

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA
TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN
JAGUNG (*Zea mays*) MUSIM TANAM KE TIGA**

(Skripsi)

Oleh

ENDAH PANGESTUNING



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) MUSIM TANAM KE TIGA

Oleh

ENDAH PANGESTUNING

Respirasi tanah merupakan salah satu indikator dari aktivitas biologi seperti mikroba, akar atau kehidupan lain di dalam tanah, dan aktivitas ini sangat penting untuk ekosistem di dalam tanah. Penetapan respirasi tanah berdasarkan penetapan jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan jumlah O₂ yang digunakan oleh mikroorganisme tanah. Respirasi tanah sudah banyak dikaji dalam kaitannya dengan kesehatan tanah dan sekuestrasi karbon. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung sejak Mei 2015 sampai Agustus 2015. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali. Penelitian ini dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu sistem olah tanah dan aplikasi herbisida dengan 4 kali ulangan. Sistem olah tanah terdiri dari olah tanah maksimum (T₁) dan olah tanah minimum (T₀). Sedangkan aplikasi herbisida yaitu terdiri dari aplikasi herbisida (H₁) dan non aplikasi herbisida (H₀). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam pada taraf 5% yang terlebih dahulu diuji

homogenitas ragamnya dengan menggunakan Uji Bartlett dan adivitasnya diuji dengan Uji Tukey. Rata-rata nilai tengah dari data diuji dengan uji BNT pada taraf 1% dan 5%. Hubungan antara kelembaban, suhu tanah, C-organik, N, P dan K dengan respirasi tanah diuji dengan uji korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah pada 1 bulan setelah tanam berpengaruh terhadap respirasi tanah tetapi tidak pada 2 dan 3 bulan setelah tanam, perlakuan aplikasi herbisida berpengaruh terhadap respirasi tanah pada pengamatan 2 bulan setelah tanam tetapi tidak pada 1 dan 3 bulan setelah tanam, tetapi terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida pada respirasi tanah dipengamatan 1 dan 2 BST, tetapi tidak pada 3 bulan setelah tanam pada pertanaman jagung (*Zea mays*). Perlakuan sistem olah tanah maksimum dengan herbisida menunjukkan respirasi paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci: Herbisida, Respirasi tanah, Sistem olah tanah.

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA
TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN
JAGUNG (*Zea mays*) MUSIM TANAM KE TIGA**

Oleh

ENDAH PANGESTUNING

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

SARJANA PERTANIAN

pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) MUSIM TANAM KE TIGA**

Nama Mahasiswa : **Endah Pangestuning**

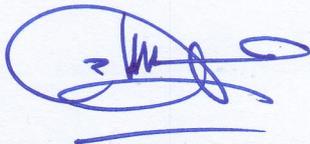
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121075

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



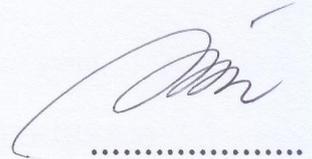
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

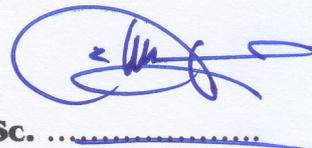
Ketua

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



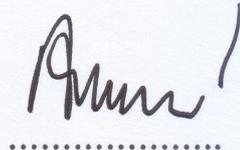
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Henrie Buchori, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **16 Maret 2017**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN APLIKASI HERBISIDA TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) MUSIM TANAM KE TIGA " merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2017
Penulis,



Endah Pangestuning
NPM 1214121075

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 25 Januari 1995 di Bandar Lampung sebagai puteri kedua dari dua bersaudara dari pasangan bapak Kunto Prahyuwono dan ibu Henny Elisa.

Pendidikan Sekolah Taman Kanak-Kanak (TK) diselesaikan pada tahun 2000 di TK Aisha di Baturaja, pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan pada tahun 2006 di SDN 4 OKU, pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2009 di Xaverius 4 Bandar Lampung, pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2012 di SMA Negeri 14 Bandar Lampung. Pada tahun 2012, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Selama masa perkuliahan penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Penulis terdaftar sebagai anggota Bidang Dana dan Usaha Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) pada periode kepengurusan 2013-2014.

Penulis melaksanakan Praktik Umum dengan judul “Aktivitas penelitian di balai penelitian tanah kebun percobaan taman bogor lampung timur pada budidaya tanaman dilahan kering” di Lampung Timur pada bulan Juli-Agustus 2015.

***“If you can’t be intelligent, be a good person”
(Endah Pangestuning., 2017)***

***“Do the best, be good, then you will be the best”
(Anugrah andriansyah)***

***“Cara untuk menjadi di depan adalah memulai
sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan
anda akan tau banyak hal yang sekarang tidak anda
ketahui, dan anda tak akan mengetahui masa depan
jika anda mununggu-nunggu.
(William Feather)***

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin

Dengan Ketulusan Hati dan Rasa Penuh Syukur,

Kepersembahkan Karya ini Kepada:

Kedua Orangtuaku Tercinta Bapak Kunto Prahyuwono dan Ibu Henny

Elisa Sebagai Bukti Cinta dan Baktiku atas Doa dan Dukungannya

serta Kakak Mayang Bergas Pratomo yang selalu menasehatiku.

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa telah mendapatkan bimbingan, bantuan, nasihat serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberi waktu, saran, bantuan, nasehat, dan motivasi serta perbaikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S. M.Agr.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberi waktu, saran, bantuan, nasehat, dan motivasi serta perbaikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Henrie Buchori, M.S., selaku penguji dan pembahas yang telah memberikan saran, nasehat, kritik dan perbaikan untuk menjadikan skripsi ini lebih baik.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M. Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama penulis menyelesaikan studi.

5. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Dr.Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Kedua orangtua penulis Kunto prahyuwono dan Henny., kakak-kakak penulis Mayang Bergas Pratomo, Rini Andriani dan seluruh keluarga atas doa dan semangat yang diberikan selama ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan Ahmad Teguh Saputra, dan Ahmad Hidayat, telah membantu pelaksanaan penelitian dan memberikan saran serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat Eko pramono, Eko Pentara, Ambos Harry, Marcel Pandiangan, Jessica Pakpahan, Bella Novita, Ery, Budi, Dimas, Jeca, Eriza, Iin, Indun, Irma, hairani , dyra kemala , herlambang atas bantuan, doa serta memberikan semangat yang tak henti kepada penulis.
11. Teman, Pacar, Sahabat Muhammad Anugrah Andriansyah yang selalu membantu dan menemani saya dalam segala hal baik susah maupun senang.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT melidungi dan melimpahkan ramat dan berkat-Nya serta membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Tentu saja dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga

hasil penelitian ini bermanfaat dan memberikan informasi yang berguna bagi semua pihak.

