

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA  
PANJANG TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME  
TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN  
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DI LAHAN  
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE-29**

(Skripsi)

Oleh

**INTI MARINTI AS**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE-29**

**Oleh**

**INTI MARINTI AS**

Kedelai termasuk komoditas strategis di Indonesia. Kedelai merupakan sumber protein nabati utama bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Kedelai merupakan tumbuhan serba guna. Karena akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas. Biomassa mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan indeks kesuburan tanah. Tanah yang memiliki banyak mikroorganisme tanah tentunya memiliki sifat fisik dan kimia tanah yang baik. Memiliki populasi yang beragam serta beragamnya jenis mikroorganisme tanah mungkin dapat ditemukan pada sifat fisik tanah sehingga memungkinkan banyak jumlah keaktifan dan perkembangan mikroorganisme tanah .

Penelitian ini bertujuan (1) Mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada pertanaman kedelai (*Glycine max*). (2) Mengetahui pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pertanaman kedelai (*Glycine max*). (3) Mengetahui pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada pertanaman kedelai (*Glycine max*). Penelitian dilaksanakan pada bulan April – Agustus 2016 pada lahan Percobaan Jangka Panjang Tanpa Olah Tanah (TOT) di Politeknik Negeri Lampung. Analisis Tanah dan Tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu

Tanah, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2x2 yang disusun secara dua faktorial dengan empat ulangan. Faktor pertama dalam penelitian ini adalah perlakuan sistem olah tanah (T) yaitu  $T_1$  = Olah Tanah Intensif (OTI) dan  $T_0$  = Tanpa Olah Tanah (TOT), faktor kedua dalam penelitian ini adalah pemupukan nitrogen jangka panjang (N) 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 barley dan adifitasnya dengan uji tukey serta dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Serta uji korelasi antara C-mik tanah (variabel utama) dengan pH tanah dan c-organik tanah (variabel pendukung).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa C-mik tanah dengan perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pertanaman kedelai (*Glycine max*) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 hanya terdapat pada 2 BST, sedangkan pada 0, 1, dan 3 BST tidak berpengaruh nyata.

Kata Kunci : Biomassa karbon, C-mik, Kedelai, Sistem Olah Tanah

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA  
PANJANG TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME  
TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN  
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DI LAHAN  
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE 29**

**Oleh**

**INTI MARINTI AS**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

**Judul Skripsi** : PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE-29

**Nama Mahasiswa** : Inti Marinti AS

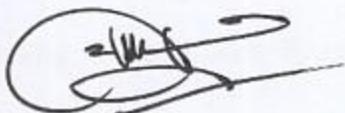
**No. Pokok Mahasiswa** : 1114121108

**Jurusan** : Agroteknologi

**Fakultas** : Pertanian

### MENYETUJUI

#### 1. Komisi Pembimbing



**Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.**  
NIP 19630509 198703 2001



**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 19630508 198811 2001

#### 2. Ketua Program Studi Agroteknologi



**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 19630508 198811 2001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

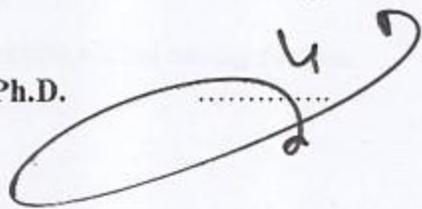


Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.  
NIP. 19611020 198603 1002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Juli 2018

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME TANAH (C-MIK) PADA PERTANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG TAHUN KE-29" merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 09 Oktober 2018

Penulis,



**Inti Marinti AS**

**1114121108**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 26 Maret 1993, anak ketujuh dari tujuh bersaudara dari pasangan H. Abim Indra (Alm) dan Hj. Aminah. Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Labuhan Ratu yang diselesaikan pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 8 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2007 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2010.

Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Agroteknologi Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SMPTN (Seleksi Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Gunung Madu Plantations KM 90, Gunung Batin, Lampung Tengah pada bulan Juli-Agustus 2014 dan penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Serdang Kuring Kecamatan Bahuga Kabupaten Waykanan pada bulan Januari-Februari 2015.

**Dengan Mengucap syukur “ Alhamdulillahirobbilalamiin”**

**Kupersembahkan karya kecilku ini sebagai rasa Tanggung Jawab, Rasa  
Hormat, Cinta dan baktiku dan terimakasihku**

**Kepada**

**ALMAMATER TERCINTA...**

**Ayah ( Alm H Abim Indra) Ibu ( Hj Aminah) tercinta**

**Suamiku ( M. Agus Setiawan) tercinta**

**Semoga Allah selalu melindungi dan memberikan kesehatan, kearifan dan  
semoga aku dapat membahagiakan kalian.**

**Aamiin**

***MOTTO***

***Innallaha Ma'ana***

## SANWACANA

Puji syukur dan terima kasih atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya yang diberikan kepada penulis.

Kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian sampai dengan selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak-banyak terimakasih. Semoga skripsi ini dapat berguna untuk kita semua.

Pada kesempatan ini, dengan segenap kerendahan hati dan rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. sebagai pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam Skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si Sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D. Sebagai pembahas dan penguji materi yang telah memberikan saran untuk penyempurnaan skripsi ini.

5. Bapak Dr. Ir. Paul B Timotiwu, M.S. Selaku Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan.
6. Bapak (Alm. H Abim Indra) dan Ibu (Hj Aminah) tercinta yang selalu ikhlas berkorban dan berjuang untuk kesuksesanku, serta kasih sayang yang telah diberikan dan perhatian, do'a yang tulus serta motivasi.
7. Kakak-kakakku (Wawan Abdullah Setiawan, S.Si., M.Si., Taufik Hidayat, Mona Safa Maria S.T., M.A., Alex Firmana AS, S.Pd., Yuyun Sinaya AS, S.Pd., Tisa Wulandari AS, S.P.) tercinta yang selalu memotivasi untuk menjadi manusia yang lebih baik lagi.
8. Suamiku (M. Agus Setiawan) tercinta yang selalu memberiku semangat dan menemani hingga akhir skripsi ini terbentuk.
9. Anak-anakku (Hafizh Sharkhan Ramadhan dan Adzril Rafif Fakhri) tersayang yang menjadi motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman- teman seperjuangan (Dwi Anggraini Putri dan Dwika Putri Suri) atas kesediaannya mendengarkan keluh kesah dan memberikan keceriaan kepada penulis.
11. Teman-teman KKN ku Desa Serdang Kuring Kecamatan Bahuga Kabupaten Way kanan.
12. Teman- teman PU PT. *Gunung Madu Plantations*.
13. Sahabat-sahabatku (Meirina Kartika Pratiwi, S.Kep., Ida Yuliana S.Kom, Destiana Kurniasari, S.Kom) terima kasih sudah mau mendengarkan keluh kesah dan memberikan keceriaan kepada penulis.

14. Teman-teman AGT C yang tidak perlu disebutkan satu persatu dan seluruh AGT 2011 dan AGT lainnya.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin

Bandar Lampung, ..... 2018

Penulis

**Inti Marinti AS**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka Pemikiran .....	3
1.4 Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pupuk Nitrogen .....	7
2.2 Sistem Olah Tanah .....	8
2.3 Tanaman Kedelai .....	10
2.4 Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah .....	10
<b>III. METODE</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Bahan dan Alat .....	13
3.3 Metode Penelitian .....	14
3.4 Pelaksanaan .....	14
3.4.1 Petak Percobaan .....	14
3.4.2 Pengambilan Contoh Tanah .....	15
3.5 Analisis Tanah .....	15
3.6 Perhitungan C-Mik tanah.....	18

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengamatan .....	19
4.1.1 Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) .....	19
4.1.2 Kolerasi antara C- organik Tanah, pH Tanah dan Kadar Air Tanah dengan Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah .....	24
4.2 Pembahasan .....	25

#### **V. SIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Simpulan .....	30
5.2 Saran .....	30

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

#### **TABEL**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganism tanah (C-mik) pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 .....	20
2. Pengaruh pemupukan N jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganism tanah (C-mik) pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 .....	20
3. Korelasi antara C-organik tanah pH tanah, dan kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganism tanah (C-mik) pada pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 .....	24
4. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 0 bulan setelah tanam (BST) .....	32
5. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 0 bulan setelah tanam (BST).....	32
6. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 0 bulan setelah tanam (BST).....	33
7. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 1 bulan setelah tanam (BST) .....	33

8.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 1 bulan setelah tanam (BST).....	34
9.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 1 bulan setelah tanam (BST).....	34
10.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 2 bulan setelah tanam (BST).....	35
11.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 2 bulan setelah tanam (BST).....	35
12.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 2 bulan setelah tanam (BST).....	36
13.	Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 3 bulan setelah tanam (BST).....	36
14.	Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 3 bulan setelah tanam (BST).....	37
15.	Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap C-mik tanah pada pertanaman kedelai ( <i>Glycine max</i> ) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29 pada saat 3 bulan setelah tanam (BST).....	37
16.	Uji korelasi antara C-organik dengan C-mik tanah.....	38
17.	Sidik ragam uji korelasi C-organik (%) dengan C-mik.....	38
18.	Uji korelasi antara pH tanah dengan C-mik tanah.....	39
19.	Sidik ragam uji korelasi antara pH tanah dengan C-mik.....	39
20.	Uji korelasi antara Kadar Air tanah dengan C-mik tanah.....	40
21.	Uji korelasi antara Kadar Air tanah dengan C-mik tanah.....	40

