

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA  
TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME  
TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN UBI KAYU  
(*Manihot esculenta* Crantz) TAHUN KE-2 DI TANAH ULTISOL  
GEDUNG MENENG BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

TABRONI



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

**ABSTRAK**

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA  
TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME  
TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN UBI KAYU  
(*Manihot esculenta* Crantz) TAHUN KE-2 DI TANAH ULTISOLS  
GEDUNG MENENG BANDAR LAMPUNG**

Oleh

Tabroni

Pengolahan tanah merupakan salah satu kegiatan yang umumnya dianggap wajib dalam berbudidaya tanaman yang dapat dilakukan secara olah tanah minimum (OTM), olah tanah intensif (OTI) maupun tanpa olah tanah (TOT). Sementara itu, aplikasi herbisida umumnya dilakukan guna meminimalisir pertumbuhan gulma yang merupakan pesaing tanaman dalam memanfaatkan ruang, cahaya, air dan unsur hara. Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu, (2) mengetahui pengaruh aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu, dan (3) mengetahui pengaruh antara interaksi sistem olah tanah dan pengaplikasian herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan menggunakan petak pertanaman

ubi kayu di tanah ultisols sejak September 2014-Mei 2015 (musim tanam tahun kedua) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri atas empat ulangan dengan empat satuan percobaan untuk tiap ulangannya. Perlakuan yang diterapkan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah sistem olah tanah secara minimum ( $T_0$ ) dan intensif ( $T_1$ ), sedangkan faktor kedua adalah aplikasi herbisida yaitu tanpa penggunaan herbisida ( $H_0$ ) dan dengan penggunaan herbisida ( $H_1$ ) yang disemprotkan 3 bulan setelah tanam dan 6 bulan setelah tanam. Pengolahan tanah baik secara intensif maupun minimum tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada petak pertanaman ubi kayu musim kedua. Begitu pula dengan pengaplikasian herbisida yang juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik), sehingga tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida yang diterapkan pada petak pertanaman ubi kayu musim kedua terhadap karbon mikroorganisme tanah (C-mik).

Kata kunci : biomassa karbon mikroorganisme tanah, herbisida, Sistem olah tanah, tanaman ubikayu.

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI  
HERBISIDA TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME  
TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN UBI KAYU  
(*Manihot esculenta* Crantz) TAHUN KE-2 DI TANAH ULTISOL  
GEDUNG MENENG BANDAR LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**TABRONI**

**Skripsi**

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

**pada**

**Jurusan Agroteknologi**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

**Judul Skripsi** : **PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN UBI KAYU (*Manihot esculenta Crantz*) TAHUN KE-2 DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG BANDAR LAMPUNG**

**Nama Mahasiswa** : **Tabroni**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : 1014121249

**Jurusan** : Agroteknologi

**Fakultas** : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

  
**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

  
**Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.**  
NIP 196305091987032001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

  
**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

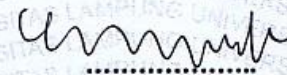
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**



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



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



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP: 196110201986031002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Juni 2017**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA TERHADAP BIOMASSA KARBONMIKROORGANISME TANAH(C-MIK) PADA PERTANAMAN UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz) TAHUN KE-2 DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG BANDAR LAMPUNG”** merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, November 2017



Tabroni  
NPM 1014121249

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Rumbih Way Kanan pada 10 September 1992 dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Alam Syah dan Ibu Husnawati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri Bumijaya Negara Batin, Way Kanan pada tahun 2004. Penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Nusantara, Bandar Lampung pada tahun 2004 dan pada tahun 2007 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas AL-Azhar 3 Bandar Lampung. Pada tahun 2010, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negri (UMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademis. Penulis melaksanakan Kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, pada bulan Juli 2013 dengan judul “Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Sorgum (*Sorghum spp.*) Di Kabupaten Pesawaran”, kemudian pada bulan Januari 2014 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung di Desa Sukarame, Kabupaten Tulang Bawang .



*Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT, dengan kerendahan hati sebagai wujud kasih sayang dan bakti penulis, penulis mempersembahkan kerja keras karya pertama penulis kepada Bapak Alam Syah, Ibu Husnawati, dan Adik-Adik penulis Junarni dan Hepri Rudini serta Almamater penulis tercinta Universitas Lampung.*

Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akhirat, maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa menghendaki keduanya maka wajib baginya memiliki ilmu (HR. Turmidzi)

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat, hidayah, dan kasih sayang-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M. Si., selaku Pembimbing Utama atas bantuan, bimbingan, motivasi, nasehat, kesabaran, dan waktu dalam membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, S., M. Agr. Sc., selaku Pembimbing Kedua atas bantuan, bimbingan, motivasi, nasehat, dan waktu dalam membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M. Sc., selaku Penguji bukan pembimbing yang telah memberikan motivasi, pengarahan, dan saran selama penulisan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M. Si., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi;

6. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M. Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan motivasi kepada penulis selama kegiatan perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Alam Syah dan Ibu Husnawati atas segala kasih sayang, dukungan, doa, semangat, bantuan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
8. Adik- adik penulis, Junarni dan Hepri Rudini atas doa motivasi dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
9. Sahabat dan teman-teman penulis atas bantuan, waktu, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah mereka berikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung,            2017

Penulis

Tabroni

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	iii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakangdan Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian. ....	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengolahan Tanah .....	7
2.2 Aplikasi herbisida untuk pengendalian gulma .....	8
2.3 Bahan Organik Tanah .....	9
2.4 Pengukuran Biomassa Mikroorganisme Tanah .....	10
III. BAHAN DAN METODE .....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.4 Sejarah Pengelolaan Lahan .....	13
3.5 Pelaksanaan penelitian .....	14
3.5.1 Pengambilan Sampel Tanah .....	14
3.5.2 Persiapan Sampel Tanah.....	14
3.6 Pengamatan .....	15
3.6.1 Variabel Utama .....	15
3.6.2 Variabel Pendukung .....	17
IV.HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
4.1 HasilPengamatan .....	
4.1.1 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik).....	18
4.1.2 Hubungan Antara Sifat Kimia Tanah Dengan Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) .....	20

4.2 Pembahasan.....	21
V.SIMPULAN DAN SARAN .....	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA .....	26
LAMPIRAN.....	30
Tabel 4-36 .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Uji T Pengaruh Waktu Pengamatan terhadap C-mik pada Pertanaman Ubikayu .....	18
2. Uji korelasi antara pH, C-organik suhu tanah dan kadar air tanah terhadap C-mik.. .....	19
3. Perubahan sifat tanah akibat perlakuan.....	20
4. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pengambilan sampel 3 BST. ....	27
5. Uji Homogenitas C-mik tanah pada pengambilan sampel 3 BST. ....	27
6. Analisis Ragam C-mik tanah pada pengambilan sampel 3 BST. ....	27
7. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pengambilan sampel 6 BST. ....	28
8. Uji Homogenitas C-mik tanah pada pengambilan sampel 6 BST. ....	28
9. Analisis Ragam C-mik tanah pada pengambilan sampel 6 BST. ....	28
10. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pengambilan sampel 11 BST. ....	29
11. Uji Homogenitas C-mik tanah pada pengambilan sampel 11 BST. ....	29
12. Analisis Ragam C-mik tanah pada pengambilan sampel 11 BST. ....	29

13.	Data pengamatan pH tanah pengambilan sampel 3 BST .....	30
14.	Data pengamatan pH tanah pengambilan sampel 6 BST .....	30
15.	Data pengamatan pH tanah pengambilan sampel 11 BST .....	30
16.	Data pengamatan C-Organik(%) tanah pengambilan sampel 3 BST .....	31
17.	Data pengamatan C-Organik(%) tanah pengambilan sampel 6 BST .....	31
18.	Data pengamatan C-Organik(%) tanah pengambilan sampel 11 BST .....	31
19.	Data pengamatan suhu tanah( $^{\circ}$ C) pengambilan sampel 3 BST .....	32
20.	Data pengamatan suhu tanah( $^{\circ}$ C) pengambilan sampel 6 BST .....	32
21.	Data pengamatan suhu tanah( $^{\circ}$ C) pengambilan sampel 11 BST .....	32
22.	Data pengamatan kadar air tanah pengambilan sampel 3 BST... .....	33
23.	Data pengamatan kadar air tanah pengambilan sampel 6 BST... .....	33
24.	Data pengamatan kadar air tanah pengambilan sampel 11 BST.. .....	33
25.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan pH tanah sampel 3 BST .....	34
26.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan pH tanah sampel 6 BST .....	34
27.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan pH tanah sampel 11 BST .....	34
28.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan C-organik tanah sampel 3 BST.....	34



29.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan C-organik tanah sampel 6 BST.....	35
30.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan C-organik tanah sampel 11 BST .....	35
31.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan suhu tanah sampel 3 BST.....	35
32.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan suhu tanah sampel 6 BST.....	35
33.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan suhu tanah sampel 11 BST.....	36
34.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan kadar air tanah sampel 3 BST.....	36
35.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan kadar air tanah sampel 6 BST.....	36
36.	Analisis ragam korelasi C-mik dengan kadar air tanah sampel 11 BST.....	36

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang dan Masalah**

Pengolahan tanah umumnya dianggap wajib oleh petani dalam budidaya tanaman, sehingga selalu dianggap penting, sementara itu beberapa penelitian menunjukkan pengolahan tanah secara intensif dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah.