Bandar Lampung,
Penulis,

Endah Pangestuning

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Penelitian	5
1.4 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pengolahan Tanah	9
2.2 Pengolahan Tanah dan Penggunaan Herbisida	12
2.3 Respirasi Tanah	16
2.4 Pengaruh Olah Tanah terhadap Respirasi Tanah	17
2.5 Pengaruh Pupuk dan Herbisida terhadap Respirasi Tanah	18
III. BAHAN DAN METODE	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.4 Sejarah Lahan penelitian	21
3.5 Pelaksanaan Penelitian	21
3.5.1 Petak Percobaan	21
3.5.2 Persiapan Lahan	22

3.5.3 Penanaman dan Pemupukan	23
3.5.4 Pemeliharaan Tanaman	23
3.5.4.1 Aplikasi Herbisida	23
3.5.4.2 Penyiraman	24
3.5.4.3 Pengendalian Hama dan Penyakit	24
3.5.4.4 Panen	24
3.5.5 Pengukuran Respirasi Tanah	24
3.5.6 Analisis Laboratorium	25
3.5.7 Perhitungan Respirasi	26
3.5.8 Variabel Pengamatan	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 Respirasi Tanah	28
4.1.2 Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap C-organik, Suhu tanah dan Kadar air tanah	32
4.1.3 Korelasi antara C-Organik Tanah, Kadar Air Tanah , dan Suhu Tanah dengan Respirasi Tanah	35
4.2 Pembahasan	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ringkasan analisis ragam pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 1,2 dan 3 BST.	29
2. Pengaruh Interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah saat 1 BST pada pertanaman jagung (<i>Zea mays</i>)	29
3. Pengaruh Interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah saat 2 BST pada pertanaman jagung (<i>Zea mays</i>)	30
4. Ringkasan analisis pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap C- organik tanah (%) pada 1, 2 dan 3 BST.....	32
5. Ringkasan analisis pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap Suhu Tanah (°C) 1, 2 dan 3 BST	33
6. Ringkasan analisis pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap Kadar Air Tanah (%) 1, 2 dan 3 BST.....	34
7. Uji korelasi antara C-organik tanah, kadar air tanah dan suhu tanah dengan respirasi tanah.....	35
8. Hasil pengamatan pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 1 BST.....	49
9. Hasil uji homogenitas respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 1 BST.. ..	49
10. Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 1BST	50
11. Hasil pengamatan pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 2BST.. ..	50

12. Hasil uji homogenitas respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 2BST.....	51
13. Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 2BST.	51
14. Hasil pengamatan pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 3BST	52
15. Hasil uji homogenitas respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 3BST.	52
16. Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap respirasi tanah CO ₂ -C (mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada 3BST.	53
17. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap C-organik tanah (%) pada 1 BST.	53
18. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap suhu tanah (°C) pada 1 BST.	53
19. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap kadar air tanah (%) pada 1 BST.	54
20. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap C-organik tanah (%) pada 2 BST.	54
21. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap suhu tanah (°C) pada 2 BST.	54
22. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap kadar air tanah (%) pada 2 BST.....	55
23. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap C-organik tanah (%) pada 3 BST.	55
24. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap suhu tanah (°C) pada 3 BST.	55
25. Pengaruh pengolahan tanah dan herbisida terhadap kadar air tanah (%) pada 3 BST.	56
26. Uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan respirasi tanah pada 1 BST.....	56
27. Uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan respirasi tanah pada 2 BST.	56

28. Uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan respirasi tanah pada 1 BST.	56
29. Uji korelasi antara suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah pada 1BST.	57
30. Uji korelasi antara suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah pada 2BST	57
31. Uji korelasi antara suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah pada 3BST.....	57
32. Uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah pada 1 BST.	57
33. Uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah pada 2 BST.	58
34. Uji korelasi antara kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah pada 3 BST.	58
35. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan herbisida pada variable total c-organik (%).	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak percobaan tanaman jagung (<i>Zea mays</i>)	22

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan tanah sudah lazim dilakukan oleh petani dalam usaha untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pengolahan tanah adalah kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Berbagai sistem olah tanah akan berpengaruh terhadap kadar bahan organik tanah dan laju respirasi tanah. Handayani (1999) menyatakan bahwa sistem olah tanah dapat mempengaruhi kuantitas CO₂ dalam tanah. Sistem olah tanah maksimum membuat struktur tanah menjadi gembur, aerasi baik sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan laju respirasi tanah, sehingga CO₂ menjadi tersedia.

Menurut Soepardi (1983), tanah merupakan medium yang dinamis tempat tanaman dan mikroorganisme hidup bersama dan saling berhubungan satu sama lain. Tanah yang berkembang baik dan tidak terganggu mempunyai sifat dan ciri penampang yang khas. Tanah berfungsi sebagai media tumbuh tanaman, penyedia hara dan air, dan lingkungan tempat akar dan batang dalam tanah melaksanakan aktifitas fisiologisnya. Untuk dapat tumbuh dan berproduksi tinggi, tanaman tidak hanya membutuhkan hara yang cukup dan seimbang, tetapi juga memerlukan sifat fisik tanah yang cocok supaya akar tanaman dapat

berkembang dengan bebas, proses- proses fisiologis bagian tanaman yang berada dalam tanah dapat berlangsung dengan baik dan tanaman dapat berdiri tegak (Islami dan Utomo, 1995). Salah satu sifat tanah yang dapat dipengaruhi oleh perlakuan sistem olah tanah dan atau aplikasi herbisida adalah sifat biologi tanah.

Terdapat sistem olah tanah konservasi (OTK) yang di dalamnya mencakup olah tanah minimum (OTM) yang dapat dilaksanakan tanpa merusak kelestarian lingkungan (LIPTAN, 1994). Olah tanah minimum (OTM) dilakukan dengan mengolah tanah seperlunya saja. Apabila pertumbuhan gulma tidak begitu banyak, pengendaliannya dilakukan secara manual (dibesik) sekaligus membersihkan gulmanya. Tetapi jika kurang berhasil, pengendalian gulma dapat dilakukan dengan menggunakan herbisida layak lingkungan (Utomo dkk., 2012).

Menurut Utomo (2006), pengolahan tanah secara terus – menerus juga dapat menimbulkan dampak negatif yaitu menyebabkan terjadinya degradasi tanah yang diikuti dengan kerusakan struktur tanah, peningkatan terjadinya erosi tanah, dan penurunan kadar bahan organik tanah yang berpengaruh juga terhadap keberadaan biota tanah. Salah satu sistem pengolahan tanah yang dianggap baik untuk keberlanjutan kesuburan tanah adalah sistem olah tanah konservasi atau sistem olah tanah minimum.

Dalam olah tanah konservasi, pengguna herbisida juga sering dilakukan untuk tanaman. Penggunaan herbisida tidak dapat dipisahkan untuk penyiapan lahan pada sistem TOT. Gulma yang tumbuh di atas permukaan tanah yang biasanya dikendalikan dengan cangkul, traktor atau alat mekanisasi lainnya digantikan dengan penyemprotan herbisida untuk mematikan gulma maupun sisa tanaman

yang masih hidup, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai mulsa dan bahan organik (Sebayang dkk., 2002). Hal ini dimaksudkan untuk mengendalikan gulma yang tumbuh sehingga tanah tidak terganggu secara fisik.

Pengendalian gulma secara manual akan menjadi tidak efisien bila lahan pertanaman cukup luas, maka penggunaan herbisida diharapkan dapat mengurangi tenaga kerja dan waktu yang relatif singkat. Adapun cara kerja dari herbisida, yang langsung masuk ke tanah akan mematikan akar gulma. Oleh karena itu herbisida mampu menekan pertumbuhan gulma (Listyobudi, 2011).

Salah satu indikator dari aktivitas biologi tanah adalah respirasi tanah. Respirasi tanah adalah proses evolusi CO₂ dari tanah ke atmosfer, terutama dihasilkan oleh mikro-organisme tanah dan akar tanaman. Hal ini dipengaruhi tidak hanya oleh faktor biologis (vegetasi, mikro-organisme) dan faktor lingkungan (antara lain suhu, kelembaban, pH), tetapi juga lebih kuat oleh faktor buatan manusia. Respirasi tanah merupakan indikator penting pada suatu ekosistem, meliputi seluruh aktivitas yang berkenaan dengan proses metabolisme di dalam tanah, dekomposisi sisa tanaman dalam tanah, dan konversi bahan organik tanah menjadi CO₂. Respirasi tanah menggambarkan aktivitas mikroorganisme tanah. Respirasi tanah adalah proses hilangnya CO₂ dari tanah ke atmosfer, terutama yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan akar tanaman. Hal ini dipengaruhi tidak hanya oleh faktor biologis seperti vegetasi dan faktor lingkungan, antara lain suhu, kelembaban, pH, tetapi juga lebih kuat oleh faktor buatan manusia (Fang dkk., 1998).

