

**BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME DAN POPULASI
BAKTERI NITRIFIKASI PADA SISTEM OLAH TANAH
DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG
DENGAN POLA ROTASI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

(Tesis)

Oleh

FAJRI TAUFIK AKBAR



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

BIOMASS MICROORGANISM CARBON AND NITRIFYING BACTERIAL POPULATION IN LONG TERM TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZER SYSTEM WITH PLANT ROTATION PATTERN OF CORN (*Zea mays* L.) AND SOYBEAN (*Glycine max* L.)

FAJRI TAUFIK AKBAR

Corn (*Zea mays* L.) and soybeans (*Glycine max* L.) are among the important food producing carbohydrate and vegetable protein plants in Indonesia after rice (*Oryza sativa* L.). One of the efforts made to increase the productivity of corn and soybeans on dry land is crop rotation, land management, and fertilization. The purpose of this research was to determine the effect of long term soil processing and nitrogen fertilization on carbon biomass microorganism and nitrification of bacteria with rotation patterns of corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). The research was conducted at the Lampung State Polytechnic field, from January to August 2016. The research was conducted using a Randomized Block Design (RBD) factorially arranged with 4 replications. The first factor is the long term tillage system namely $T_1 =$ Intensive Tillage (OTI) and $T_2 =$ No Tillage (TOT), and the second factor is long term nitrogen fertilization namely $N_0 = 0$ kg N ha⁻¹ and $N_1 = 200$ kg N ha⁻¹. Soil analysis was carried out at the Soil Science Laboratory, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of

Lampung, Bandar Lampung. The data obtained were tested for their homogeneity by the Barlet test and their additives by the Tukey test and processed by analysis of variance and continued with the Honestly Significant Difference test (BNJ) at the 5% level. The results showed that: (1) Carbon microorganism biomass and bacterial population of nitrification in the no tillage system (TOT) were higher than the intensive tillage system (OTI) both in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.); (2) Carbon biomass of microorganism in nitrogen fertilizer residue at a dose of 0 kg N ha⁻¹ higher than the dose 200 kg N ha⁻¹ in soybean (*Glycine max* L.) and the population of nitrification bacteria in nitrogen fertilizer at a dose 0 kg N ha⁻¹ is higher than the dose of 200 kg N ha⁻¹ in corn (*Zea mays* L.); (3) There is no interaction effect between tillage systems and long term nitrogen fertilization on carbon microorganism biomass and nitrifying bacterial populations both on corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.); (4) Crop production in the no tillage systems (TOT) is higher than the intensive tillage system (OTI) and crop production in nitrogen fertilizer at a dose of 200 kg N ha⁻¹ is higher than nitrogen fertilizer at a dose of 0 kg N ha⁻¹ both in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.).

Keywords: biomass carbon microorganism, nitrifying bacteria, corn, soybean.

ABSTRAK

BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME DAN POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI PADA SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG DENGAN POLA ROTASI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* L.)

FAJRI TAUFIK AKBAR

Jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat dan protein nabati yang penting di Indonesia setelah padi (*Oryza sativa* L.). Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas jagung dan kedelai pada lahan kering adalah dengan rotasi tanaman, pengolahan tanah, dan pemupukan. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi dengan pola rotasi tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.). Penelitian dilakukan di lahan Politeknik Negeri Lampung, dari bulan Januari sampai dengan Agustus 2016. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang yaitu T_1 = Olah Tanah Intensif (OTI) dan T_2 = Tanpa Olah Tanah (TOT), serta faktor kedua adalah pemupukan nitrogen jangka panjang yaitu $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ dan $N_1 = 200 \text{ kg N ha}^{-1}$. Analisis

tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung. Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Barlet dan adifitasnya dengan uji Tukey serta diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI) baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.); (2) Biomassa karbon mikroorganisme pada residu pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada dosis 200 kg N ha⁻¹ pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) dan populasi bakteri nitrifikasi pada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada dosis 200 kg N ha⁻¹ pada tanaman jagung (*Zea mays* L.); (3) Tidak terdapat pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.); (4) Produksi tanaman pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI) dan produksi tanaman pada pemupukan nitrogen dengan dosis 200 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).

Kata kunci: biomassa karbon mikroorganisme, bakteri nitrifikasi, jagung, kedelai

**BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME DAN POPULASI
BAKTERI NITRIFIKASI PADA SISTEM OLAH TANAH
DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG
DENGAN POLA ROTASI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

Oleh

FAJRI TAUFIK AKBAR

Tesis

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

Pada

**Program Studi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Tesis

: **BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME
DAN POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI
PADA SISTEM OLAH TANAH DAN
PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG
DENGAN POLA ROTASI TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

Nama Mahasiswa

: **Fajri Taufik Akbar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1524011013

Program Studi

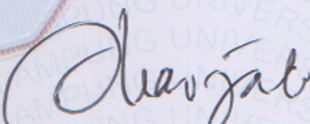
: Magister Agronomi

Fakultas

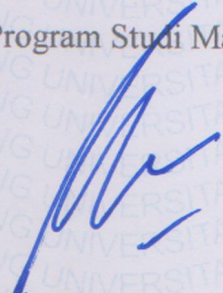
: Pertanian




Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.
NIP 19630509 198703 2 001


Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.
NIP 19610820 198603 1 002

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

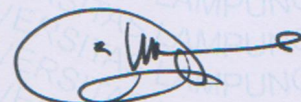

Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 19610803 198603 2 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

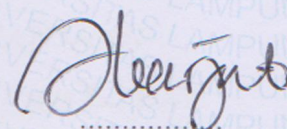
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.**



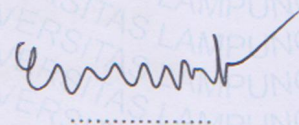
Sekretaris

: **Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D.
NIP 19570101 198403 1 020

Tanggal Lulus Ujian Tesis: **18 Desember 2019**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul **“BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME DAN POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI PADA SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG DENGAN POLA ROTASI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* L.)”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Desember 2019

Dengan pernyataan,



Fajri Taufik Akbar
NPM 1524011013

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kalianda pada tanggal 06 Mei 1993, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Abi Drs. Khoiruddin dan Umi Hj. Hikmah.

Jenjang pendidikan Penulis dimulai dengan menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanan di TK Masjid Agung Kalianda pada tahun 1999, Sekolah Dasar di SDN 1 Way Urang Kalianda pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kalianda pada tahun 2008, dan Madrasah Aliyah di MA Al-Fatah Natar pada tahun 2011. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2011.

Penulis melanjutkan pendidikannya di tahun 2015 sebagai mahasiswa Pascasarjana (S2) Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis dipercaya sebagai asisten dosen pada praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2013/2014), Fisiologi Tumbuhan (2013/2014), dan Koordinator asisten dosen pada praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2014/2015). Penulis juga terpilih sebagai penerima beasiswa Surat Perintah Sebelas Maret (Super Semar) 2013 dan Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) 2014.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis juga aktif dalam kegiatan Lembaga Kemahasiswaan. Pada tahun 2013-2014 Penulis diamanahkan sebagai Kepala Bidang Lingkungan Hidup dan IPTEK Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas

Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (UKMF LS-MATA) Fakultas Pertanian
Universitas Lampung.

Pada bulan Juli 2014, Penulis menjalani Praktik Umum (PU) di PT Great Giant
Pineapple (PT GGP) Terbanggi Besar Lampung Tengah. Penulis melaksanakan
penelitian pada bulan Oktober sampai Maret 2015 di Lahan Politeknik Negeri
Lampung. Pada bulan Januari sampai Februari 2015, Penulis menjalani Kuliah
Kerja Nyata Tematik (KKN Tematik) di Pekon Sukanegara, Kecamatan
Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat. Pada hari Senin/5 Februari 2018, Penulis
diterima dan mulai bekerja di PT Great Giant Pineapple sebagai Section Head di
Department Guava and Other Fresh Fruits.

*Dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT
Ku persembahkan karyaku ini untuk*

*Abi dan Umi tersayang yang membesarkanku, merawat, menjaga, mendidik dan
membimbing dengan penuh kasih sayang, cinta dan do'a
dalam menanti keberhasilanku*

*Adik-adikku tercinta, Fahmi Prawira Negara, Amd. dan Indah Ananda Putri
yang senantiasa memberikan semangat, do'a dan
dukungan untuk keberhasilanku*

*Kekasihku tercinta, Agnesi Deria Hepriyani, S.P. yang senantiasa
mendampingi, memberikan motivasi dan semangat
dalam suka maupun duka*

*Serta Almamaterku tercinta
Universitas Lampung*

“Jadikanlah Target dan Fokus sebagai Senjata Kesuksesan”
(Fajri Taufik Akbar)

*“Tak akan ada waktu dan tempat untuk merubah masa lalu anda,
tapi akan selalu ada waktu dan tempat dimana anda dapat
mengubah masa depan anda”*
(Al Muhtaram)

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu
kaum sebelum mereka mengubah
keadaan mereka sendiri”*
(Qs. Ar-Ra'd 13:11)

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbi'l' alamin*, Puji dan syukur senantiasa Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada Penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tesis yang berjudul “Biomassa Karbon Mikroorganisme dan Populasi Bakteri Nitrifikasi pada Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang dengan Pola Rotasi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Kedelai (*Glycine max* L.)”. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan, bimbingan, bantuan, saran, dan kritik selama penelitian sampai selesainya penulisan tesis.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan arahan, bimbingan, bantuan, saran, dan kritik selama penelitian sampai selesainya penulisan tesis.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc., selaku Pembahas yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan kepada Penulis selama

penelitian sampai selesainya penulisan tesis serta telah mengizinkan Penulis untuk ikut dalam Penelitian Jangka Panjang Tanpa Olah Tanah.

6. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik dan Ketua Jurusan Magister Agronomi yang selama ini telah memberikan bimbingan, motivasi, dan nasehat kepada Penulis.
7. Keluargaku tersayang yaitu Abi Drs. Khoiruddin, Umi Hj. Hikmah, serta adik-adikku Fahmi Prawira Negara, Amd. dan Indah Ananda Putri atas semua do'a, pengorbanan, dukungan, motivasi, dan cinta kasih yang telah diberikan kepada Penulis.
8. Kekasihku Agnesi Deria Hepriyani, S.P. yang senantiasa mendampingi, memberikan motivasi dan semangat kepada Penulis.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Jurusan Magister Agronomi angkatan 2015 Genap; Bapak Margo Trilaksono, Bapak Suhandoyo, Ibu Endang Warastuti, Adawiah, Mbak Siti Jarlina, dan Mbak Nilly Christalia atas bantuan, dukungan, dan kebersamaannya.
10. Dan seluruh pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu atas partisipasi selama penelitian sampai selesainya penulisan tesis.

Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, dan Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis.

