

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN
JANGKA PANJANG TERHADAP LAJU INFILTRASI TANAH PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHUN KE-29 DI LAHAN
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

WAHYU KURNIAWAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP LAJU INFILTRASI TANAH PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHUN KE-29 DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG

Oleh

WAHYU KURNIAWAN

Pengolahan tanah dan pemupukan akan berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah yang salah satunya dicirikan oleh ketersediaan bahan organik tanah. Ketersediaan bahan organik salah satunya dapat meningkatkan infiltrasi tanah. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap laju infiltrasi tanah, serta untuk mengetahui interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap laju infiltrasi tanah. Faktor pertama adalah sistem olah tanah yaitu T1 = olah tanah intensif, T2 = olah tanah minimum, T3 = tanpa olah tanah, dan faktor kedua adalah pemupukan nitrogen yaitu N0 = 0 kg N ha⁻¹ dan N1 = 200 kg N ha⁻¹. Data laju infiltrasi akhir diperoleh dari nilai laju infiltrasi akhir yang tertera pada borang isian laju infiltrasi. Setelah laju infiltrasi dari setiap perlakuan didapatkan, masing-masing laju infiltrasi ditentukan klasifikasinya yang didasarkan pada klasifikasi laju infiltrasi tanah. Nilai sorptivitas diperoleh dari jumlah air yang ditambahkan sebelum mencapai titik laju infiltrasi konstan. Nilai sorptivitas sesuai teori diperoleh dengan persamaan sebagai berikut : Sorptivitas (S) = Porositas () – Kadar Air awal.

Wahyu Kurniawan

Untuk mengetahui tingkat kepercayaan data dalam setiap ulangan digunakan interval kepercayaan (CI) 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa olah tanah konservasi cenderung meningkatkan laju infiltrasi dibanding olah tanah intensif. Kombinasi pemupukan nitrogen 200 kg N ha⁻¹ dengan tanpa olah tanah (N1T3) cenderung meningkatkan laju infiltrasi lebih tinggi dibanding olah tanah intensif. Namun demikian, kelas laju infiltrasi tanah pada setiap kombinasi perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen termasuk ke dalam kelas sedang-cepat.

Kata kunci : *infiltrasi tanah, pemupukan nitrogen, sistem olah tanah*

**PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN
JANGKA PANJANG TERHADAP LAJU INFILTRASI TANAH PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHUN KE-29 DI LAHAN
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

Oleh

Wahyu Kurniawan

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP LAJU INFILTRASI TANAH PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHUN KE-29 DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Wahyu Kurniawan**

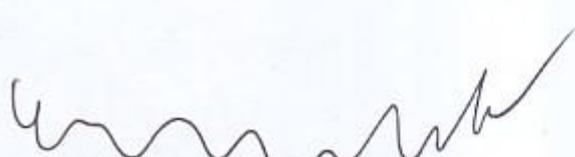
Nomor Pokok Mahasiswa : 1314121186

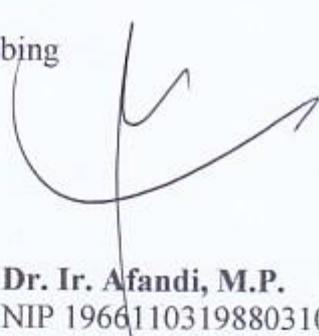
Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.
NIP 195007161976031002


Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196611031988031002

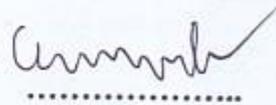
2. Ketua Jurusan Agroteknologi


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

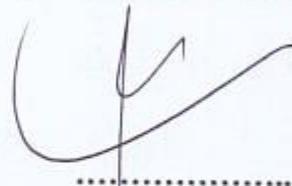
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.


.....

Sekretaris : Dr. Ir. Afandi, M.P.


.....

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamaluddin Syam, M.S.


.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Januari 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP LAJU INFILTRASI TANAH PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHUN KE-29 DI LAHAN POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG" merupakan hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing 1) Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc. dan 2) Dr. Ir. Afandi, M.P. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll.) yang telah dipublikasi sebelumnya atau bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain. Jika pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Februari 2019
Yang membuat pernyataan



Wahyu Kurniawan
NPM 1314121186

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Wahyu Kurniawan, dilahirkan pada 28 Februari 1996 di Majapahit, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis adalah anak pertama dari pasangan Bapak Ismail dan Ibu Sarwini.

Penulis menyelesaikan pendidikan di MI An-Nuur GUPPI Majapahit pada 2007, MTs GUPPI 03 Astomulyo pada 2010, dan SMA Negeri 1 Punggur pada 2013. Pada 2013, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada Juli sampai Agustus 2016 Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di BALITTANAH KP Taman Bogo. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Tanjung Anom, Kecamatan Terusan Nunyai, Kabupaten Tulang Bawang Barat Pada Januari sampai Februari 2017. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada Tahun 2015/2016, Klimatologi Pertanian pada Tahun 2015/2016. Penulis juga menjadi tutor BBQ Fakultas Pertanian. Penulis juga aktif di organisasi internal kampus yaitu UKMF Forum Studi Islam Fakultas Pertanian menjadi Ketua Umum pada tahun 2015/2016, UKMU Bina Rohani Islam Mahasiswa menjadi kepala departemen kaderisasi pada tahun 2016 dan ketua umum pada tahun 2017, Badan Semi Otonom Bimbingan Baca Qur'an menjadi ketua pada tahun 2018. Selain

itu, pada tahun 2016 penulis menjadi ketua Badan Pengurus Kampus Ikatan Mahasiswa Muslim Pertanian Indonesia Universitas Lampung, tahun 2017-2019 penulis menjadi ketua Pusat Komunikasi Daerah Forum Silaturahmi Lembaga Dakwah Kampus Provinsi Lampung. Penulis juga pernah aktif dalam PERMA AGT (Persatuan Mahasiswa Agroteknologi) dan menjadi anggota biasa di tahun 2014/2015.

PERSEMBAHAN

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh
Alhamdulillahirabbil'alamin... Alhamdulillahirabbil'alamin...
Alhamdulillahirabbil'alamin...*

Segala puji dan syukur,
Kupersembahkan karya sederhana ini kepada ayah dan ibuku tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang dan dukungan yang tiada hentinya. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc., Dr. Ir. Afandi, M.P., dan Dr. Ir. Tamaluddin Syam, M.S selaku pembimbing dan pembahas skripsi saya yang telah memberi bimbingan selama penyusunan skripsi saya.

