

**PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
STABILITAS AGREGAT TANAH DAN BIOMASSA AKAR DALAM
TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN
KERING GEDUNG MENENGG PADA MUSIM TANAM KE 3**

(Skripsi)

Oleh

Ayuk Rahwuni



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP STABILITAS AGREGAT TANAH DAN BIOMASSA AKAR DALAM TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN KERING GEDUNG MENENG PADA MUSIM TANAM KE 3

Oleh

Ayuk Rahwuni

Jagung adalah komoditas makanan pokok setelah beras di Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi jagung di lahan kering adalah penerapan teknik olah tanah dan pemupukan yang tepat guna memperbaiki stabilitas agregat tanah dan biomassa akar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh olah tanah dan pupuk pada stabilitas agregat tanah dan biomassa akar, serta korelasi antara stabilitas agregat tanah dengan biomassa akar dan biomassa jagung. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang menggunakan dua faktor dengan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu sistem olah tanah terdiri dari *minimum tillage* (T0) dan *full tillage* (T1). Faktor kedua yaitu aplikasi pupuk terdiri dari tanpa pupuk (P0) dan pupuk (P1). Data yang diperoleh dianalisis melalui uji homogenitas ragam menggunakan uji Barlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Hubungan antara stabilitas agregat tanah, biomassa akar dan biomassa jagung diuji dengan uji korelasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) perlakuan olah tanah minimum dapat meningkatkan

stabilitas agregat tanah yang lolos saringan berdiameter 4 mm dan 8 mm pada kedalaman 0-10 cm tetapi tidak pada kedalaman 10-20 cm, tetapi perlakuan pemupukan tidak berpengaruh terhadap stabilitas agregat tanah, (2) aplikasi pupuk (400 kg NPK ha⁻¹ + 200 kg Urea ha⁻¹ + Kompos 1 Mg ha⁻¹) berpengaruh nyata terhadap peningkatan biomassa akar tanah di kedalaman 10-15 cm dan 15-20 cm tetapi tidak pada kedalaman 0-5 cm dan 5- 10 cm tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa akar, (3) stabilitas agregat tanah berkorelasi positif dan berbeda nyata dengan biomassa akar pada kedalaman 0-10 cm untuk agregat lolos saringan berdiameter 4 mm. Biomassa jagung berkorelasi positif dengan stabilitas agregat tanah pada kedalaman 10-20 cm tetapi tidak berbeda nyata pada kedalaman 0-10 cm yang lolos saringan berdiameter 4 mm dan 8 mm. Biomassa jagung juga berkorelasi positif dengan biomassa akar pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm.

Kata kunci: biomassa akar, jagung, lahan kering, olah tanah, pupuk, stabilitas agregat tanah.

**PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
STABILITAS AGREGAT TANAH DAN BIOMASSA AKAR DALAM
TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN
KERING GEDUNG MENENGG PADA MUSIM TANAM KE 3**

Oleh

Ayuk Rahwuni

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP STABILITAS AGREGAT TANAH DAN BIOMASSA AKAR DALAM TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN KERING GEDUNG MENENGG PADA MUSIM TANAM KE 3**

Nama Mahasiswa : **Ayuk Rahwuni**

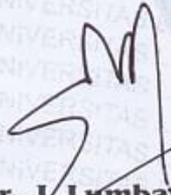
Nomor Pokok Mahasiswa : 1514121194

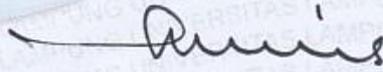
Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

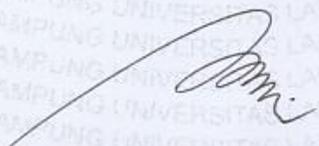


1. Komisi Pembimbing


Prof. Ir. J. Lumbanraja, Ph.D.
NIP 195502221984031003


Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

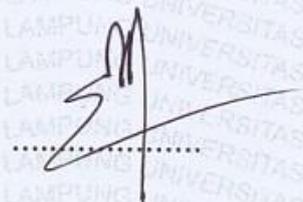
2. Ketua Jurusan Agroteknologi


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

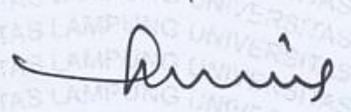
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

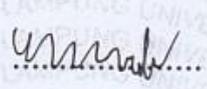
Ketua : Prof. Ir. J. Lumbanraja, Ph.D.



Sekretaris : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.



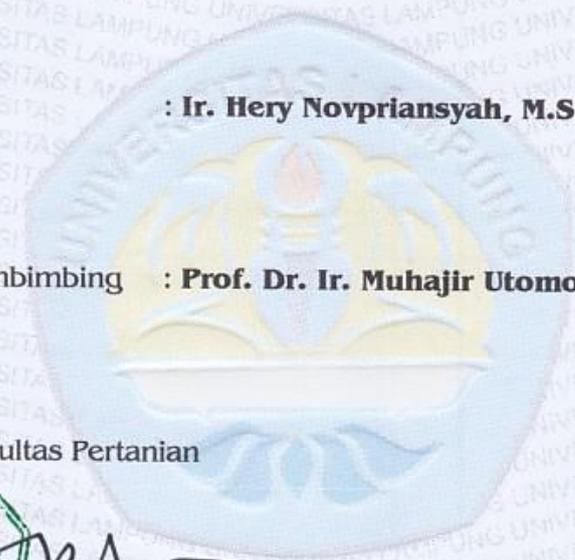
**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 November 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Stabilitas Agregat Tanah dan Biomassa Akar dalam Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Lahan Kering Gedung Meneng pada Musim Tanam Ke 3”** merupakan hasil karya 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 skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 November 2019
Penulis,



Ayuk Rahwuni
NPM 1514121194

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di Wira Bangun, Mesuji pada tanggal 30 April 1997, sebagai puteri ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Satiman dan Ibu Sri Lestari.

Pendidikan formal penulis diawali dari Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Wirabangun pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Simpang Pematang pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Simpang Pematang diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Penetapan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP).

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Sayuran Organik CV Eshan Abbasy di Kecamatan Caringin, Bogor, Jawa Barat selama 30 hari kerja efektif pada tahun 2018. Tahun 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Batin Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way kanan. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum mata kuliah Pengantar Ilmu Tanah (2017/2018), Ilmu Tanah Hutan (2017/2018), Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2018/2019). Penulis aktif di Organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) FP Unila sebagai anggota bidang Pengembangan Masyarakat dan Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Lembaga Studi Mahasiswa

Pertanian (UKMF LS-Mata) FP Unila sebagai anggota bidang Hubungan Masyarakat. Penulis pernah menjadi pemakalah Seminar Nasional Pengembangan Wilayah Lahan Kering Ke-5 yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung di Emersia Hotel, tanggal 09-10 September 2019.

Kupersembahkan karya sederhana ini

Teruntuk keluarga ku tercinta

*Bapak, Mamak, Kakak-Adik tersayang, Semoga kita semua dapat
kembali bersama di Syurga-Nya Allah kelak*

Dan Almamater tercinta Universitas Lampung

“Dan Janganlah kamu mengikuti sesuatu yang tidak kamu ketahui, karena pendengaran, pengelihatatan, dan hati nurani, semua akan dimintai pertanggungjawabannya.”

{Q.S AL-Isra'(17) : 36}

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, karunia, serta hidayah yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat beriring salam senantiasa diberikan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan baik materil, ilmu, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. J. Lumbanraja, Ph.D., selaku dosen Pembimbing Utama penelitian. Terimakasih atas ide, saran-saran, waktu, kesabaran, dan bimbingan yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan nasehat, bantuan, kesabaran dan kebaikan hati dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc., selaku dosen Penguji yang telah memberi saran, kritik, dan kebaikan hati dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik atas saran, nasehat, dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan.
7. Penulis menyampaikan terimakasih yang sangat besar kepada keluarga tersayang Ayahanda Satiman, Ayahanda Rohmad, Ibunda Sri Lestari, Yunda Siti Poniah, Kanda Dwi Purnomo, dan Adinda Bagus Pratama Jaya, atas curahan kasih sayang yang tiada tara, pendidikan moril, spiritual dan bantuan materil dalam kehidupan penulis.
8. Sahabat-sahabat penulis: Emi Yunida, Aisyah Nur Fadila, Ita Rizkiana, Marzuki Isnaini, Yoga Adi Mursito, Romando Lumbanraja, Linda Lauren, Andin Alvimaigawati, Wahyu Bagus Riyansyah, dan Charlos Butar-Butar, atas persahabatan, bantuan, motivasi dan kebersamaannya.
9. Teman-teman, kakak-kakak dan adik di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung terkhusus teman-teman kelas D Agroteknologi 2015 tersayang.
10. Almamater tercinta Universitas Lampung

Penulis berharap semoga Allah SWT memberikan balasan atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Bandar Lampung, 20 November 2019
Penulis,

Ayuk Rahwuni

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Kerangka Pemikiran	6
1.5 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jagung	11
2.2 Sistem Olah Tanah.....	12
2.3 Pemupukan	15
2.4 Stabilitas Agregat Tanah	18
2.5 Biomassa Akar	21
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	25
3.2 Bahan dan Alat.....	25
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.4.1 Pengolahan Tanah	27
3.4.2 Penanaman	27

3.4.3	Pemeliharaan	27
3.5	Variabel Pengamatan	29
3.5.1	Variabel Utama	29
3.5.2	Variabel Pendukung	32
3.6	Analisis Data	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Sifat Kimia Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Lahan Tanaman Jagung	34
4.2	Pengaruh Olah Tanah dan Pupuk terhadap Stabilitas Agregat Tanah.....	37
4.3	Pengaruh Olah Tanah dan Pupuk terhadap Biomassa Akar.....	42
4.4	Uji Korelasi antara Stabilitas Agregat Tanah, Biomassa Akar, dan Biomassa Jagung.....	45
V. SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan.....	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisis sifat kimia tanah awal dan akhir lapisan tanah <i>topsoil</i> pada lahan tanaman jagung	35
2. Pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dan 4 mm pada pertanaman jagung.....	39
3. Pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap biomasa akar pada pertanaman jagung	43
4. Uji korelasi antara stabilitas agregat tanah, biomassa akar, dan Biomassa akar	46
5. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 0-10 cm.....	59
6. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 0-10 cm	59
7. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 0-10 cm.....	59
8. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 10-20 cm.....	60
9. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 10-20 cm	60

10. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm dengan kedalaman 10-20 cm.....	60
11. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 0-10 cm.....	61
12. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 0-10 cm	61
13. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 0-10 cm.....	61
14. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 10-20 cm.....	62
15. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 10-20 cm	62
16. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm dengan kedalaman 10-20 cm.....	62
17. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 0-5 cm.....	63
18. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 0-5 cm.....	63
19. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 0-5 cm	63
20. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 5-10 cm.....	64
21. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 5-10 cm.....	64
22. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 5-10 cm.....	64

23. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomass akar dengan kedalaman 10-15 cm.....	65
24. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 10-15 cm.....	65
25. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 10-15 cm.....	65
26. Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 15-20 cm.....	66
27. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 15-20 cm.....	66
28. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar dengan kedalaman 15-20 cm.....	66
29. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 4 mm	67
30. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 4 mm	68
31. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 4 mm.....	69
32. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 4 mm.....	70
33. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 8 mm	71

34. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 8 mm	72
35. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 8 mm.....	73
36. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 8 mm.....	74
37. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 4 mm.....	74
38. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 4 mm.....	74
39. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 4 mm.....	75
40. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 4 mm.....	75
41. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 8 mm.....	75
42. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 0-10 cm) lolos saringan 8 mm.....	76
43. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 8 mm.....	76
44. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan stabilitas agregat tanah (kedalaman 10-20 cm) lolos saringan 8 mm.....	76

45. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm)	77
46. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan biomassa akar (kedalaman 0-10 cm)	77
47. Uji korelasi hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm)	77
48. Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pupuk terhadap biomassa jagung dengan biomassa akar (kedalaman 10-20 cm)	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak petak percobaan.....	27
2. Titik pengambilan sampel per plot percobaan	32
3. Pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat (energi kinetik = joule) tanah lolos saringan 8 mm dan 4 mm pada pertanaman jagung.....	41
4. Pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar pada pertanaman	45

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas yang digunakan sebagai bahan pangan kedua setelah beras oleh masyarakat Indonesia. Komoditas ini selain digunakan sebagai bahan pangan juga sebagai bahan baku pakan ternak dan industri makanan. Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS, 2017), total produksi jagung di Indonesia tahun 2016 mencapai 23.578.413 Mg dengan luas panen 4.444.369 ha, sementara total kebutuhan jagung tahun 2017 diperkirakan mencapai 27.951.959 Mg. Tingginya permintaan jagung sehingga perlu meningkatkan produksi sebesar 4.373.546 Mg dengan meningkatkan produktivitas jagung menjadi 5,20 Mg ha⁻¹ atau dibutuhkan penambahan luas panen jagung sebesar 931.018 ha (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2017).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS, 2017) pada tahun 2016 Provinsi Lampung tercatat memiliki luas panen tanaman jagung sebesar 340.200 ha dengan produktivitas 5,056 Mg ha⁻¹. Produktivitas jagung di Provinsi Lampung masih jauh dibawah angka target yaitu 5,167 Mg ha⁻¹ sehingga diperlukan teknologi yang sesuai yang dapat diterapkan untuk meningkatkan produksi jagung di

Provinsi Lampung. Upaya untuk meningkatkan produksi jagung dapat dilakukan dengan cara ekstensifikasi dan intensifikasi pertanian.

Ekstensifikasi pertanian adalah usaha memperluas lahan pertanian guna meningkatkan produksi tanaman. Namun, upaya meningkatkan produksi tanaman jagung dengan cara ekstensifikasi menghadapi kendala, mengingat terbatasnya lahan pertanian karena pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi dan banyak lahan pertanian yang dialihfungsikan menjadi lahan bukan pertanian. Sehingga, peningkatan produksi jagung dapat dilakukan dengan cara intensifikasi pertanian.

Intensifikasi pertanian merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan cara mengoptimalkan lahan pertanian yang sudah ada melalui penerapan teknik budidaya yang baik dan pemupukan yang tepat (Musa dkk., 2007). Salah satu teknik budidaya tanaman adalah pengolahan tanah. Pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat mampu meningkatkan produksi jagung, hal ini didukung oleh penelitian Endriani (2010) menyatakan bahwa olah tanah minimum mampu meningkatkan bobot kering biji jagung sebesar $4,18 \text{ Mg ha}^{-1}$, sedangkan olah tanah intensif hanya mampu menghasilkan bobot kering biji jagung sebesar $2,17 \text{ Mg ha}^{-1}$. Irma dkk., (2017) menyatakan bahwa pada lahan yang tidak diberi pemupukan menghasilkan bobot pipilan kering jamur mencapai $1,23 \text{ Mg ha}^{-1}$, yang diberi pupuk organik mencapai $1,38 \text{ Mg ha}^{-1}$ dan pupuk anorganik mencapai $5,56 \text{ Mg ha}^{-1}$, sedangkan kombinasi antara pupuk organik dan pupuk anorganik menghasilkan bobot pipilan kering sebanyak $6,12 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Pengolahan tanah merupakan suatu kegiatan awal menyiapkan tanah untuk penanaman dan bebas dari gulma selama pertumbuhan tanaman. Pengolahan

tanah yang kurang tepat seperti pengolahan tanah intensif dalam jangka waktu yang lama akan menurunkan kualitas sifat fisik tanah diantaranya agregat tanah yang tidak stabil, porositas dan kandungan air tanah rendah, bobot isi tanah menjadi lebih tinggi, dan tanah menjadi lebih padat. Pemadatan tanah akan berpengaruh terhadap meningkatnya ketahanan penetrasi tanah sehingga akar memerlukan kekuatan yang lebih besar untuk menembus tanah. Tanah dengan struktur yang baik akan mampu membantu berfungsinya faktor-faktor pertumbuhan tanaman secara optimal, sedangkan tanah yang berstruktur kurang baik menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Tanaman dapat tumbuh secara optimal apabila akar tanaman berkembang dengan baik. Semakin banyak akar yang tumbuh semakin tinggi biomassa akar dan membuat tanaman tumbuh dengan baik (Junedi dkk., 2013; Sarief, 1989; Solyati dan Kusuma, 2017).

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif pengolahan tanah intensif adalah pengolahan tanah konservasi (tanpa olah tanah dan olah tanah minimum). Olah tanah konservasi merupakan suatu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan tanaman agar tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan produksi yang optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air (Utomo, 2006). Salah satu bentuk olah tanah konservasi adalah olah tanah minimum yaitu pengolahan tanah yang hanya dilakukan seperlunya saja agar sumber daya tanah dan air tetap lestari dan memerlukan persyaratan utama berupa pemberian mulsa yang dapat berasal dari sisa-sisa tanaman. Penerapan teknik olah tanah minimum dapat menjaga kandungan air tersedia di dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, dan menurunkan bobot isi tanah serta memperbaiki sistem perakaran tanaman. Sistem perakaran yang baik pada olah tanah minimum

mampu meningkatkan produksi tanaman dibandingkan olah tanah intensif.

(Rachman dkk., 2003, Ardjasa dan Maliawan 1993).

Selain pengolahan tanah, pemupukan juga merupakan salah satu upaya untuk mengoptimalkan lahan budidaya yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan tanaman terhadap serapan unsur hara. Jumlah unsur hara yang tersedia di dalam tanah pada dasarnya harus berada dalam keadaan cukup dan seimbang agar tingkat produksi yang diharapkan dapat tercapai (Hulopi, 2012). Hal ini juga dinyatakan oleh Tabor dan Sawit (1986) bahwa salah satu cara untuk menjaga keseimbangan dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah diperlukan penambahan unsur hara melalui pemupukan.

Petani umumnya hanya menggunakan pupuk anorganik karena mampu menyediakan hara dalam waktu yang relatif lebih cepat (Lingga dan Marsono, 2001). Namun apabila pemberian pupuk anorganik dengan dosis yang berlebihan akan mengakibatkan kondisi tanah cepat mengalami kerusakan seperti mengalami pemadatan, bobot isi meningkat, dan peka terhadap erosi sebagai akibat rendahnya kandungan bahan organik (Prasetyo dkk., 2014). Sehingga perlu penambahan bahan organik berupa pupuk kandang dan pupuk hijau yang dapat memperbaiki beberapa sifat fisik tanah seperti mengurangi kepadatan tanah, meningkatkan ruang pori tanah, kadar air tersedia, dan C-organik tanah (Effendi, 1991).

Sutanto (2002) berpendapat bahwa perlakuan pupuk kombinasi organik dan anorganik dapat menghasilkan sistem perakaran yang dalam, perkembangan perakaran yang baik, dan hasil tanaman yang tinggi. Perakaran yang dalam dan

perkembangan perakaran yang baik menunjukkan keadaan tanah yang gembur, sehingga memiliki ruang pori yang tinggi, bobot isi yang rendah, serta memiliki kemampuan dalam menahan air yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik harus diimbangi dengan pemberian pupuk organik.

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah serta pemupukan terhadap stabilitas agregat tanah dengan metode *water-drop method* dan biomassa akar tanaman jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah olah tanah dan pupuk berpengaruh terhadap stabilitas agregat tanah?
2. Apakah olah tanah dan pupuk berpengaruh terhadap biomassa akar?
3. Apakah terdapat korelasi antara stabilitas agregat tanah dengan biomassa akar dan biomassa jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap stabilitas agregat tanah.
2. Mengetahui pengaruh olah tanah dan pupuk terhadap biomassa akar.
3. Mengetahui korelasi antara stabilitas agregat tanah dengan biomassa akar dan biomassa jagung.