Bandar Lampung, 18 Desember 2019

Penulis,

Fajri Taufik Akbar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	6
1.3 Kerangka Pemikiran	6
1.4 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jagung	11
2.2 Tanaman Kedelai	13
2.3 Sistem Olah Tanah	16
2.3.1 Olah Tanah Intensif	16
2.3.2 Tanpa Olah Tanah	18
2.4 Nitrogen	19
2.5 Mikroba Tanah	21
2.6 Biomassa Karbon Mikroorganisme	24
2.7 Bakteri Nitrifikasi	26
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Bahan dan Alat	30
3.3 Metode Penelitian	31
3.4 Pelaksanaan Penelitian	31

3.4.1 Pengolahan Tanah	31
3.4.2 Pembuatan Petak Percobaan dan Penanaman	31
3.4.3 Pemupukan	32
3.4.4 Pemeliharaan	32
3.4.5 Pemanenan	33
3.4.6 Pengamatan	33
3.4.7 Analisis Biomassa Karbon Mikroorganisme	34
3.4.8 Analisis Bakteri Nitrifikasi	36

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Sifat Kimia Tanah	39
4.1.1.1 pH Tanah	40
4.1.1.2 C-organik Tanah	40
4.1.1.3 N-total Tanah	42
4.1.1.4 C/N Rasio Tanah	44
4.1.2 Biomassa Karbon Mikroorganisme dan Populasi Bakteri Nitrifikasi	45
4.1.2.1 Biomassa Karbon Mikroorganisme	46
4.1.2.2 Populasi Bakteri Nitrifikasi	48
4.1.3 Produksi Tanaman	50
4.1.3.1 Produksi Tanaman Jagung dan Kedelai	51
4.1.4 Uji Korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan Biomassa Karbon Mikroorganisme	53
4.1.5 Uji Korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan Bakteri Nitrifikasi	54
4.1.6 Uji Korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan Produksi	55
4.2 Pembahasan	55

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan	61
5.2 Saran	62

PUSTAKA ACUAN

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Most Probable Number (MPN) untuk tiga ulangan bagi setiap pengenceran.	38
2. Ringkasan hasil analisis ragam sifat kimia tanah pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	39
3. Ringkasan hasil analisis ragam biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	45
4. Ringkasan hasil analisis ragam produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	50
5. Ringkasan uji korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	54
6. Ringkasan uji korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	54
7. Ringkasan uji korelasi pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio dengan produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang dengan pola rotasi tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	55

8. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman jagung.	70
9. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman jagung.	70
10. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman jagung.	71
11. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman jagung.	71
12. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) tanah pada tanaman jagung.	72
13. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman jagung.	72
14. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman jagung.	73
15. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman jagung. ..	73
16. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman jagung. ..	74
17. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) pada tanaman jagung.	74
18. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) tanah pada tanaman jagung.	75
19. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) pada tanaman jagung.	75
20. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman jagung (Mg ha^{-1}).	76
21. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman jagung (Mg ha^{-1}).	76

22. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman jagung (Mg ha^{-1}).	77
23. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman jagung.	77
24. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) (x) pada tanaman jagung.	78
25. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) (x) pada tanaman jagung.	78
26. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) (x) pada tanaman jagung.	79
27. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) pada tanaman jagung.	79
28. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman jagung.	80
29. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman jagung.	80
30. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman jagung.	81
31. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman kedelai.	81
32. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman kedelai.	82
33. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman kedelai.	82

34. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman kedelai.	83
35. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) tanah pada tanaman kedelai.	83
36. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman kedelai.	84
37. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman kedelai.	84
38. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman kedelai.	85
39. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman kedelai.	85
40. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) pada tanaman kedelai.	86
41. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) tanah pada tanaman kedelai.	86
42. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) pada tanaman kedelai.	87
43. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kedelai (Mg ha^{-1}).	87
44. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kedelai (Mg ha^{-1}).	88
45. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kedelai (Mg ha^{-1}).	88
46. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman kedelai.	89

47. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman kedelai.	89
48. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman kedelai.	90
49. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) pada tanaman kedelai.	90
50. Pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman kedelai.	91
51. Uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman kedelai.	91
52. Analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap transformasi populasi bakteri nitrifikasi (CFU g tanah^{-1}) ($\log(x)$) pada tanaman kedelai.	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk Bakteri <i>Nitrosomonas</i>	28
2. Bentuk Bakteri <i>Nitrobacter</i>	29
3. Skema Pelaksanaan Inkubasi Tanah.	35
4. Seri Pengenceran.	37
5. Pengaruh residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pH tanah pada tanaman kedelai.	40
6. Pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman jagung.	41
7. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap C-organik tanah (%) pada tanaman jagung.	42
8. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman jagung.	43
9. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap N-total tanah (%) pada tanaman kedelai.	43
10. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap C/N rasio tanah (%) pada tanaman kedelai.	44
11. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman jagung.	46
12. Pengaruh residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C g tanah}^{-1}$) pada tanaman kedelai.	47
13. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap C-mik ($\text{mg CO}_2\text{-C 100g tanah}^{-1}$) pada tanaman kedelai.	47
14. Pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi bakteri nitrifikasi ($\text{Log CFU g tanah}^{-1}$) pada tanaman jagung.	48

15. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap populasi bakteri nitrifikasi (Log CFU g tanah ⁻¹) pada tanaman jagung.	49
16. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap populasi bakteri nitrifikasi (Log CFU g tanah ⁻¹) pada tanaman kedelai.	50
17. Pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman jagung (Mg ha ⁻¹).	51
18. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap produksi tanaman jagung (Mg ha ⁻¹).	52
19. Pengaruh residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap produksi tanaman kedelai (Mg ha ⁻¹).	52
20. Pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap produksi tanaman kedelai (Mg ha ⁻¹).	53
21. Korelasi pH dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	93
22. Korelasi pH dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	93
23. Korelasi C-organik dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	94
24. Korelasi C-organik dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	94
25. Korelasi N-total dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	95
26. Korelasi N-total dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	95

27. Korelasi C/N rasio dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	96
28. Korelasi C/N rasio dengan biomassa karbon mikroorganisme pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	96
29. Korelasi pH dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	97
30. Korelasi pH dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai. .	97
31. Korelasi C-organik dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	98
32. Korelasi C-organik dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	98
33. Korelasi N-total dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	99
34. Korelasi N-total dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	99
35. Korelasi C/N rasio dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	100
36. Korelasi C/N rasio dengan bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	100
37. Korelasi pH dengan produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	101
38. Korelasi pH dengan produksi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	101

39. Korelasi C-organik dengan produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	102
40. Korelasi C-organik dengan produksi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	102
41. Korelasi N-total dengan produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	103
42. Korelasi N-total dengan produksi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	103
43. Korelasi C/N rasio dengan produksi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman jagung.	104
44. Korelasi C/N rasio dengan produksi pada sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang pada tanaman kedelai.	104
45. Tata Letak Percobaan.	105

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang penting di Indonesia setelah padi. Sebagai sumber karbohidrat, sebagian masyarakat memanfaatkan jagung untuk makanan pokok sehari-hari. Selain sebagai bahan pangan pengganti beras yang dikonsumsi secara langsung oleh masyarakat, jagung juga digunakan sebagai bahan olahan seperti minyak goreng, tepung maizena, etanol, asam organik, dan industri pakan ternak (Kementerian Pertanian, 2015a).

Oleh karena itu, tidak heran apabila kebutuhan jagung dari tahun ke tahun terus meningkat. Pada tahun 2014 besarnya volume impor jagung mencapai 3,17 juta ton atau setara dengan 791 juta US\$, hal ini disebabkan karena permintaan jagung yang tinggi seperti pada industri pakan ternak dan belum dapat terpenuhi oleh produksi jagung dalam negeri (Kementerian Pertanian, 2015a).

Selain itu tanaman pangan terpenting di Indonesia setelah padi dan jagung adalah kedelai. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan sumber pangan yang mengandung protein nabati paling populer bagi masyarakat Indonesia pada umumnya. Konsumsi utamanya dalam bentuk tempe dan tahu yang merupakan lauk pauk vital bagi masyarakat Indonesia. Bentuk lain produk kedelai adalah kecap, tauco, dan susu kedelai. Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia (Kementerian Pertanian, 2015b).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2014, konsumsi tempe rata-rata per orang per tahun di Indonesia sebesar 6,95 kg dan tahu 7,07 kg. Ironisnya pemenuhan kebutuhan akan kedelai yang merupakan bahan baku utama tempe dan tahu, 67,28% atau sebanyak 1,96 juta ton harus diimpor dari luar dengan nilai impor sebesar 7.484 juta US\$. Hal ini karena produksi kedelai dalam negeri tidak mampu mencukupi permintaan tempe dan tahu yang terus meningkat (Kementerian Pertanian, 2015b).

Menyikapi semakin meningkatnya kebutuhan pangan dan pakan di Indonesia yang belum terpenuhi maka diperlukan upaya yang dapat meningkatkan produktivitas jagung dan kedelai di lahan kering. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas jagung dan kedelai pada lahan kering adalah dengan rotasi tanaman, pengolahan tanah, dan pemupukan. Keuntungan dari sistem rotasi tanaman yaitu meningkatkan kesuburan tanah, khususnya kandungan C dan N, kemantapan agregat, efisiensi pemupukan dan penggunaan air untuk tanaman (Griffith *et al.*, 1988), serta menekan perkembangan hama (Untung, 1993).

Pengolahan tanah juga dapat mendukung perkecambahan benih dan diperlukan untuk mengendalikan gulma serta hama penyakit yang menyerang tanaman. Tetapi pengolahan tanah juga dapat mengakibatkan efek negatif karena dapat meningkatkan mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan. Selain itu pengolahan tanah juga memerlukan input energi yang tinggi, yang bisa berasal dari tenaga kerja manusia atau hewan (Mulyadi dkk., 2001).

Untuk mempertahankan kualitas tanah tetap baik dalam teknik budidaya tanaman berkelanjutan dapat menggunakan prinsip olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi merupakan cara penyiapan lahan yang dapat mengurangi mineralisasi

bahan organik, erosi, dan penguapan dibandingkan dengan cara-cara penyiapan lahan konvensional (Abdurachman dkk., 1998). Keberhasilan OTK dalam menekan mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan disebabkan karena keberadaan sisa-sisa tanaman dalam jumlah yang memadai di permukaan tanah (Adnan dkk., 2012).

Selain dengan menerapkan sistem olah tanah konservasi (OTK), usaha untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan juga dapat dilakukan dengan pemupukan. Pemupukan merupakan suatu tindakan pemberian unsur hara ke dalam tanah atau tanaman sesuai yang dibutuhkan untuk pertumbuhan normal tanaman (Pulung, 2005).