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan antara lain pemadatan pada tanah, berkurangnya ketersediaan air tanah, semakin kurang berkembangnya sistem perakaran tanaman, penurunan kandungan bahan organik, kerusakan struktur dan agregat tanah (Manik, Afandi, dan Soekarno, 1998).

Selain sistem olah tanah ketersediaan bahan organik juga memiliki peranan penting pada pertumbuhan tanaman. Hal ini mengingat bahwa bahan organik tanah dapat mengendalikan berbagai proses penting dalam tanah, seperti memasok hara melalui perubahan status C dan N sebagai unsur utama bahan organik tanah, meningkatkan agregasi tanah, meningkatkan ketersediaan air tanah, dan mengurangi kehilangan hara tanah (Utomo, 1995). Oleh karena itu adanya penambahan bahan organik kedalam tanah dan faktor-faktor lingkungan mempengaruhi jumlah bahan organik dalam tanah.

Biomassa karbon mikroorganisme tanah adalah bagian hidup dari bahan organik tanah yang terdiri dari bakteri, fungi, algae, dan protozoa, tidak termasuk akar tanaman dan fauna tanah yang lebih besar dari amoeba terbesar (kurang lebih 5 x

$10^3 \mu\text{m}^3$ ) (Jenkins dan Ladd, 1981 dalam Febry, 2011). Pengukuran biomassa mikroorganisme tanah dalam pemantauan perubahan bahan organik tanah memberikan hasil yang lebih baik. Hal ini disebabkan perubahan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C- mik) dapat digunakan sebagai indikator kesuburan karena tingginya mikroorganisme tanah hanya mungkin terjadi jika tanah memiliki bahan organik yang baik.

Selain olah tanah, penggunaan herbisida atau senyawa kimia untuk mengendalikan gulma di dalam dunia pertanian juga sering dilakukan oleh petani pada umumnya. Menurut Dermiyati (1997) sebagian besar herbisida yang diaplikasikan ke tanaman akhirnya akan jatuh ketanah, kemudian mengalami perubahan dan dalam waktu yang tertentu akan terjerap oleh fraksi liat dan bahan organik dalam tanah, yang secara umum dikenal sebagai residu herbisida. Residu herbisida beracun dalam tanah dapat membunuh mikroba tanah, yang sebenarnya bukan targetnya (*non target microorganism*) sehingga mengganggu aktivitas mikroorganisme tanah yang pada akhirnya dapat mempengaruhi siklus hara dalam tanah.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan hal-hal yang telah dikemukakan, maka kegiatan penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab masalah yang telah dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah sistem olah tanah dapat berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) ?
2. Apakah aplikasi herbisida dapat berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) ?

3. Apakah terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu.
3. Mengetahui pengaruh antara interaksi sistem olah tanah dan pengaplikasian herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada tanah yang ditanami ubi kayu.

### **1.4. Kerangka Pemikiran**

Pengolahan tanah yang berlebihan dalam jangka panjang dapat menjadikan suatu lahan terdegradasi yang berpengaruh juga terhadap sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Manik *et al.*(1998) melaporkan bahwa penerapan sistem olah tanah intensif menyebabkan kepadatan tanah yang tinggi, terutama pada lapisan bawah bajak (kedalaman 30 cm), menurunkan jumlah pori makro dan pori aerasi, serta lapisan atas (permukaan tanah) sangat peka terhadap erosi, terutama erosi percik. Sistem olah tanah seperti ini akan mempercepat degradasi tingkat kesuburan tanah akibat pencucian hara dan erosi, yang selanjutnya dapat menurunkan produktivitas lahan. Adanya penerapan olah tanah konservasi mengakibatkan permukaan tanah kurang terganggu dan sedikitnya 30% sisa pertanaman sebelumnya masih berada

dipermukaan tanah yang mampu dijadikan mulsa secara alami. Keberadaan mulsa akan meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang erat kaitannya dengan sifat biologi tanah. Salah satu penentu kesuburan tanah yang dapat terlihat adalah adanya aktivitas serta banyaknya mikroorganisme didalam tanah. Karbon mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan mikroorganisme yang dapat dijadikan indikator penentu kesuburan tanah. Menurut Warsito (2008) dalam Wibowo (2013) bahan organik berperan penting terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah. Semakin tinggi keberadaan bahan organik maka aktivitas mikroorganisme akan semakin tinggi, sehingga diikuti oleh peningkatan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah.