Jagung merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia setelah padi. Jagung memiliki peranan strategis dan bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan, mengingat komoditas ini mempunyai fungsi yang multiguna, selain untuk pangan juga sebagai pakan dan industri. Dewasa ini penggunaan jagung untuk kebutuhan bahan baku industri mulai berkembang, seperti pembuatan minyak jagung, tepung, pati, serta industri kimia (etil alkohol, aseton, asam laktat, asam sitrat dan gliserol) (Purwono dan Hartono, 2005). Oleh karena itu, penerapan sistem olah tanah dan aplikasi herbisida dilakukan pada pertanaman jagung.

Oleh sebab itu, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui perbedaan sistem olah tanah dan aplikasi herbisida pada pertanaman jagung terhadap respirasi tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh sistem olah tanah terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung musim ke -3.
2. Mempelajari pengaruh aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung musim ke -3.
3. Mempelajari pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung musim ke-3.

1.3 Kerangka Pemikiran

Respirasi tanah merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya kehidupan mikrobia yang melakukan aktivitas hidup dan berkembang biak dalam suatu massa tanah. Sinukaban (1986), tingkat respirasi tanah dapat dilihat dari sistem olah tanah yang dilakukan. Olah tanah maksimum adalah salah satu olah tanah yang dapat meningkatkan respirasi tanah, karena pada olah tanah maksimum terjadi proses pembalikan tanah yang dapat membuat aktivitas mikrobia didalam lebih baik. Mikrobia dalam setiap aktifitasnya membutuhkan O_2 atau mengeluarkan CO_2 yang dijadikan dasar untuk pengukuran respirasi tanah. Laju respirasi tanah maksimum terjadi setelah beberapa hari atau beberapa minggu populasi maksimum mikrobia dalam tanah, karena banyaknya populasi mikrobia mempengaruhi keluaran CO_2 atau jumlah O_2 yang dibutuhkan mikrobia.

Manik dkk., (1998) melaporkan bahwa penerapan sistem olah tanah maksimum dapat 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. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan tanah intensif dapat mengubah kelimpahan dan komposisi (keanekaragaman) organisme tanah. Umar (2004) mengungkapkan bahwa beberapa dampak buruk dari pengelolaan tanah intensif jangka panjang dapat mengurangi kandungan bahan organik tanah, infiltrasi, meningkatkan erosi, memadatkan tanah, dan mengurangi biota tanah. Pengolahan tanah secara intensif tanpa adanya suatu usaha untuk memperbaiki kondisi suatu tanah dapat menjadikan tanah tersebut terdegradasi. Menurut Suwardjo (1981), perlakuan

tanpa olah tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Aktivitas mikroorganisme yang tinggi akan menunjukkan tingkat respirasi yang tinggi.

Dengan adanya pengolahan tanah memacu aktivitas mikroba yang ditandai oleh meningkatnya jumlah populasi dan respirasi pada tanah. Kegiatan ini dilakukan karena terganggunya agregat tanah dan tereksposnya bahan-bahan cepat lapuk (*degradable material*). Menurut Elliott (1986), agregat tanah makro merupakan tempat paling aktif terjadinya proses mineralisasi (perubahan elemen organik menjadi anorganik). Pembalikan tanah dan penghancuran bahan-bahan organik menciptakan zona aktivitas mikroba intensif di lapisan olah. Dalam OTK (olah tanah minimum = OTM dan TOT), stimulasi aktivitas mikroba terjadi di dekat permukaan tanah (Paul dan Clark, 1996; Doran dan Linn, 1994).

Meskipun pengolahan tanah dilakukan secara teratur dianggap penting dalam budidaya tanaman, tetapi pengolahan tanah secara intensif dapat menyebabkan terjadinya degradasi tanah yang diikuti dengan kerusakan struktur tanah, peningkatan terjadinya erosi tanah dan penurunan kadar bahan organik tanah yang berpengaruh juga terhadap keberadaan biota tanah (Umar, 2004). Oleh karena itu, untuk merehabilitasi tanah perlu diusahakan antara lain dengan memanfaatkan bahan organik dan sistem pengolahan tanah konservasi.

Salah satu cara untuk menanggulangi gulma, menggunakan herbisida berbahan aktif glifosat. Herbisida Glifosat bersifat sistemik, yaitu mengendalikan gulma dengan cara menghambat proses metabolisme protein (Sukman dan Yakup, 1991). Herbisida ini bekerja dengan cara menghambat biosintesis asam-asam amino aromatik, seperti fenilalanin, tirosin, dan triptopan (Cremllyn, 1991). Herbisida ini

juga merupakan herbisida pasca tumbuh non-residual yang bersifat non-selektif (Landerdale dan Savannah, 1998). Dengan cara menggunakan herbisida maka dapat mematikan atau mengendalikan gulma, lambat laun terjadi pelapukan dan menjadi bahan organik untuk tanah.

Herbisida Glifosat merupakan herbisida yang mematikan gulma, namun biji-biji gulma dorman yang berada di dalam tanah yang terlindungi dari semprotan herbisida Glifosat tidak akan mati oleh herbisida tersebut dan akan segera tumbuh menggantikan gulma-gulma yang mati. Akhirnya kerja herbisida ini tidak sempurna dan justru mengakibatkan suksesi gulma di lahan pertanian, untuk melengkapi aktivitas glifosat, diperlukan penggabungan atau pencampuran dengan jenis-jenis herbisida lainnya yang bersifat residual atau produk yang bersifat pasca tumbuh seperti 2,4-D. Herbisida berbahan aktif 2,4 -D dapat menghambat pertumbuhan gulma dan mempercepat respirasi. Sehingga ke dua bahan aktif tersebut dapat mempercepat proses kematian gulma.

Pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida sangat diminati oleh petani, terutama untuk lahan pertanian yang cukup luas. Penggunaan herbisida diupayakan agar tidak memberikan pengaruh negatif pada tanaman budidaya, Karena itulah diupayakan mencari senyawa-senyawa yang bersifat selektif dan cara serta pengaplikasian yang tepat (Sukman dan Yakub, 1991). perlakuan pemberian herbisida dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, tetapi pengolahan tanah secara teratur tidak banyak meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, meskipun diberi herbisida. Dengan adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah maka respirasi tanah akan mengalami peningkatan juga.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Respirasi tanah lebih tinggi pada lahan dengan sistem olah tanah maksimum.
2. Respirasi tanah lebih tinggi pada lahan yang diaplikasikan herbisida.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Tanah

Peningkatan permintaan jagung disebabkan jagung dapat digunakan sebagai pakan ternak, olahan makanan dan minuman, serta bahan baku energi alternatif. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan dan efisiensi produksi tanaman jagung adalah dengan sistem budidayaolah tanah konservasi. Konsep dasar persiapan lahan dengan Olah Tanah Konservasi/OTK adalah menyisakan bahan organik 30% di permukaan tanah (Fawcett dan Towery, 2003) dan setidaknya dua per tiga permukaan tanah tidak terganggu (Shidu dan Duiker, 2006) dengan tujuan mengurangi erosi tanah, run-off pestisida/pupuk dan penggunaan pestisida sehingga berkontribusi pada pertanian berkelanjutan.