Menurut SIRRAPA (2003), nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang menjadi penentu utama dalam pertumbuhan dan produksi tanaman, baik di daerah tropis maupun daerah-daerah beriklim sedang. Pemupukan nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan tanaman karena dapat menstimulir bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang, dan akar (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2002) serta meningkatkan hasil pada tanaman pangan (Brady and Weil, 2008).

Hakim dkk. (1986) menyatakan bahwa dari semua unsur hara, nitrogen dibutuhkan paling banyak, tetapi ketersediannya selalu rendah, karena 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 hasil yang tinggi.

Oleh sebab itu penyiapan lahan dengan sistem OTK dan pemupukan nitrogen merupakan upaya yang tepat untuk meningkatkan biodiversitas tanah. Biodiversitas tanah merupakan refleksi keragaman makhluk hidup di dalam tanah yang

menggambarkan semua atribut fungsional suatu ekosistem yang terdiri atas berbagai macam mikroba seperti alga biru-hijau, fitoplankton, bakteri, fungi, dan aktinomiset (Saraswati dan Sumarno, 2008).

Mikroba tanah memiliki kontribusi yang besar dalam konservasi lingkungan, selain itu mikroba tanah juga berperan dalam meningkatkan kesuburan sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat optimum. Hal ini disebabkan karena bahan organik secara dominan didegradasi melalui proses mikrobial pada ekosistem (Widyati, 2013a). Bahan organik yang terkandung dalam tanah akan digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan oleh mikroba tanah (Fuady, 2010).

Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesuburan tanah adalah biomassa karbon mikroorganisme tanah. Biomassa karbon mikroorganisme tanah merupakan bagian hidup dari bahan organik yang terdiri dari bakteri, fungi, algae, dan protozoa, tidak termasuk akar tanaman dan fauna tanah yang lebih besar dari amuba terbesar ($5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$) (Jenkison and Ladd, 1981 dalam Febry, 2011).

Menurut Buchari (1999), tingginya populasi mikroorganisme tanah hanya mungkin terjadi jika tanah tersebut memiliki sifat yang mampu mendukung aktivitas dan perkembangan mikroorganisme tanah. Dengan kata lain, tanah yang mengandung berbagai mikroorganisme menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki tingkat kesuburan yang baik.

Selain itu aktivitas mikroba juga diperlukan untuk menjaga ketersediaan unsur hara makro tanah yang penting bagi tanaman, salah satunya nitrogen. Nitrogen yang berada di dalam tanah tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman. Oleh sebab

itu, nitrogen harus diubah ke dalam bentuk amoniak menjadi nitrit dan nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi (Darjamuni, 2003).

Bakteri nitrifikasi merupakan bakteri yang berperan penting dalam meningkatkan kandungan bahan organik dan ketersediaan hara pada tanah dengan menyediakan nitrat yang diserap akar tanaman (Schlegel and Schmidt, 1994). Sehingga sangat penting mempelajari mengenai biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi agar kesuburan tanah dan produksi tanaman dapat meningkat.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah sistem olah tanah jangka panjang berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.)?
2. Apakah pemupukan nitrogen jangka panjang berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.)?
3. Apakah interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.)?
4. Apakah sistem olah tanah, pemupukan nitrogen jangka panjang, dan interaksinya berpengaruh terhadap produksi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.)?

1.2 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.).
2. Mengidentifikasi pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.).
3. Mengidentifikasi pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.).
4. Mengidentifikasi pengaruh sistem olah tanah, pemupukan nitrogen jangka panjang, dan interaksinya terhadap produksi pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.).

1.3 Kerangka Pemikiran

Sumberdaya tanah adalah integrator utama alam semesta dan merupakan reservoir biodiversitas tanah. Biodiversitas tanah itu sendiri berperan penting dalam meningkatkan kualitas tanah dan menjamin keberlanjutan sumberdaya tanah. Proses dekomposisi serasah, siklus unsur hara, pembentukan tanah, dan siklus air merupakan contoh-contoh peran biodiversitas tanah dalam mendukung layanan ekosistem pertanian (Utomo, 2012).

Oleh karena itu, pengelolaan biodiversitas tanah yang dapat meningkatkan kualitas tanah merupakan dasar dari pengelolaan tanah berkelanjutan. Pengelolaan tanah berkelanjutan dengan menggunakan teknologi olah tanah konservasi (OTK) mempunyai potensi dalam meningkatkan biodiversitas dan produktivitas tanah (Utomo, 2012), serta mampu melestarikan sumberdaya tanah (Lal, 1989).

Syekhfani (1997), menyatakan bahwa selain OTK, nitrogen juga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, nitrogen sebagai elemen pembatas pada hampir semua jenis tanah. Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Transformasi nitrogen dalam tanah merupakan bagian dari daur N di alam. Daur N sangat tergantung pada aktivitas mikroba penitrifikasi. Nitrifikasi terdiri dari 2 proses yang merupakan satu kesatuan yakni oksidasi amonium (NH_4^+) menjadi nitrit (NO_2^-) oleh bakteri dari genus *Nitrosomonas* dan oksidasi nitrit (NO_2^-) menjadi nitrat (NO_3^-) oleh bakteri dari genus *Nitrobakter*, nitrat dari hasil proses nitrifikasi merupakan bentuk nitrogen anorganik yang tersedia dan dapat dimanfaatkan untuk proses metabolisme oleh tanaman. Oleh sebab itu, pemberian pupuk N sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Atlas and Bartha, 1993).

Pemberian pupuk nitrogen pada tanah selain dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman, juga dapat menyebabkan terganggu dan berkurangnya mikroba di dalam tanah. Pemberian pupuk nitrogen pada tanah dapat menyebabkan menurunnya pH tanah. Pada pH tanah yang rendah, mikroba tanah tidak dapat berkembang dengan baik (Syahril dkk., 2017).

Menurut Utomo (1995a), sistem OTK merupakan sistem olah tanah yang berwawasan lingkungan. Pada percobaan jangka panjang pada tanah Ultisol di Lampung menunjukkan bahwa sistem OTK (olah tanah minimum dan tanpa olah tanah) mampu memperbaiki kesuburan tanah lebih baik daripada sistem OTI. Hasil penelitian Niswati dkk. (1996), juga menunjukkan bahwa pada perlakuan pemupukan nitrogen jangka panjang dan sistem OTK mempunyai kandungan Bahan Organik, KTK, N, P, Mg, Ca, dan K tanah lebih tinggi dibandingkan dengan sistem OTI.

Hal ini sejalan dengan Utomo (2015), yang menyatakan bahwa TOT baik tanpa pemupukan N maupun dengan pemupukan N mempunyai biodiversitas tanah lebih tinggi daripada OTI. Keunggulan TOT atas OTI dalam hal biodiversitas tanah berkaitan dengan bahan organik tanah, kelembaban tanah, dan suhu tanah yang lebih kondusif daripada OTI. Selain itu pemupukan N juga dapat menurunkan biodiversitas tanah, hal ini berkaitan dengan menurunnya pH tanah dengan meningkatnya pemupukan N.

Pada sistem OTK, bahan organik yang terdapat pada permukaan tanah merupakan bagian dari ekosistem yang berhubungan erat dengan kesuburan tanah (Chen *et al.*, 2004). Bahan organik berperan untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), meningkatkan stabilitas struktur tanah, memperbaiki kemampuan menyimpan air, meningkatkan efisiensi pemupukan, mempermudah perkembangan akar, serta sebagai sumber unsur hara bagi tanaman dan mikroba tanah (Tate, 1987).

Indikator kesuburan tanah salah satunya dapat dilihat dari tinggi rendahnya biomassa karbon mikroorganisme tanah. Menurut Septiana (2012), salah satu faktor penentu biomassa karbon mikroorganisme ialah kandungan bahan organik. Tolak ukur yang

digunakan untuk mendeteksi peningkatan kadar bahan organik tanah umumnya dilakukan dengan C-organik total tanah. C-organik merupakan penyusun utama bahan organik. Besar kecilnya kandungan C-organik yang ada di dalam tanah mempengaruhi populasi mikroorganisme yang akhirnya akan berpengaruh pula pada C-mik tanah. Hal ini dikarenakan C-organik merupakan salah satu sumber energi dan juga sumber hara atau nutrisi bagi mikroba tanah.

Hal ini sesuai dengan data hasil penelitian jangka panjang pada tahun ke-10 dan diperkuat kembali pada pengamatan tahun ke-22 yang menunjukkan bahwa sistem TOT secara nyata meningkatkan jumlah bakteri total, mikoriza, meso fauna, dan cacing tanah. Selain itu juga, nilai C-mik tanah pada TOT sebesar 182 (mg C-CO₂/kg/hari) lebih tinggi dibandingkan dengan OTI yang hanya sebesar 157 (mg C-CO₂/kg/hari). Meningkatnya biota dan C-mik tanah pada perlakuan TOT berkaitan erat dengan membaiknya kondisi iklim mikro akibat penggunaan mulsa in-situ (Utomo, 2012).

Oleh sebab itu mikroba tanah dan lingkungan pendukungnya harus terjaga dengan baik agar tercapai keseimbangan biologis. Hal tersebut dikarenakan di dalam tanah mikroba memiliki peran yang cukup kompleks, mulai dari mineralisasi, fiksasi nitrogen, nitrifikasi/denitrifikasi, pelarutan fosfat, antibiosis, produksi siderofor, pengatur pertumbuhan tanaman, dan induksi ketahanan tanaman (Widyati, 2013b).

Mikroba tanah juga berperan menjaga struktur tanah dengan pembentukan agregat tanah yang stabil, melalui perekatan hifa dan polisakarida yang dihasilkan (Fitria dkk., 2013). Bahkan menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2008), keseimbangan komunitas mikroba dapat

meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga produktivitas agroekosistem optimum. Itulah sebabnya kandungan C, N, P, S, dan mikroba dalam tanah dapat digunakan untuk mengukur dinamika hara (Prihastuti, 2013).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI) baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).
2. Biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada pemupukan nitrogen dengan dosis 200 kg N ha⁻¹ baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).
3. Biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada interaksi antara sistem tanpa olah tanah (TOT) dan pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada interaksi lainnya baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).
4. Produksi pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI), produksi pada pemupukan nitrogen dengan dosis 200 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹, dan produksi pada interaksi antara sistem tanpa olah tanah (TOT) dan pemupukan nitrogen dengan dosis 200 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada interaksi lainnya baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Tanaman jagung dalam catatan sejarah telah menjadi bagian budaya dari masyarakat di benua Amerika. Hal ini diduga bahwa jagung berasal dari Meksiko Selatan dan Amerika Latin yang kemudian menyebar ke Eropa, India dan akhirnya ke seluruh dunia termasuk Indonesia. Spesies jagung pada awal perkembangannya dikenal dengan nama *Teosinte*. Dari bentuk yang paling sederhana ini kemudian jagung berkembang hingga saat ini kita mengenal banyak sekali varietas jagung baik yang lokal maupun yang dikembangkan sebagai varietas hibrida dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Monocotyledonae
Ordo : Poales (Graminales)
Famili : Poaceae (Graminae)
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays* (L.) (Riwandi dkk., 2014).