1.4 Kerangka Pemikiran

Secara umum, sistem olah tanah memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman karena olah tanah dapat meningkatkan porositas tanah dan membuat tanah menjadi lebih gembur sehingga sistem perakaran tanaman menjadi baik (Prasetyo dkk., 2014). Namun pengolahan tanah secara terus menerus dalam jangka panjang akan menyebabkan stabilitas agregat tanah terganggu.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan agregat yaitu bahan induk, bahan organik, tanaman, organisme tanah, waktu dan iklim. Bahan induk mempengaruhi pembentukan agregat tanah dan juga kemantapan agregat yang terbentuk. Pembentukan agregat ditentukan oleh kandungan liat, karena liat berfungsi sebagai pengikat. Kandungan liat $> 30\%$ akan berpengaruh terhadap agregasi, sedangkan kandungan liat $< 30\%$ tidak berpengaruh terhadap agregasi. Bahan organik tanah merupakan bahan pengikat setelah mengalami pencucian. Hal ini diperkuat oleh Hanafiah (2013) peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah. Tanah yang banyak mengandung bahan organik mempunyai humus yang tebal sehingga akan mempunyai sifat fisik yang baik yaitu mempunyai kemampuan menghisap air sampai beberapa kali berat keringnya dan juga memiliki porositas yang tinggi. Keberadaan organisme tanah akan mempercepat pencucian sehingga bahan organik dan organisme saling berhubungan erat di dalam tanah. Tanaman dapat membantu pembentukan agregat yang mantap melalui akar tanaman yang menembus tanah dan terbentuknya celah-celah. Selain itu, dengan adanya tekanan akar, maka butir-

butir tanah saling melekat dan padat. Celah-celah dapat terbentuk melalui air yang diserap oleh akar tanaman. Organisme tanah secara tidak langsung dapat mempercepat terbentuknya agregat melalui perombakan sisa-sisa tanaman yang setelah digunakan dan akan dikeluarkan yang menjadi fungsi sebagai bahan pengikat tanah. Waktu menentukan semua faktor pembentuk tanah berjalan. Semakin lama waktu berjalan, maka agregat yang terbentuk pada tanah tersebut semakin mantap. Iklim berpengaruh terhadap pembentukan agregat tanah melalui proses pengeringan, pembasahan, pembekuan, pencairan (Baver dkk., 1976).

Pengolahan tanah yang kurang tepat seperti olah tanah intensif dalam waktu yang lama dapat menyebabkan tanah memadat, sehingga kekerasan tanah meningkat, ruang pori total menurun, dan menurunkan perkembangan perakaran tanaman serta mengakibatkan kehilangan air lebih banyak (Junedi dkk., 2013). Hal ini didukung oleh Russel (1977) yang menyatakan bahwa pemadatan tanah akan mempengaruhi biomassa akar, ujung-ujung akar tidak mampu berkembang dan akan memendek apabila diameter akar lebih besar dari ruang pori tanah, akibatnya daya akar menyerap unsur hara dan air menjadi berkurang. Apabila daya serap akar terhadap unsur hara dan air menjadi berkurang, maka suplai nutrisi ke seluruh bagian tanaman akan terganggu. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman jagung dengan olah tanah intensif dapat menurunkan produksi tanaman. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan tanah yang sesuai dengan kebutuhan tanah.

Menurut Nurida dan Kurnia (2009) menunjukkan bahwa pengurangan intensitas pengolahan tanah sangat berpengaruh terhadap ukuran agregat tanah. Tanah yang tidak diolah selama dua musim tanam namun tetap diberikan bahan organik segar

mampu mempertahankan kualitas agregat yang berukuran besar. Pengolahan tanah minimum dapat mempertahankan kualitas agregasi tanah. Tanah yang diolah minimum tidak akan terjadi gangguan agregat yang tahan air. Hal ini di dukung oleh Utomo dkk., (2012) bahwa olah tanah minimum mampu menjaga kemantapan agregat tanah sehingga perkembangan akar tanaman menjadi tidak terhambat serta ruang pori tanah untuk menyimpan air dan udara tidak rusak. Tanah yang memiliki ruang pori yang tinggi pada olah tanah minimum mampu meningkatkan perkembangan perakaran tanaman. Russel (1977) menyatakan bahwa ujung-ujung akar dapat menembus pori-pori tanah yang diameternya lebih besar dari diameter akar.

Hasil penelitian yang dilakukan Syaputra (2012) menunjukkan bahwa produksi jagung tertinggi terdapat pada sistem olah tanah minimum yaitu $5,89 \text{ Mg ha}^{-1}$, sedangkan produksi jagung terendah pada sistem olah tanah intensif sebesar $4,38 \text{ Mg ha}^{-1}$. Peningkatan produksi tanaman pada olah tanah minimum dibandingkan olah tanah intensif disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya meningkatnya ketersediaan air tanah dan dapat ditekannya kehilangan hara karena erosi. Hal ini didukung oleh Yogi (2018) menyatakan bahwa perlakuan olah tanah minimum menghasilkan biomassa akar tertinggi pada kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pemupukan merupakan hal yang penting dalam budidaya tanaman, karena selain meningkatkan produktivitas tanaman, pemupukan juga berfungsi untuk memperbaiki kualitas lahan. Pupuk anorganik mampu menyediakan unsur hara dalam waktu yang relatif lebih cepat. Akan tetapi penggunaan pupuk anorganik

yang berlebihan akan menyebabkan tanah menjadi padat/mengeras (porositas tanah menurun) dan tidak responsif terhadap pemberian pupuk kimia selanjutnya (Lingga dan Marsono, 2001).

Irma dkk., (2017) menyatakan bahwa pada lahan yang tidak diberi pemupukan menghasilkan bobot pipilan kering jamur mencapai $1,23 \text{ Mg ha}^{-1}$, yang diberi pupuk organik mencapai $1,38 \text{ Mg ha}^{-1}$ dan pupuk anorganik mencapai $5,56 \text{ Mg ha}^{-1}$, sedangkan kombinasi antara pupuk organik dan pupuk anorganik menghasilkan bobot pipilan kering sebanyak $6,12 \text{ Mg ha}^{-1}$. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik akan menciptakan kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini didukung oleh Sutanto (2002) bahwa kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik dapat menghasilkan sistem perakaran yang dalam, perkembangan perakaran yang baik, dan hasil tanaman yang tinggi. Perakaran yang dalam dan perkembangan perakaran yang baik menunjukkan keadaan tanah yang gembur, sehingga memiliki ruang pori yang tinggi, bobot isi yang rendah, serta memiliki kemampuan dalam menahan air yang baik.

Hasil penelitian Fauzan (2018) menunjukkan bahwa stabilitas agregat tanah dengan menggunakan analisis metode *water-drop method* pada perlakuan olah tanah minimum meningkatkan stabilitas agregat tanah lolos saringan 8 mm (sebelum persiapan lahan dan setelah panen), lolos saringan 4 mm (setelah panen), dan biomassa akar (masa vegetatif tanaman). Serta perlakuan pemberian mulsa seresah 5 Mg ha^{-1} meningkatkan terhadap stabilitas agregat tanah lolos saringan 4 mm (setelah panen) dan tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa akar.

Menurut Khoirul (2016) menyatakan bahwa stabilitas agregat tanah dengan menggunakan metode ayakan basah-kering pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm, kemantapan agregat tanpa olah tanah lebih besar dibandingkan dengan olah tanah minimum dan olah tanah intensif. Begitu juga pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm, dan kemantapan agregat dengan pemupukan 100 kg N ha^{-1} lebih besar dibandingkan dengan kemantapan agregat tanpa pemupukan N. Pada kedalaman 0-20 cm interaksi sistem tanpa olah tanah dengan pemupukan 100 kg N ha^{-1} menghasilkan kemantapan agregat yang paling mantap dibandingkan interaksi lainnya, sedangkan pada kedalaman 20-40 interaksinya tidak nyata.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diduga bahwa pengolahan tanah dan pemupukan akan mempengaruhi stabilitas agregat tanah dan biomassa akar.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, diajukan hipotesis sebagai berikut.

1. Olah tanah minimum dan pemberian pupuk dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah dibandingkan dengan olah tanah intensif tanpa pemupukan
2. Olah tanah minimum dan pemberian pupuk dapat meningkatkan produksi biomassa akar dibandingkan olah tanah intensif tanpa pemupukan.
3. Terdapat korelasi antara stabilitas agregat tanah dengan biomassa akar dan biomassa jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman semusim dan termasuk dalam jenis rumputan (graminae) yang mempunyai batang tunggal dan kemungkinan dapat memunculkan cabang anakan pada beberapa genotipe dan lingkungan tertentu (Purwono dan Hartono 2008). Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang. Jagung merupakan tanaman hari pendek, jumlah daunnya ditentukan pada saat inisiasi bunga jantan dan dikendalikan oleh genotipe, lama penyinaran, dan suhu (Subekti dkk., 2009). Menurut Kasryono (2002), akar tanaman jagung merupakan akar serabut yang tumbuh dibagian pangkal batang dan menyebar luas sebagai akar lateral. Kemudian akar seminal yang tumbuh kebawah dari lembaga biji jagung.

Syarat tumbuh tanaman jagung salah satunya adalah kebutuhan air. Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan. Sehingga pada saat penanaman harus memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Penanaman jagung juga harus menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan

baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung membutuhkan ketersediaan unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah yang banyak.

Tanaman jagung memiliki Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta,
Sub divisio: Angiospermae, Classis: Monocotyledone, Ordo: Graminae
Familia: Graminaceae, Genus: *Zea*, dan Species: *Zea mays* L.

Jagung dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat maupun bahan baku industri baik pangan maupun pakan. Sebagai sumber karbohidrat, jagung mengandung 64% pati, 9% protein, 5% lemak, dan 1,5% serat (BPS, 2016).