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kedelai termasuk komoditas strategis di Indonesia. Hal ini dikarenakan kedelai merupakan tanaman pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai merupakan sumber protein nabati utama bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Bagi perekonomian Indonesia kacang kedelai memiliki peranan yang besar karena merupakan sumber bahan baku utama bagi industri tahu, tempe, dan pakan ternak berupa bungkil kacang kedelai. Kebutuhan kedelai dalam negeri cenderung meningkat pada lima tahun terakhir, dan produksi kedelai dalam negeri hanya mampu memenuhi 29-42 persen dari kebutuhan tersebut. Saat ini lebih dari 50 persen kebutuhan kedelai nasional diperoleh dari hasil impor, suatu kondisi yang dapat mengancam kedaulatan pangan Indonesia jika suatu saat negara pengeksport kedelai menghentikan eksportnya.

Kedelai merupakan tumbuhan serba guna. Karena akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas, kedelai merupakan tanaman dengan kadar protein tinggi sehingga tanamannya dapat digunakan sebagai pupuk hijau dan pakan ternak.

Kedelai terutama dimanfaatkan bijinya. Biji kedelai kaya protein dan lemak serta beberapa bahan gizi penting lain, misalnya vitamin (asam fitat) dan lesitin.

Olahan biji kedelai dapat dibuat menjadi berbagai bentuk seperti tahu, bermacam-

macam saus penyedap (salah satunya kecap, yang aslinya dibuat dari kedelai hitam), tempe, susu kedelai, tepung kedelai, minyak (dari sini dapat dibuat sabun, plastik, kosmetik, resin, tinta, krayon, pelarut, dan biodiesel), serta taosi atau tauco (Komalasari, 2008).

Untuk itu perlu dilakukan pemberian N dengan dosis yang sesuai pada pertanaman Kedelai dengan kondisi lahan yang berbeda-beda di Lahan percobaan Politeknik Negeri Lampung. Selain dengan pemberian N untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai dapat dilakukan dengan meningkatkan mikroorganisme tanah.

Biomassa mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan indeks kesuburan tanah. Tanah yang memiliki banyak mikroorganisme tentunya memiliki sifat fisik dan kimia tanah yang baik. Memiliki populasi yang beragam serta beragamnya jenis mikroorganisme tanah mungkin dapat ditemukan pada sifat fisik tanah sehingga memungkinkan banyak jumlah keaktifan dan perkembangan mikroorganisme tanah (Suntoro, 2003). Agar mikroorganisme tanah dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada pertanaman kedelai dalam sifat kimia tanah perlunya unsur hara yang cukup, tersedianya sumber energi dan air yang cukup, aerasi dan drainase yang baik dan pH yang sesuai.

## 1.2 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada pertanaman kedelai (*Glycine max*).
2. Mengetahui pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pertanaman kedelai (*Glycine max*).
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada pertanaman kedelai (*Glycine max*).

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Dalam usaha pertanian peningkatan produktivitas tanaman dapat dilakukan dengan cara pengelolaan lahan perkebunan yang berkelanjutan. Salah satu kegiatan yang dapat dilakukan adalah dengan perbaikan kesuburan tanah karena kesuburan tanah merupakan salah satu indikator penting dalam kegiatan budidaya tanaman.

Tanah dalam pertanian modern saat ini telah banyak mengalami degradasi atau penurunan kualitas tanah, salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas tanah yaitu adanya pengolahan tanah secara intensif yang dilakukan secara terus menerus dan bahkan berpuluh-puluhan tahun. Pengelolaan tanah intensif dalam pertanian modern dapat memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi gembur dan mampu memberikan lingkungan tumbuh yang baik untuk tanaman.

Pengolahan tanah intensif yang dilakukan secara terus menerus dan bahkan berpuluh-puluh tahun dapat menyebabkan terjadinya kepadatan pada tanah (Utomo,1995).