Sistem perakaran tanaman jagung merupakan akar serabut dengan 3 macam akar yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar kait atau penyangga. Akar seminal

adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar seminal melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah. Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil, selanjutnya berkembang dari tiap buku secara berurutan ke atas hingga 7 sampai dengan 10 buku yang terdapat di bawah permukaan tanah. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal dan berperan dalam pengambilan air dan unsur hara. Akar kait atau penyangga adalah akar yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah yang berfungsi sebagai penyangga supaya tanaman jagung tidak mudah rebah. Akar tersebut juga membantu penyerapan unsur hara dan air (Riwandi dkk., 2014).

Tinggi batang jagung berkisar antara 150 sampai dengan 250 cm yang terbungkus oleh pelepah daun yang berselang-seling berasal dari setiap buku. Ruas-ruas bagian atas berbentuk silindris, sedangkan bagian bawah agak bulat pipih. Tunas batang yang telah berkembang menghasilkan tajuk bunga betina. Percabangan (batang liar) pada jagung umumnya terbentuk pada pangkal batang. Batang liar adalah batang sekunder yang berkembang pada ketiak daun terbawah dekat permukaan tanah (Riwandi dkk., 2014).

Jumlah daun jagung bervariasi antara 8 helai sampai dengan 15 helai, berwarna hijau berbentuk pita tanpa tangkai daun. Daun jagung terdiri atas kelopak daun, lidah daun (ligula) dan helai daun yang memanjang seperti pita dengan ujung meruncing. Pelepah daun berfungsi untuk membungkus batang dan melindungi buah (Riwandi dkk., 2014).

Tanaman jagung disebut juga tanaman berumah satu, karena bunga jantan dan betina terdapat dalam satu tanaman, tetapi letaknya terpisah. Bunga jantan dalam bentuk malai terletak di pucuk tanaman, sedangkan bunga betina pada tongkol yang terletak kira-kira pada pertengahan tinggi batang. Biji jagung mempunyai bagian kulit buah, daging buah, dan inti buah (Riwandi dkk., 2014).

2.2 Tanaman Kedelai

Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah yaitu *Glycine max* (L.) dengan klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Rosales
Famili : Papilionaceae
Genus : Glycine
Spesies : *Glycine max* (L.) (Irwan, 2006).

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, batang, daun, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya dapat optimal (Irwan, 2006).

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil. Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil (Irwan, 2006).

Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Disamping itu, ada varietas hasil persilangan yang mempunyai tipe batang mirip keduanya sehingga dikategorikan sebagai semi-determinate atau semiindeterminate (Irwan, 2006).

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (trifoliate leaves) yang tumbuh selepas masa pertumbuhan. Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate) (Irwan, 2006).

Tanaman kedelai di Indonesia yang mempunyai panjang hari rata-rata sekitar 12 jam dan suhu udara yang tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$), sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5-7 minggu. Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu. Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi (Irwan, 2006).

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan (Irwan, 2006).

Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak gepeng, dan bulat telur. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Warna kulit biji bervariasi, mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam, atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut (Irwan, 2006).

2.3 Sistem Olah Tanah

Sistem olah tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah. Tujuannya adalah untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tumbuhan pengganggu, mencampur sisa tumbuhan dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gill and Berg, 1967).

Sistem olah tanah dimaksudkan untuk menjaga aerasi dan kelembaban sesuai dengan kebutuhan tanah, sehingga penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dapat berlangsung dengan baik. Ada beberapa sistem olah tanah yang dapat dikelompokkan menjadi olah tanah intensif dan olah tanah konservasi (olah tanah minimum dan tanpa olah tanah) (Tyasmoro dkk., 1995).

2.3.1 Olah Tanah Intensif

Olah tanah intensif (OTI) merupakan pengolahan tanah yang dilakukan dengan tindakan membajak atau mencangkul tanah yang dapat menambah oksigen ke dalam tanah, sehingga dengan adanya aerasi tanah yang baik akan menjadikan struktur tanah menjadi mantap (Soepardi, 1983). Mengolah tanah secara intensif menyebabkan struktur tanah menjadi gembur dan remah, khususnya lahan yang tanahnya berstruktur berat (Edriani, 2000).

Pengolahan tanah yang efektif akan dapat memperbaiki sifat tanah. Akan tetapi pengolahan tanah tanpa menerapkan teknik yang sesuai akan menyebabkan kerusakan tanah, dapat dikatakan bahwa hancurnya sebagian besar agregat adalah akibat daya rusak alat pengolah tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1988).

Menurut Utomo (1994), besarnya erosi di Indonesia yang beriklim tropis bukan hanya karena agroekosistem yang tidak kondusif terhadap degradasi tetapi juga karena pengolahan tanah yang dilakukan tidak memperhatikan kaidah konservasi.

Pengolahan tanah mempunyai akibat yang menguntungkan dan merugikan granulasi. Akibat pengolahan dalam waktu pendek kerap kali menguntungkan. Pengolahan tanah dalam keadaan kandungan lengas akan memecah bongkah-bongkah dan menjadikan persemaian lebih menguntungkan. Pengolahan selama musim tumbuh terutama akan memecah kerak-kerak keras, yang disebabkan pukulan curah hujan, menjamin aerasi yang cukup, dan mematikan tanaman pengganggu (Brady and Weil, 2008).

Permukaan lahan yang bersih dan gembur memang memudahkan penanaman benih, tetapi tidak mampu menahan laju aliran air permukaan yang mengalir deras, sehingga banyak partikel tanah yang mengandung humus dan hara tergerus dan terbawa oleh air ke hilir. Sebaliknya pada musim kemarau, oleh karena laju evaporasi cukup tinggi maka lapisan olah tanah yang tanpa ditutupi mulsa tersebut tidak mampu menahan aliran uap air ke atas sehingga tanaman mengalami kekeringan dan produktivitas lahan menurun. Selain itu, karena adanya pengolahan tanah aerasi meningkat sehingga pelapukan bahan organik tanah yang menghasilkan gas CO₂ pun meningkat (Utomo, 2012).

Dengan demikian, di daerah tropika basah seperti Indonesia, sistem olah tanah intensif di lahan kering justru memacu erosi dan mempercepat pelapukan bahan organik tanah. Akibatnya, kesuburan tanah *in situ* dapat terkuras dan

produktivitas lahan untuk jangka panjang dapat menurun (Utomo, 1994; Utomo, 1995b) dan emisi gas rumah kaca (GRK) meningkat (Utomo dkk., 2009). Hal ini berarti, olah tanah intensif sebetulnya berperan sebagai kontributor utama degradasi lahan kering *in situ* dan degradasi lingkungan *ex situ* (Utomo, 2012).

2.3.2 Tanpa Olah Tanah

Tanpa olah tanah (TOT) adalah cara penanaman yang tidak memerlukan penyiapan lahan, kecuali membuka lubang kecil untuk meletakkan benih. Tanpa olah tanah biasanya dicirikan oleh sangat sedikitnya gangguan terhadap permukaan tanah dan adanya penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa yang menutupi sebagian besar (60 – 80%) permukaan tanah. Pada sistem tanpa olah tanah (TOT) tumbuhan pengganggu dikendalikan dengan cara kimia (herbisida) bersama dengan sisa-sisa tanaman musiman sebelumnya, biomassa dapat dimanfaatkan sebagai mulsa (Utomo, 2006).

Pada sistem tanpa olah tanah (TOT) yang terus menerus, residu bahan organik dari tanaman sebelumnya mengumpul pada permukaan tanah, sehingga terdapat aktivitas mikroba perombak tanah pada permukaan tanah yang lebih besar pada tanah-tanah tanpa olah jika dibandingkan dengan pengolahan tanah sempurna (Engelstad, 1997).

Penerapan sistem tanpa olah tanah selalu berhubungan dengan penanaman yang cukup menggunakan tugal atau alat lain yang sama sekali tidak menyebabkan lapisan olah menjadi rusak dan di permukaan tanah masih banyak dijumpai residu dari tanaman maupun gulma. Cara ini dapat berjalan dengan baik untuk tanaman

serealia yang ditanam menurut larikan. Residu tanaman maupun gulma yang berada dipermukaan tanah tidak mengganggu perkecambahan dan pertumbuhan benih (Sutanto, 2002).

2.4 Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman. Pada umumnya nitrogen dalam tanah diambil oleh tanaman dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), tetapi nitrat yang terserap segera tereduksi menjadi ammonium melalui enzim yang mengandung molybdenum. Ion-ion ammonium dan beberapa karbohidrat mengalami sintesis dalam daun dan diubah menjadi asam amino, terutama terjadi dalam hijau daun. Dengan demikian, apabila unsur nitrogen yang tersedia lebih banyak daripada unsur lainnya, dapat dihasilkan protein lebih banyak dan daun dapat tumbuh lebih lebar, sebagai akibatnya maka fotosintesis lebih banyak. Oleh sebab itu diduga lebarnya daun yang tersedia bagi proses fotosintesis secara kasar sebanding dengan jumlah nitrogen yang diberikan (Sarief, 1989).

Pendugaan tersebut sejalan dengan pendapat Hasanuddin (2003), yang menyatakan bahwa peranan utama nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya akar, batang, dan daun. Selain itu, nitrogen berperan penting dalam mendorong pertumbuhan tanaman dengan cepat, memperbaiki kualitas, dan meningkatkan hasil tanaman.

Pemupukan nitrogen akan meningkatkan kadar protein, kadar selulosa, dan zat hijau daun. Untuk pertumbuhan yang optimum selama fase vegetatif,

pemupukan N harus diimbangi dengan pemupukan unsur lain. Pembentukan senyawa N organik tergantung pada imbangian ion-ion lain, termasuk dalam proses pembentukan klorofil dan ion fosfat untuk sintesis asam nukleat (Djajadi dkk., 2002).

Menurut Syekhfani (1997), nitrogen berfungsi sebagai penyusun komponen penting organ tanaman, unsur yang terlibat dalam proses fotosintesis, merupakan unsur kehidupan sel tanaman, penyusun klorofil, dan senyawa organik penting lainnya. Pemberian pupuk nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Sehingga pemberian pupuk nitrogen dalam tanah merupakan faktor yang sangat penting dalam kaitannya dengan pemeliharaan atau peningkatan kesuburan tanah, karena kebutuhan nitrogen untuk pertumbuhan tanaman tidak tersedia begitu saja dan N-organik yang ada di dalam tanah tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Oleh karena itu perlu penambahan unsur nitrogen dari luar dalam bentuk pupuk Urea, ZA, dan dalam bentuk pupuk kandang ataupun pupuk hijau (Djajadi dkk., 2002).