Bahan organik memegang peranan penting dalam menentukan kesuburan tanah. Robert dan Reating (1996) dalam Utami (2004) menerangkan bahwa kandungan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) di tentukan oleh tinggi randahnya bahan organik tanah (BOT). Menurut Simanjuntak (1997), hal ini disebabkan kandungan bahan organik yang tinggi dalam tanah dapat dijadikan sebagai sumber energi mikroorganisme tanah sehingga C-mik dapat meningkat.

Penggunaan herbisida pada lahan pertanian juga berpengaruh terhadap perkembangan bahan organik tanah, dimana herbisida yang digunakan secara luas di Indonesia antara lain adalah herbisida yang mengandung bahan aktif glifosat yaitu 65% dari total herbisida yang beredar (Lamid dan Azwir, 1997). Glifosat merupakan herbisida yang mempunyai spektrum pengendali yang luas dan bersifat tidak selektif. Glifosat digunakan untuk mengendalikan gulma tahunan, berdaun lebar dan digunakan pada peringkat pra-tumbuh. Dosis yang digunakan

berbeda-beda tergantung jenis gulma yang dikendalikan biasanya berkisar antara 6-11 liter ha<sup>-1</sup>. Senyawa ini diserap melalui daun dan diangkut ke dalam semua jaringan tumbuhan. Cara kerjanya mempengaruhi asam nukleat dan sintesis protein (Sastroutomo, 1992). Glifosat ini diperdagangkan dengan nama Roundup dan Polaris.

Moenandir (1993) menyatakan bahwa persistensi herbisida dalam tanah merupakan tanda-tanda yang penting bagi herbisida pra-tumbuh. Dekomposisi yang cepat bahan kimia yang fitotoksik tidak akan merusak biji yang dorman. Selanjutnya molekul herbisida dalam larutan tanah juga dapat diabsorpsi atau dimetabolisir oleh mikroorganisme, karena herbisida menyediakan sumber karbon bagi mikroorganisme itu sendiri. Hal ini akan bisa mempercepat proses dekomposisi herbisida yang dapat mengurangi persistensi herbisida dalam tanah itu sendiri. Tingginya persistensi bahan aktif yang dimiliki oleh herbisida akan memberikan efek terhadap populasi mikroorganisme dalam tanah. Moenandir (1990), mengemukakan bahwa dengan semakin banyaknya unsur-unsur toksik yang ada di dalam tanah akibat pemberian herbisida-herbisida yang relatif tahan terhadap biodegradasi akan sangat menghambat fungsi biodegradasi dari mikroorganisme dan bahkan dapat membunuh mikroorganisme yang ada di dalam tanah itu sendiri.

### **1.5. Hipotesis**

Berdasarkan landasan teori dan kerangka pemikiran yang telah dipaparkan, maka hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. Pada olah tanah minimum biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) lebih tinggi dibandingkan olah tanah intensif.
2. Padalahan yang diaplikasi herbisida biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) lebih rendah dibandingkan dengan lahan yang tidak aplikasi herbisida.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dengan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah. Tujuannya adalah untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang baik untuk pertumbuhan akar (Gill and Vanden Berg, 1967).

Pengolahan tanah merupakan tindakan mekanik terhadap tanah yang ditunjukkan untuk menyiapkan tempat persemaian, memberantas gulma, memperbaiki kondisi tanah untuk potensi akar, infiltrasi air dan peredaran udara (aerasi), dan menyiapkan tanah untuk irigasi permukaan. Pengolahan tanah juga ditunjukkan secara khusus seperti pengendalian hama, menghilangkan sisa-sisa tanaman yang mengganggu permukaan tanah, pengendalian erosi, penyampuran pupuk, kapur, dan pestisida kedalam tanah (Hakim dkk., 1986).

Menurut intensitasnya pengolahan tanah dibagi menjadi tiga macam, yaitu (1) *no tillage* (tanpa olah tanah), (2) *minimum tillage* (pengolahan tanah minimum, hanya mengolah bagian tanah yang akan ditanami), (3) *maksimum tillage* (pengolahan tanah intensif, padaseluruhlahan yang akan ditanami). Pada lahan kering dengan jenis tanah podsolik yang lapisan atas tanah tipis dan peka terhadap erosi, pengolahan tanah yang terlalu sering harus dihindarkan. Apabila tekstur tanah tidak berat, system pengolahan tanah



*minimum tillage* atau *zero tillage* diikuti dengan system pengendalian gulma yang tepat (Ismail, 1986).

Olah tanah konservasi (OTK) menjadi alternatif pengolahan tanah yang tetap mempertahankan produktivitas tanah yang tinggi. Olah tanah konservasi (OTK) adalah cara penyiapan lahan yang menyisakan sisa tanaman di permukaan tanah sebagai mulsa dengan tujuan untuk mengurangi erosi dan mengurangi penguapan air dari permukaan tanah. Kelebihan olah tanah konservasi (OTK) antara lain, menghemat waktu dan tenaga, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, mengurangi erosi tanah dan lain sebagainya (Rachman dkk, 2003).