2.2 Sistem Olah Tanah

Tanah merupakan salah satu komponen dari alam yang dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai aktivitas guna menunjang dan memenuhi kebutuhan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Tanah sebagai sumberdaya keperluan pertanian dapat bersifat sebagai sumberdaya yang pulih (*reversible*) dan sebagai sumberdaya yang dapat habis. Pada usaha pertanian, tanah memiliki fungsi utama yaitu sebagai sumber penggunaan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, tempat tumbuh berpegangnya akar, dan tempat penyimpan air yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup tanaman (Prasetyo dkk., 2014).

Olah tanah merupakan suatu perlakuan terhadap tanah dalam upaya pembalikan, pemotongan, penghancuran dan perataan tanah. Tujuan olah tanah untuk memperbaiki kondisi tanah dalam penetrasi akar, infiltrasi, aerasi, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Olah tanah maksimal adalah

mengolah tanah semaksimal mungkin dengan cara membajak dua kali, menggaru dua kali, serta mencangkul tanah yang tidak kena bajak. Olah tanah minimal atau olah tanah terbatas adalah olah tanah yang dilakukan secukupnya dengan mempertahankan sisa tanaman sebelumnya (Prasetyo dkk., 2014).

Menurut Nita dkk., (2015), pengolahan tanah merupakan proses untuk memberikan kondisi tempat tumbuh yang optimal untuk bibit tanaman yang akan ditanam. Kondisi tempat tumbuh yang optimal yang dimaksud yaitu kelembaban dan aerasi tanah baik, tanah mampu ditembus oleh akar untuk mendapatkan air, pertumbuhan patogen tanah dapat ditekan, dan lainnya. Sistem pengolahan tanah terdiri dari olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK). Sistem olah tanah yang sering digunakan oleh petani adalah olah tanah intensif. Pada umumnya pengolahan intensif dilakukan dua kali yaitu pengolahan primer dengan bajak untuk membongkar tanah hingga kedalaman 50 cm, diteruskan dengan pengolahan sekunder untuk menggemburkan tanah sampai kedalaman tertentu yaitu 10-15 cm. Olah tanah intensif yang selama ini menjadi tradisi dalam mengawali budidaya tanaman dengan tujuan membersihkan gulma dan menyediakan media tumbuh yang gembur, ternyata ikut berperan dalam menurunkan produktivitas lahan terutama tanaman pangan (Tjokrowardojo, 2010). Pada sistem olah tanah ini, tanah dicangkul setiap kali akan bertanam tanpa adanya penggunaan mulsa.

Parapasan dkk., (1995) menyatakan bahwa lahan yang diolah berlebihan menyebabkan pelapukan bahan organik berjalan cepat sehingga menurunkan kandungan bahan organik tanah. Kandungan bahan organik yang rendah

menyebabkan kurangnya agregasi tanah sehingga tanah menjadi lebih padat, bobot isi meningkat dan Total Ruang Pori (TRP) semakin kecil.

Olah tanah konservasi (OTK) merupakan suatu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan tanaman agar tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan produksi yang optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. Pada sistem OTK, dilakukan pengolahan tanah seperlunya saja atau bila perlu tidak sama sekali, dan residu tanaman sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan lahan minimal 30%. Sistem olah tanah konservasi terdiri dari: sistem tanpa olah tanah dan sistem olah tanah minimum. Pada sistem tanpa olah tanah, pengendalian gulma dilakukan menggunakan herbisida, gulma yang mati dibiarkan sebagai mulsa. Sedangkan pada sistem olah tanah minimum, gulma dibabat dengan menggunakan alat mekanis, setelah itu gulma dikembalikan ke lahan pertanaman. Untuk kedua sistem olah tanah ini penanaman dilakukan dengan cara ditugal (Utomo, 2006).

Penerapan teknik olah tanah minimum merupakan usaha-usaha yang mudah dan efisien dalam meningkatkan ketersediaan air tanah. Teknik olah tanah minimum pada dasarnya adalah mengolah tanah seperlunya agar sumber daya tanah dan air tetap lestari dan memerlukan persyaratan utama yaitu penutupan permukaan tanah dengan mulsa yang dapat berasal dari sisa-sisa tanaman (Rachman dkk., 2003).

Penggunaan mulsa bertujuan untuk mengurangi penguapan dari permukaan tanah, menjaga kelembaban tanah dan sebagai sumber bahan organik tanah. Selain itu mulsa juga berperan sebagai pemantap tanah yaitu melindungi permukaan tanah dari pukulan butir-butir hujan secara langsung. Mulsa juga berperan

mengendalikan suhu tanah sehingga kehilangan air dan kehilangan panas dari tanah dapat dihindarkan (Dariah, 2007).

Arsyad (2006) mengemukakan bahwa pengolahan tanah minimum relatif lebih menguntungkan untuk pertanian jangka panjang, diantaranya memelihara atau memperbaiki struktur tanah dan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan ketersediaan air, memperbaiki infiltrasi dan mengurangi kerusakan lingkungan, serta dapat meningkatkan hasil tanaman.

2.3 Pemupukan

Usaha untuk meningkatkan produksi jagung selalu diiringi oleh penggunaan pupuk, terutama pupuk anorganik guna memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pada dasarnya, pemupukan dilakukan secara berimbang, sesuai kebutuhan tanaman dengan mempertimbangkan kemampuan tanah menyediakan unsur hara secara alami, keberlanjutan, dan keuntungan yang memadai bagi petani. Pemupukan merupakan kegiatan pengelolaan hara spesifik lokasi, bergantung pada lingkungan setempat (tanah). Kemampuan tanah menyediakan hara secara alami dan pemulihan hara yang sebelumnya dimanfaatkan merupakan strategi pengelolaan hara secara spesifik (Gozali, 2012).

Pupuk merupakan kunci kesuburan tanah karena berisi satu atau lebih unsur untuk menggantikan unsur yang habis diserap tanaman. Pemupukan berarti menambahkan unsur hara ke dalam tanah dan tanaman. Secara umum pupuk hanya dibagi ke dalam dua kelompok berdasarkan asalnya, yaitu pupuk anorganik, seperti urea (pupuk N), TSP atau SP-36 (pupuk P), KCl (pupuk K), dan pupuk

organik seperti pupuk kandang, kompos, humus, dan pupuk hijau (Lingga, 2008). Menurut Isrun (2006) hasil tanaman jagung terus meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pupuk fosfat yang diberikan ke dalam tanah. Dosis anjuran untuk tanaman jagung adalah urea sebanyak 300 kg ha^{-1} , SP-36 sebanyak 150 kg ha^{-1} , dan KCl sebanyak 100 kg ha^{-1} .

Pupuk nitrogen (N) merupakan salah satu pupuk utama dalam bercocok tanam. Kekurangan atau ketidaktepatan pemberian pupuk N sangat merugikan bagi tanaman dan lingkungan. Secara umum pupuk N dapat meningkatkan produksi jagung. Nitrogen sangat diperlukan oleh tanaman jagung sepanjang pertumbuhannya. Pada awal pertumbuhannya akumulasi N dalam tanaman relatif lambat dan sebaliknya, setelah tanaman berumur 4 minggu akumulasi N berlangsung sangat cepat. Pada saat pembungaan (bunga jantan muncul) tanaman jagung telah mengabsorpsi N sebanyak 50% dari seluruh kebutuhannya. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil jagung yang baik, unsur hara N dalam tanah harus cukup tersedia pada fase pertumbuhan tersebut (Novizan, 2002).

Phospor (P) sangat vital karena merupakan sumber energi untuk pertumbuhan. Senyawa P di dalam tanah ada dalam bentuk ATP yang merupakan senyawa ikatan berenergi tinggi. Selain itu, P berperan dalam pembentukan asam nukleat, fosfolipid dan koenzim NAD dan NADP (Ashari, 2006).

Kalium (K) diserap dalam bentuk ion K^+ . Di dalam tanah, ion ini sangat dinamis dan mudah tercuci oleh aliran air pada tanah berpasir dan tanah dengan pH rendah. Dari ketiga unsur esensial yang paling dibutuhkan tanaman (N-P-K), kalium lah yang paling melimpah di permukaan bumi. Namun, hanya sekitar

1-10% unsur ini yang dapat diserap oleh tanaman (Novizan, 2002).

Pupuk Phoska merupakan salah satu pupuk anorganik yang mengandung lebih dari satu unsur hara. Pupuk majemuk ini tidak hanya mengandung dua unsur, tetapi empat unsur sekaligus yaitu unsur N, P, K, dan S. Kandungan hara masing-masing unsur yaitu N (15 %), P_2O_5 (15 %), K_2O (15 %), dan S (9 %). Pupuk Phoska ini mudah larut dalam air sehingga mudah diserap oleh tanaman dan sesuai digunakan untuk berbagai jenis tanaman sehingga mampu meningkatkan produksi dan kualitas panen. Hal ini menyebabkan pupuk Phoska sangat digemari petani (Novizan, 2002).

Pupuk kompos merupakan pupuk yang dibuat dari sisa bahan organik yang berasal dari tanaman, hewan, dan limbah organik yang telah mengalami pelapukan melalui proses dekomposisi atau fermentasi hingga bentuknya sudah berubah seperti tanah dan tidak berbau. Kompos memiliki kandungan hara NPK yang lengkap meskipun persentasenya kecil. Kompos juga mengandung senyawa-senyawa lain yang sangat bermanfaat bagi tanaman (Cahyani, 2011). Meskipun kompos mengandung nutrisi tanaman yang lebih rendah dibanding dengan pupuk mineral/kimia, tetapi kompos mempunyai kelebihan lain seperti mempunyai peran dalam memperbaiki kondisi tanah baik secara fisik maupun mikrobiologis yang sangat berpengaruh pada nutrisi tanaman. Beberapa kegunaan pupuk kompos yaitu dapat memperbaiki struktur tanah, memiliki kandungan unsur mikro dan makro yang lengkap, menggemburkan tanah, meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, menyediakan unsur hara mikro bagi tanaman, dan memudahkan pertumbuhan akar tanaman (Murbando, 2000).