Kadar N urea 45% - 46%, untuk perhitungan praktisnya dipergunakan patokan 45%, termasuk golongan pupuk yang higroskopis dimana pada kelembaban relatif 73% sudah mulai menarik air dari udara. Berbentuk kristal (butir-butir) putih bergaris tengah ± 1 mm, larut dalam air, yang dengan pengaruh dan peranan jasad renik di dalam tanah diubah menjadi amoniumkarbonat. Reaksi fisiologis urea adalah asam lemah (Mulyani, 1995).

Tujuan utama dari pemberian pupuk N dalam bentuk urea adalah untuk meningkatkan hasil bahan kering. Pada tanaman serealia, pemberian nitrogen dapat memperbesar ukuran butir dan meningkatkan persentase protein dalam biji. Biasanya, tanaman mengambil 30 - 70% dari N yang diberikan, bergantung pada jenis tanaman, tanah, dan jumlah N yang diberikan (Engelstad, 1997).

2.5 Mikroba Tanah

Populasi mikroba tanah yang terdiri atas alga biru-hijau, fitoplankton, bakteri, fungi, dan aktinomiset pada permukaan dan lapisan olah tanah mencapai puluhan juta setiap gram tanah, yang merupakan bagian integral dan pembentuk kesuburan tanah pertanian. Proses daur ulang secara alamiah di permukaan dan lapisan olah tanah yang sangat penting bagi kegiatan pertanian tidak terjadi tanpa aktivitas mikroba (Saraswati dan Sumarno, 2008).

Saraswati (1999), secara umum menggolongkan fungsi mikroba menjadi empat, yaitu: (1) meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah, (2) sebagai perombak bahan organik dalam tanah dan mineralisasi unsur organik, (3) bakteri rizosfer-endofitik untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan membentuk enzim dan melindungi akar dari mikroba patogenik, (4) sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman.

Dalam pertanian berkelanjutan, mikroba diposisikan sebagai produsen hara, tanah dianggap sebagai media biosintesis, dan hasil kerja mikroba dianggap sebagai pensuplai utama kebutuhan hara bagi tanaman. Di Amerika Serikat, mikroba tanah dipandang sangat penting, sehingga menjadi salah satu indikator dalam

menentukan indeks kualitas tanah. Semakin tinggi populasi mikroba tanah semakin tinggi aktivitas biokimia dalam tanah dan semakin tinggi indeks kualitas tanah (Karlen *et al.*, 2006).

Menurut Saraswati dan Sumarno (2008), terdapat enam kelompok mikroba yang bermanfaat sebagai komponen pertanian berkelanjutan, yaitu:

a. Mikroba Pemfiksasi Nitrogen

Berbagai jenis bakteri fiksasi N secara hayati, antara lain terdiri atas rhizobia, sianobakter (ganggang hijau-biru), bakteri foto-autotrofik pada air tergenang dan permukaan tanah, dan bakteri heterotrofik dalam tanah dan zona akar. Bakteri tersebut mampu mengikat nitrogen dari udara, baik secara simbiosis (*root-nodulating bacteria*) maupun nonsimbiosis (*free-living nitrogen-fixing rhizobacteria*) (Boddey *et al.*, 1995).

b. Mikroba Pelarut Fosfat

Berbagai spesies mikroba pelarut P, antara lain *Pseudomonas*, *Microccus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Penicillium*, *Sclerotium*, *Fusarium*, dan *Aspergillus*, berpotensi tinggi dalam melarutkan P terikat menjadi P tersedia dalam tanah (Goenadi dan Saraswati, 1993). Mekanisme pelarutan P dari bahan yang sukar larut terkait erat dengan aktivitas mikroba bersangkutan dalam menghasilkan enzim fosfatase dan fitase dan asam-asam organik hasil metabolisme seperti asetat, propionat, glikolat, fumarat, oksalat, suksinat, dan tartrat (Banik and Dey, 1982), sitrat, laktat, dan ketoglutarat (Illmer and Schinner, 1992).

c. Mikoriza

Mikoriza berperan meningkatkan serapan P oleh akar tanaman. Mikoriza memiliki struktur hifa yang menjalar luas ke dalam tanah, melampaui jauh jarak yang dapat dicapai oleh rambut akar. Pada saat P berada di sekitar rambut akar, maka hifa membantu menyerap P di tempat-tempat yang tidak dapat lagi dijangkau rambut akar. Daerah akar bermikoriza tetap aktif dalam mengabsorpsi hara untuk jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza (Simanungkalit, 2007).

d. Mikroba Pereduksi Sulfat

Degradasi bahan organik di lingkungan anerob dapat terjadi melalui proses reduksi sulfat. Bakteri pereduksi sulfat yang terdiri atas genera *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum*, *Desulfosarcina*, dan *Desulfococcus* mempunyai kemampuan memetabolisme senyawa sederhana, seperti laktat, asetat, propionat, butirat, dan benzoat (Sherman *et al.*, 1998).

e. Mikroba Penghasil Zat Pemacu Tumbuh

Beberapa spesies bakteri rizosfer yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sering disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau Rhizobakteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT). RPPT terdiri atas genus *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, dan *Pseudomonas* (Biswas *et al.*, 2000).

f. Mikroba Perombak Bahan Organik

Mikroba perombak bahan organik atau biodekomposer adalah mikroba pengurai serat, lignin, dan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan karbon dari

bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tumbuhan atau hewan yang telah mati). Mikroba perombak bahan organik terdiri atas *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta crysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces* (Saraswati dan Sumarno, 2008).

2.6 Biomassa Karbon Mikroorganisme

Biomassa karbon mikroorganisme tanah merupakan komponen yang labil dari fraksi organik tanah yang terdiri dari 1-3% dari total C- organik tanah dan meningkat sampai 5% dari total nitrogen tanah. Biomassa karbon mikroorganisme tanah juga merupakan komponen yang penting dari bahan organik tanah yang mengatur transformasi dan penyimpanan hara. Proses-proses tersebut sangat berpengaruh terhadap fungsi ekosistem yang berhubungan dengan peredaran hara, kesuburan tanah, dan perubahan C secara global (Horwath dan Paul, 1994).

Marumoto *et al.* (1982), juga berpendapat bahwa walaupun biomassa karbon mikroorganisme tanah hanya mewakili sebagian kecil dari persentase total bahan organik tanah namun mempunyai pengaruh yang besar pada transformasi bahan organik dan unsur hara bagi tanaman. Biomassa karbon mikroorganisme tanah hanya mewakili sebagian kecil dari fraksi total karbon dan nitrogen tanah, tetapi secara relatif mudah berubah sehingga jumlah, aktivitas, dan kualitas biomassa karbon mikroorganisme merupakan faktor kunci dalam mengendalikan jumlah C dan N yang dimineralisasi (Wibowo, 2013).

Biomassa karbon mikroorganisme tanah merupakan indeks kesuburan tanah. Tinggi dan beragamnya populasi mikroorganisme di dalam tanah akan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor kimia (hara potensial, faktor pertumbuhan, konsentrasi dan komposisi ion serta redoks potensial), fisik (komposisi pori, suhu, tegangan air tanah, tekanan udara, radiasi, ukuran substrat organik dan mineral liat) dan biologi (sifat genetik, interaksi yang positif atau negatif antar organisme dan kemampuan untuk bertahan pada beragam kondisi) sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme di dalam tanah (Nannipieri *et al.*, 1990).

Hassink (1994), mengungkapkan bahwa terdapat hubungan antara tekstur tanah dan biomassa karbon mikroorganisme tanah. Aktivitas biomassa mikroorganisme tanah lebih tinggi dua kali lipat pada tanah-tanah bertekstur pasir atau debu daripada tanah-tanah bertekstur liat. Hal ini terjadi karena rendahnya aktivitas mikroorganisme dan kecepatan mineralisasi pada tanah-tanah bertekstur liat, berhubungan dengan rendahnya rasio C : N tanah.

Pengukuran biomassa karbon mikroorganisme tanah sangat penting untuk menjelaskan dan memahami berbagai proses yang terjadi di dalam tanah. Salah satu alasan banyaknya jenis metode yang telah digunakan dalam memperkirakan kandungan biomassa karbon mikroorganisme tanah adalah kompleksnya komunitas mikroba yang ada di dalam tanah (Franzluebbbers *et al.*, 1995).

Pengukuran biomassa karbon mikroorganisme diperkenalkan oleh Jenkinson and Powlson (1976), yang dikenal dengan metode inkubasi fumigasi-chloroform (CFI). Metode ini merupakan teknik dasar dalam pengukuran biomassa karbon

mikroorganisme yang juga dapat digunakan untuk mengkalibrasi metode-metode lain seperti metode ekstraksi fumigasi-chloroform (CFE), SIR (*Substrat Induced Respiration*) dan metode ATP. Metode ini juga merupakan yang paling luas digunakan dalam pengukuran biomassa mikroba tanah. Metode inkubasi fumigasi-chloroform (CFI) dikembangkan berdasarkan dasar pemikiran bahwa mikroorganisme tanah yang mati, akan dimineralisasikan dengan cepat dan CO₂ yang dihasilkan merupakan sebuah ukuran dari populasi awal (Smith *et al.*, 1995).

2.7 Bakteri Nitrifikasi

Nitrifikasi merupakan salah satu aktivitas biologi tanah yang penting dalam siklus nitrogen dan dikenal sebagai tahap yang sangat menentukan dalam proses mineralisasi nitrogen dari bahan organik. Secara definisi nitrifikasi adalah peristiwa oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat atau disebut juga produksi nitrat oleh mikroba melalui oksidasi senyawa nitrogen tereduksi. Keberadaan populasi bakteri nitrifikasi di dalam tanah sering dipakai sebagai indikator penting dalam menilai kualitas atau kesehatan tanah karena jumlah dan jenisnya yang terbatas (Roper and Ophel-Keller, 1997).

Proses oksidasi amonium menjadi nitrat berlangsung dalam dua tahap dimana nitrogen (pada amonium) berperan sebagai sumber energi bagi bakteri nitrifikasi. Tahap pertama adalah oksidasi amonia oleh bakteri autotrofik. Pada tahap ini terjadi konversi amonium (amonia pada tingkat enzim) menjadi nitrit oleh bakteri pengoksidasi amonia dari genus "*Nitroso*" (contoh: *Nitrosomonas*). Pada tahap

kedua, nitrit dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri pengoksidasi nitrit dari genus “*Nitro*” (contoh: *Nitrobacter*). Berikut reaksi amonia hingga menjadi nitrat;

Reaksi keseluruhan konversi amonia menjadi nitrit adalah:



Reaksi keseluruhan konversi nitrit menjadi nitrat adalah:



Bakteri *Nitrosomonas* merupakan bakteri yang berperan dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrit dalam siklus nitrogen. Secara morfologis bakteri ini berbentuk batang pendek, memiliki bentuk sel elips, motil dan non motil, terdapat dalam bentuk konsorsium, berpasangan sebagai rantai pendek maupun sendiri. Bakteri ini adalah bakteri gram negatif dan memiliki sitomembran. Sel tumbuh bebas pada medium dan membentuk matriks tipis. Bakteri ini dapat tumbuh optimum pada suhu 5 - 30°C dan pH optimum 5,8 - 8,5 serta hidup pada habitat air laut, air tawar dan tanah (Holt *et al.*, 1994).