Pada saat terjadinya kepadatan tanah maka kualitas tanah akan menurun sehingga tanah tidak mampu memberikan pertumbuhan yang baik bagi tanaman. Oleh karena itu perbaikan sistem pengolahan tanah perlu dilakukan sebagai salah satu cara dalam memperbaiki tanah yang telah terdegradasi. Perbaikan tanah yang terdegradasi dapat dilakukan yaitu dengan mengubah sistem Olah Tanah Intensif (OTI) menjadi sistem Tanpa Olah Tanah (TOT). Berdasarkan hasil penelitian Munthe dkk. (2013), TOT mampu memberikan hasil pertumbuhan tanaman sorgum yang lebih baik dan perlakuan TOT mampu mempertahankan kepadatan tanah sehingga meminimalkan terjadinya erosi dan pencucian hara pada tanah.

Hasil penelitian penerapan teknologi TOT jangka panjang oleh Utomo (2012), menunjukkan bahwa TOT mampu meningkatkan jumlah biota tanah, di antaranya bakteri, mikoriza, cacing tanah dan meso fauna tanah. Pengamatan ke-22 pada tahun 2010 menunjukkan nilai C-mik tanah pada OTI sebesar 157 (mg C-CO<sub>2</sub>/kg/hr) dan pada TOT sebesar 182 (mg C-CO<sub>2</sub>/kg/hr). Hal ini menunjukkan bahwa nilai C-mik pada perlakuan TOT meningkat dibandingkan dengan perlakuan OTI. Untuk tercapainya sistem pertanian yang berkelanjutan maka adanya Sistem TOT sangat berperan penting, TOT mampu menekan erosi sehingga tanah dan air akan terkonservasi yang akhirnya sistem pertanian

berkelanjutan akan tercapai, selain itu TOT dapat juga memperbaiki sifat biologi tanah sehingga meningkatkan kesuburan tanah.

Bahan organik tanah memegang peranan penting pada pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan 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).

Larson dan Obsone (1982); Suwardjo dkk. (1989), melaporkan tentang pengoahan tanah melepaskan CO<sub>2</sub> yang sangat tinggi ke atmosfer dalam beberapa minggu pengolahan tanah. Hal itu disebabkan banyaknya ruang oksigen dalam pori-pori tanah sebagai akibat pengolahan tanah. Selain itu, CO<sub>2</sub> yang terlepas dari tanah ke atmosfer dalam jumlah yang besar akibat proses pembalikan tanah. Sedangkan pada lahan tanpa olah tanah, jumlah CO<sub>2</sub> yang terlepas akan lebih sedikit.

Anas dalam Marpaung (2009), menyatakan bahwa jumlah total mikroorganisme tanah yang terdapat di dalam tanah digunakan sebagai indeks kesuburan tanah. Sejumlah mikroorganisme yang tinggi, keaktifan mikroorganisme serta jumlah populasi yang tinggi menggambarkan adanya suplai makanan dan ketersediaan air yang cukup bagi mikroorganisme dalam perkembangannya di tanah. Untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme tanah maka salah satunya dengan mengukur biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah.

Pada tahun 1976 Jenkson dan Powson memperkenalkan sebuah metode untuk mengukur kandungan biomassa mikroorganisme yaitu metode kloroform fumigasi-inkubasi (CFI), metode ini dikembangkan dengan dasar pemikiran bahwa mikroorganisme tanah yang mati, akan dimineralisasi dengan cepat dan karbondioksida yang dihasilkan menjadi titik ukur populasi awal.

#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Biomassa karbon mikroorganisme tanah pada tanpa olah tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah intensif.
2. Biomassa karbon mikroorganisme tanah pada tanah yang dipupuk N lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk N.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan N.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pupuk Nitrogen**

Menurut Salisbury dan Ross (1995); Adisarwanto (2005) bahwa nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun klorofil sebagai mesin bagi proses fotosintesis. Nitrogen juga merupakan faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis. Persediaan nitrogen yang terbatas akan menghambat pembentukan klorofil dan menurunkan laju fotosintesis, serta mengganggu aktivitas metabolisme tanaman.

Hal senada diungkapkan Prawiranata dkk. (1991), bahwa pemberian unsur nitrogen dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman sehingga dapat memacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Peningkatan jumlah nitrogen dalam tanah menghasilkan protein dalam jumlah yang banyak pada tanaman, sehingga meningkatkan pertumbuhan jaringan tanaman. Terbukti dengan pemupukan Urea 75 -100 kg/ha dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Pemberian pupuk nitrogen juga berkaitan dengan peningkatan tinggi tanaman. Tanaman yang bertambah tinggi berpeluang menghasilkan lebih banyak cabang.