Setiap upaya pengolahan tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat tanah. Tingkat perubahan yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis alat pengolahan tanah yang digunakan. Penggunaan cangkul, misalnya, relatif tidak akan banyak menyebabkan terjadinya pemadatan pada lapisan bawah tanah. Namun demikian karena seringnya tanah terbuka, terutama antara 2 musim tanam, maka lebih riskan terhadap dispersi agregat, erosi dan proses iluviasi yang selanjutnya dapat memadatkan tanah (Pankhurst and Lynch, 1993).

Pengolahan tanah adalah setiap kegiatan mekanik yang dilakukan terhadap tanah dengan tujuan memudahkan penanaman, menggemburkan tanah sehingga baik bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman, dan memberantas gulma (Agus dan Widiyanto, 2004). Selain itu, pengolahan tanah juga menjadi salah satu bagian teknik persiapan lahan dengan tujuan untuk memberikan kondisi tempat tumbuh yang optimal bagi bibit/benih yang akan ditanam (Wahyuningtyas, 2010).

Pengolahan tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman karena dapat menciptakan struktur tanah yang remah, aerase tanah yang baik dan menghambat pertumbuhan tanaman pengganggu. Selanjutnya Mahmud dkk. (2002), mengatakan bahwa pengolahan tanah pada tanaman jagung pada prinsipnya bertujuan untuk memperbaiki aerase dan drainase tanah, mengendalikan gulma, menggemburkan tanah sehingga kecambah mudah tumbuh, dan perakaran dapat berkembang sempurna. Menurut Panggabean (2007), untuk mencegah pengaruh buruk dari pengolahan tanah intensif, maka dikembangkan konsepsi sistim pengolahan tanah konservasi yaitu pengolahan tanah minimum. Selanjutnya menurut Adisarwanto (2000), dalam bercocok tanam jagung persiapan lahan pertanaman dapat dilakukan dengan pengolahan tanah sebelum tanam (*Maximum Tillage*) dan tanpa olah tanah (*Zero Tillage*) atau olah tanah minimum (*Minimum Tillage*).

Menurut Utomo (2005), degradasi tanah yang terjadi saat ini salah satunya sebagai akibat dari sistem olah tanah intensif atau pengolahan tanah sempurna seperti yang dilakukan kebanyakan petani. Pengolahan intensif dengan mencangkul dan membajak sampai gembur dan bersih tidak hanya berakibat buruk terhadap peningkatan degradasi tanah tetapi juga memakan banyak tenaga dan

biaya dalam proses persiapan lahan tanam. Pengolahan tanah dan penggunaan herbisida suatu yang tepat untuk mengatasi kendala budidaya tanaman jagung. Aplikasi herbisida yang sesuai dapat merubah iklim mikro tanah dan dapat menekan pertumbuhan gulma.

Olah tanah maksimum salah satu olah tanah yang dapat meningkatkan respirasi tanah, karena dalam olah tanah maksimum terjadi proses pembalikan tanah yang dapat membuat aktivitas mikrobial lebih baik. Mikrobial dalam setiap aktifitasnya membutuhkan O_2 atau mengeluarkan CO_2 yang dijadikan dasar untuk pengukuran respirasi tanah. Laju respirasi tanah maksimum terjadi setelah beberapa hari atau beberapa minggu populasi maksimum mikrobial dalam tanah, karena banyaknya populasi mikrobial mempengaruhi keluaran CO_2 atau jumlah O_2 yang dibutuhkan mikrobial (Sinukaban, 1986).

Pengolahan tanah secara intensif tanpa adanya suatu usaha untuk memperbaiki kondisi suatu tanah dapat menjadikan tanah tersebut terdegradasi. Menurut Suwardjo (1981), perlakuan tanpa olah tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Aktivitas mikroorganisme yang tinggi akan menunjukkan tingkat respirasi yang tinggi, diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang selanjutnya dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang dicirikan oleh respirasi tanah.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan tanah secara intensif menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan tanah dan kekahatan bahan organik tanah. Menurut Utomo (2006), pengolahan tanah yang dilakukan secara terus – menerus dapat menimbulkan dampak negatif yaitu menyebabkan terjadinya

degradasi tanah, kerusakan struktur tanah, peningkatan terjadinya erosi tanah, dan penurunan kadar bahan organik tanah yang berpengaruh terhadap keberadaan biota bawah tanah.

Hasil Penelitian di Lubuh Alung Sumbar menunjukkan budidaya jagung dengan olah tanah sempurna memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa olah tanah (TOT) (BPTP Sukarami 2002). Hal ini disebabkan oleh sistem TOT dapat mengurangi evaporasi pada musim kering sehingga tanaman terhindari dari stres kekurangan air dan dapat mempertahankan kadar bahan organik tanah (Azwir dan Ridwan 2009). Untuk mendapatkan produktivitas jagung yang lebih tinggi dengan teknologi yang lebih efisien perlu dicari varietas yang cocok dengan kondisi lingkungan dan sistem persiapan lahan yang lebih sederhana.

2.2 Pengolahan Tanah dan Penggunaan Herbisida

Herbisida adalah senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan gulma. Asthon dan Crafts (1981) membagi herbisida menjadi tiga golongan berdasarkan sifat kimia, sifat selektivitas, dan cara pengendalian gulma. Menurut Sukman dan Yakup (1991), penggunaan herbisida sendiri mulai berkembang pesat sejak diperkenalkannya senyawa 2,4-D sebagai herbisida pada tahun 1994. Penemuan ini dinilai memberikan kontribusi yang cukup besar dalam meningkatkan produksi tanaman per satuan luas dan menghemat penggunaan tenaga kerja. Sebab itulah herbisida ini mampu mengendalikan gulma dan dapat meningkatkan dan membantu aktivitas mikroorganisme didalam tanah untuk mengambil O₂ dan mengeluarkan CO₂ ke atmosfer.

Herbisida merupakan senyawa kimia yang dipergunakan untuk menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan (gulma). Herbisida dapat mempengaruhi satu atau lebih proses - proses (seperti pada proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktivitas enzim dan sebagainya) yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Herbisida berasal dari metabolit, hasil ekstraksi, atau bagian dari suatu organisme. Herbisida merupakan senyawa kimia peracun gulma yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan mematikan tumbuhan tersebut (Riadi, 2011).

Herbisida masih banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia untuk memberantas gulma. Herbisida merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan terutama pencemaran tanah dan air. Selain menyebabkan pencemaran lingkungan, harga herbisida relatif mahal sehingga banyak dikeluhkan oleh masyarakat. Masyarakat tidak memiliki pilihan selain mempergunakan herbisida karena mereka membutuhkan penanganan cepat terhadap gulma tanpa memikirkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh herbisida tersebut.

Glifosat merupakan salah satu bahan aktif herbisida yang paling banyak digunakan oleh petani terutama dalam budidaya jagung dengan sistem TOT. Glifosat bersifat sistemik dan non-selektif terhadap pengendalian gulma. Penggunaan herbisida (terutama dengan bahan aktif dan cara kerja yang sama) secara berulang-ulang dalam periode yang lama pada suatu areal dapat menimbulkan dua kemungkinan, yaitu terjadinya dominasi populasi gulma resisten herbisida atau dominasi gulma toleran herbisida (Purba, 2009). Dalam aplikasi di lapangan, tidak semua pestisida mengenai sasaran, kurang lebih hanya

20% pestisida yang mengenai sasaran, sedangkan 8% lainnya jatuh, terakumulasi dan meninggalkan residu di dalam tanah dan sekitar 78% yang tepat mengenai sasaran. Akumulasi tersebut mengakibatkan terjadinya pencemaran pada lahan pertanian. Apabila masuk ke dalam rantai makanan, sifat beracun dari bahan pestisida ini dapat menimbulkan berbagai penyakit pada manusia (Srikandi, 2010). Sifat glifosat yang sistemik dan non-selektif serta kemungkinan adanya residu pada tanah, diduga dapat menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung terganggu.