Hasil penelitian Raharja (2005) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dan anorganik pada tahun pertama dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti menurunkan berat isi tanah, meningkatkan porositas, dan memperbaiki kemantapan agregat tanah. Tanah yang memiliki sifat fisik yang baik mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat dan berproduksi lebih tinggi.

2.4 Stabilitas Agregat Tanah

Agregat tanah terbentuk jika partikel-partikel tanah menyatu membentuk unit-unit yang lebih besar. Kemper dan Rosenau (1986) mendefinisikan agregat tanah sebagai kesatuan partikel tanah yang melekat satu dengan lainnya lebih kuat dibandingkan dengan partikel sekitarnya. Dua proses dipertimbangkan sebagai proses awal dari pembentukan agregat tanah, yaitu flokulasi dan fragmentasi. Flokulasi terjadi jika partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi, kemudian bergabung membentuk agregat. Sedangkan fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil (Martin dkk., 1955).

Kemantapan agregat tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk bertahan terhadap gaya-gaya yang akan merusak. Gaya-gaya tersebut dapat berupa kikisan angin, pukulan hujan, daya urai air pengairan, dan beban pengolahan tanah. Pengukuran kemantapan agregat tanah menjadi penting sebab dapat memberikan informasi secara umum tentang kondisi sifat fisik tanah. Agregat tanah berpengaruh terhadap potensi erosi, pergerakan air dan pertumbuhan akar tanaman. Tanah yang teragregasi dengan baik dicirikan dengan

tingkat infiltrasi, permeabilitas, dan ketersediaan air yang tinggi. Aspek fisik penting dalam suatu agregat tanah meliputi ukuran, densitas, kemantapan, dan struktur agregat (Suwardji dkk., 2012).

Menurut Baver dkk., (1976), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan agregat yaitu bahan induk, bahan organik, tanaman, organisme tanah, waktu dan iklim.

- Bahan induk mempengaruhi pembentukan agregat tanah dan juga kemantapan agregat yang terbentuk. Pembentukan agregat ditentukan oleh kandungan liat, karena liat berfungsi sebagai pengikat. Kandungan liat $> 30\%$ akan berpengaruh terhadap agregasi, sedangkan kandungan liat $< 30\%$ tidak berpengaruh terhadap agregasi.
- Bahan organik tanah merupakan bahan pengikat setelah mengalami pencucian. Hal ini diperkuat oleh Hanafiah (2013) peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah. Tanah yang banyak mengandung bahan organik mempunyai humus yang tebal sehingga akan mempunyai sifat fisik yang baik yaitu mempunyai kemampuan menghisap air sampai beberapa kali berat keringnya dan juga memiliki porositas yang tinggi. Keberadaan organisme tanah akan mempercepat pencucian sehingga bahan organik dan organisme saling berhubungan erat di dalam tanah.
- Tanaman dapat membantu pembentukan agregat yang mantap melalui akar tanaman yang menembus tanah dan terbentuknya celah-celah. Selain itu, dengan adanya tekanan akar, maka butir-butir tanah saling melekat dan padat. Celah-celah dapat terbentuk melalui air yang diserap oleh akar tanaman.

- Organisme tanah secara tidak langsung dapat mempercepat terbentuknya agregat melalui perombakan sisa-sisa tanaman yang setelah digunakan dan akan dikeluarkan yang menjadi fungsi sebagai bahan pengikat tanah.
- Waktu menentukan semua faktor pembentuk tanah berjalan. Semakin lama waktu berjalan, maka agregat yang terbentuk pada tanah tersebut semakin mantap.
- Iklim berpengaruh terhadap pembentukan agregat tanah melalui proses pengeringan, pembasahan, pembekuan, pencairan.

Ricky (2015) menyatakan bahwa pada pengolahan tanah perlakuan residu pemupukan nitrogen yang diberikan belum mampu mempengaruhi agregasi tanah sehingga belum mempengaruhi bobot isi dan ruang pori total tanah. Hal ini didukung oleh Yogi (2018) yang mengatakan bahwa perlakuan olah tanah dan pemupukan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan isi tanah pada sebelum tanam dan pascatanam, sehingga pengaruh pengolahan tanah hanya bersifat sementara menggemburkan tanah, selanjutnya akan terjadi erosi dan penyumbatan pori-pori tanah akibat pengolahan tanah yang salah.

Foth (1978) dalam penelitiannya menyatakan bahwa bobot isi $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, bagus untuk perkembangan akar tanaman dalam menembus tanah karena tidak terjadi pemadatan. Nilai ruang pori total juga sejalan dengan nilai bobot isi tanah. Pada tanah yang ruang pori totalnya tinggi memiliki bobot isi yang rendah, demikian juga sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pendapat Soepardi (1983) bahwa bobot isi tanah berbanding terbalik dengan ruang pori total dan sangat ditentukan oleh bahan organik yang terkandung didalam tanah.

Hasil penelitian Raharja (2005) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dan anorganik pada tahun pertama dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti menurunkan berat isi tanah, meningkatkan porositas, dan memperbaiki kemantapan agregat tanah. Tanah yang memiliki sifat fisik yang baik mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat dan berproduksi lebih tinggi.

Selain pengelolaan tanah dan pemupukan, pengolahan bahan organik juga perlu untuk meningkatkan bahan organik tanah. Penambahan bahan organik tanah yang diikuti dengan sistem olah tanah yang tepat akan memperbaiki sifat tanah karena bahan organik tanah mampu meningkatkan granulasi dan drainase tanah, memperbaiki struktur tanah, dan menyumbangkan ion-ion hara melalui proses mineralisasi. Hal ini didukung oleh Trisnadewi dkk., (2008) yang menyatakan bahwa perbaikan sifat kimia dan biologi secara bersamaan akan meningkatkan kegiatan jasad renik dalam memulihkan unsur hara dan bahan organik dapat membantu akar tanaman menembus lebih dalam dan luas sehingga tanaman lebih kokoh dan mampu menyerap unsur hara dan air dalam jumlah cukup banyak.

2.5 Biomassa Akar Pada Tanah

Biomassa didefinisikan sebagai total berat kering dari seluruh makhluk hidup yang dapat didukung pada masing-masing tingkat rantai makanan. Menurut Sunaryo (2009), terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu pertama, metode *destructive* (dengan pemanenan). Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomasanya. Meskipun metode ini terhitung akurat untuk

menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu. Kedua, metode *non-destructive* (tanpa pemanenan). Metode ini merupakan cara dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa.

Ketiga, pendugaan melalui penginderaan jauh. Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek dengan skala kecil. Kendala yang umumnya adalah karena teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Hasil penginderaan jauh dengan resolusi yang tinggi diperlukan untuk mendapatkan estimasi biomassa dengan tingkat keakuratan yang baik, tetapi hal ini akan menjadi metode alternatif dengan biaya yang besar. Keempat, pembuatan model yang digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan in situ atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan alometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa.

Akar merupakan bagian tumbuhan yang terdapat di bawah permukaan tanah dan tidak dapat dipisahkan dari tumbuhan serta akar mempunyai fungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari dalam tanah, perkembangan akar yang baik merupakan kunci untuk menghasilkan tanaman yang baik. Rasio akar dan pucuk

merupakan suatu metode pengukuran yang dapat membantu untuk mendata tingkat kesuburan tanah (Baluska dkk., 1995).

Pertumbuhan akar sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik tanahnya. Pengelolaan lahan yang kurang tepat mencakup kegiatan pengangkutan limbah sisa panen dan pengolahan tanah intensif. Pengangkutan limbah sisa panen menyebabkan menurunnya bahan organik tanah, sedangkan pengolahan tanah intensif menyebabkan penghancuran agregat sehingga tanah menjadi lebih gembur.

Tanah yang gembur lebih mudah hanyut, menyumbat pori-pori tanah dan tanah menjadi lebih padat. Pemadatan tanah akan berpengaruh terhadap meningkatnya ketahanan tanah terhadap penetrasi akar, sehingga akar memerlukan kekuatan yang lebih besar untuk menembus tanah (Junedi dkk., 2013). Hal ini di dukung oleh Udawatta dan Henderson (2003) yang menyatakan bahwa distribusi perakaran tanaman berkaitan erat dengan berat isi tanah. Total panjang akar menurun seiring dengan meningkatnya berat isi tanah, pada berat isi tanah terendah menunjukkan hasil total panjang akar yang tertinggi. Hal ini juga diperkuat dengan hasil penelitian Suprayogo dkk., (2004) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan akar tanaman berkurang dengan meningkatnya berat isi (BI) tanah dan pertumbuhan sudah terhenti bila $BI > 1,45 \text{ g cm}^{-3}$.

Selain pengolahan tanah, pemupukan juga berperan dalam mempengaruhi biomassa akar. Hal ini sesuai dengan penelitian Yogi (2018) menyatakan bahwa pada kedalaman 0-5 cm, 5-10 cm, dan 10-20 cm biomassa akar tertinggi terdapat pada olah tanah minimum dengan aplikasi pemupukan dan tanpa pemupukan, sedangkan terendah terdapat pada olah tanah intensif tanpa

pemupukan dan aplikasi pemupukan. Hal ini diduga karena permukaan tanah yang terbuka menyebabkan pengupan tinggi berakibat pada pertumbuhan akar tanaman dan gulmayang tumbuh terhambat dikarenakan kekurangan kebutuhan air yang ada didalam tanah.

Model simulasi pertumbuhan biomassa akar menggambarkan pada umur tanam 49 hari setelah tanam merupakan titik optimum biomassa akar yaitu 1050 kg ha^{-1} selanjutnya kecenderungan menurun hingga matang fisiologis. Pada fase *emergence* sistem perakaran relatif belum berkembang, akar primer bercabang dari nodus pertama dibawah tanah. Produksi biomassa ke organ akar mendapat alokasi terbanyak setelah daun dan batang sampai pada fase inisiasi bunga alokasi biomassa akar berkurang. Nitrogen memegang peranan penting dalam proses biokimiatanaman, yaitu sebagai penyusun enzim, klorofil, asam nukleat, dinding sel dan berbagai komponen sel (Frangky, 2011).