Serta
Almamater tercinta Universitas Lampung,

Semoga karya ini bermanfaat bagi banyak orang.
Aamiin

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

MOTTO

“Hai orang-orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(QS. Muhammad : 7)

“Berangkatlah kamu baik dalam keadaan merasa ringan maupun berat, dan berjihadlah kamu dengan harta dan dirimu di jalan Allah. Yang demikian itu adalah lebih baik bagimu, jika kamu mengetahui.”

(QS. At-Taubah : 41)

“The Show Must Go On”

SANWACANA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan seluruh proses penelitian yang dituangkan dalam karya ilmiah (Skripsi) dengan judul **“Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Laju Infiltrasi Tanah Pada Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Tahun Ke-29 di Lahan Politeknik Negeri Lampung”**

Selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini dengan kerendahan hati, penulis ingin menghaturkan 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. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,

4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M. Sc., selaku pembimbing pertama, yang selalu sabar membimbing, memberi motivasi, masukan, saran, kritik, arahan dalam penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi,
5. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P., selaku pembimbing kedua, yang selalu sabar membimbing, memberikan saran, kritik, masukan, dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi,
6. Bapak Dr. Ir. Tamaluddin Syam, M.S. selaku penguji atas segala saran dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Ir. Herry Susanto, M.P., selaku dosen pembimbing akademik atas segala bimbingan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan studi di Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung.
8. Ayah dan Ibu serta adik-ku tercinta yang selalu memberikan motivasi, limpahan kasih sayang, dan dukungan kepada penulis,
9. Saudaraku Pimpinan FOSI Fakultas Pertanian periode 2015/2016 : Adi, Muhammad Ikhwan Alrasyid, Sofyan, David, Izza, Rindang Wicaksono, Galang Indrajaya, Yogi, Andi, Aje, Diana, Dina, Desti, Nisa, Widya, Resti Farida, Resti Puspa Kartika Sari, Ayu, Ema, Silfi, dan Syarifa.
10. Saudaraku Pimpinan Birohmah Kabinet Dihati : Dani, Rian, Hanif, Hamid, Umar, Wicak, Galang, Erig, Triban, Teh Rizky, Uut, Ama, Dinati, Nisa, Ajeng, Dini, Ayu, Hunaifi, Suci, dan Rova.
11. Saudaraku Pimpinan Birohmah Kabinet Siap Siaga : Dedi, Dona, Herwan, Hilmi, Umar, Ridwan, Irvan, Adam, Alif, Affifah, Rifa, Syarifa, Dinati, Qudwah, Resti, Riska, Citra, Eka, dan Bella.

12. Saudaraku BPH Puskomda Lampung 2017/2018 : Dedi, Herwan, Alif, Irvan, Rian, Ridwan, Dona, Alrasyid, Ayu, Dinati, Retno, Melita, Teh Rizky, Devisa, Affifah, Himmah, Khadijah, Pina, Ajeng, Ika, dan Endah.
13. Saudaraku sahabat asrama etos : Muhammad Ikhwan Alrasyid, Rizki Rian Toni Tambunan, S.T., dan Rindang Wicaksono, S.P.
14. Saudaraku sobat hijrah 13 : Edius, Suhendri, Ridho, Rahmad, Triban, Arief, Herwin, Fatkhul, Agus, Trio, Oki, Cahya, Haves, Zainuri, Wahyudi, Agum, dan seluruh sobat hijrah 13.
15. Kakak-kakakku E5 crew : Ka Ridwan, Ka Debi, Ka Seta, Ka Yasin, Ka Putra, Ka Rizki, Ka Sakban, Ka Imam, dan Ka Irham yang telah banyak memberikan motivasi dan semangatnya.
16. Adik-adikku penerima manfaat beasiswa etos Lampung 2018 : Wahyudi, Amiza, Dendi, Rendi, Sahrul, Rifa'i, Rican, Khozin, Soni, dan Hilmi.
17. Sahabat-sahabatku Novita, Ratna, dan Siti Nurrohmah atas segala dukungan dan kebersamaannya selama melaksanakan penelitian,
18. Teman-teman Agroteknologi angkatan 2013, atas dukungan dan kebersamaan selama menjalani perkuliahan,

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bandar Lampung, 18 Februari 2019
Penulis,

Wahyu Kurniawan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Kerangka Pemikiran.....	4
1.4. Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Budidaya Tanaman Jagung	9
2.2. Sistem Olah Tanah	10
2.3. Pemupukan Nitrogen	12
2.4. Infiltrasi Tanah.....	14
2.5. Pendugaan Infiltrasi	16
2.6. Sorptivitas	17
2.7. Model Persamaan Philip	18
2.8. Nilai Perkiraan Rata-Rata, Standar Deviasi, dan Koefisien Variasi untuk Sepuluh Sifat Tanah.....	18
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Metode Penelitian	22
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.5. Pengamatan	
3.5.1. Variabel Utama	24
3.5.2. Variabel Pendukung	26
3.6. Analisis Data.....	27

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Laju Infiltrasi	28
4.2. Klasifikasi Laju Infiltrasi	30
4.3. Diagram rata-rata Laju Infiltrasi dengan <i>Confidence Interval</i>	33
4.4. Sorptivitas	34
4.5. Rekapitulasi Analisis Ragam Variabel Pendukung Penelitian	37
4.5.1. Karbon Organik Tanah.....	38
4.5.2. Berat Volume Tanah dan Porositas Tanah	40

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA.....	44
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	47
Tabel 14 – 51	48-66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi laju Infiltrasi Kohnke	16
2. Nilai perkiraan rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi untuk sepuluh sifat tanah.	18
3. Contoh Borang Pengisian Laju Infiltrasi	26
4. Laju infiltrasi konstan pada setiap perlakuan	28
5. Hasil klasifikasi laju infiltrasi pada setiap perlakuan	30
6. Tekstur tanah pada kedalaman 0--20 cm dan 20--40 cm	32
7. Jumlah air yang ditambahkan sebelum mencapai laju infiltrasi konstant	34
8. Nilai sorpsivitas berdasarkan persamaan Philip	36
9. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N terhadap sifat tanah	37
10. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan N terhadap Karbon Organik Tanah.....	38
11. Berat volume tanah dan porositas tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm	41
12. Uji BNT pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap <i>bulk density</i>	41
13. Uji BNT pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap porositas.....	42
14. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 1)	48