Olah tanah konservasi (OTK) adalah suatu sistem pengolahan tanah dengan tetap mempertahankan setidaknya 30% sisa tanaman menutup permukaan tanah. Olah tanah konservasi dilakukan dengan cara: Pengolahan tanah dalam bentuk larikan memotong lereng atau mencangkul sepanjang larikan untuk memudahkan tanaman. Cara kedua yaitu tanpa olah tanah (TOT) adalah system dimana permukaan tanah hanya dibersihkan dari gulma baik secara manual maupun dengan menggunakan herbisida.

## **2.2. Aplikasi Herbisida untuk Pengendalian Gulma**

Pengendalian gulma merupakan faktor penting dalam pemeliharaan tanaman. Jika keberadaan gulma di sekitar pertanaman diabaikan, maka dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan hasil produksi (Soerjandono, 2004).

Berdasarkan tipe translokasi dalam tubuh gulma, herbisida dibedakan menjadi herbisida kontak dan herbisida sistemik. Herbisida kontak adalah herbisida yang dapat mengendalikan gulma dengan cara mematikan bagian gulma yang terkena atau

terkontak langsung dengan herbisida. Herbisida kontak tidak ditranslokasikan atau tidak diserap dan dialirkan dalam tubuh gulma sedangkan herbisida sistemik adalah herbisida yang dialirkan atau ditranslokasikan dari bagian tubuh gulma yang terkontak pertama kali ke seluruh bagian gulma tersebut (Yuono, 2013).

Penggunaan herbisida sebagai bahan pembunuh gulma telah menjadi suatu kegiatan rutin yang selalu diaplikasikan dalam bidang pertanian. Herbisida pada prinsipnya hanya ditujukan pada objek sasaran yakni gulma yang bersangkutan. Namun dalam aplikasinya sebagian besar bersinggungan dengan tanah yang menyebabkan herbisida tersebut teradsorpsi di dalam tanah (Muktamar dkk., 2005).

Pengendalian gulma dengan pemakaian herbisida juga dapat menyebabkan perubahan komposisi spesies dan kepadatan gulma di suatu lahan dalam jangka waktu yang lama (Supawan dkk., 2014).

### **2.3. Bahan Organik Tanah**

Bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi dan termasuk juga mikrobia heterotrofik dan ototrofik yang terlibat dan berada di dalamnya (Majid, 2007).

Bahan organik memiliki peranan sangat penting di dalam tanah. Bahan organik tanah juga merupakan salah satu indikator kesehatan tanah. Tanah yang sehat memiliki kandungan bahan organik tinggi, yaitu berkisar 5%. Kesehatan tanah penting untuk menjamin produktivitas pertanian. Bahan organik tanah terdiri dari sisa-sisa tumbuhan atau binatang melapuk. Tingkat pelapukan bahan organik berbeda-beda dan tercampur dari berbagai macam bahan (Isroi, 2009).

Faktor yang mempengaruhi jumlah bahan organik dalam tanah adalah jumlah bahan organik yang dikembalikan, kelembaban tanah, temperatur tanah, tingkat aerasi tanah, topografi dan sifat penyediaan hara. Sedangkan faktor yang mempengaruhi dekomposisi bahan organik dapat dikelompokkan dalam tiga grup, yaitu 1) sifat dari bahan tanaman termasuk jenis tanaman, umur tanaman dan komposisi kimia, 2) tanah termasuk aerasi, temperatur, kelembaban, kemasaman, dan tingkat kesuburan, 3) faktor iklim, terutama pengaruh dari kelembaban dan temperatur. Pemberian bahan organik berpengaruh nyata dalam meningkatkan respirasi tanah dan biomassa mikroorganisme tanah (Utami, 2004).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan bahan organik adalah dengan menggunakan C-organik total sebagai tolak ukur. Namun terdapat kesulitan dalam menggunakan C-organik karena sebagian besar bahan organik tanah terdapat dalam bentuk humus resisten, sehingga untuk memantau bahan organik tanah perlu waktu yang lama. Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan mengukur bagian bahan organik lain berupa biomassa mikroorganisme tanah (Dally *et al.*, 1993 dalam Buchari, 1999).

#### **2.4. Pengukuran Biomassa Mikroorganisme Tanah**

Pengukuran biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) telah digunakan untuk berbagai macam keperluan, dan diantaranya untuk mengetahui tingkat degradasi lahan, mineralisasi karbon dan nitrogen, tingkat kandungan karbon pada berbagai macam penggunaan lahan pertanian, serta tingkat kesuburan dan kualitas tanah pada berbagai jenis pengolahan tanah (Franzluebbers, 1995).