Jenny Rondonuwu (1993) melaporkan bahwa pemberian dosis pupuk nitrogen hingga 180 kg/ha masih dapat meningkatkan tinggi tanaman dan berat kering tanaman dan tidak berpengaruh buruk terhadap ketegaran tanaman. Hal ini terlihat

di lapangan, tanaman masih dapat tegak dan tidak rebah meskipun tingginya bertambah, karena tanaman kedelai mendapatkan air yang cukup sehingga proses metabolisme tanaman serta penyerapan unsur hara berlangsung secara optimal tersedianya nitrogen yang cukup akan memberikan pembentukan biji yang bermutu tinggi, mutu biji yang baik akan memberikan bobot 1000 biji kedelai yang baik juga. Jumlah dan mutu biji dalam polong menentukan berat total biji kering. Secara umum pupuk nitrogen sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

Menurut Hardjowigeno, (1987); Istanti (1999) menyatakan bahwa protein merupakan komponen yang terbesar dari sel, lebih dari 50% berat kering. Protein adalah mikromolekul, merupakan polimer dari asam amino yang saling berikatan dengan ikatan sulfida. Protein tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen.

## **2.2 Sistem Olah Tanah**

Dalam usaha pertanian tersebut, tanah diperlakukan dengan beberapa macam sistem pengolahan tanah. Pengolahan tanah ini bertujuan untuk menjaga aerasi dan kelembaban tanah sesuai dengan kebutuhan tanah, sehingga pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dapat berlangsung dengan baik. Terdapat 3 jenis sistem olah tanah yaitu, tanpa olah tanah, olah tanah intensif dan olah tanah minimum (Tyasmorodkk.,1995).

Olah tanah intensif merupakan olah tanah yang dilakukan secara sempurna, olah tanah ini untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Hasil dari olah tanah intensif yaitu dapat

menggemburkan tanah agar mendapatkan perakaran yang baik, tetapi olah tanah yang dilakukan secara terus menerus dapat mempercepat kerusakan sumber daya tanah karena pengolahan tanah secara jangka panjang dan terus-menerus mengakibatkan pemadatan pada lapisan tanah bagian bawah sehingga menurunkan produktivitas tanah.

Pengolahan tanah dapat mengakibatkan efek negatif dalam kehidupan tanah karena dapat meningkatkan mineralisasi bahan organik. Olah tanah juga memerlukan energi yang tinggi, yang berasal dari tenaga kerja manusia atau hewan (Mulyadi dkk., 2001). Tanpa olah tanah selalu berhubungan dengan penanaman yang cukup menggunakan tugal atau alat lain yang sama sekali tidak menyebabkan lapisan olah menjadi rusak dan dipermukaan tanah masih banyak dijumpai residu tanaman.

Tanpa olah tanah yang dilakukan merupakan bentuk perbaikan dari kerusakan tanah yang diakibatkan olah tanah intensif, pembentukan sistem olah tanah yang diterapkan dapat dikenal dengan olah tanah konservasi. Olah tanah konservasi adalah sistem olah tanah yang dilakukan dengan berwawasan lingkungan yang dapat meningkatkan kadar air tanah. Konservasi tanah dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya kembali kepadatan tanah setelah diolah dan dapat digunakan teknik pemberian bahan organik ke dalam tanah. Berdasarkan percobaan jangka panjang pada tanah Ultisol di Lampung menunjukkan bahwa olah tanah konservasi mampu memperbaiki kesuburan tanah bila dibandingkan dengan olah tanah intensif (Utomo, 1995).

### **2.3 Tanaman Kedelai (*Glycine max*)**

Kedelai (*Glycine max* L. Merr) adalah tanaman semusim yang diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Kedelai sumber protein, dan lemak, serta sebagai sumber vitamin A, E, K, dan beberapa jenis vitamin B dan mineral K, Fe, Zn, dan P. Bagi perekonomian Indonesia kedelai memiliki peranan yang besar karena merupakan sumber bahan baku utama bagi industri tahu dan tempe. Olahan biji kedelai dapat dibuat menjadi berbagai bentuk seperti tahu, bermacam-macam saus penyedap (salah satunya kecap, yang aslinya dibuat dari kedelai hitam), tempe, susu kedelai, tepung kedelai, minyak (dari sini dapat dibuat sabun, plastik, kosmetik, resin, tinta, krayon, pelarut, dan biodiesel), serta taosi atau tauco (Komalasari, 2008).

Kebutuhan kedelai dalam negeri cenderung meningkat pada lima tahun terakhir, dan produksi kedelai dalam negeri hanya mampu memenuhi 29-42 % dari kebutuhan tersebut. Saat ini lebih dari 50% kebutuhan kedelai nasional diperoleh dari hasil impor, suatu kondisi yang dapat mengancam kedaulatan pangan Indonesia jika suatu saat negara pengekspor kedelai menghentikan ekspornya.