Tabel	Halaman
15. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 2)	48
16. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 3)	49
17. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 4)	49
18. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 1).....	50
19. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 2).....	50
20. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 3).....	51
21. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 4).....	51
22. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 1)	52
23. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 2)	52
24. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 3)	53
25. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 0 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 4)	53
26. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 1)	54
27. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 2)	54
28. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 3)	55
29. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah intensif (Kelompok 4)	55

Tabel	Halaman
30. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 1).....	56
31. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 2).....	56
32. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 3).....	57
33. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + olah tanah minimum (Kelompok 4).....	57
34. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 1)	58
35. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 2)	58
36. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 3)	59
37. Rekapitulasi pengisian laju infiltrasi pada perlakuan 200 Kg N ha ⁻¹ + Tanpa olah tanah (Kelompok 4)	59
38. Data kadar air, <i>bulk density</i> , dan kadar air volumetrik	60
39. Data kadar air volumetrik, Porositas, dan nilai sorptivitas	60
40. Nilai interval kepercayaan dari setiap perlakuan	61
41. Data <i>bulk density</i> akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen kedalaman 5 cm	61
42. <i>Bulk density</i> akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	62
43. Uji bartlett <i>bulk density</i> akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	62
44. Analisis ragam <i>bulk density</i> akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	63
45. Data porositas tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm	63

Tabel	Halaman
46. Porositas tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm	64
47. Uji bartlett porositas tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	64
48. Analisis ragam porositas tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	65
49. C-organik tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen	65
50. Uji bartlett C-organik tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	66
51. Analisis ragam C-organik tanah akibat penerapan berbagai sistem olah tanah dan pemupukan Nitrogen pada kedalaman 5 cm.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Double ring infiltrometer	25
2. Diagram rata-rata laju infiltrasi dan selang kepercayaan pada setiap perlakuan	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Jagung merupakan komoditas pangan setelah padi yang memiliki peranan cukup penting di Indonesia. Hal ini ditunjukkan oleh tingginya produksi jagung di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2014 mencatat produksi jagung di Indonesia sebesar 19,0 juta ton. Peningkatan produksi mulai terjadi pada tahun 2015 menjadi 19,6 juta ton. Pada tahun 2016 produksi jagung masih melanjutkan tren peningkatan dengan capaian produksi sebesar 23,6 juta ton. Puncaknya, pada tahun 2017 produksi jagung sudah mencapai 28,9 juta ton (BPS,2015).

Jagung merupakan komoditas strategis sebagai sumber karbohidrat kedua setelah beras dan juga sebagai bahan baku pakan ternak, yang berarti jagung mempunyai peran penting dalam penyediaan protein hewani. Jagung menjadi salah satu tanaman pangan yang berkontribusi dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Hal tersebut yang menyebabkan permintaan jagung terus meningkat, sehingga kapasitas produksi jagung harus ditingkatkan untuk memenuhi permintaan pasar (Chafid, 2016).

Faktor-faktor yang meliputi sifat atau karakter agroklimat, intensitas dari jenis hama dan penyakit, varietas yang ditanam, umur panen serta teknologi usaha tani

menjadi tantangan dalam upaya peningkatan produktivitas jagung petani.

Intensifikasi usaha tani menjadi salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas jagung petani.

Salah satu intensifikasi usaha tani untuk meningkatkan produktivitas lahan adalah pengolahan tanah yang tepat. Proses ini perlu dilakukan mengingat tanah-tanah di Indonesia tergolong tanah suboptimal yang membutuhkan pengolahan tanah yang baik dan tepat. Teknologi pengolahan tanah merupakan salah satu dari pengelolaan tanah dalam pertanian. Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah (Rachman A. *dkk*,2004). Meskipun pekerjaan mengolah tanah secara teratur dianggap penting, tetapi pengolahan tanah intensif dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah, mempercepat erosi dan menurunkan kadar bahan organik di dalam tanah.

Atas dasar hal tersebut diatas, diperlukan sistem pengolahan tanah yang baik yaitu pengolahan tanah yang tidak menyebabkan kerusakan tanah secara signifikan serta dapat meningkatkan produksi tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang terdapat pada pasal 7 UU RI no. 12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman, bahwa pengelolaan lahan wajib mengikuti tata cara yang dapat mencegah timbulnya kerusakan lingkungan hidup dan pencemaran lingkungan berdasarkan azas manfaat, lestari, dan berkelanjutan.

Selain pengolahan tanah yang baik, usaha untuk meningkatkan produksi tanaman jagung juga dapat dilakukan dengan pemupukan. Pemupukan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menambahkan unsur hara kedalam tanah yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Unsur hara yang

dibutuhkan tanaman ada yang dibutuhkan dalam jumlah besar (makro) dan dalam jumlah kecil (mikro). Unsur hara makro terdiri atas unsur hara makro primer (N, P, dan K), dan unsur hara makro sekunder (Ca, Mg, dan S). Diantara unsur hara tersebut, nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi tanaman.

Menurut Utomo *dkk* (2016) nitrogen adalah unsur mineral yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Nitrogen berfungsi sebagai konstituen dari banyak komponen sel tumbuhan, termasuk asam amino dan asam nukleat. Oleh karena itu, pasokan nitrogen dalam tanah merupakan faktor yang sangat penting dalam kaitannya dengan pemeliharaan atau peningkatan kesuburan tanah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Pengolahan tanah dan pemupukan akan berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah yang salah satunya dicirikan oleh ketersediaan bahan organik tanah. Menurut Utomo *dkk.* (2016) bahan organik tanah merupakan komponen penyusun tanah penting yang mempengaruhi sifat biologi, fisika, dan kimia tanah. Bahan organik tanah terdiri dari bahan organik mati dan bahan organik hidup. Termasuk ke dalam bahan organik hidup adalah organisme yang ada di dalam tanah, seperti akar tanaman, fauna makro dan meso, protista, fungi, dan monera. Bahan organik mati adalah bahan organik di dalam tanah yang telah mengalami dekomposisi. Aktivitas biota tanah mendekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik dan senyawa organik lain termasuk senyawa humik yang digolongkan sebagai bahan organik mati. Bahan organik khususnya asam organik termasuk senyawa humik berperan dalam pembentukan agregat tanah, sehingga sangat mempengaruhi pembentukan struktur tanah. Perbaikan struktur tanah akibat

penambahan bahan organik selanjutnya menurunkan bobot isi, meningkatkan porositas, infiltrasi, aerasi, dan permeabilitas tanah.