Campuran herbisida dengan bahan aktif glifosat akan mematikan gulma dengan jalan menghambat jalur biosintesis asam amino, sedangkan herbisida dengan bahan aktif 2,4-D dapat menghambat pertumbuhan gulma dengan mempercepat respirasi. Sehingga adanya ke dua bahan aktif tersebut dapat lebih mempercepat kematian gulma (Moenandir, 1990). 2,4-D adalah herbisida yang bersifat selektif (tidak berbahaya untuk tanaman utama) dan sistemik. Herbisida ini dapat digunakan untuk mengendalikan gulma pra dan purna tumbuh baik yang berdaun lebar maupun tekian di sawah pada penanaman tanaman kacang-kacangan, jagung, sorgum, padi di daerah berumput, tebu, karet, kakao, kelapa sawit dan teh.

Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) adalah senyawa kimia yang banyak digunakan sebagai herbisida (pembunuh tanaman pengganggu atau gulma). Herbisida berbahan 2,4-D pertama kali digunakan pada tahun 1940 di Amerika Serikat. 2,4-D merupakan jenis herbisida yang telah lama dan sampai saat ini paling banyak digunakan dalam budidaya tanaman di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Dipicu oleh semakin langkanya tenaga kerja dan tersedianya herbisida yang relatif mudah dan murah, peningkatan penggunaan pestisida di Indonesia,

khususnya herbisida, semakin terlihat nyata pada 20 tahun terakhir. Saat ini, ketergantungan perkebunan, baik skala besar maupun kecil, perkebunan rakyat, perkebunan milik negara, maupun perkebunan swasta, pada herbisida sebagai alat pengendali gulma semakin tinggi karena alasan keefektifan, ekonomi dan kelangkaan tenaga kerja.

Pengendalian gulma dengan menggunakan senyawa kimia akhir-akhir ini sangat diminati, terutama untuk lahan pertanian yang cukup luas. Senyawa kimia yang digunakan untuk pengendali gulma ini dikenal dengan “herbisida” dapat mengendalikan gulma tanpa mengganggu tanaman pokoknya. Perkembangan teknologi DNA rekombinan semakin maju dan telah berhasil membuat tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran terhadap herbisida glifosat melalui rekayasa genetika dengan memberikan gen CP4 EPSPS yang berasal dari *Agrobacterium* spp. strain (Brandli dan Reinacher, 2012).

Menurut Pane dan Jatmiko (2009) faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam aplikasi herbisida di antaranya adalah ketepatan pemilihan herbisida, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat waktu aplikasi. Menurut Lystiobudi (2011) penggunaan jenis dan dosis herbisida yang tepat pada lahan TOT dapat memberikan manfaat bagi petani, yaitu dapat mengendalikan gulma yang tumbuh. Adanya penelitian ini untuk mengetahui macam dan dosis herbisida yang tepat untuk mengurangi pengaruh buruk pada tanaman jagung. Sehingga laju pertumbuhan dapat ditekan dan memberi pengaruh terbaik terhadap hasil dan kualitas jagung pada lahan TOT.

2.3 Respirasi Tanah

Respirasi tanah adalah proses evolusi CO₂ dari tanah ke atmosfer, terutama dihasilkan oleh mikro-organisme tanah dan akar tanaman. Hal ini dipengaruhi tidak hanya oleh faktor biologis (vegetasi, mikro-organisme) dan faktor lingkungan (antara lain suhu, kelembaban, pH), tetapi juga lebih kuat oleh faktor buatan manusia. Respirasi tanah merupakan salah satu hal yang penting yang berkaitan dengan perubahan iklim dan pemanasan global di masa depan (Wang dkk., 2003). Respirasi tanah yang berkaitan dengan suhu tanah digunakan sebagai salah satu kunci karakteristik tanah atau bahan organik dan bertanggung jawab dalam pemanasan global (Subke dan Bahn 2010).

Respirasi tanah dilakukan oleh mikroorganisme tanah baik berupa bakteri maupun cendawan. Interaksi antara mikroorganisme dengan lingkungan fisik di sekitarnya mempengaruhi kemampuannya dalam respirasi, tumbuh, dan membelah. Salah satu faktor lingkungan fisik tersebut adalah kelembaban tanah yang berkaitan erat dengan respirasi tanah (Cook dan Orchard, 2008).

Pengukuran respirasi secara in-situ sering diterjemahkan sebagai flux CO₂. Respirasi dapat dikaitkan dengan status kesehatan tanah. Laju respirasi tanah dapat diukur dalam sistem dinamis maupun statis. Teknik pengukuran yang canggih umumnya menggunakan IRGA (*infra red gas analyser*). Teknik ini masih relatif mahal. Untuk aplikasi yang lebih sederhana di lapangan, Tongway dkk., (2003) menggunakan pengukuran EC larutan 0,5 M KOH yang telah menjerap CO₂ dalam inverted box sebagai teknik pendekatan yang mudah diadopsi dan relatif lebih murah.

Respirasi tanah merupakan salah satu indikator aktivitas mikroba di dalam tanah. Pada proses respirasi terjadi penggunaan O_2 dan pembebasan CO_2 , tingkat respirasi dapat ditentukan dengan mengukur O_2 yang digunakan krob tanah. Pengukuran respirasi dapat dilakukan pada tanah tidak terganggu (*undisturbed soil sample*) di lapangan maupun dari contoh tanah yang (*disturbed soil sample*). Pengukuran respirasi di lapangan dilakukan memompa udara tanah atau dengan menutup permukaan tanah dengan yang volumenya diketahui. Selain itu, bisa juga dengan membenamkan untuk mengambil contoh udara di dalam tanah. Pengukuran di laboratorium meliputi penetapan CO_2 yang dihasilkan dari sejumlah contoh tanah kemudian diinkubasi dalam jangka waktu tertentu. Tingkat respirasi tanah ditetapkan dari tingkat evolusi CO_2 . Evolusi CO_2 tanah dihasilkan dari dekomposisi bahan organik. Dengan demikian, tingkat respirasi adalah indikator dekomposisi bahan organik yang terjadi pada selang waktu tertentu (Saraswati dkk., 2012).

2.4 Pengaruh Olah Tanah terhadap Respirasi Tanah

Pengolahan tanah memacu aktivitas mikroba yang ditandai oleh meningkatnya jumlah populasi dan aktivitas respirasi. Stimulasi ini terjadi karena terganggunya agregat tanah dan tereksposnya bahan-bahan cepat lapuk (*degradable material*). Menurut Elliott (1986), agregat tanah makro merupakan tempat paling aktif terjadinya proses mineralisasi (perubahan elemen organik menjadi anorganik). Pembalikan tanah dan penghancuran bahan-bahan organik menciptakan zona aktivitas mikroba intensif di lapisan olah. Dalam OTK (olah tanah minimum = OTM dan TOT), stimulasi aktivitas mikroba terjadi di dekat permukaan tanah (Paul dan Clark, 1996; Doran dan Linn, 1994).

Pengolahan tanah dengan cangkul meningkatkan tinggi tanaman kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa olah tanah. Hal ini disebabkan karena tanah yang diolah menjadi gembur atau struktur dan aerasi tanah menjadi lebih sehingga baik untuk pertumbuhan akar di mana akar dengan leluasa dapat menyerap unsur hara dan air yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Rusli dkk., (2004), tanah menjadi gembur karena kerapatannya berkurang sedangkan porositasnya meningkat sehingga mampu memperbaiki drainase dan aerasi tanah yang sangat diperlukan untuk meningkatkan respirasi dan penetrasi akar yang sangat diperlukan untuk membantu akar tanaman temu ireng untuk mengabsorpsi air dan hara dari dalam tanah untuk pertumbuhan.