Pupuk organik berfungsi memperbaiki sifat fisik tanah, sedangkan pupuk anorganik berperan dalam menyediakan unsur hara secara cepat. Kombinasi dari keduanya merupakan cara yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini di dukung oleh Sutanto (2002) yang menyatakan bahwa perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik menghasilkan sistem perakaran yang dalam, perkembangan perakaran yang baik dan hasil tanaman yang tinggi.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

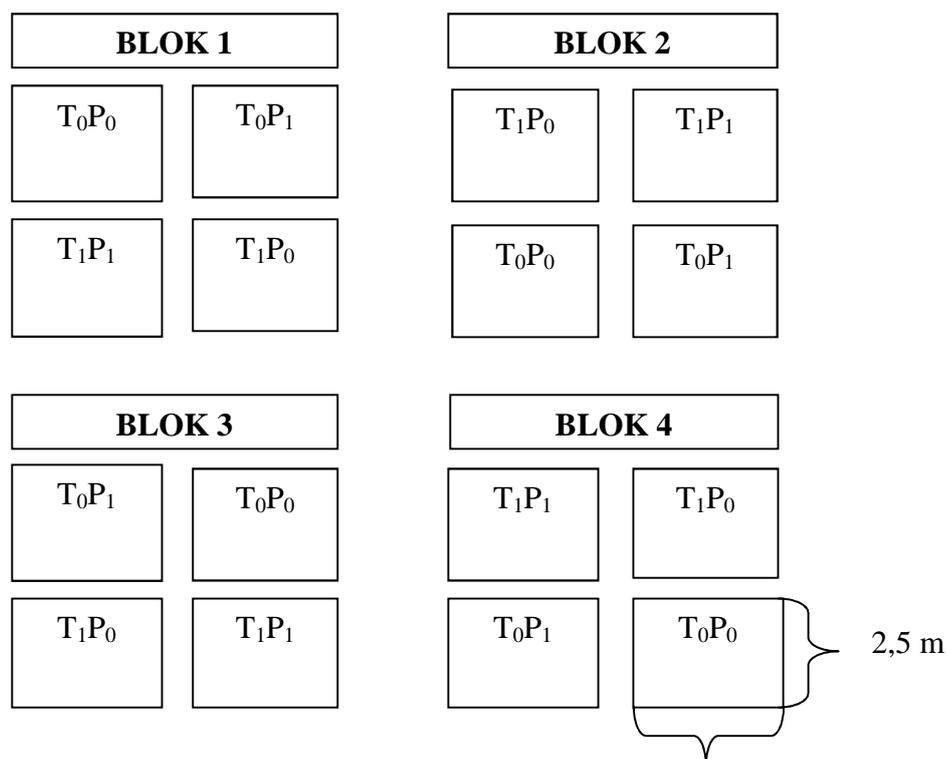
Penelitian ini dilaksanakan pada Januari – Mei 2018 di Laboratorium Lapang Terpadu yang terletak pada titik koordinat 5°22'10,902" Lintang Selatan dan 105°14'36,988" Bujur Timur serta analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Februari – Mei 2019. Lokasi penelitian sebelumnya telah digunakan selama dua musim yaitu berupa bekas pertanaman jagung dan kacang hijau periode Maret – Juli 2017. Pada penelitian ini lahan ditanami tanaman jagung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian yaitu benih jagung, pupuk NPK 400 kg ha⁻¹ (187,5 g plot⁻¹), Urea 200 kg ha⁻¹ (62,5 g plot⁻¹), kompos (kotoran ayam) 1 Mg ha⁻¹ (625 g plot⁻¹), serasah gulma, sampel agregat tanah, biomassa akar, aquades, dan tissue. Alat yang digunakan yaitu cangkul, selang air, timbangan digital, oven, plastik, kantung kertas, sekop kecil, penggaris, buret, cawan petri, ayakan (8 mm, 4 mm dan 2,8 mm) dan bor tanah.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang menggunakan dua faktor dengan 4 ulangan. Dua faktor yaitu sistem olah tanah (T) dan pemupukan (P). Sistem olah tanah terdiri dari *minimum tillage* (T0) dan *full tillage* (T1) sedangkan aplikasi pupuk terdiri dari tanpa pupuk (P0), dengan pupuk (P1). Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan dengan empat kali ulangan yang diaplikasikan pada petak percobaan 2,5m x 2,5m sebagai berikut:



Gambar 1. Tata letak petak percobaan 2,5 m

Keterangan:

T₀P₀ = Olah Tanah Minimum + tanpa pupuk

T₀P₁ = Olah Tanah Minimum + pupuk (NPK 400 kg + Urea 200 kg + Kompos 1 Mg ha⁻¹)

T₁P₀ = Olah Tanah Intensif + tanpa pupuk

T₁P₁ = Olah Tanah Intensif + pupuk (NPK 400 kg + Urea 200 kg + Kompos 1 Mg ha⁻¹)

*NPK Ponska: 15,54% N, 12,44 % P₂O₅, 12,42% K₂O; Urea: 45%N.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengolahan Tanah

Langkah pertama yang dilakukan sebelum pengolahan tanah yaitu lahan dibersihkan dari sisa tanaman kacang hijau dan gulma menggunakan sabit dan alat pemotong rumput. Gulma dikumpulkan yang akan digunakan untuk mulsa pada perlakuan olah tanah minimum. Pada perlakuan olah tanah intensif tanah dicangkul dengan kedalaman 0-20 cm dan gulma dibuang dari petak percobaan. Kemudian, lahan dibagi menjadi 16 plot percobaan dengan ukuran tiap petaknya 2,5 m x 2,5 m dan jarak antar plot percobaan yaitu 30 cm.

3.4.2 Penanaman

Penanaman benih jagung dengan cara membuat lubang tanam dengan jarak 60 cm x 30 cm, setelah itu ditanami 2-3 benih jagung per lubang tanam. Satu petak terdapat 5 baris tanaman dan setiap baris terdapat 9 tanaman. Sehingga dalam satu plot terdapat 45 tanaman jagung.

3.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman, penyiangan gulma dan pemupukan..

- Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi atau sore hari dengan menggunakan selang yang tersalur dari keran. Tujuan dari kegiatan penyiraman ini agar kelembaban tanah di sekitar daerah perakaran tetap terjaga dan suplai air bagi tanaman terpenuhi.

- Penyiangan gulma dilakukan saat tanaman berumur 21 HST, 42 HST, dan 63 HST karena pada umur tersebut merupakan periode kritis tanaman jagung. Oleh karena itu, pertumbuhan gulma pada waktu tersebut perlu dikendalikan. Pada lahan yang diolah minimum, penyiangan dilakukan dengan memotong gulma dengan gunting rumput sehingga tidak merusak struktur tanah. Pada lahan yang diolah secara intensif, penyiangan gulma dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di lahan percobaan.
- Pemupukan dilakukan agar tanaman mendapatkan kebutuhan hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman jagung. Pemupukan dengan majemuk NPK dan Urea dilakukan pada saat tanaman jagung berumur 2 minggu setelah tanam. Pemupukan dilakukan dengan cara membuat larikan dengan jarak 10 cm dari tanaman, kemudian pupuk disebar secara merata pada larikan tersebut. Pupuk majemuk NPK dan Urea akan diaplikasikan dua kali yaitu pemupukan pertama dengan dosis pupuk majemuk NPK 300 kg ha^{-1} + Urea 100 kg ha^{-1} + kompos 1 Mg ha^{-1} , yang diaplikasikan saat tanaman jagung berumur sekitar dua minggu. Sedangkan pemupukan kedua dilakukan setelah tanaman jagung berumur sekitar satu bulan setelah pemupukan pertama dengan dosis NPK 100 kg ha^{-1} + Urea 100 kg ha^{-1} . Pupuk yang dibutuhkan pada pemupukan pertama yaitu NPK $187,5 \text{ g plot}^{-1}$, dan Urea $62,5 \text{ g plot}^{-1}$, serta kompos 625 g plot^{-1} . Kebutuhan pupuk untuk pemupukan kedua yaitu, pupuk majemuk NPK $62,5 \text{ g plot}^{-1}$ dan Urea $62,5 \text{ g plot}^{-1}$.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama dalam penelitian ini adalah stabilitas agregat tanah dan biomassa akar. Stabilitas agregat tanah dianalisis dengan metode *water-drop method* (WDM).

Pengambilan sampel agregat tanah yang diambil berupa sampel tanah utuh menggunakan sekop kecil kemudian sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label dan dikeringudarkan. Setelah itu, sampel agregat tanah yang telah kering udara disaring dengan lolos saringan 4 mm dan 8 mm.

Kemudian, tanah yang telah lolos saringan 4 mm dan 8 mm dianalisis dengan metode *water-drop method* (WDM) (McCalla,1944) .