Salah satu metode untuk mengukur kandungan C-mik adalah metode fumigasi-inkubasi (Jenkison dan Powlson, 1976). Sparling (1989 dalam Iswandi, dkk., 1995) menjelaskan bahwa dengan melakukan pengukuran biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik), kita dapat mengetahui berbagai keadaan pengolahan tanah yaitu : memantau perubahan bahan organik dan konversi hutan menjadi lahan pertanian atau pun padang rumput, memantau perubahan bahan organik dan unsur hara pada pola tanaman, mereklamasi lahan bekas tambang, mendeteksi pengaruh populasi logam berat, pengujian pengaruh pestisida terhadap mikroorganisme tanah serta mengevaluasi peranan mikroorganisme tanah dalam stabilitas agregat.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan September 2014 - Mei 2015. Analisis tanah dan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah sekop, wadah plastik, alat tulis, timbangan, lakban, toples, desikator dan alat-alat laboratorium lainnya untuk analisis tanah. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ , *phenophtalin*, *metil orange*.

#### **3.3. Metode Penelitian**

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan rancangan perlakuan faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu faktor pertama adalah sistem olah tanah (T), yang terdiri dari Olah Tanah Intensif (OTI) dengan simbol  $T_1$  dan Tanpa Olah Tanah (TOT) dengan simbol  $T_0$ . Faktor kedua adalah pengendalian gulma (H), yang terdiri dari disemprot dengan herbisida yang berbahan aktif Isopropilamina glifosat 240g/l dengan simbol  $H_1$  dan tanpa disemprot dengan herbisida dengan simbol  $H_0$ .

Data diperoleh dari 4 perlakuan olah tanah dan aplikasi herbisida yaitu:

$$T_1H_1 = OTI + \text{Herbisida}$$

$$T_1H_0 = OTI + \text{Tanpa Herbisida}$$

$$T_0H_1 = OTM + \text{Herbisida}$$

$$T_0H_0 = OTM + \text{Tanpa Herbisida}$$

Semua perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Data yang diperoleh diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi data dianalisis dengan sidik ragam, perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

#### **3.4. Sejarah Pengelolaan Lahan**

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lahan pertanaman ubi kayu yang sebelumnya ditanami tanaman jagung pada Februari 2014 hingga Mei 2014. Perlakuan untuk tanaman jagung sebelumnya sama dengan tanaman ubi kayu yaitu olah tanah minimum (OTM) dan olah tanah intensif (OTI), serta tanpa aplikasi herbisida dan menggunakan aplikasi herbisida. Setelah panen tanaman jagung, kemudian lahan dipersiapkan kembali untuk penanaman ubi kayu dengan petakan dan perlakuan yang sama.

### **3.5. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1 Pelaksanaan Penelitian di Lapang**

Pada penelitian ini perlakuan sistem olah tanah yaitu OTI ( $T_1$ ) tanah dicangkul secara merata dan OTM ( $T_0$ ) tanah dicangkul seperlunya saja. Pada perlakuan pengendalian gulma yaitu ( $H_1$ ) gulma disemprot dengan herbisida yang berbahan aktif Isopropilamina glifosat 240g/l dengan konsentrasi 160ml/16 liter air (tanki) dan tanpa herbisida ( $H_0$ ) gulma tidak disemprot. Perlakuan dapat dilihat yaitu sebagai berikut:

1.  $T_1H_1$  = OTI dan gulma disemprot lalu gulma yang mati dibuang keluar petak percobaan.
2.  $T_1H_0$  = OTI dan gulma dikoret lalu gulma dibuang keluar petak percobaan.
3.  $T_0H_1$  = OTM dan gulma disemprot lalu gulma dibiarkan di dalam petak percobaan.
4.  $T_0H_0$  = OTM dan gulma dikoret lalu gulma dibiarkan di dalam petak percobaan.

Setelah 4 bulan penyiangan gulma dengan herbisida diulang dengan perlakuan yang sama.

#### **3.5.2 Persiapan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah dilakukan 3 bulan setelah tanaman (BST) (Agustus 2014), 6 BST (November 2014) dan 11 BST (April 2015). Sampel tanah diambil dari lima titik dan diambil secara diagonal kemudian diaduk menjadi satu (komposit). Tanah pada penelitian ini diambil dari lahan yang merupakan tanah

ultisol yang sedang ditanami tanaman ubikayu dengan kedalaman 0-20 cm. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum aplikasi herbisida. Kemudian tanah dimasukkan kedalam kulkas dikarenakan analisis tidak dilakukan secara langsung. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghentikan aktifitas mikroorganisme sementara, sehingga kondisi mikroorganisme dalam tanah diharapkan tidak berubah.

