increasing The Population and Biomass of Earthworms Under Mung Bean Cultivation on Ultisol Soil. *Journal of Tropical Soils*. 24(3) : 141-148.
- Nurhayati, D. R. 2021. *Peran Pupuk Kandang terhadap Tanaman Kacang Hijau*. Scopind Media Pustaka. Surabaya.
- Palungkun, R. 2010. *Usaha Ternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Bina Akasara. Jakarta.
- Permana, I., Arifin, M., dan Sudirja, R. 2018. Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk UZAAKH dalam Menurunkan Kelarutan Logam Cr pada Tanah Sawah Tercemar Limbah Tekstil. *Solirens*. 16 (10): 20-26.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25 (2): 39 - 47.
- Pulung, M.A. 2005. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Purba, E. dan Sabrina, T. 2017. Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays* L.) pada Berbagai Pengelolaan Gulma di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pertanian Tropik*. 4 (3): 190-195.
- Purwono. 2005. *Kacang Hijau*. Penebar Swadaya. Jakarta. 73 hlm.
- Putra, R. A., Banuwa, I. S., Supriatin, dan Utomo, M. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Mulsa terhadap Kehilangan Unsur Hara (N,P,K) dan C-Organik Akibat Erosi pada Pertanaman Kacang Hijau Musim Tanam Ketiga. *J. Agrotek Tropika*. 8 (3): 537 – 545.
- Rauf, A, 2005. Teknik Konservasi Tanah dan Air. *Diktat Bahan Kuliah*. Fakultas Pertanian. Jurusan Ilmu Tanah. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Riono, Y. dan Mulono, A. 2020. Pemanfaatan Abu Sekam Padi dalam Inovasi Pemupukan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Lahan Gambut. *Jurnal Selodang Mayang*. 6 (2): 60-69.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika (Buku 2) Terjemahan*. Properties and Management in The Tropics. ITB. Bandung.
- Smith, J., Anna, C., dan Paul. 2006. Baseline Biodiversity Surveys of The Soil Macrofauna of London's Green Spaces. *Urban Ecosyst*. 22 (9): 337–349.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik Permasalahan dan Pengembangannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Utomo, M. 1994. *Degradasi Tanah dan Pertanian Konservasi*. Kursus Amdal Tipe 22 Agustus - 3 September 1994. PSL Unila Bappedal Pusat.
- Utomo, M. 1995. Kekerasan Tanah dan Serapan Hara Tanaman Jagung pada Olah Tanah Konservasi Jangka Panjang. *J. Tanah Trop*. 1:1-7.
- Utomo, W. H., 1989. *Koservasi Tanah di Indonesia*. Bina Aksara. Jakarta. 110 hlm.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 149 hlm.