### **2.4 Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah**

Biomassa karbon mikroorganisme tanah merupakan bagian yang hidup dari bahan organik tanah (bakteri, fungi, algae, dan protozoa) tidak termasuk akar tanaman dan fauna tanah yang lebih besar dari amuba (Jenkinson dan Ladd, 1981 dalam Bangun 2002). Mikroorganisme sangat memegang peranan penting dalam ekosistemnya yaitu sebagai suatu alat yang digunakan dalam perombakan bahan organik dan melepaskannya kembali sebagai bahan yang dibutuhkan untuk

pertumbuhan tanaman. Tanah yang banyak mengandung berbagai macam mikroorganisme tanah, secara umum dapat dikatakan bahwa tanah tersebut adalah tanah yang sifat fisik dan kimianya baik.

Biomassa mikroorganisme merupakan indeks kesuburan tanah. Tinggi dan keragaman dari mikroorganisme di dalam tanah akan berpengaruh pada tiga factor yaitu factor fisik, kimia dan biologi. Faktor fisik yang berpengaruh yaitu komposisi pori tanah, suhu, tegangan air tanah, tekanan udara, radiasi, ukuran organik, dan mineral liat. Faktor kimia yang berpengaruh adalah hara potensial, faktor pertumbuhan, konsentrasi dan komposisi ion, dan redoks potensial. Faktor biologi yaitu sifat genetik, interaksi yang positif atau negatif antar organisme dan kemampuan untuk bertahan pada beragam kondisi. Ketiga faktor tersebut berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme di dalam tanah (Nannpieri dkk., 1990; dalam Bangun, 2002).

Selain ketiga faktor diatas, aktifitas mikroorganisme juga berpengaruh pada tinggi dan keragaman dari mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme dapat diketahui dengan mengukur respirasi dan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (Annisa, 2008). Biomassa mikroorganisme tanah mewakili sebagian kecil fraksi total karbon dan nitrogen tanah, tetapi secara relatif mudah berubah, tetapi secara relatif mudah berubah sehingga jumlah, aktivitas, dan kualitas biomassa mikroorganisme tanah merupakan faktor kunci dalam mengandalkan jumlah karbon dan nitrogen yang dimineralisasi (Kirana, 2010).

Biomassa mikroorganisme memegang peranan penting dalam mempertahankan kesuburan tanah, karena biomassa mikroorganisme merupakan faktor penting dalam siklus N di dalam tanah serta digunakan sebagai alat dalam mempertahankan status bahan organik yang berperan untuk sumber dan penyerap bagi ketersediaan hara, hal ini karena daur hidupnya yang relatif singkat (Hairiah dkk.,1999).

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

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

Penelitian yang merupakan penelitian jangka panjang tahun ke-28 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 dan Tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016 sampai Oktober 2016.

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

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, sampel tanah asal dari lahan Percobaan Jangka Panjang Tanpa Olah Tanah (TOT) di Politeknik Negeri Lampung, KOH 0,5 N, penolptalin, aquades, HCl dan metil orange. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bor tanah, ember, karung, tali, ayakan 2 mm, kantung plastik, timbangan, kulkas, oven, desikator, toples plastik ukuran 1 liter, botol film, kertas label, spidol dan alat laboratorium lainnya untuk analisis tanah.

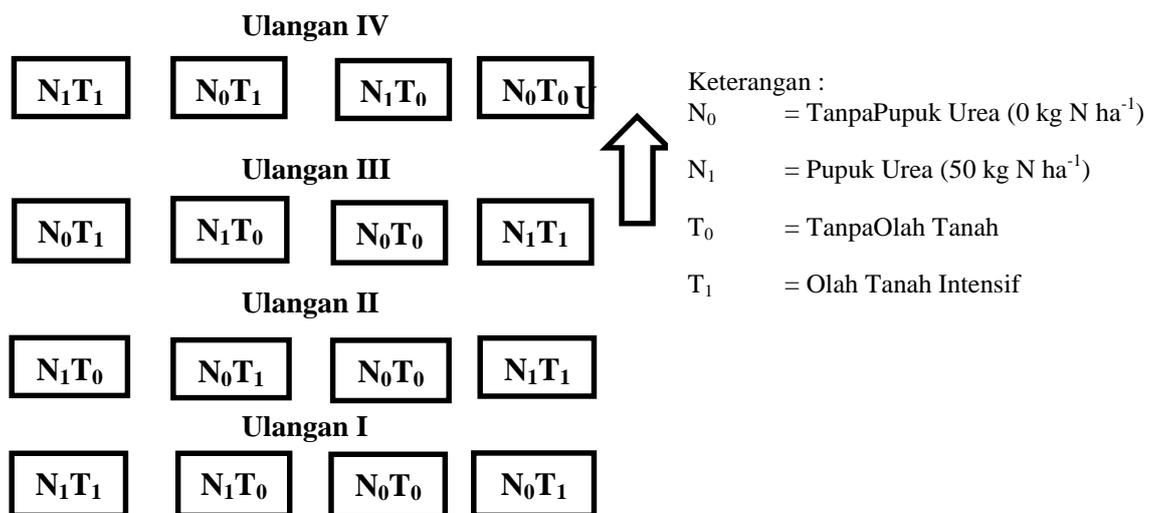
### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2x2 yang disusun secara dua faktorial dengan empat ulangan. Faktor pertama dalam penelitian ini adalah perlakuan sistem olah tanah (T) yaitu  $T_1$  = Olah Tanah Intensif (OTI) dan  $T_0$  = Tanpa Olah Tanah (TOT), faktor kedua dalam penelitian ini adalah pemupukan nitrogen jangka panjang (N) yaitu  $N_0$  = 0 kg N ha<sup>-1</sup>, dan  $N_2$  = 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Barlet dan adifitasnya dengan uji Tukey serta dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Serta uji korelasi antara c-mik tanah (variabel utama) dengan pH tanah dan c-organik tanah (variabel pendukung).