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

1. Apakah sistem pengolahan tanah mampu mempengaruhi laju infiltrasi ?
2. Apakah aplikasi pupuk N mampu mempengaruhi laju infiltrasi ?
3. Apakah terjadi interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi pupuk N terhadap laju infiltrasi ?

1.2 Tujuan

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh sistem pengolahan tanah terhadap laju infiltrasi.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi pupuk N terhadap laju infiltrasi.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan aplikasi pupuk N terbaik terhadap laju infiltrasi.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jagung merupakan komoditas strategis sebagai sumber karbohidrat kedua setelah beras dan juga sebagai bahan baku pakan ternak, yang berarti jagung mempunyai peran penting dalam penyediaan protein hewani. Jagung menjadi salah satu tanaman pangan yang berkontribusi dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Hal tersebut yang menyebabkan permintaan jagung terus meningkat,

sehingga kapasitas produksi jagung harus ditingkatkan untuk memenuhi permintaan pasar (Chafid, 2016).

Peningkatan produksi jagung per satuan lahan dapat dilakukan dengan pengolahan tanah yang tepat dan pemupukan. Pengolahan tanah merupakan satu rangkaian penting dalam setiap proses budidaya tanaman. Tujuannya adalah untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang baik untuk pertumbuhan akar (Gill and Vanden Berg, 1967 *dalam* Rachman A. *dkk*,2004).

Jagung dapat tumbuh pada lahan dengan sistem olah tanah intensif (OTI) maupun olah tanah konservasi (OTK). Menurut Utomo (2015), dalam olah tanah secara intensif tanah diolah minimal dua kali, permukaan tanah bersih dari rerumputan dan mulsa, dan lapisan tanah diusahakan cukup gembur agar perakaran tanaman dapat berkembang dengan baik. Permukaan lahan yang bersih dan gembur memang memudahkan penanaman benih, tetapi tidak mampu menahan laju aliran air permukaan yang mengalir deras, sehingga banyak partikel tanah yang mengandung humus dan hara tergerus dan terbawa oleh air ke hilir. Kegemburan tanah pada olah tanah intensif ini dapat memudahkan laju penyerapan air ke dalam tanah.

Olah tanah konservasi merupakan teknologi penyiapan lahan yang berwawasan lingkungan. Utomo (2015) mendefinisikan olah tanah konservasi (OTK) merupakan langkah memanipulasi tanah seminimal mungkin, bahkan kalau mungkin tanah tidak diolah sama sekali. Persiapan lahan dan manajemen mulsa

merupakan kegiatan budidaya OTK penting karena yang menentukan berhasil atau tidaknya budidaya ini dalam meningkatkan konservasi tanah dan produktivitas lahan. Olah tanah konservasi (OTK) meliputi olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT).

Pengolahan tanah minimum adalah pengolahan tanah yang dilakukan terbatas atas seperlunya saja menurut kontur, misalnya sekitar lubang penanaman dan frekuensi pengolahan tanah sedikit. Kegunaan utama adalah untuk mengurangi erosi tanah (Jayasumarta, 2012). Sedangkan pada sistem tanpa olah tanah, permukaan tanah dibiarkan tidak terganggu kecuali alur kecil atau lubang tugal untuk penempatan benih. Sebelum tanam, gulma dikendalikan dengan herbisida layak lingkungan, yaitu yang mudah terdekomposisi dan tidak menimbulkan kerusakan tanah dan sumberdaya lingkungan lainnya (Utomo, 2015). Kedua sistem olah tanah ini mempertahankan struktur tanah salah satunya yaitu kepadatan tanah yang tetap karena tanah tidak diolah sama sekali. Oleh karena kemampuan tanah dalam menyerap air pun rendah.

Sistem olah tanah juga berpengaruh terhadap laju mineralisasi N tanah, potensial N organik termineralisasi dan net N termineralisasi (Fuady, 2010). Pengolahan tanah yang tidak mengindahkan kaidah konservasi tanah dan air akan memicu pencucian hara. Penelitian jangka panjang di Lampung membuktikan bahwa OTI sebagai cara persiapan yang banyak dilakukan petani justru memicu pencucian nitrat 9,7% lebih besar dibandingkan dengan olah tanah konservasi (OTK).

Sedangkan dalam olah tanah konservasi proses manipulasi tanah dikurangi, sehingga dengan hal tersebut proses mineralisasi hara pada tanah OTK dapat

dikurangi sehingga peluang terjadinya pencucian hara akan berkurang. Selain itu, dengan adanya mulsa residu tanaman dan gulma, proses aliran permukaan dan perlokasi juga diperlambat, sehingga erosi dan pencucian hara termasuk nitrat dapat dikurangi. Lebih rendahnya pencucian nitrat pada OTK disebabkan oleh lebih rendahnya laju nitrifikasi amonium menjadi nitrat akibat tidak diolahnya permukaan tanah, sehingga produksi nitrat tidak berlebihan dan peluang tercucinya nitrat makin sedikit (Utomo *dkk*, 2016).

Pengolahan tanah dan pemupukan akan berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah yang salah satunya dicirikan oleh ketersediaan bahan organik tanah. Pemupukan nitrogen dapat meningkatkan efisiensi penyerapan C dalam tanah. Hal ini ditunjukkan pada penelitian Gang li *dkk* (2017) pemupukan N mengurangi dekomposisi bahan organik tanah dan meningkatkan efisiensi penyerapan C dalam tanah melalui porsi residu tanaman yang tidak terurai. Unsur hara C merupakan salah satu komponen penyusun bahan organik.