2.5 Pengaruh Pupuk dan Herbisida terhadap Respirasi Tanah

Dengan adanya penggunaan herbisida maka gulma yang terdapat di atas tanah akan mati sehingga proses pengambilan O_2 di atmosfer dan pengeluaran CO_2 di dalam tanah lebih besar dibandingkan tidak menggunakan herbisida. Herbisida merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem budidaya OTK seperti meningkatkan Indeks Pertanaman, membantu persiapan lahan dalam skala luas, menghemat biaya produksi dan akhirnya dapat meningkatkan pendapatan petani (Irianto dan Johannis, 2011). Penggunaan herbisida yang meningkat secara signifikan akhir-akhir ini tidak lepas dari usaha memenuhi permintaan dunia akan pangan, pakan, dan energi terutama biji-bijian. Peningkatan penggunaan herbisida tersebut diikuti dengan makin meningkatnya sistem persiapan lahan yang mengacu pada sistem budidaya OTK terutama TOT.

Proses dekomposisi bahan organik, karbon (C) banyak hilang oleh respirasi mikroba tanah (Coleman dan Crossley 1995). Dengan kondisi ini konservasi C-organik tanah menjadi lemah, sehingga laju penyusutan kandungan bahan organik tanah semakin cepat. Semakin rendahnya kandungan bahan organik tanah serta adanya asupan bahan-bahan pestisida yang berlebihan pada saatnya juga akan menekan populasi mikroorganisme tanah itu sendiri. Akibatnya populasi organisme (makro maupun mikroorganisme) tanah semakin menurun dan konservasi bahan organik tanah semakin rendah. Penambahan pupuk terhadap tanah dapat mempercepat laju respirasi tanah dan dapat membantu perkembangan mikrobia didalam tanah sehingga CO₂ didalam tanah tersedia.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2015 sampai dengan Agustus 2015 pada lahan percobaan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul, sabit, botol film, timbangan, plastik, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, selotipe, kertas label, buret, corong dan penyungkup (toples). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah, KOH 0,1 N, penolptalin, aquades, HCl 0,1 N, metil orange dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu sistem olah tanah dan aplikasi herbisida. Sistem olah tanah terdiri dari olah tanah minimum (T_0) dan olah tanah maksimum (T_1). Sedangkan aplikasi herbisida terdiri dari non aplikasi herbisida (H_0) dan aplikasi herbisida (H_1).

Dengan demikian terbentuk empat kombinasi perlakuan yaitu:

T₀H₀ = olah tanah minimum + non aplikasi herbisida

T₀H₁ = olah tanah minimum + aplikasi herbisida

T₁H₀ = olah tanah maksimum + non aplikasi herbisida

T₁H₁ = olah tanah maksimum + aplikasi herbisida

Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali, sehingga diperoleh 16 petak percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam pada taraf 1% dan 5% yang terlebih dahulu diuji homogenitas ragamnya dengan menggunakan Uji Bartlett dan adivitasnya diuji dengan Uji Tukey. Rata-rata nilai tengah dari data diuji dengan uji BNT pada taraf 1% dan 5%. Hubungan antara kelembaban, suhu tanah, C-organik, N, P dan K dengan respirasi tanah diuji dengan uji korelasi.

3.4 Sejarah Lahan Penelitian

Lahan penelitian yang digunakan terletak di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Perlakuan sistem olah tanah dan aplikasi herbisida dimulai pada bulan Juni 2014 dengan tanaman jagung, kemudian pada April 2014 lahan ditanami ubi kayu yang panen pada April 2015. Kemudian pada penelitian Mei 2015, dengan perlakuan yang sama lahan ditanami dengan tanaman jagung.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Petak Percobaan

Petak percobaan terdiri dari 4 perlakuan dengan ulangan sebanyak 4 kali.

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

Kelompok 1		Kelompok 2	T ₀ H ₀	T ₀ H ₁	T ₁ H ₀	T ₁ H ₁
	T ₀ H ₀					
	T ₀ H ₁	Kelompok 3	T ₁ H ₀	T ₁ H ₁	T ₀ H ₀	T ₀ H ₁
	T ₁ H ₀					
T ₁ H ₁	Kelompok 4	T ₀ H ₁	T ₀ H ₀	T ₁ H ₁	T ₁ H ₀	

Gambar 1. Tata letak percobaan pertanaman jagung (*Zea mays* L.)

3.5.2 Persiapan Lahan

Setelah panen tanaman ubi kayu pada April 2015 lahan percobaan dibiarkan selama 1 minggu. Kemudian lahan diberi perlakuan yang sama dengan perlakuan yang sama dengan sebelumnya. Untuk perlakuan olah tanah minimum, tanah dibiarkan saja setelah panen, sedangkan untuk perlakuan olah tanah maximum, tanah dicangkul sebanyak 2 kali sehingga menjadi gembur. Perlakuan olah tanah dan herbisida dengan cara aplikasi herbisida dilakukan pada saat sebelum penanaman dan 3 minggu setelah tanam dengan dosis 1 liter ha⁻¹ dan konsentrasi semprot 0,625 ml L⁻¹. Aplikasi herbisida berbahan aktif *Glifosat 2,4-D* tahap I dilakukan pada petak percobaan yang mendapat perlakuan herbisida. Pada lahan olah tanah minimum, gulma yang telah mati dan serasah sisa tanaman jagung sebelumnya dibiarkan di lahan sebagai mulsa. Tetapi pada lahan olah tanah maksimum dengan aplikasi herbisida setelah dilakukan penyemprotan herbisida, kemudian

lahan dicangkul hingga bongkahan tanah menjadi gembur serta gulma dan sisa-sisa tanaman pengganggu lainnya dibersihkan dari lahan.

3.5.3 Penanaman dan Pemupukan

Penanaman benih jagung dilakukan pada tanggal 6 Mei 2015. Seminggu setelah tanam dilakukan pemupukan dengan pupuk organik *organonitrofos* sebanyak 5 t ha⁻¹, pemupukan dilakukan dengan cara disebar. Setelah seminggu kemudian dilakukan pemupukan kembali dengan pupuk kimia, yaitu Urea, TSP, dan KCl. Pemupukan akan dilakukan pada saat awal penanaman dengan pemberian pupuk Organonitrofos dengan dosis 20 ton ha⁻¹ dengan cara ditebarkan merata pada petak percobaan. Pemberian pupuk anorganik dengan dosis Urea 400 kg ha⁻¹, TSP 300 kg ha⁻¹ dan KCL 400 kg ha⁻¹. Untuk pemberian urea dilakukan dua kali, yaitu ½ dosis pada saat 2 Minggu Setelah Tanam (MST) dan ½ dosis pada 7 MST. Sedangkan TSP dan KCL diberikan hanya pada saat 2 MST. dengan cara dilarik disisi tanaman jagung.

3.5.4 Pemeliharaan Tanaman

3.5.4.1 Aplikasi Herbisida

Untuk lahan yang di aplikasikan, gulma di semprot dengan herbisida campuran berbahan aktif *Glifosat + 2,4-D* tahap II dilakukan 2 hari sebelum pemupukan tahap II. Pada tanpa aplikasi herbisida, gulma di siangi dan dipotong dengan menggunakan sabit supaya bersih. Untuk lahan olah tanah minimum, gulma hasil penyiangan dan gulma mati akibat herbisida, dibiarkan saja dilahan, sedangkan pada lahan dengan olah tanah maximal, gulma dikeluarkan dari lahan. Alat semprot yang digunakan yaitu *knapsack sprayer* MATABI dengan mulut semprot

berwarna biru yang memiliki lebar bidang semprot 1,5 m.