### 3.4 Pelaksanaan

#### 3.4.1 Petak Percobaan

Setelah dilakukan pengolahan tanah, selanjutnya dibuat petak percobaan sesuai dengan perlakuan yang diterapkan.



Gambar 1. Tata Letak Percobaan

### **3.4.2 Pengambilan Contoh Tanah**

Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah dan secara acak terstruktur dilokasi yang telah ditentukan. Contoh tanah diambil dengan menentukan titik-titik pengambilan secara melingkar dengan titik tengah plot sebagai pusatnya, didapatkan sebanyak 5 titik kemudian tanah diambil menggunakan bor tanah dengan kedalaman 20 cm dan kemudian dimasukkan ke dalam ember dan dikompositkan. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label sesuai dengan petak percobaan yang dilakukan. Setelah semua sampel didapatkan sampel dimasukkan ke dalam karung yang besar dan kemudian dibawa ke laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan dimasukkan ke dalam kulkas agar tetap menjaga kesegaran tanah untuk di analisis. Pengambilan contoh tanah pertama dilakukan pada bulan April 2016 yaitu sebelum dilakukan penanaman kedelai, pengambilan contoh tanah kedua pada bulan Mei 2016 yaitu pada masa pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai, pengambilan contoh tanah ketiga pada bulan Juni 2016 yaitu pada masa pertumbuhan generatif tanaman kedelai dan pengambilan contoh tanah keempat pada bulan Juli 2016 yaitu pada masa panen tanaman kedelai.

### **3.5 Analisis Tanah**

Analisis di laboratorium menggunakan metode fumigasi-inkubasi (Jenkinson dan Powelson, 1976) yang telah disempurnakan oleh Franzluebbbers dkk., 1995). Tahap awal pelaksanaan analisis yang dilakukan menimbang 100 g tanah lembab dan ditempatkan dalam gelas beaker 50 ml. Kemudian tanah tersebut difumigasi

dengan menggunakan kloroform ( $CHCl_3$ ) sebanyak 30 ml dalam desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 48 jam dan setelah proses fumigasi selama 48 jam selesai, tanah dibebaskan dari  $CHCl_3$  dibawah tekanan 30 cm Hg.

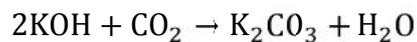
Selanjutnya sebanyak 10 g tanah inokulan diikat rapat dalam plastik dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin sampai proses fumigasi selesai. Setelah proses fumigasi selesai selama 48 jam, setiap contoh tanah dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter dan tanah inokulan juga dikeluarkan dari lemari pendingin, sebelum dicampurkan bersamaan dengan tanah fumigasi, tanah inokulan tersebut didiamkan selama kurang lebih 30 menit (proses aklimatisasi), setelah tanah berada di dalam toples dua botol film juga dimasukkan secara bersamaan, satu botol berisi 10 ml KOH 0,5 N dan satu botol berisi 10 ml aquades. selanjutnya toples tersebut ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu  $25^{\circ}C$  ditempat gelap selama 10 hari. 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 digunakan dengan 100 g tanah berat kering oven. Kemudian 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. Selanjutnya toples tersebut ditutup dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu  $25^{\circ}C$  selama 10 hari. Pada akhir

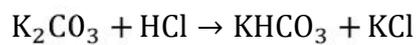
masa inkubasi kuantitas  $C - CO_2$  yang diserap dalam KOH ditentukan dengan cara titrasi yang sama dengan contoh tanah fumigasi.