### **3.6. Pengamatan**

#### **3.6.1 Variabel utama**

Variabel utama pada penelitian adalah pengukuran C-mik tanah yang dilakukan dengan menggunakan metode fumigasi-inkubasi (Jenkinson dan Powlson, 1976). Proses pelaksanaan analisis yaitu tanah dari dalam kulkas didiamkan kurang lebih 30 menit (proses aklimatisasi) dan setelah itu ditimbang 100 g tanah lembab ditempatkan dalam gelas wadah yang berukuran 500 ml. Tanah tersebut kemudian difumigasi menggunakan kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ) sebanyak 30 ml dalam desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 48 jam. Setelah tanah difumigasi selama 48 jam, tanah dibebaskan dari  $\text{CHCl}_3$  dibawah tekanan 30 cm Hg. Setelah itu setiap contoh tanah dimasukkan kedalam toples berukuran 1 liter bersama dua botol film, satu botol berisi 10 ml KOH 0,5N dan satu botol selanjutnya berisi 10 ml aquades. 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

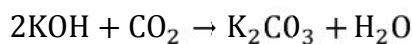


ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu 25<sup>0</sup>C ditempat gelap selama 10 hari.

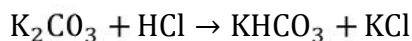
Kuantitas  $C - CO_2$  yang diserap oleh KOH ditentukan dengan titrasi, dengan penambahan indikator *phenophtalein* sebanyak 2 tetes pada beaker berisi KOH dan dititrasi dengan HCl 0,1N hingga warna merah hilang. Jumlah HCl yang ditambahkan dicatat, selanjutnya ditambahkan 2 tetes *metil orange* dan dititrasi dengan HCl hingga warna kuning berubah menjadi merah muda.

Sedangkan untuk tanah non-fumigasi menggunakan 100 g tanah berat kering oven. Tanah tersebut dimasukkan kedalam 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<sup>0</sup>C selama 10 hari. Pada akhir masa inkubasi kuantitas  $C - CO_2$  yang diserap dalam KOH ditentukan dengan cara titrasi (sama dengan contoh tanah fumigasi).

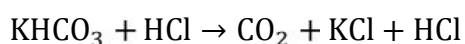
Reaksi pada saat di dalam toples (inkubasi selama 10 hari):



Reaksi pada saat dititrasi dengan HCl dengan indikator *Phenolphtalein*:



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



Biomassa mikroorganisme tanah dihitung dengan rumus akhir:

$$C - mik = \frac{(\text{mg } C - CO_2 \text{ kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{fumigasi}} - (\text{mg } C - CO_2 \text{ kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{non-fumigasi}}}{Kc}$$

$$\text{mg CO}_2 - \text{C kg}^{-1} \text{ 10 hari} = \frac{(a - b) \times t \times 120}{n}$$

Keterangan :

- a = ml HCl untuk contoh tanah
- b = ml HCl untuk blanko
- n = waktu inkubasi (hari)
- t = normalitas HCl (0,1)
- Kc = 0,41 (Veroneydan Paul, 1984 dalam Wibowo 2013)

### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati adalah:

1. C-organik (metode Walkley dan Black), (Thom dan Utomo, 1990)
2. Reaksi tanah/pH tanah (metode elektrometrik)
3. Suhu tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Termometer tanah)
4. Kadar air tanah

## **V.SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Simpulan**

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Sistem olah tanah pada pertanaman ubi kayu musim kedua tidak berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik).
2. Aplikasi herbisida pada pertanaman ubi kayu musim kedua tidak berpengaruh terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik).
3. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida pada pertanaman ubi kayu musim kedua dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik).