Menurut Utomo *dkk*. (2016) bahan organik tanah merupakan komponen penyusun tanah penting yang mempengaruhi sifat biologi, fisika, dan kimia tanah. Bahan organik khususnya asam organik termasuk senyawa humik berperan dalam pembentukan agregat tanah, sehingga sangat mempengaruhi pembentukan struktur tanah. Perbaikan struktur tanah akibat penambahan bahan organik salah satunya dapat menurunkan bobot isi dan meningkatkan infiltrasi. Infiltrasi tanah merupakan laju masuknya air ke dalam tanah. Jika cukup air, maka air infiltrasi akan bergerak terus ke bawah yaitu ke dalam profil tanah. Laju infiltrasi didefinisikan sebagai volume air yang melewati tanah per unit luas per unit waktu,

laju infiltrasi memiliki dimensi kecepatan, LT^{-1} , di mana L = panjang dan T = waktu. Beberapa perbedaan aliran mungkin terjadi ketika bagian depan pembasahan bergerak ke bawah melalui tanah; dan, dalam beberapa kondisi, bahkan dengan cincin atau baskom besar, aliran yang berbeda tidak dapat diabaikan (Johnson, 1963).

Oleh karena itu kajian terhadap perbedaan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di pertanaman jaung (*Zea mays* L) terhadap laju infiltrasi penting dilakukan.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dibuat maka disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Laju infiltrasi tanah pada sistem olah tanah intensif (OTI) lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah konservasi.
2. Laju infiltrasi tanah pada dosis pupuk N1 (200 kg ha^{-1}) lebih tinggi dibandingkan N0 (0 kg ha^{-1}).
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemberian pupuk nitrogen jangka panjang terhadap laju infiltrasi tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Tanaman Jagung

Jagung selain untuk keperluan pangan, juga digunakan untuk bahan baku industri pakan ternak, maupun ekspor. Teknologi produksi jagung sudah banyak dihasilkan oleh lembaga penelitian dan pengkajian lingkup Badan Litbang Pertanian maupun Perguruan Tinggi, namun belum banyak diterapkan di lapangan. Penggunaan pupuk urea misalnya ada yang sampai 600 kg ha^{-1} jauh lebih tinggi dari kisaran yang seharusnya diberikan yaitu $350\text{-}400 \text{ kg ha}^{-1}$. Teknologi pasca panen yang masih sederhana mengakibatkan kualitas jagung di tingkat petani tergolong rendah sehingga harganya menjadi rendah. hal ini dikarenakan petani pada umumnya menjual jagungnya segera setelah panen. Cara pengeringan yang banyak dilakukan, yaitu pengeringan di pohon sampai kadar air 23-25% baru dipanen dan langsung dipipil yang selanjutnya dijual (Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008).

Tanaman jagung toleran terhadap tanah yang memiliki tingkat kemasaman pada kisaran pH 5,6–7,5 dengan ketinggian 1000–1800 m dpl. Namun ketinggian tempat yang optimum untuk budidaya jagung antara 50–600 m dpl. Untuk tumbuh dengan optimal, jagung menghendaki penyinaran matahari yang penuh, jika di tempat yang teduh pertumbuhan jagung akan merana dan tidak mampu

membentuk buah. Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100–140 mm/bulan. Oleh sebab itu penanaman dilakukan dengan memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Suhu yang dikehendaki tanaman jagung untuk pertumbuhan terbaiknya antara 21°C–34°C (Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh, 2009).

Pengolahan tanah untuk penanaman jagung dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu olah tanah sempurna (OTS) dan tanpa olah tanah (TOT) bila lahan gembur. Namun bila tanah berkadar liat tinggi sebaiknya dilakukan pengolahan tanah sempurna (intensif). Pada lahan yang ditanami jagung dua kali setahun, penanaman pada musim penghujan (rendeng) tanah diolah sempurna dan pada musim tanam berikutnya (musim gadu) penanaman dapat dilakukan dengan tanpa olah tanah untuk mempercepat waktu tanam (Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008).

2.2 Sistem Olah Tanah

Teknologi pengolahan tanah merupakan salah satu dari pengelolaan tanah dalam pertanian. Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah (Rachman A. *dkk*, 2004). Dengan mengolah tanah diharapkan aerasi tanah meningkat dan pertumbuhan gulma menurun, sehingga ketersediaan unsur hara meningkat, yang akhirnya tanaman akan tumbuh dan berproduksi dengan baik (Utomo, 2015).

Menurut Utomo (2015), dalam olah tanah secara intensif tanah diolah minimal dua kali, permukaan tanah bersih dari rerumputan dan mulsa, dan lapisan tanah

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

Olah tanah konservasi merupakan teknologi penyiapan lahan yang berwawasan lingkungan. Utomo (2015) mendefinisikan olah tanah konservasi (OTK) merupakan langkah memanipulasi tanah seminimal mungkin, bahkan kalau mungkin tanah tidak diolah sama sekali. Persiapan lahan dan manajemen mulsa merupakan kegiatan budidaya OTK penting karena yang menentukan berhasil atau tidaknya budidaya ini dalam meningkatkan konservasi tanah dan produktivitas lahan. Olah tanah konservasi (OTK) meliputi olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT).

Sistem tanpa olah tanah adalah suatu sistem olah tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, dengan tetap memperhatikan konservasi tanah dan air. Teknologi tanpa olah tanah (TOT) merupakan rumpun teknologi olah tanah konservasi (OTK) paling ekstrem. Permukaan tanah pada sistem TOT dibiarkan tidak terganggu kecuali alur kecil

atau lubang tugal untuk penempatan benih. Sebelum tanam, gulma dikendalikan dengan herbisida layak lingkungan, yaitu yang mudah terdekomposisi dan tidak menimbulkan kerusakan tanah dan sumberdaya lingkungan lainnya (Utomo, 2015). Manfaat tanpa olah tanah untuk mengurangi risiko pemadatan dan meningkatkan kualitas struktural meningkat dalam jangka panjang. Manajemen tanpa olah tanah dapat memiliki efek positif pada sifat fisik tanah dengan tergantung pada tingkat kelas tekstur tanah dan durasi manajemen (Blanco-Canqui *dkk*, 2018).

Pada metode TOT ini manfaat lain yang didapatkan adalah pengurangan atau pencegahan erosi tanah dan pemeliharaan kesuburan tanah. Selain itu, ada penghematan yang pasti dalam investasi dan waktu mesin diperlukan untuk persiapan persemaian. Sistem pertanian konservasi ini mungkin juga mengurangi polusi dari lahan pertanian (Lal, 1985).

Pengolahan tanah minimum adalah pengolahan tanah yang dilakukan terbatas atas seperlunya saja menurut kontur, misalnya sekitar lubang penanaman dan frekuensi pengolahan tanah sedikit. Kegunaan utama adalah untuk mengurangi erosi tanah (Jayasumarta, 2012).