Bakteri yang tergolong ke dalam genus *Nitrosomonas* adalah *Nitrosomonas aestuarii*, *Nitrosomonas communis*, *Nitrosomonas europaea*, *Nitrosomonas eutropha*, *Nitrosomonas halophila*, *Nitrosomonas marina*, *Nitrosomonas nitrosa*, *Nitrosomonas oligotropha* dan *Nitrosomonas ureae*. Selain dari genus *Nitrosomonas*, bakteri pengoksidasi amonium yang lain berasal dari genus *Nitrosococcus* (*Nitrosococcus briensis*, *Nitrosococcus oceani*), genus *Nitrosospira* (*Nitrosospira briensis*, *Nitrosospira multiformis*, *Nitrosospira tenuis*), genus *Nitrosolobus* (*Nitrosolobus multiformis*) dan genus *Nitrosovibrio* (*Nitrosovibrio tenuis*) (Ramadhani, 2015).

Secara taksonomi *Nitrosomonas* dapat diklasifikasikan menurut Holt *et al.*, (1994) sebagai berikut :

Phylum : Proteobacteria

Class : Betaproteobacteria

Order : Nitrosomonadales

Family : Nitrosomonadaceae

Genus : *Nitrosomonas*



Gambar 1. Bentuk Bakteri *Nitrosomonas*.

Bakteri *Nitrobacter* berperan dalam siklus nitrogen dengan mengoksidasi nitrit yang merupakan hasil dari oksidasi bakteri *Nitrosomonas* menjadi nitrat.

Nitrobacter menggunakan energi oksidasi dari ion nitrit menjadi nitrat. Habitat

Nitrobacter berada dalam tanah, air tawar, laut, payau, lumpur dan batuan

berpori-pori. Berbentuk batang, elipsoidal dan spiral. Gram negatif, sel motil dan non motil serta kemoautotrof. Sel motil memiliki flagel polar atau lateral.

Nitrobacter membutuhkan pH yang optimum untuk pertumbuhannya antara 5,8 - 8,5 dan 7,3 - 7,5 (Holt *et al.*, 1994).

Genus *Nitrobacter* ini terdiri atas *Nitrobacter alacticus*, *Nitrobacter hamburgensis*, *Nitrobacter vulgaris* dan *Nitrobacter winogradsky*. Selain genus *Nitrobacter*, genus lain yang mampu mengoksidasi nitrit adalah genus *Nitrococcus* (*Nitrococcus mobilis* merupakan satu-satunya spesies yang termasuk *Nitrococcus* yang dijumpai hanya di perairan laut) genus *Nitrospina* (*Nitrospina gracilis*) dan *Nitrospira* (Ramadhani, 2015).

Secara taksonomi *Nitrobacter* diklasifikasikan Holt *et al.*, (1994) sebagai berikut:

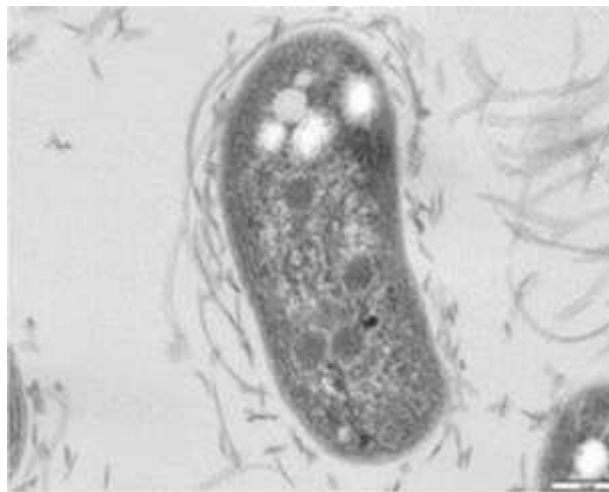
Phylum : Proteobacteria

Class : Alphaproteobacteria

Order : Rhizobiales

Family : Bradyrhizobiaceae

Genus : *Nitrobacter*



Gambar 2. Bentuk Bakteri *Nitrobacter*.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian yang merupakan penelitian jangka panjang tahun ke 28 - 29 ini dilakukan di lahan Politeknik Negeri Lampung yang berada pada $105^{\circ}13'45,5''$ – $105^{\circ}13'48,0''$ BT dan $05^{\circ}21'19,6''$ – $05^{\circ}21'19,7''$ LS, dengan elevasi 122 m dari permukaan laut (Utomo, 2012). Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 – Maret 2016 (Jagung) dan Bulan April 2016 - Juli 2016 (Kedelai).

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih jagung varietas P-27, benih kedelai varietas Willis, herbisida Glifosat, herbisida 2,4-D dimetil amina, pestisida Klorpirifos, Urea, SP-36, KCl, dan bahan-bahan kimia lain yang mendukung penelitian.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, koret, bor tanah, timbangan, tali plastik, kulkas, oven, desikator, toples plastik, botol film, alat tulis, dan alat-alat lain yang mendukung penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang yaitu $T_1 = \text{Olah Tanah Intensif (OTI)}$ dan $T_2 = \text{Tanpa Olah Tanah (TOT)}$, serta faktor kedua adalah pemupukan nitrogen jangka panjang yaitu $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ dan $N_1 = 200 \text{ kg N ha}^{-1}$.

Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan adifitasnya dengan uji Tukey serta diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengolahan Tanah

Pada petak tanpa olah tanah (TOT) tanah tidak diolah sama sekali, gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida yang berbahan aktif Glifosat dengan dosis 3 - 5 liter ha^{-1} dan 2,4-D dimetil amina dengan dosis 0,5 - 1 liter ha^{-1} pada dua minggu sebelum tanam dan gulmanya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah intensif (OTI) tanah dicangkul setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan.

3.4.2 Pembuatan Petak Percobaan dan Penanaman

Lahan dibagi menjadi 16 petak percobaan dengan ukuran tiap petaknya 4 m x 6 m dan jarak antarpetak percobaan yaitu 0,5 m. Penanaman benih jagung varietas P-27 dengan cara membuat lubang tanam dengan jarak 75 cm x 25 cm, setelah itu

ditanami 1 benih per lubang tanam. Musim tanam berikutnya dilakukan rotasi tanaman dengan penanaman benih kedelai dengan cara membuat lubang tanam dengan jarak 20 cm x 30 cm, setelah itu ditanami 2 benih per lubang tanam.

3.4.3 Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan cara dilarik diantara barisan tanaman. Pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha^{-1} dan KCl dengan dosis 50 kg ha^{-1} diberikan pada saat tanaman berumur satu minggu setelah tanam baik untuk tanaman jagung maupun kedelai. Pupuk urea dengan dosis $N_0 = 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ dan $N_2 = 200 \text{ kg N ha}^{-1}$ diberikan dua kali yaitu sepertiga dosis pada saat tanaman jagung berumur satu minggu setelah tanam dan duapertiga dosis pada saat memasuki fase vegetatif maksimum yakni enam minggu setelah tanam, sedangkan untuk tanaman kedelai pupuk urea tidak diberikan hanya memanfaatkan residu dari pemupukan nitrogen tanaman jagung sebelumnya.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih dan dilaksanakan satu minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan mencabut dan mengorek gulma yang tumbuh di petak percobaan yang dilaksanakan enam minggu setelah tanam. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan mulai dari awal tanam hingga pascapanen.

3.4.5 Pemanenan

Pemanenan tanaman jagung dilakukan pada fase generatif yang ditandai dengan kriteria umum yaitu tanaman mengering, kelobot berwarna kuning dan kering, serta bulir jagung mengkilat dan memadat. Pemanenan tanaman jagung dilakukan dengan memisahkan tongkol dari batang tanaman dengan petak panen berukuran 5 m x 1,5 m pada masing-masing petak percobaan, kemudian tongkol dipipil lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label.

Pemanenan tanaman kedelai dilakukan pada fase generatif yang ditandai dengan kriteria umum yaitu polong berwarna kuning kecoklatan dan daun tanaman telah menguning. Pemanenan tanaman kedelai dilakukan dengan memotong bagian pangkal batang tanaman dengan petak panen berukuran 1 m x 1 m pada masing-masing petak percobaan, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label.

3.4.6 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari analisis tanah pascapanen jagung (Maret 2016) dan kedelai (Juli 2016). Tanah yang dianalisis diambil dari setiap petak percobaan dengan cara mengebor tiga titik pengambilan sampel tanah sedalam 20 cm kemudian dikompositkan, setelah itu sampel tanah diletakkan didalam lemari pendingin untuk analisis biologi dan sebagian dikeringanginkan lalu disaring hingga lolos ayakan 2 mm untuk analisis kimia. Variabel utama yang diamati yakni Analisis Biomassa Karbon Mikroorganisme dengan metode Inkubasi Fumigasi-Chloroform (CFI) dan Analisis Bakteri Nitrifikasi dengan metode Most Probable Number (MPN).

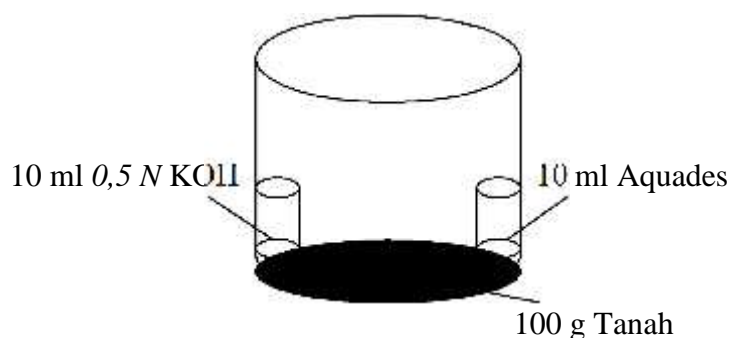
Selain itu, variabel pendukung yang diamati yakni pH Tanah metode Elektrometrik, C-organik tanah metode *Walkey-Black*, N-total tanah metode *Kjeldhal*, C/N rasio tanah, serta produksi jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.).