Pengamatan terhadap stabilitas agregat tanah dilakukan dengan metode *water-drop method* (WDM) (McCalla,1944). Prosedur analisis stabilitas agregat tanah yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

- a. Mengisi buret hingga batas atas yang telah dipasang pada kaki penyangga.
- b. Mengatur ujung bawah buret setinggi 20 cm dari permukaan sampel dalam cawan petridis.
- c. Sebelum analisis tanah, terlebih dahulu menghitung volume rata-rata 10 tetes air. Membuka buret secara perlahan sampai air menetes dengan interval waktu antar tetesan 2-3 detik. Menetapkan volume tetes air sebanyak 10 kali (dengan menimbang). Melakukan sampai 3 kali pengamatan dan catat hasilnya. Menghitung ukuran rata-rata tiap tetesan air yang keluar dari buret.

$$V_t \text{ total} = \frac{(V_{t1} + V_{t2} + V_{t3})}{3} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

$V_t \text{ total}$ = volume tetes total (cm^3)

V_t = volume tetes (cm^3)

$$\bar{V}_t = V_t \text{ total} / \text{jumlah tetesan} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

\bar{V}_t = volume rata-rata tiap tetes (cm^3)

$V_t \text{ total}$ = volume tetes total (cm^3)

$$\bar{V}_t = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$r^3 = \frac{\bar{V}_t}{\frac{4}{3} \pi}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{\bar{V}_t}{\frac{4}{3} \pi}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

\bar{V}_t = volume rata-rata tiap tetes (cm^3)

r = jari-jari tiap tetesan (cm)

π = 22/7 atau 3,14

- d. Meletakkan agregat kering udara yang berdiameter 2-4 mm dan 4-8 mm di atas kertas merang atau kertas saring dan ditetesi dengan air dari buret setinggi 20 cm.
- e. Membuka buret dan membiarkan air menetes dengan kecepatan yang sama. Mencatat jumlah tetesan sampai agregat tersebut hancur dan diulang 5 kali dengan menggunakan kertas merang atau kertas saring yang baru dan agregat yang baru juga.
- f. Menghitung rata-rata berapa tetes air hingga agregat hancur semua dan dari hasil yang diperoleh, dihitung energi E (joule) (energi kinetik dari tetesan air)

energi yang diperlukan untuk menghancurkan agregat yaitu hasil perhitungan dari *drop frequency* (DF), *drop energi* (DE) dan *time* (*t*) (s).

$$E = (DF) (DE) t \dots\dots\dots (4)$$

$$DE = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

DE = *drop energi*

m = massa air (kg)

v² = kecepatan tetes air (m s⁻¹)

$$v^2 = \frac{\left(\frac{4}{3}\right)gd (\rho_w - \rho_a)}{\rho_a c} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

m = massa air (kg)

v² = kecepatan tetes air (m s⁻¹)

g = gravitasi (9,8 m s⁻²)

d = diameter tetes air (m)

ρ_w = massa jenis air (1000 kg m⁻³)

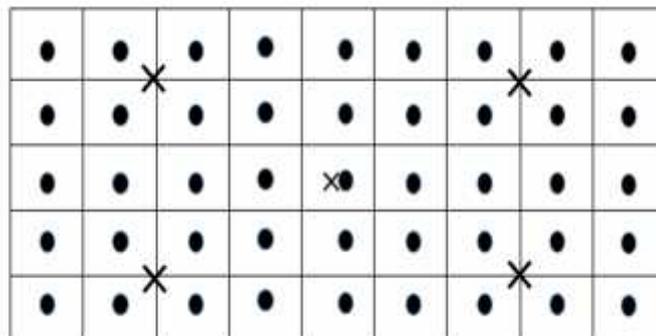
ρ_a = massa jenis udara (1,2 kg m⁻³)

c = koefisien hambatan (0,584)

Pengambilan sampel biomassa akar dan sampel agregat tanah dilakukan sesudah panen. Pengambilan sampel biomassa akar ini dilakukan dengan prinsip yaitu menghindari kerusakan yang terjadi pada lahan percobaan setelah dilakukan pengambilan sampel akar, sehingga tanah yang berlubang setelah dilakukan pengeboran akan di isi dengan tanah yang berasal dari luar petak percobaan.

Prosedur penetapan biomassa akar ini menggunakan bor Belgie berbentuk tabung dengan diameter 6,5 cm dan tinggi tabung 25 cm. Pengeboran dilakukan sampai kedalaman 20 cm searah jarum jam. Setiap plot percobaan dilakukan pengeboran sebanyak lima ulangan pada sisi atas lahan, sisi bawah lahan, sisi kanan lahan, sisi

kiri lahan, dan di tengah lahan. Titik pengeboran untuk penetapan biomassa akar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Titik pengambilan sampel per plot percobaan. ● = populasi tanaman, X = titik pengambilan sampel biomassa akar menggunakan bor.

Pengeboran dilakukan di antara baris tanaman (jarak antar baris). Tanah beserta akar yang terbawa dalam bor ditiris/dipotong dengan pisau untuk dipisahkan berdasarkan lapisan (kedalaman) 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm dan 10-20 cm. Setelah itu, akar dibersihkan dari tanah kemudian dimasukkan ke dalam amplop coklat yang telah diberi label. Analisis biomassa akar dengan cara mengoven akar yang telah bersih dari kotoran tanah selama 24 jam pada suhu 60 – 70°C. Setelah itu, berat keringnya ditimbang.

3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang digunakan penelitian ini yaitu biomassa jagung .

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis terlebih dahulu. Data yang dianalisis meliputi stabilitas agregat tanah, biomassa akar, dan biomassa jagung. Analisis data melalui uji homogenitas ragam menggunakan uji Barlett dan aditivitas data diuji

dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi akan dilakukan analisis ragam. Hasil rata-rata nilai tengah dari data yang diperoleh diuji dengan uji BNT taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara stabilitas agregat tanah, biomasa akar, dan biomassa jagung dilakukan uji korelasi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Perlakuan olah tanah minimum dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah yang lolos saringan berdiameter 4 mm dan 8 mm pada kedalaman 0-10 cm tetapi tidak pada kedalaman 10-20 cm, tetapi perlakuan pemupukan tidak berpengaruh terhadap stabilitas agregat tanah.
2. Aplikasi pupuk ($400 \text{ kg NPK ha}^{-1} + 200 \text{ kg Urea ha}^{-1} + \text{Kompos } 1 \text{ Mg ha}^{-1}$) berpengaruh nyata terhadap peningkatan biomassa akar tanah di kedalaman 10-15 cm dan 15-20 cm tetapi tidak pada kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm tetapi perlakuan olah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa akar.
3. Stabilitas agregat tanah berkorelasi positif dengan biomassa akar dan berbeda nyata pada kedalaman 0-10 cm untuk agregat lolos saringan berdiameter 4 mm. Biomassa jagung berkorelasi positif dengan stabilitas agregat tanah pada kedalaman 10-20 cm tetapi tidak berbeda nyata pada kedalaman 0-10 cm yang lolos saringan berdiameter 4 mm dan 8 mm. Biomassa jagung juga berkorelasi positif dengan biomassa akar pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm.

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang stabilitas agregat tanah dan biomassa akar untuk mengetahui dampak pengaruh olah tanah dan pemupukan dalam jangka panjang atau berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., U. Haryati, dan J. Ishak. 2006. *Penetapan Kadar Air Tanah dengan Metode Gravimetri. Las, I. (Ed). Sifat Fisik Tanah dan Teknik Analisisnya*. Balitan. Bogor. 142 Hlm.
- Akbar, Y., Darusman, dan A, Syamaun. 2012. Pematatan Tanah dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L Merill) Akibat Pemupukan Urea dan Tekanan Ban Traktor. *Jurnal Manajemen Sumber daya Lahan* 1(1): 94-101.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. 367 Hlm.
- Ardjasa, W. S. dan G. E. Maliawan. 1993. Sistem Pengolahan Tanah dan Cara Pemberian Pupuk Pada Rotasi Padi Gogo-Kedelai pada Lahan Kering Podsolik. *Prosiding Seminar Nasional IV*. Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Bandar Lampung. 216 Hlm.
- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Universitas Indonesia. Jakarta. 490 Hlm.
- Baluska, F., M Ciamporova., O. Gasparikova, and P. W. Barlow. 1995. *Structure and Function of Root*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 354 pp.
- Barnito, N. 2009. *Budidaya Tanaman Jagung*. Suka Abadi. Yogyakarta. 96 Hlm.
- Baver, L. D., W. H. Gradner, and W. R. Garder. 1976. *Soil Physi 4rd* . Ed. John Willey and Sons inc. New York. 489 pp.
- BPS. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan. <http://perpustakaan.bappenas.go.id>. Diakses pada 22 Februari 2019. 104 Hlm.
- BPS. 2017. Data Produksi Jagung Indonesia pada Tahun 2016. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada 16 September 2019. 82 hlm.
- Cahyani. 2011. Pengaruh Pemberian Kompos Sampah Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill). *Jurnal Agrineca* 11 (2) : 10-16.

- Chao-su, L., Jin-gang, L. Young-lu, T. Xiou-li, W. H. Gang, and Z. Hui. 2016. Stand establishment, root development and yield of winter wheat as affected by tillage and straw mulch in the water deficit hilly region of Southwestern China. *Journal of Integrative Agriculture* 15(7) : 1480-1489.
- Damanik, M M B., Hasibuan, B.E. Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan. 49 Hlm.
- Dariah, A. 2007. Konservasi Tanah pada Lahan Tegalan. Buku Bunga Rampai KTA 12-07. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi>. Diakses 26 Februari 2019.
- Diara, W.I. 2017. Degradasi Kandungan C-Organik dan Hara Makro pada Lahan Sawah dengan Sistem Pertanian Konvensional. *Skripsi*. Agroteknologi Universitas Udayana. Bali. 79 Hlm.
- Effendi, S. 1991. *Bercocok Tanam Jagung*. Yasaguna. Jakarta. 95 Hlm.
- Endriani. 2010. Sifat Fisika dan Kadar Air Tanah Akibat Penerapan Olah Tanah Konservasi. *Jurnal Hidrolitan* 1(1) : 26 – 34.
- Fauzan, M., A. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Mulsa terhadap Biomassa Akar dan Stabilitas Agregat Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiate* L.) di Gedung Meneng Musim Tanam Ketiga. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 46 Hlm.
- Foth, D., H. 1978. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. UGM. Yogyakarta. 374 Hlm.
- Frangky, J. 2011. Simulasi Biomassa Akar, Batang, Daun dan Biji Jagung Hibrida pada Beberapa Perlakuan Pemberian Nitrogen. *Jurnal Eugenia* 17(1) : 35-45.
- Gozali, I. 2012. *Aplikasi Analisis Multivarietas Dengan Program SPSS*. Universitas Diponegoro. Yogyakarta. 264 Hlm.
- Hakim, N. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung. Lampung. 488 Hlm.
- Hanafiah, K.A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 Hlm.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademia Pressindo. Jakarta. 288 hlm.
- Haynes, R. J. 1986. *The Decomposition Process: Mineralization, Immobilization, Humus formation and Degradation*. Academic press. Wisconsin 52-109pp.