2.3 Pemupukan Nitrogen

Nitrogen adalah unsur mineral yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Nitrogen berfungsi sebagai konstituen dari banyak komponen sel tumbuhan, termasuk asam amino dan asam nukleat. Oleh karena itu, kekurangan nitrogen sangat menghambat pertumbuhan tanaman. Jika kekurangan tersebut berlanjut,

sebagian besar akan menunjukkan gejala klorosis (daun menguning), terutama pada daun tua bagian bawah tanaman. Nitrogen dapat diserap tanaman dalam tanah dalam bentuk organik atau anorganik. Tetapi konsentrasi senyawa ini tidak semua dapat diukur dengan cara analisis tanah rutin. Tanaman menyerap nitrogen dari dalam larutan tanah dalam bentuk kation amonium (NH_4^+) dan anion nitrat (NO_3) (Utomo *dkk*, 2016).

Sumber nitrogen berasal dari proses mineralisasi yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah. Sumber nitrogen lain yang tersedia untuk tanaman adalah dari pupuk N yang tersisa di dalam tanah dari aplikasi pupuk sebelumnya (*residual nitrogen*), yang mungkin ada dalam bentuk nitrogen anorganik, atau sisa tanaman dan biomassa mikroba tanah. Selain sisa nitrogen yang terdapat dalam tanah dari pertanaman sebelumnya, nitrogen juga didapat dari pemberian pupuk rekomendasi untuk tanaman yang didasarkan pada kebutuhan tanaman akan nitrogen untuk mendapatkan hasil yang diharapkan (Utomo *dkk*, 2016).

Hasil penelitian Wen *dkk* (2017) mengungkapkan bahwa mineralisasi N organik adalah proses dominan yang menopang jumlah tanah yang disuplai N, memberikan kontribusi 81,51-121,54 kg N hm^{-2}a di bawah pola pemanfaatan lahan yang berbeda. Proses seperti pengendapan N atmosfer, dekomposisi serasah dan limpasan permukaan dapat mempengaruhi jumlah tanah yang disuplai N juga. Secara rinci, deposisi N atmosfer berkontribusi 11,88–27,79 kg N hm^{-2}a ke tanah yang dipasok N. Pembusukan serasah di hutan konifer, berdaun lebar dan campuran memberikan 57,31-59,26 kg N hm^{-2}a ke tanah yang disuplai N, yang menyumbang lebih dari setengah dari N disediakan oleh mineralisasi N organik.

Limpasan permukaan mengurangi tanah yang disuplai N sekitar 14,78% (73,57 kg N hm⁻²a) di hutan semak. Kapasitas pasokan N tanah di bawah berbagai jenis penggunaan lahan berkisar antara 1,43 hingga 8,30, yang mengindikasikan kesuburan yang cukup untuk pertumbuhan tanaman dan permintaan yang terus-menerus untuk pengelolaan N tanah.

2.4 Infiltrasi Tanah

Infiltrasi sebagai masuknya air ke bawah ke tanah, dan laju infiltrasi (kapasitas infiltrasi) sebagai tingkat maksimum di mana tanah akan menyerap air yang tertampung di permukaan pada kedalaman yang dangkal. Laju infiltrasi didefinisikan sebagai volume air yang melewati tanah per unit luas per unit waktu, laju infiltrasi memiliki dimensi kecepatan, LT^{-1} , di mana L = panjang dan T = waktu. Beberapa perbedaan aliran mungkin terjadi ketika bagian depan pembasahan bergerak ke bawah melalui tanah; dan, dalam beberapa kondisi, bahkan dengan cincin atau baskom besar, aliran yang berbeda tidak dapat diabaikan (Johnson, 1963).

Kecepatan infiltrasi, yang dikenal juga sebagai laju asupan, telah ditentukan sebagai volume air bergerak ke bawah ke permukaan tanah per unit luas per unit waktu dan memiliki dimensi kecepatan. Kecepatan infiltrasi maksimum setara dengan laju infiltrasi. Karena definisi ini tidak melibatkan batasan pada area aplikasi atau perbedaan aliran dalam tanah, deskripsi metode pengukuran harus ditentukan. Dalam pekerjaan tanah, laju infiltrasi atau kecepatan biasanya dilaporkan dalam inci per jam atau sentimeter per jam. Kadang-kadang mereka dilaporkan dalam kaki per tahun atau kaki per hari (Johnson, 1963).

Hasil penelitian de Almeida *dkk* (2017) infiltrasi air ke dalam tanah lebih dipengaruhi oleh tutupan vegetasi, tergantung pada tipe penggunaan lahan, daripada oleh sistem pengolahan tanah. Kami menemukan bahwa pada awalnya, pengolahan tanah menyebabkan perubahan yang lebih besar pada infiltrasi air daripada efek tutupan vegetasi, seperti yang diverifikasi di tanah kosong dan kedelai dengan sistem pengolahan tanah konvensional. Selain itu, infiltrasi air cenderung lebih kecil di daerah di bawah tanah gundul daripada di daerah di bawah sistem konservasi tanah.

Zhipeng *dkk* (2017) mengatakan tipe penggunaan lahan juga secara signifikan mempengaruhi tidak hanya nilai-nilai karakteristik infiltrasi tetapi juga variabilitas spasial keseluruhan dan skala spesifik mereka. Olah tanah ditemukan memiliki dampak besar pada karakteristik infiltrasi. Faktor yang mendominasi karakteristik infiltrasi adalah skala dan spesifik juga bervariasi dengan tipe penggunaan lahan.

Besarnya laju infiltrasi yang terjadi pada suatu tempat akan berbeda-beda dengan tempat lain dan begitu juga dengan waktu. Hal ini sangat dipengaruhi oleh: (a) faktor tanah seperti; tekstur, struktur, jenis mineral klei, stabilitasi agregat, pemadatan tanah, kadar air tanah, dan ketebalan serta komposisi lapisan atau horizon penyusun profil tanah; (b) faktor tanaman, seperti kanopi, batang dan sistem perakaran tanaman; (c) kelerengan, terutama kapasitas infiltrasi konstan; (d) temperatur yang mempengaruhi kekentalan (*viscosity*) air; dan (e) perubahan musim dan tataguna tanah (Utomo *dkk*, 2016).