3.5.4.2 Penyiraman

Penyiraman dilakukan apabila tidak turun hujan selama 3 hari. Penyiraman tanaman jagung dibantu menggunakan selang plastik.

3.5.4.3 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dilakukan secara mekanis dengan mengambil hama ulat maupun belalang yang mengganggu pertumbuhan tanaman menggunakan tangan kemudian dimusnahkan. Sedangkan tanaman yang terserang penyakit dicabut dan dimusnahkan.

3.5.4.4 Panen

Pemanenan tongkol jagung dilakukan pada saat tanaman jagung sudah mencapai masak optimal yaitu umur 100–105 hari. Tanda tanaman jagung siap untuk dipanen apabila klobotnya berwarna coklat muda dan kering serta bijinya mengkilat. Bila biji ditekan dengan kuku tidak mengeluarkan cairan dan tidak berbekas.

3.5.5 Pengukuran Respirai Tanah

Pengukuran respirasi tanah langsung dilakukan di lapangan, dengan mengambil sampel sebanyak 2 kali. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi dan sore hari. Pengambilan sampel respirasi tanah dilakukan diantara baris tanaman jagung. Pengukuran respirasi tanah dilakukan dengan menutup permukaan tanah menggunakan toples yang di dalamnya telah diberikan botol film yang berisi 10

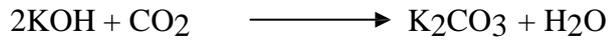
ml KOH 0,1 N. Agar tidak terjadi kebocoran, toples dibenamkan ke dalam tanah 2-3 cm. Pengukuran ini dilakukan selama 2 jam. Pengukuran respirasi tanah dilakukan dengan meletakkan 2 buah toples pada setiap petak percobaan. Setelah pengukuran di lapangan selesai, KOH hasil pengukuran dititrasi di laboratorium untuk menentukan kuantitas C-CO₂ yang dihasilkan.

3.5.6 Analisis Laboratorium

Sampel KOH yang sudah berikatan dengan CO₂ dari lapang kemudian dianalisis di laboratorium. 10 ml KOH tersebut dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer dan ditetesi dengan 2 tetes *phenolphthalein* (pp) dan menimbulkan warna pink, lalu dititrasi dengan 0,1 N HCl hingga warna merah hilang. Volume HCl yang digunakan untuk titrasi tersebut kemudian dicatat. Lalu pada larutan tadi di tambah 2 tetes *methyl orange*, dan di titrasi kembali dengan HCl sampai warna kuning berubah menjadi pink. Jumlah HCL yang digunakan pada tahap kedua ini berhubungan langsung dengan jumlah CO₂ yang difiksasi. Demikian juga dengan KOH blanko dilakukan lagi dengan prosedur yang sama dengan menggunakan sampel. Satu petak percobaan mewakili KOH sampel dan KOH blanko, maka terdapat 32 jumlah sampel KOH pada pagi hari dan 32 KOH pada sore hari. Pada kontrol juga dilakukan hal yang sama. Jumlah HCl yang digunakan pada tahap kedua ini berhubungan langsung dengan jumlah CO₂ yang difiksasi. Demikian juga dengan KOH dari sampel blanko dilakukan prosedur yang sama dengan KOH sampel. Pengamatan respirasi dilakukan pada pagi dan sore hari.

Reaksi kimia yang terjadi selama proses titrasi CO₂ dan dilanjutkan dengan titrasi menggunakan HCl adalah sebagai berikut :

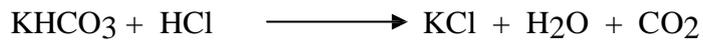
1. Reaksi pengikatan CO₂



2. Perubahan warna menjadi tidak bewarna (fenolftalein)



3. Perubahan warna kuning menjadi merah muda (metal orange)



3.5.7 Perhitungan Respirasi Tanah

Respirasi tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C - \text{CO}_2 = \frac{(a-b) \times t \times 12}{T \times \pi \times r^2}$$

Keterangan :

$$C - \text{CO}_2 = \text{mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

a = ml HCl untuk sampel

b = ml HCl untuk blanko

t = normalitas (N) HCl

T = waktu (jam)

r = jari-jari tabung toples (m)

3.5.8 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan pada penelitian ini meliputi :

1. Respirasi Tanah (Metode modifikasi *Verstraete*, Anas, 1987)
2. Kadar air tanah (%)
3. C-organik tanah (%) (metode *Walkley and Black*)
4. Suhu Tanah (°C)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan sistem olah tanah maksimum pada 1 bulan setelah tanam berpengaruh nyata terhadap respirasi tanah tetapi tidak pada 2 dan 3 bulan setelah tanam.
2. Perlakuan aplikasi herbisida berpengaruh nyata terhadap respirasi tanah pada pengamatan 2 bulan setelah tanam tetapi tidak pada 1 dan 3 bulan setelah tanam.
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi herbisida pada respirasi tanah dipengamatan 1 dan 2 BST, tetapi tidak pada 3 bulan setelah tanam pada pertanaman jagung (*Zea mays*). Perlakuan sistem olah tanah maksimum dengan herbisida menunjukkan respirasi paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

5.2 Saran

Saran penulis agar dilakukan penelitian lanjutan dengan lokasi yang berbeda serta pada tanaman yang berbeda agar dapat mengetahui seberapa nyata dan tidak nyatanya pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap respirasi tanah sehingga dapat mewakili respirasi tanah secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2000. *Budidaya Dengan Pemupukan Yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar Kedelai*. Penerbit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Agus, F. dan Widiyanto. 2004. *Petunjuk Praktis Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering*. World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia. Bogor. 60 hlm.
- Ashton, F. M. dan Crafts. A. S. 1981. *Mode of action of Herbicides*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons. New York. 525 p.
- Azwir dan Ridwan. 2009. *Pemberian bahan organik dan sistem persiapan lahan pada budidaya jagung di lahan kering Dalam : Proseding Seminar Inovasi Teknologi Peningkatan Produksi Pertanian Spesifik Lokasi*, Bandar Lampung 2-3 Desember 2009. Hal :167-176
- Boyd, C.E., 1993. *Shrimp Pond Bottom Soil and Sedimen Managemen. U.S. Wheat Assosiaties*. Singapore. 255 pp.
- BPTP Sukarami 2002. *Pemanfaatan gawang tanaman kelapa dengan budidaya jagung sistem TOT*. Laporan akhir Penelitian.
- Brandli dan Reinacher D., S. 2012. *Toleransi Glifosat dalam Kanola PRG Gen GOX modifikasi*. Diakses dari <http://isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/files/bahasa.pdf>.
- Buckman, H.O. dan Brady, N.C., 1982. *Ilmu Tanah*. Bharata Karya Aksara, Jakarta, 788 hal.
- Coleman, D.C. dan Crossley, D.A.Jr. 1996. *Fundamental of Soil Ecology*. Academic Press. San Diego. New York. Boston. London. Sydney. Tokio. Toronto. 205 p.
- Cook VJ, Orchard VA. 2008. Relationships between soil respiration and soil moisture. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 1013-1018.