- Henly, Y., D. Rina, dan H. Rachmat. 2019. Hubungan Bobot Isi dan Kemantapan Agregat Tanah dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis dan Cabai Merah setelah diberikan Kombinasi Terak Baja dan Bokashi Sekam Padi pada Andisol, Lembang. *Jurnal Agrikultura* 30 (1): 1-7.
- Hulopi, F. 2012. Penggunaan Pupuk N P K pada Tanah Bekas Pemberian Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau. *Jurnal Buana Sain* 12(1): 43-50.
- Irma, E., W. R. Dyah, dan R. Rogomulyo. 2017. Pengaruh Takaran Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Alami Diperkaya Mikroba Fungsional terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Vegetalika* 6(4): 28-40.
- Isrun. 2006. Pengaruh Dosis Pupuk P dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan P dan hasil Jagung Manis (*Zea mays* var Saccharata sturt) pada Inceptisols Jatinangor. *Jurnal Agrisains* 7 (1) : 9-17.
- Junedi, H., I.A. Mahbub, dan Zurhalena. 2013. Pemanfaatan Kompos Kotoran Sapi dan Ara Sungsang untuk Menurunkan Kepadatan Ultisol. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains* 15 (1) : 47-52.
- Kartasapoetra, A.G. dan M.M. Sutedjo. 2010. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 Hlm.
- Kasryno, F. 2002. *Perkembangan Produksi dan Konsumsi Jagung Dunia Selama Empat Dekade yang Lalu dan Implikasinya Bagi Indonesia*. Badan Litbang Nasional Agribisnis Jagung. Bogor. 110 Hlm.
- Kemper, E.W. and R.C. Rosenau. 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. In: A. Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part 1*. 2nd ed. ASA. Madison. Wisconsin. 461 pp.
- Khoirul, Y. 2016. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Kemantapan Agregat pada Pertanian Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 46 Hlm.
- Komalasari, O. dan K. Fauziah. 2009. Pengaruh Kualitas Biji Jagung pada Berbagai Taraf Pemupukan Nitrogen terhadap Vigor Benih Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Scrcalia*. Balai Penelitian Tanaman Serelia.
- Lingga, P. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 149 Hlm.
- Lingga, P. dan Marsono. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 146 Hlm.

- Martin, J. P., W. P. Martin, J. B. Page, W. A. Raney, and J. D. De Ment. 1955. Soil Aggregation. *Jurnal Advances in Agronomy* 7: 1-38.
- Matangaran, J., R. C. Wibowo, dan Suwarna. 2010. Pertumbuhan Semai Sengon dan Mangium pada Tanah Padat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 15(3): 153-157.
- McCalla, T. M. 1944. Water-Drop Method of Determining Stability of Soil Structure. *Soil Sci Journal* 58(2): 117-121.
- Murbando. 2000. *Membuat Kompos*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta. 54 Hlm.
- Musa, Y., Nasaruddin, dan M.A. Kuruseng. 2007. Evaluasi Produktivitas melalui Pengelolaan Populasi Tanaman, Pengolahan Tanah, dan Dosis Pemupukan. *Jurnal Agrisistem* 3(1): 21-33.
- Nita, C. E., B. Siswanto dan W.H. Utomo 2015. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik (Blotong dan Abu Ketel) terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Tebu pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumber daya Lahan* 2(1): 119-127.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 116 Hlm.
- Nurida, N. L. dan U. Kurnia. 2009. Perubahan Agregat Tanah pada Ultisols akibat Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik. *Jurnal Tanah dan Iklim* 30 : 37- 46.
- Nursyamsi, D. dan Suprihatin. 2005. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Kedelai (*Glycine max*). *Buletin Agronomi* 33 (3): 40 – 47.
- Parapasan, Y., R. Subiantoro, dan M. Utomo. 1995. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Kekerasan dan Kerapatan Lindak Tanah pada Musim Tanam XVI. *Prosiding Seminar Nasional-V Budidaya Petanian Olah Tanah Konservasi*. Universitas Lampung. 82 Hlm.
- Patola, E . 2008. Analisis Pengaruh Dosis pupuk Urea dan Jarak Tanam terhadap Produktivitas Jagung Hibrida P21 (*Zea mays* L.). *Jurnal Inovasi Pertanian* 7 (1) : (51 - 65).
- Prasetyo, B. H. dan D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2): 39-47.

- Prasetyo, A., W. H. Utomo, dan E. Listyorini. 2014. Hubungan Sifat Fisik Tanah, Perakaran dan Hasil Ubi Kayu Tahun Kedua pada Alfisol Jatikerto akibat Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik (NPK). *Jurnal Tanah dan Sumber daya Lahan* 1(1) : 27-38.
- Purwono dan R. Hartono. 2008. *Bertanam Jagung Unggul*. Swadaya. Jakarta. 68 Hlm.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2017. *Buku Statistika Pertanian*. Kementerian Pertanian. Jakarta. 362 hlm.
- Rachman, A., S.H. Anderson., C.J. Gantzer, and A.L. Thompson. 2003. Influence of Long-Term Cropping Systems on Soil Physical Properties Related to Soil Erodibility. *Soil Science Society of America Journal* 67 : 637-644.
- Rachman, L., M. N. Latifa, dan Nurida. 2015. Efek Sistem Pengolah Tanah terhadap Bahan Organik Tanah, Sifat Fisik Tanah, dan Produk Jagung pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Kabupaten Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015*. 27 Hlm.
- Rafiuddin, P., Rusnadi dan M. Tandi. 2006. Efek Sistem Olah Tanah dan Super Mikro Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung. *Jurnal Agronomi* 10(1): 9-25.
- Raharja, T. P. 2005. Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Sifat Fisik Alfisol dan Hasil Tanaman Jagung dalam Sistem Tumpangsari. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 67 Hlm.
- Ricky, A., B. S. Irwan, dan M. Utomo. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Struktur Tanah, Bobot Isi, Ruang Pori Total Dan Kekerasan Tanah Pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *J. Agrotek Tropika*.3 (2) : 283-289.
- Russel, S., 1977. Plant Root System. Their Function and Interaction with the Soil. McGraw Hill Book Company (UK) Limited London. *Jurnal Tropika For Management*. 6 (11) : 43-53.
- Sarief, E. S. 1989. *Kesuburan Dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung. 51 Hlm.
- Sinukaban, N. dan L.M. Rahman. 1983. *Konservasi Departemen Ilmu-Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 44 hlm.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 412 hlm.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. 591 Hlm.

- Solyati. A., dan Z. Kusuma. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa terhadap Sifat Fisik, Perakaran, dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata L.*). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 14 (2) : 553- 558.
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2009. *Morfologi Tanaman dan Fase Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 281 Hlm.
- Sukartaatmadja. 2004. *Konversi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor. 89 Hlm.
- Sulaiman, Suprpto dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknik Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balittanah. Bogor. 45 Hlm.
- Sunaryo. 2009. Pertumbuhan dan Hasil Padi Sistem Intensifikasi pada Berbagai Populasi. *Skripsi*. UMY. Yogyakarta. 56 Hlm.
- Suprayogo, D., Widiyanto, P. Purnomosidhi, R. H. Widodo, F. Rusiana, Z.Z. Aini, N. Khasanah, dan Z. Kusuma. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur. Kajian Makroporositas Tanah. *Jurnal Agrivita* 26 (1): 60-68.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta. 219 Hlm.
- Suwardji, W. H. Utomo, dan Sukartono. 2012. Kemantapan Agregat Setelah Aplikasi Biochar di Tanah Lempung Berpasir pada Pertanaman Jagung di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Buana Sains* 12 (1): 61-68.
- Suwardji and P. I. Eberbech. 1998. Seasonal Changes of Physical Properties of an Oxidic Paleustalf after 16 Years of Direct Drilling or Conventional Cultivation. *Journal soil an Tillage Research* 49: 65-77.
- Syaputra, A. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Laju Dekomposisi Mulsa In Situ dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 61 Hlm.
- Tabor, S.R. and M.H. Sawit. 1986. Social Protection Via Rice : The OPK Program. *The Developing Economies* 39 (3). 267-294.
- Tisdal, J.M. and , J.M., Oades. 1982. Organic Matter and Water-Stable Aggregates in Soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-163.
- Tjokrowardojo, A. S. 2010. *Penetapan Teknologi Olah Tanah*. Swadaya. Jakarta. 355 Hlm.
- Trisnadewi, A. A. A. S, T.G.O. Susila dan I. W. Wijana. 2008. Pengaruh Jenis dan Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*). *Jurnal Pastura* 2(1) : 52-55.

- Udawatta, R and G. S. Henderson. 2003. Root Distribution Relationships to Soil Properties In Missouri Oak Stands: A Productivity Index Approach. *Soil Science Society of America Journal* 67 (6): 1869.
- Utomo, W. H. 2006. *Pengantar Fisika Tanah*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 345 Hlm
- Utomo, M., H. Buchari, dan I. S. Banuwa. 2012. *Olah Tanah Konservasi: Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca Pertanian Tanaman Pangan*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 94 Hlm.
- Utomo, M. 2014. *Olah Tanah Konservasi untuk Budidaya Jagung Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional IX Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*. Gorontalo. 201 Hlm.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Graha Ilmu. Bandar Lampung
- Wahyudi, I. 2009. Serapan N Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Akibat Pemberian Pupuk Guano dan Pupuk Hijau Lamtoro Pada Ultisol Wanga. *Jurnal Agroland* 16 (4) : 265 – 272.
- Yogi, I. 2018. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa Akar, Kepadatan Tanah, Kadar Air Tanah, dan Kerapatan Isi Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*) di Tanah Ultisol Gedung Meneng Musim Kedua. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 Hlm.