Johnson (1963) mengungkapkan faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi. Infiltrasi tergantung pada kondisi kimia-fisik sedimen dan karakteristik hidraulik chenciical dari air dalam sedimen tersebut, yang keduanya dapat berubah seiring waktu. Tingkat infiltrasi dipengaruhi oleh tekstur dan struktur sedimen (tanah), kondisi permukaan sedimen, distribusi kelembaban tanah atau tegangan kelembaban tanah, sifat kimia dan fisik air, kepala air yang diaplikasikan, kedalaman ke air tanah, lamanya waktu aplikasi air, aktivitas biologis, suhu air dan sedimen, persentase udara yang terperangkap dalam sedimen, tekanan atmosfer, dan jenis peralatan atau metode yang digunakan.

Laju infiltrasi di klasifikasikan oleh Kohnke (Sumber : Kohnke 1968 dalam Sofyan, 2006) seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi laju Infiltrasi Kohnke

Kelas	Laju Infiltrasi Konstant (mm jam ⁻¹)	Laju Infiltrasi Konstant (cm jam ⁻¹)
Sangat Lambat	1	0,1
Lambat	1 - 5	0,1 - 0,5
Sedang-Lambat	5 - 20	0,5 - 2
Sedang	20 - 65	2 - 6,5
Sedang-Cepat	65 - 125	6,5 - 12,5
Cepat	125 - 250	12,5 - 25
Sangat Cepat	>250	>25

2.5 Pendugaan Infiltrasi

Laju infiltrasi dapat diukur di lapangan dengan mengukur curah hujan, aliran permukaan, dan menduga faktor-faktor lain dari siklus air, atau menghitung laju infiltrasi dengan analisis hidrograf. Mengingat cara tersebut memerlukan biaya yang relatif mahal, maka penetapan infiltrasi sering dilakukan pada luasan yang

sangat kecil dengan menggunakan suatu alat yang dinamai infiltrometer. Ada beberapa macam infiltrometer yang dapat digunakan untuk menetapkan laju infiltrasi, yaitu: (1) ring infiltrometer (single atau double/concentric-ring infiltrometer); (2) wells, auger hole permeameter; (3) pressure infiltrometer; (4) closed-top permeameter; (5) crust test; (6) tension and disc infiltrometer; (7) driper; dan (8) rainfall (Dariah *dkk*, 2006).

Keunggulan dari penggunaan ring infiltrometer dibandingkan dengan beberapa alat lainnya adalah relatif murah, mudah untuk menggunakan dan menganalisis datanya, serta tidak memerlukan keterampilan yang tinggi dari penggunanya. Kelemahan dari alat ini adalah peluang untuk terjadinya gangguan terhadap tanah relatif tinggi (Dariah *dkk*, 2006).

2.6 Sorptivitas

Sorptivitas didefinisikan sebagai konstanta proporsionalitas infiltrasi kumulatif dan diatur oleh sifat fisik permukaan tanah seperti tekstur, derajat agregasi dan stabilitas agregat (Shaver *dkk*, 2012).

Aribisala (2007) menyampaikan sorptivitas adalah parameter tunggal yang dapat digunakan untuk mengukur air yang masuk ke dalam tanah pada waktu tertentu, memprediksi resapan air tanah dan erosi tanah, menentukan konduktivitas hidrolis jenuh serta memprediksi difusivitas air tanah.

2.7 Model Persamaan Philip

Beberapa contoh model estimasi laju infiltrasi dalam kondisi kesetimbangan (steady state) dikemukakan oleh Philip yaitu sebagai berikut:

$$i = \frac{1}{2} S t^{-1/2} + K_s$$

dimana: i = kumulatif infiltrasi; $S = S(\theta_o, \theta_i)$ adalah sorptivity, merupakan fungsi dari kadar air boundary dan kadar air awal. Cara sederhana untuk mengukur sorptivity adalah dengan menetapkan kemiringan dari I (laju infiltrasi) versus $t^{1/2}$ pada saat awal (initial values dari t); K_s = konduktivitas hidrolik dalam keadaan jenuh atau steady infiltrability.

$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt}$$

dimana: f = kapasitas infiltrasi atau laju maksimum infiltrasi pada suatu saat (cm jam-1); f_c = kapasitas infiltrasi pada saat infiltrasi telah konstan (steady state); f_o = laju infiltrasi awal; k = konstanta yang menggambarkan fungsi; dan t adalah waktu (Dariah *dkk*, 2006).

2.8 Nilai Perkiraan Rata-Rata, Standar Deviasi, dan Koefisien Variasi Untuk Sepuluh Sifat Tanah.

Tabel. 2 Nilai Perkiraan Rata-Rata, Standar Deviasi, dan Koefisien Variasi Untuk Sepuluh Sifat Tanah.

Parameter	Means	Standard deviasi	Koefisien Variasi	Sumber
<i>Varaisi Rendah</i>				
1. Bulk density (g/cm ³)	1,3	0,09	6,9	Gumaa (1978), 5 combined depths on 64 cores. Arizona, with 15 hectares,

				contained 5 series, each a "typic torrifluent."
	1,4	0,095	6,8	Nielsen <i>et al.</i> (1973), combined data for 6 depths. California, Panoche, 20 sites within 150 ha (had additional replicates).
	1,5	0,11	7,3	Cassel and Bauer (1975) 30-60 cm depth, North Dakota, Maddock sandy loam within 1,3 ha.
	40/45	4,5/4,8	11/11	Nielsen <i>et al.</i> , 30 cm depth and combined depths
2. Kadar Air (%) pada tegangan nol (cm^3/cm^3)	47	4,8	10	Cameron (1978), 15-30 cm depth Saskatchewan, Bainsville, 225 m^2
<i>Variasi Sedang</i>				
	53/28/1 9	15/9.1/6.8	28/32/36	Gumaa, 30 cm, 64 sites
	59/29/1 2	22/18/6.4	37/62/53	Gumaa, 5 depths, at 64 sites
	26/27/4 7	11/6/8	42/22/17	Nielsen <i>et al.</i> , 30-45 depths
	24/30/4 5	14/8/10	58/27/22	Nielsen <i>et al.</i> , 12 combined depth
4. 0,1/15 bar	27/9.5	5.4/3.1	20/33	Gumaa, 30 cm depth
(% kadar air, g/g)	23/7.5	9.2/3.8	40/51	Gumaa, 5 combined depth
0.2 bar (cm^3/cm^3)	32	5.4	17	Nielsen <i>et al.</i> , 30 cm depth
	32	7.7	24	Nielsen <i>et al.</i> , combined depth
2.2 bar cm^3/cm^3)	34	4.1	12	Cameron, 15-30 cm depth
15 bar (g/g)	4.5	1.4	31	Cassel and bauer, 30-60 depth
<i>Variasi tinggi</i>				