- Cremllyn, R. J. 1991. *Agrochemicals : Preparation and Mode of Action*. John Wiley and Sons. Chichester, UK. 258 p.
- Doran, J.W., dan Linn D.M . 1994. *Microbial ecology of conservation management systems* . In J.L. Hatfield and B.A. Stewart (Eds.) Soil Biology Effects on Soil Quality. CRC Press, Boca Raton. Florida, Pp. 1-27
- Elliott, E. T. 1986. Aggregate structure, and C, N, and P in native and cultivated soil. *Soil Biology & Biochemistry* 50: 627-633.
- Fang J, Zhao K, dan Liu S. 1998. Factors affecting soil respiration in reference with temperature's role in the global scale. *Chinese Geographical Science* 8(3): 246-255.
- Fawcett, D. dan Towery. H.H 2003. *Conservation tillage and plant biotechnology : How new technology can improve the enviroment by reducing the need to plow*. Melalui <http://pnwsteep.wsu.edu/DirectSeed/Conf98.Word.htm>
- Foth, H.D., 1995. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Erlangga, Jakarta.374hlm.
- Hakim, N., Nyakpa, Y.M., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Saul, M.R., Dika, M.A., Ban-Hong, G., dan Bailey, H.H., 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Jakarta. 488 hal.
- Handayani, I.P. 1999. Kuantitas dan variasi nitrogen-tersedia pada tanah setelah penebangan hutan. *Jurnal Tanah Tropikal* 8:215-226..
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Irianto, M.Y dan Johannis. M.L.I. 2011. Peranan herbisida dalam sistem olah tanah konservasi untuk menunjang ketahanan pangan. *Jurnal Gulma dan Tumb Invasif Tropika* 2: 62-69.
- Islami, T. dan Utomo W.H. 1995. *Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang
- Landerdale, F.T. dan Savannah. 1998. *Spectrum Laboratories : Chemical Fact Sheet*. Specteum Laboratories, Inc. GA, USA. Chemical Abstract Number 1071836.
- Linn, D dan Doran, JW. 1984. Tillage Effects on Carbon Sequestration and Microbial Biomass in Reclaimed Farmland Soils of Southwestern Indiana. *Soil Sci. Society*. 48: 1267-1272.
- LIPTAN. 1994. *Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN) BIP Irian Jaya No. 145/94*. Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, Jayapura. <http://www.pustaka-deptan.go.id/agritek/ppua0138.pdf>. (diakses 12 Januari 2016)

- Listyobudi, V. R. 2011. Perlakuan herbisida pada sistem tanpa olah tanah terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas hasil tanaman jagung manis. *Skripsi* Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.
- Mahmud, Guritno A., B. dan Sudiarso. 2002. *Pengaruh Pupuk Organik Kascing Dan Tingkat Air Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max L.)*. <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/3203155164.pdf>. Diunduh tanggal 24 april 2016.
- Manik, K. E. S., Afandi, dan Sukarno. 1998. Karakteristik Fisika Tanah pada Perkebunan Nanas yang Diolah Sangat Intensif di Lampung Tengah. *Jurnal Tanah Tropika* No 7: 1 – 6.
- Moenandir, J. 1990. *Fisiologi Herbisida*, Rajawali Press. Jakarta. pp. 143.
- Mulyani, M.S., Kartosapoetro, A.G., dan Sastroatmojo, R.D.S., 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta 447 hlm.
- Pane H dan Jatmiko SY. 2009. *Pengendalian Gulma Pada Tanaman Padi*. http://www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi_2009_10.pdf
- Panggabean, R. 2007. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai*. http://www.litbang.deptan.go.id/special/publikasi/doc_tanaman_pangan/kedelai/kedelai-bagian-b.pdf. Diunduh 25 maret 2016
- Pankhurst, C.E., dan Lynch J.M. . 1993. *The role of soil biota in sustainable agriculture*. In C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta, and P.R. Grace (Eds.) *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems*. CSIRO Press, Melbourne, Australia, pp 3-9.
- Paul, E. A., dan Clark F.E . 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc. USA.
- Purwono dan Hartono R.. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rachman, L. M. Latifa, N dan Burida N. L.. 2013. *Fisika Tanah Dasar*. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Riadi, M, 2011. *Herbisida dan Aplikasinya*. Progam Studi Agroteknologi, jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Rusli, N.Heryana, dan Randriani E. 2004. *Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Temu Ireng (Curcuma aeruginosa) Di antara Tanaman Kelapa Genjah Kuning Nias*. Loka Penelitian Tanaman Perkebunan 66-67 hlm.

- Saraswati, Setyorini, D. dan Hartatik W.. 2012. *Tingkat respirasi sebagai indikator c-organik*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sarief, S. E. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung : Pustaka Buana.
- Sebayang, H. T., Tyasmoro S.Y. dan Pujiyanti D. E. 2002. *Pengaruh waktu aplikasi herbisida glifosat dan pengendalian gulma terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (zea mays) sistem tanpa olah tanah*. Dalam: S. Hardiastuti, E. K., E. M. Nirmala, Lagiman, D. Kastono, S. Virgawati & A. W. Rizain (eds.) *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Olah Tanah Konservasi*. Yogyakarta, 30 Juli 2002. hal.1-15.
- Setyawan D, Gilkes R, dan Tongway D. 2011. Nutrient cycling index in relation to organic matter and soil respiration of rehabilitated mine sites in Kelian, East Kalimantan. *Journal Tropical Soil* 11(3): 209-214.
- Shidu, D dan Duiker S.W. 2006. Soil compaction in conservation tillage: *Crop impacts*. *Agronomy. Journal*. 98: 1257-1264.
- Sinukaban, N.1986. *Pengolahan tanah konservasi pada pertanian tanaman pangan*, dalam prosiding lokakarya usahatani konservasi dilahan alang-alang, Podsolik merah kuning. Badan Litbangtan, Deptan. Hal 1-15.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Srikandi. 2010. Hubungan antara tingkat residu pestisida dan komunitas biota tanah pada lahan padi sawah. *Thesis*. Fakultas pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Subke JA, dan Bahn M. 2010. On the temperature sensitivity of soil respiration: Can we use the immeasurable to predict the unknown?. *Soil Biology & Biochemistry* 42: 1653-1656.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*: 4 (1): 13-25.
- Sukman, Y. dan Yakup. 1991. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 123 hal.
- Supriyadi, S. 2008. Kandungan Bahan Organic Sebagai Dasar Pengelolaan tanah di lahan Kering Madura. *J. Embryo*. 5 (2):2-5 hlm.
- Suwardjo. H. 1981. Peranan Sisa-sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air pada Usaha Tani Tanaman Semusim. *Disertasi Doktor Sekolah Pasca Sarjana*. Institut Pertanian Bogor. 24 hlm.

- Tongway D, Hindley N, dan Seaborn B. 2003. *Indicators of ecosystem rehabilitation success. Stage two - verification of EFA indicators*. Canberra: CSIR Sustainable Ecosystems.
- Umar, I. 2004. Pengolahan Tanah Sebagai Suatu Ilmu: *Data, Teori dan Prinsip Prinsip*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Makalah Pribadi Falsafah Sains.
- Utaminingsih., Suastika dan Hermaningsih, 1994. *Pedoman Analisa Kualitas Air dan Tanah Sedimen Perairan Payau*. Dirjen Perikanan, BBPBAP, Jepara. 67 hlm.
- Utomo, M. 2006. *Olah Tanah Konservasi*. Hand Out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 25 hlm.
- Utomo, M., 2005. *Pengelolaan lahan kering berkelanjutan*. Seminar Nasional IAAS Indonesia. Mataram, Juli 2005
- Utomo, M., H. Buchari, dan Banuwa ,I. S. 2012. *Olah Tanah Konservasi Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca Pertanian Tanaman Pangan*. Penerbit Universitas Lampung. 94 hlm.
- Wahyuningtyas, R. S. 2010. Melestarikan Lahan dengan Olah Tanah Konservasi. *Galam* 5 (2): 81–96.