3.4.7 Analisis Biomassa Karbon Mikroorganism

Penetapan biomassa karbon mikroorganism dilakukan dengan menggunakan metode Inkubasi Fumigasi-Chloroform (CFI) (Jenkinson and Powlson, 1976; yang telah disempurnakan oleh Franzluebbbers *et al.*, 1995). Proses pelaksanaan yaitu tanah lembab yang diambil dari lemari pendingin harus diaklimatisasi terlebih dahulu \pm 2 jam lalu sebanyak 100 g tanah ditempatkan dalam gelas beaker 50 ml. Tanah tersebut kemudian difumigasi menggunakan kloroform (CHCl_3) sebanyak 30 ml dalam desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 60 menit lalu diamkan selama 48 jam. Sebanyak 10 gram tanah inokulan diikat rapat dalam plastik kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin.

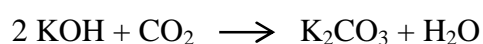
Setelah tanah difumigasi selama 48 jam, tanah dibebaskan dari CHCl_3 di bawah tekanan 30 cm Hg. Setelah itu setiap contoh tanah dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter bersama dua botol film, satu botol berisi 10 ml KOH 0,5 N dan satu botol selanjutnya berisi 10 ml aquades (Gambar 3). Kemudian ditambahkan 10 g tanah inokulan (tanah segar) yang telah dikeluarkan dari lemari pendingin pada saat pertama fumigasi. Setelah dikeluarkan dari lemari pendingin, tanah tersebut didiamkan selama kurang lebih 30 menit (proses aklimatisasi). Toples tersebut kemudian ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan

diinkubasi pada suhu 25 °C ditempat gelap selama 10 hari. Kuantitas C – CO₂ yang diserap dalam alkali ditentukan dengan titrasi (Anderson, 1982 dalam Franzluebbbers *et al.*, 1995). Pada akhir inkubasi, ditambahkan indikator *phenophtalein* sebanyak 2 tetes pada beaker berisi KOH dan dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga warna merah hilang. Jumlah HCl yang ditambahkan dicatat, selanjutnya ditambahkan 2 tetes *metil orange* dan dititrasi dengan HCl hingga warna kuning berubah menjadi merah muda. Sedangkan untuk tanah non-fumigasi menggunakan 100 g tanah segar ditambah 10 g tanah berat kering oven. Tanah tersebut dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter beserta 10 ml 0,5 N KOH dan satu botol film berisi 10 ml aquades tanpa penambahan tanah inokulan. Kemudian toples tersebut ditutup dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu 25°C selama 10 hari. Pada akhir masa inkubasi kuantitas C – CO₂ yang diserap dalam KOH ditentukan dengan cara titrasi (sama dengan contoh tanah fumigasi).

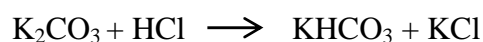


Gambar 3. Skema Pelaksanaan Inkubasi Tanah.

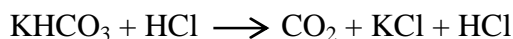
Reaksi pada saat di dalam toples (inkubasi selama 10 hari):



Reaksi pada saat dititrasi oleh HCl dengan indikator *Phenolphthalein*:



Reaksi pada saat dititrasi oleh HCL dengan indikator *Metil Orange*:



Biomassa mikroorganismen tanah dihitung dengan rumus akhir:

C – mik =

$$\frac{(m \text{ C}^2 - \text{C}^1 \text{ }^{-1} \text{ h})_{fu} - (m \text{ C}^2 - \text{C}^1 \text{ }^{-1} \text{ h})_n - fu}{K}$$

$$\text{mg CO}_2 - \text{C kg}^{-1} \text{ 10 hari} = \frac{(a-b) \times t \times 1}{n}$$

Keterangan:

a = ml HCl untuk contoh tanah

b = ml HCl untuk blanko

n = waktu inkubasi (hari)

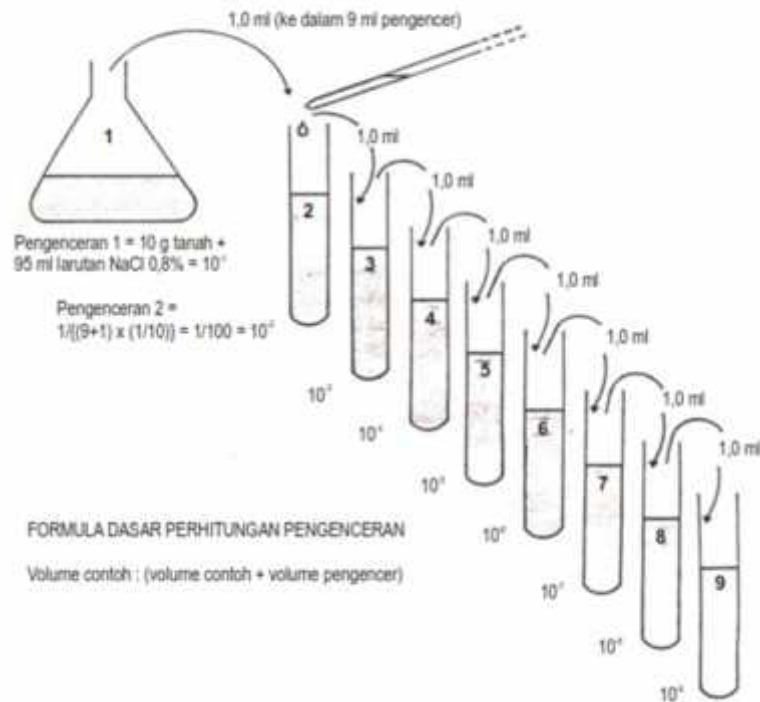
t = normalitas HCl (0,1)

Ke = 0,41 (Veroney dan Paul, 1984 dalam Wibowo 2013).

3.4.8 Analisis Bakteri Nitrifikasi

Penetapan *Nitrosomonas* sp. dilakukan dengan menggunakan metode Most Probable Number (MPN) (Anas, 1989). Proses pelaksanaan analisis yaitu dengan mengambil contoh tanah dan menyiapkan seri pengenceran. Dari pengenceran tertinggi, dipipet 1 ml larutan ke dalam 5 tabung yang berisi larutan amonium karbonat yang steril. Dibuat suatu set inokulasi dengan memipet 1 ml larutan dengan pengenceran yang lebih rendah (makin pekat). Demikian seterusnya sehingga 5 konsentrasi suspensi yang berurutan digunakan untuk menginokulasi

suatu inkubasi tabung yang sudah diinokulasi selama 3 minggu pada temperatur 28°C. Selain itu membuat suatu set tabung yang tidak diinokulasi sebagai kontrol.



Gambar 4. Seri Pengenceran.

Setelah diinkubasi, uji setiap tabung untuk penetapan nitrit dengan menggunakan Reagen Griess-Ilosvay. Segera setelah pengujian tersebut, dicampurkan (dengan volume yang sama) ketiga larutan yang telah disiapkan (asam sulfanik, alfa-naftilamin, dan asetat). Ditambahkan 3 tetes campuran ini ke dalam larutan yang akan diuji. Diamati isi setiap tabung, bila ada nitrit, segera atau setelah beberapa menit warna akan kembali menjadi ungu kemerahan. Dicatat pengenceran yang dipakai dan jumlah tabung yang memberikan reaksi yang positif dari setiap pengenceran. Ditambahkan sedikit tepung oksida Zn-Cu-Mn ke dalam tabung yang menunjukkan reaksi negatif untuk uji nitrit. Bila timbul warna kemerahan, menandakan tabung tersebut positif untuk *Nitrosomonas* dengan dasar bahwa

pembacaan yang negatif semula untuk nitrit berarti bahwa hanya bentuk nitrit yang diubah oleh *Nitrosomonas* (dioksidasi menjadi nitrat oleh *Nitrobacter*).

Setelah itu dihitung nilai MPN dengan menggunakan rumus:

$$\text{MPN sampel} = \text{Nilai MPN (Tabel 1.)} \times \frac{1}{\text{Pengenceran tabung rata-rata}}$$

Tabel 1. Nilai Most Probable Number (MPN) untuk tiga ulangan bagi setiap pengenceran (Verstraete, 1981 dalam Anas, 1989).

Hasil	MPN	Hasil	MPN	Hasil	MPN
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI) baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).
2. Biomassa karbon mikroorganisme pada residu pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada dosis 200 kg N ha⁻¹ pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) dan populasi bakteri nitrifikasi pada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ lebih tinggi daripada dosis 200 kg N ha⁻¹ pada tanaman jagung (*Zea mays* L.).
3. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).

4. Produksi tanaman pada sistem tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada sistem olah tanah intensif (OTI) dan produksi tanaman pada pemupukan nitrogen dengan dosis 200 kg N ha^{-1} lebih tinggi daripada pemupukan nitrogen dengan dosis 0 kg N ha^{-1} baik pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) maupun kedelai (*Glycine max* L.).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis menyarankan untuk:

1. Dilakukan penelitian lanjutan terkait biomassa karbon mikroorganisme dan populasi bakteri nitrifikasi pada sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang diberbagai tanaman serealialia dan leguminosa.
2. Dilakukan penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi bakteri yang berperan dalam proses nitrifikasi.

PUSTAKA ACUAN

- 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, 24 - 25 Maret 1998. Hlm 14 - 25.
- Adnan, Hasanuddin, dan Manfarizah. 2012. Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Glifosat dan Paraquat pada Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) serta Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulma dan Hasil Kedelai. *J. Agrista*. 16(3): 135 – 145.
- Anas, I. 1989. *Biologi Tanah Dalam Praktek*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 161 hlm.
- Atlas, R.M. and R. Bartha. 1993. *Microbial Ecology, Fundamental and Applications*. 3rd ed. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. California.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2008. Pemanfaatan Biota Tanah untuk Keberlanjutan Produktivitas Pertanian Lahan Kering Masam. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian*. 1(2): 157 - 163.
- Banik, S. and B.K. Dey. 1982. Available Phosphate Content of an Alluvial Soil as Influenced by Inoculation of some Isolated Phosphate-Solubilizing Micro-organisms. *J. Plant and Soil*. 69: 353 - 364.
- Biswas, J.C., J.K. Ladha, F.B. Dazzo, Y.G. Yanni, and B.G. Rolfe. 2000. Rhizobial Inoculation Influences Seedling Vigor and Yield of Rice. *J. Agron*. 92: 880 - 886.
- Boddey, R.M., de O.C. Oliviera, S. Urquiaga, V.M. Reis, F.L. Olivares, V.L.D. Baldani, and J. Dobereiner. 1995. Biological Nitrogen Fixation Associated with Sugar Cane and Rice: Contributions and Prospects for Improvement. *J. Plant and Soil*. 174: 195 - 209.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soil*. Pearson Education International, New Jersey. 965 p.