Reaksi kimia yang terjadi selama proses inkubasi dan dilanjutkan dengan titrasi menggunakan HCl adalah sebagai berikut:

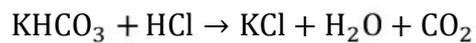
1. Reaksi yang berada pada saat didalam toples (inkubasi selama 10 hari):



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



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



Sedangkan variable pendukung yang diamati yaitu :

- a. Sifat fisik tanah : Kadar air tanah dan suhu tanah
- b. Sifat kimia tanah : pH tanah dan C-organik tanah

### 3.6 Perhitungan C-Mik Tanah

C-Mik tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$BM-C = C-mik = \frac{(\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} 10 \text{ hari})_{\text{fumigasi}} - (\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} 10 \text{ hari})_{\text{nonfumigasi}}}{Kc}$$

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

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

Keterangan :

BM-C = C-mik (Biomassa karbon mikroorganisme tanah)

a = ml HCl untuk tanah fumigasi + inokulan

b = ml HCl untuk kontrol (control adalah inkubasi tanpa tanah)

t = normalitas HCl (0,1)

n = hari

kc = 0,41

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biomassa karbon mikroorganisme tanah tidak dipengaruhi oleh sistem olah tanah jangka panjang pada pertanaman kedelai.
2. Biomassa karbon mikroorganisme tanah pada tanah yang diaplikasikan pupuk N lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk N pada pertanaman kedelai hanya pada 2 bulan setelah tanam.
3. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan olah tanah dan aplikasi pemupukan N terhadap C-mik pada pertanaman kedelai tahun ke 29.

### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian disarankan untuk melakukan kembali penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N jangka panjang terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pertanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di lahan Politeknik Negeri Lampung ke-29.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I., D. A. Santosa dan R. Widyastuti. 1995. Penggunaan Ciri Mikroorganismen dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah. Kongres Nasional VI HITI, Desember 1995. Serpong, hal 12-15.
- Bangun, I. 2002. Pengembangan Metode Penetapan Biomassa Karbon Mikroorganismen Tanah (C-mik) dengan Menggunakan Ultrasonik Processor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Hairiah, K. M. Van Noorwidjk, dan C. Palm. 1999. Methods for Sampling Above and Below Ground Organic Pools In Mudiyarso, M. V. Noorwidjk, and D. A. Suyanto. (Eds) Modelling Global Change Impacts on The Soil Environment GCTE Working Document no. 28 Bogor Indonesia, pp 65-66.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Jakarta: AkademikaPresindo.
- Istanti. A, Prasetyo. T. I, dan Dwi Listyorini. 1999. Biologi Sel. Malang: Frekuensi-MIPA Universitas Negeri Malang, 83 hlm.
- Kirana, A. 2010. Pengaruh Sistem Olah Tanah Konservasi dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Biomassa Karbon Mikroorganismen Tanah (C-Mik) dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung, 56 hlm.
- Komalasari, W.B. 2008. Prediksi Penawaran dan Permintaan Kedelai dengan Analisis Deret Waktu. *Informatika Pertanian*, 12: 1195-1209.
- Mulyadi, J. J., T. Sopiawati dan S. Partohardjono. 2001. Pengaruh Cara Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Hasil Gabah dan Emisi Gas Metan dari Pola Tanam Padi-Padi di Lahan Sawah Penelitian. *Pertanian Tanaman Pangan* 20(3): 24 -28.

- Munthe, L. S., Irmansyah, dan Hanum. 2013. Respons Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) dengan Perbedaan Sistem Pengolahan Tanah. *Agroekoteknologi* 1(4): 5-7.
- Prawiranata, W., S. Harran, P. Tjondronegoro. 1991. Dasar-dasar fisiologi Tumbuhan. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. IPB. Bogor.
- Rondonuwu, JJ. 1993. Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Efisiensi Penggunaan Air dari tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merill). Program Pascasarjana KPK IPB –UNSRAT Manado.
- Salisbury, FB., CW, Ross. Fisiologi Tumbuhan Jilid II. Bandung: ITB.
- Suntoro. 2003. Peran Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaan. Sebelas Maret University Press. Serakarta, 36 hlm.
- 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 Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Bandar Lampung, hal 9-14.
- Utomo, M. 1995. *Reorientasi Kebijakan Sistem Olah Tanah*. Prosid. Sem. Nas-V. BDP-OTK. Bandar Lampung, hal 1-7.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung, 110 hlm.