### **5.2. Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) dalam kurun waktu yang lebih panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benyamin, L. 1997. *Klimatologi Dasar*. Radja Grafindo Persada, Jakarta.
- Buchari, H. 1999. Penetapan Karbon Mikrobial (C-mic) pada Dua Tipe Penggunaan Lahan (Alanag-alang dan hutan ) dengan Metode Fumigasi-Ekstrksi Sebagai Indikator Degradasi Tanah. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Dermiyati. 1997. Pengaruh Mulsa Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah dan Produksi Jagung Hibrida C-1. *J. Tanah Trop.* 5: 63-68.
- 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*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hlm 21-30.
- Franzluebbers A.J., F.M. Hons, and D.A Zuberrer. 1995. Comparison of microbiological methods for evaluation quality and fertility of soil. *Biol Fertil. Soil.* 19: 135:140.
- Gill, W. R. and Vanden Berg. 1967. *Soil Dynamics in Tillage and Traction*. USDA Agric. Handb. N. 316. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Hakim,N., M. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, R. Saul, A.Diha, B.H.Go, dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 488 hlm.
- Holmes W.E. and D.R. Zak. 1994. Soil microbial biomass dynamics and net nitrogen mineralization in Northern Hardwood ecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 238-243.
- Imas, T. dan Y. Setiadi. 1988. *Mikroorganisme Tanah II*. PAU Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Ismail, G. Inu dan S. Effendi. 1986. *Pertanaman Kedelai Pada Lahan Kering*. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor. 21 hlm.
- Isroi. 2009. Peranan bahan organik tanah dalam <http://isroi.wordpress.com2009/01/29/>. Diakses pada 25 September 2014.
- Iswandi, G., D. A. Santoso dan DR. Widyastuti. 1995. Penggunaan Ciri Mikroorganisme Dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah. Kongres Nasional VI HITI, 12-15 Desember 1995, Serpong .
- Jenkinson, D.S. and D.S Powelson. 1976. The Effect of Biocidal Treatments On Metabolism in soil V. A method for measuring biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8:209-213.
- Lamid, Z dan Azwir. 1997. *Tingkat penggunaan herbisida dewasa ini dan dampaknya terhadap sumberdaya lingkungan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami, Solok. 143 hlm.
- Lutz, H. J and R. F. Chandler. Jr. 1961. *Forst Soil*. John Wiley and Sons. Inc. London. pp 108-131.
- Majid, A. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Fak. Pertanian Univ. Sriwijaya, Sumatra Selatan. 134 hlm.
- Makalew, A. D. N. 2001. Keanekaragaman Biota Tanah Pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT). *Makalah Falsafah Sains*. IPB. 19 hlm.
- Manik, K.E.S, Afandi, dan Soekarno. 1998. Karakteristik tanah pada perkebunan nanas yang diolah sangat intensif di Lampung Tengah. *J. Tanah Tropika*. 7:1-6.
- Moenandir, J. 1990. *Fisiologi Herbisida*. Rajawali Press, Jakarta. 143 hlm
- Moenandir, J. 1993. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma*. Rajawali Press, Jakarta. 122 hlm
- Muktamar, Z., N. Setyowati dan Hamidati. 2005. Adsorpsi Paraquat oleh Tanah Dystrandept, Dystrudept, Paleudult dan Psamment pada Berbagai Kelembaban Tanah. *J. Akta Agrosia* 8 (2): 80-86.
- Paul, E. A. and F. E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic press. Inc. London.

- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerjemah : R. S. Hadioetomo, T. Imas, S. S. Tjitrosomo dan S. L. Angka. UI Press, Jakarta.
- Rachman, A., S.H.Anderson.C.J. Ganzer, and A.L. Thompson. 2003. Influence of long-term cropping system on soil physical properties related to soil erodibility. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:637-644.
- Rachman, A., A. Dariah, dan E. Husen. 2004. *Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. 204 hlm.
- Sastroutomo. S. S. 1992. *Pestisida, Dasar-Dasar dan Dampak Penggunaannya*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 168 hlm.
- Simanjuntak, B.H. 1997. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Blue Green Algae Terhadap Sifat Fisik dan Biologi Tanah Ultisol serta Produksi Kedelai (*Glycyne max* L) varietas Willis. *Disertasi*. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sucipto. 2011. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Kandungan Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah Pada Pertanaman Tebu PT Gunung Madu Plantations. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung, 58 hlm.
- Supawan, G.I. dan Hariyadi. 2014. Efektivitas Herbisida IPA Glifosat 486 SL untuk Pengendalian Gulma pada Budidaya Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) Belum Menghasilkan. *Bul. Agrohorti* 2 (1): 95-103.
- Utami, M.P. 2004. Biomasa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah Ultisol Taman Bogo Pada Berbagai Macam Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Inorganik serta Kombinasinya pada Pertanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Musim Tanam Kelima. *Skripsi*. FP Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Utomo, M. 1990. Budidaya Tanpa Olah Tanah Teknologi Untuk Pertanian Berkelanjutan. Direktorat Produksi Padi dan Palawija. Departemen Pertanian RI, Jakarta.

Utomo, M. 1995. Kekerasan Tanah dan Serapan Hara Tanaman Jagung pada Olah Tanah Konservasi Jangka Panjang. *J. Tanah Trop.* 1: 1-7.

Wibowo, Y.S. 2013. Pengaruh Sistem Olah Tanah pada Lahan Alang-alang (*Imperata cylindrica*) terhadap Biomasa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) yang Ditanami Kedelai (*Glycine max* L) Musim Kedua. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.