- Buchari, H. 1999. Penetapan karbon mikrobial (c-mik) pada dua tipe penggunaan lahan (alang-alang dan hutan) dengan metode fumigasi-ekstraksi sebagai indikator degradasi tanah. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 49 hlm.
- Chen, C.R., Z.H. Xu, and N.J. Mathers. 2004. Soil Carbon Pools in Adjacent Natural and Plantation Forests of Subtropical Australia. *J. Soil Science*. 68: 282 – 291.
- Darjamuni. 2003. Siklus nitrogen di laut. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 47 hlm.
- Djajadi, M. Sholeh, dan N. Sudibyo. 2002. Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik ZA dan SP-36 terhadap Hasil dan Mutu Tanaman Tembakau Temanggung pada Tanah Andisol. *J. Littri*. 8 (1): 32 - 38.
- Edriani. 2010. Sifat Fisika dan Kadar Air Tanah akibat Penerapan Olah Tanah Konservasi. *J. Hidrolitan*. 1(1): 26 – 34.
- Engelstad, O.P. 1997. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk* (diterjemahkan oleh Didiek H.G.). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 799 hlm.
- Febry, R.P. 2011. Pengaruh sistem olah tanah pada lahan alang-alang terhadap kandungan biomassa mikroorganisme tanah (c-mik) yang ditanami jagung (*Zea mays* L.). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hlm 21 – 30.
- Fitria, R., D. Zul, dan B. Leni. 2013. Enumerasi Total Populasi Mikroba Tanah Gambut di Teluk Meranti Kabupaten Riau. 1 - 15.
- Franzluebber, A.J., D.A. Zuberer, and F.M. Hons. 1995. Comparison of Microbiological Methods for Evaluating Quality and Fertility of Soil. *J. Biology and Fertility of Soils*. 19: 135 - 140.
- Fuady, Z. 2010. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Tanaman terhadap Laju Mineralisasi Nitrogen Tanah. *J. Lentera*. 10(1): 94 - 101.
- Gill, W.R. and G.E.V. Berg. 1967. Soil Dynamics in Tillage and Traction. USDA Agric. Handb. N. 316. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 22 p.
- Goenadi, D.H. dan R. Saraswati. 1993. Kemampuan Melarutkan Fosfat dari beberapa Isolat Fungi Pelarut Fosfat. *J. Perkebunan*. 61(3): 61 - 66.
- Griffith, D.R., E.J. Manering, T.D. West and S.D. Parson. 1988. Longterm tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soils. *J. Agron*. 80: 599 – 605.

- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H. Bailey. 1986. *Dasar - Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hasanuddin. 2003. Peningkatan Ketersediaan dan Serapan Hara N dan P serta Hasil Tanaman Jagung melalui Inokulasi Mikoriza *Azotobacter* dan Bahan Organik pada Tanah Ultisol. *J. Ilmu Pertanian Indonesia*. 5 (2): 83 - 89.
- Hassink, I. 1994. Effects of Soil Texture on The Size of The Microbial Biomass and on The Amount of C and N Mineralized per Unit of Microbial Biomass in Dutch Grassland Soils. *J. Soil Biology and Biochemistry*. 26: 1573 - 1581.
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams and Wilkins. Philadelphia.
- Horwath, W. R. and E. A. Paul. 1994. C Allocation in Tree Soil-System. *J. Tree Physiology*. 14: 1163 - 1176.
- Illmer, P. and F. Schinner. 1992. Solubilization of Inorganic Phosphate by Microorganisms Isolated from Forest Soils. *J. Soil Biol. Biochem.* 24: 389 - 395.
- Irwan, A.W. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jatinangor. 43 hlm.
- Jenkinson, D.S. and D.S. Powlson. 1976. The Effect of Biocidal Treatments on Metabolisms in Soil V. A Method for Measuring Biomass. *J. Soil Biology and Biochemistry*. 8: 209 - 213.
- Karlen D.L., E.G. Hurley, and A.P. Mallarino. 2006. Crop Rotation on Soil Quality at Three Northern Corn/Soybean Belt Location. *J. Agron.* 98: 484 - 495.
- Kementerian Pertanian. 2015a. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan: Jagung*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 82 hlm.
- Kementerian Pertanian. 2015b. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan: Kedelai*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 73 hlm.
- Lal, R. 1989. Conservation Tillage for Sustainable Agriculture. Tropics Versus Temperate Enviroments. *J. Advances in Agronomy*. 42: 85 - 197.

- Marumoto, T., I.P.E. Anderson, and K.H. Domsch. 1982. Mineralization of Nutrients from Soil Microbial Biomass. *J. Soil Biology and Biochemistry*. 14: 469 - 475.
- Mulyadi, J.J. Sasa, T. Sopiawati, dan S. Partohardjono. 2001. Pengaruh cara olah tanah dan pemupukan terhadap hasil dan emisi gas metan dari pola tanam jagung–kedelai di lahan kering. *Penelitian. Pertanian Tanaman Pangan*. 20(3): 24 – 28.
- Mulyani, M.S. 1995. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Myrold, D.D. 1997. Transformation of Nitrogen. *In* D.M. Silvia, J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel, & D.A Zuberer (Eds.) *Principles and Applications of Soil Microbiology*. Prentice Hall. New Jersey. 259 - 294 p.
- Nannipieri, P., S. Grego, and B. Ceccanti. 1990. Ecological Significance of The Biological Activity in Soil. *J. Soil Biology and Biochemistry*. 6: 293 - 355.
- Niswati, A., M. Utomo, dan S.G. Nugroho. 1996. Dampak mikrobiologi tanah penerapan teknik tanpa olah tanah dengan herbisida amino glifosat secara terus-menerus pada lahan kering di Lampung. *J. Tanah Tropika*. 26 – 31.
- Prihastuti. 2013. Aplikasi Pupuk Hayati *IIIetrisoy* pada Tanaman Kedelai dan Pengaruhnya terhadap Populasi Mikroba Tanah. *J. Sains dan Matematika*. 2(1): 71 - 75.
- Pulung, M.A. 2005. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 287 hlm.
- Ramadhani, R. 2015. Distribusi bakteri *Nitrifikasi* (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) di muara sungai tallo kota Makassar. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 49 pp.
- Riwandi, M. Handajaningsih, dan Hasanudin. 2014. *Teknnik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Press. Universitas Bengkulu, Bengkulu. 56 hlm.
- Roper, M.M and K.M. Ophel-Keller. 1997. Soil Microflora as Bioindicators of Soil Health. *In* C. Pankhurst and B.M. Doube (Eds.) *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International. New York. 157 - 177 p.
- Saraswati, R. 1999. Teknologi Pupuk Mikroba Multiguna Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. *J. Mikrobiologi Indonesia*. 4(1): 1 - 9.
- Saraswati, R dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. *J. Iptek Tanaman Pangan*. 3(1): 41 – 58.

- Sarief, S.E. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Schlegel, H.G. and K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 137 hlm.
- Septiana, L. M. 2012. Pengaruh ekstraksi campuran kompos bahan organik dengan dua jenis pengekstrak terhadap biomassa karbon mikroorganisme (c-mik) pada tanah ultisol. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 55 hlm.
- Sherman, R.E., T.J. Fahey, and R.W. Howarth. 1998. Soil-Plant Interactions in a Neotropical Mangrove Forest: Iron, Phosphorus, and Sulfur Dynamics. *J. Oecologia*. 115: 553 - 563.
- Simanungkalit, R.D.M. 2007. Cendawan mikoriza arbuskuler. *Dalam: Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Hlm 159 - 190.
- Sirrapa, M.P. 2003. Penentuan Batas Kritis dan Dosis Pemupukan N untuk Tanaman Jagung di Lahan Kering pada Tanah Typic Usthorthents. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 2(3): 25 - 37.
- Smith, J.L., J.I. Halvorson, and H. Bolton. 1995. Determination and use of a Corrected Control Factor in the Chloroform Fumigation Method of Estimating Soil Microbial Biomass. *J. Biology and Fertility of Soil*. 19: 287 - 291.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta. 206 hlm.
- Sutedjo, M.M. dan A.G. Kartasapoetra. 1988. *Pengantar Ilmu Tanah*. Bina Aksara. Jakarta. 135 hlm.
- Sutedjo, M.M. dan A.G. Kartasapoetra. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Syahril, N.M., Y. Nuraini dan J. Purwani. 2017. Pengaruh Sianobakteri dan Dosis Pupuk Nitrogen terhadap Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4(2): 599 – 608.
- Syekhfani. 1997. *Hara, Air Tanah, dan Tanaman*. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Tate, R.L. 1987. *Soil Organic Matter: Biological and Ecological Effect*. Wiley Interscience, New York, NY, USA. 22 p.

- Tyasmoro, S.T., B. Suprayoga dan A. Nugroho. 1995. *Cara pengelolaan lahan yang berwawasan lingkungan dan budidaya tanaman sebagai upaya konservasi tanah di DAS brantas hulu*. Prosiding Seminar Nasional Vol: 9 – 14. Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Bandar Lampung.
- Untung, K. 1993. *Konsep Pengendalian Hama Terpadu*. Offset, Yogyakarta. 150p.
- Utomo, M. 1994. Degradasi tanah dan pertanian konservasi. Kursus Amdal Tipe A. 22 Agustus – 3 September 1994. PSL Unila - Bappedal Pusat.
- Utomo, M. 1995a. Kekerasan Tanah dan Serapan Hara Tanaman Jagung pada Olah Tanah Konservasi Jangka Panjang. *J. Tanah Tropika*. 1: 1 - 7.
- Utomo, M. 1995b. Sistem olah tanah konservasi dan pertanian berkelanjutan. Sarasehan tentang Kebijakan Pertanian Berkelanjutan. Kantor Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta. 9 Maret 1995.
- Utomo, M. 2006. *Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 25 hlm.
- Utomo, M., H. Buchari dan I.S. Banuwa. 2009. Peran olah tanah konservasi jangka panjang dalam mitigasi pemanasan global: penyerapan karbon, pengurangan gas rumah kaca dan peningkatan produktivitas lahan. Laporan Akhir Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional. Tahun Pertama. DP2M.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 110 hlm.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Graha Ilmu. Bandar Lampung. 157 hlm.
- Wibowo, Y.S. 2013. Pengaruh sistem olah tanah pada lahan alang-alang (*Imperata cylindrica*) terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah yang ditanami kedelai (*Glycine max* L.) musim ke dua. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 57 hlm.
- Widyati, E. 2013a. Pentingnya Keragaman Fungsional Organisme Tanah terhadap Produktivitas lahan. *J. Tekno Hutan Tanaman*. 6(1): 29 - 37.
- Widyati, E. 2013b. Dinamika Komunitas Mikroba di Rhizosfer dan Kontribusinya terhadap Pertumbuhan Tanaman Hutan. *J. Tekno Hutan Tanaman*. 6(2): 55 - 64.