5. Konduktivitas hidrolik jenuh (cm/jam)	14	26	190	Gumaa, 5 combined depths on 64 cores
Konduktivitas hidrolik jenuh (cm/hari)	20	22	110	Nielsen <i>et al.</i> , 30 cm depth
	35	30	86	Nielsen <i>et al.</i> , combined depth
Konduktivitas hidrolik jenuh (in/jam)	0.62	0.64	100	Willardson and Hurst (1965), calif., 0-90 cm depth, Gila Vinton, 330 values, scattered area
6. Konduktivitas hidrolik tak jenuh (cm/hari) (kejenuhan 90% dan 60%)	0.63/ 0.0026	1.75/0.011	280/420	Nielsen <i>et al.</i> , 30 cm depth
	4.9/ 0.12	8.1/0.47	170/400	Nielsen <i>et al.</i> , combined depth
7. Koefisien difusi nyata (cm ² /hari)	370	(2.4)(10) ⁶	(6.5)(10) ⁶	Biggar and Nielsen (1976), all depths, 150 hectare pnoche site
8. Kecepatan air pori (cm/hari) (dari air dan zat terlarut)	44/40	7300/ 4400	(1.7)(10) ⁴ / (1.1)(10) ⁴	Bigger and Nielsen, all depths.
9. Konduktivitas listrik dalam $\mu\text{mho/cm}$ untuk 1:1 ekstrak dan ekstrak eksternal	3200/ 3100	8100/ 3900	250/130	Wagenet and jurinak (1978), 7.5-15 cm depth, Utah, Mancos Shale, within 777 km ²
10. Log skala koefisien (tidak ada unit)	-0.136	0.512	380	Warrick <i>et al.</i> (1977), Panoche combined depths. From Nielsen <i>et al.</i> , above

Sumber : Hillel (1980)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Oktober 2016 sampai dengan bulan Januari 2017. Penelitian yang merupakan penelitian jangka panjang tahun ke-29 dengan penerapan olah tanah konservasi dan perlakuan pemupukan N jangka panjang yang berlangsung sejak tahun 1987 ini dilakukan di kebun percobaan Politeknik Negeri Lampung. Pada musim ke-38 (tahun 2008) lahan diberakan selama satu tahun. Analisis contoh tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah : *double ring infiltrometer*, sekop, cangkul, gayung, kayu/papan, palu karet, ember, drum, penggaris, plastik, meteran, stopwatch, ring sampel, oven, dan timbangan elektrik.

Sedangkan bahan yang diperlukan diantaranya sampel tanah dan larutan *Calgon* untuk menentukan tekstur tanah (metode hydrometer), air untuk menentukan laju infiltrasi dan benih jagung Pioneer 27.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang yaitu T1 = Olah Tanah Intensif (OTI), T2 = Olah Tanah Minimum (OTM), T3 = Tanpa Olah Tanah (TOT), dan faktor kedua adalah pemupukan nitrogen jangka panjang yaitu N0 = 0 kg N ha⁻¹ dan N1 = 200 kg N ha⁻¹. Dengan demikian terbentuk 6 kombinasi perlakuan dengan 4 kelompok sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Adapun kombinasi perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut :

N0T1 = 0 kg N ha⁻¹ + olah tanah intensif

N0T2 = 0 kg N ha⁻¹ + olah tanah minimum

N0T3 = 0 kg N ha⁻¹ + tanpa olah tanah

N1T1 = 200 kg N ha⁻¹ + olah tanah intensif

N1T2 = 200 kg ha⁻¹ + olah tanah minimum

N1T3 = 200 kg ha⁻¹ + tanpa olah tanah

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengolahan tanah

Pada petak tanpa olah tanah (TOT) tanah tidak diolah sama sekali, gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida Roundup dengan dosis 3 - 5 liter ha⁻¹ dan Lindomin dengan dosis 0,5 - 1 liter ha⁻¹ pada dua minggu sebelum tanam dan gulmanya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah minimum (OTM) gulma yang tumbuh dibersihkan dari petak percobaan menggunakan koret,

kemudian gulma digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah intensif (OTI) tanah dicangkul setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan.

3.4.2 Pembuatan petak percobaan dan penanaman

Lahan dibagi menjadi 24 petak percobaan dengan ukuran tiap petaknya 4 m x 6 m dan jarak antar petak percobaan yaitu 0,5 m. Penanaman benih jagung varietas Pioneer 27 dengan cara membuat lubang tanam dengan jarak 25 cm x 75 cm, setelah itu ditanami 1 benih jagung per lubang tanam.

3.4.3 Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan cara larikan di sisi barisan tanaman jagung (*banding*). Sebagai pupuk dasar SP-36 dengan dosis 100 kg ha⁻¹ dan KCl dengan dosis 50 kg ha⁻¹ diberikan pada saat jagung berumur satu minggu setelah tanam. Sedangkan pupuk urea sebagai perlakuan dengan dosis 0 kg N ha⁻¹ dan 200 kg N ha⁻¹ diberikan dua kali yaitu sepertiga dosis pada saat jagung berumur satu minggu setelah tanam dan dua pertiga dosis pada saat jagung memasuki fase vegetatif maksimum yakni delapan minggu setelah tanam.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih jagung dan dilaksanakan lima hari setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan mencabut dan mengoret gulma yang tumbuh di petak percobaan yang dilaksanakan delapan minggu setelah tanam.

3.4.5 Panen

Panen dilakukan saat tanaman jagung berumur ± 104 HST atau setelah tongkol masak dengan cara mengupas kelobot jagung kemudian memotong tongkol dari batang. Ciri-ciri tongkol masak yaitu klobot telah mengering dan berwarna kuning, biji mengkilap, kering, keras dan tidak membekas bila ditekan dengan kuku.

3.4.6 Pengambilan Contoh Tanah

Penentuan lokasi pengambilan contoh tanah untuk pengamatan berat isi dan kadar air dilakukan sebelum melakukan pemasangan alat *double ring infiltrometer*.

Pengambilan contoh tanah di sekitar tabung *infiltrometer* diambil pada kedalaman 0-20 cm dengan menggunakan ring sampel.

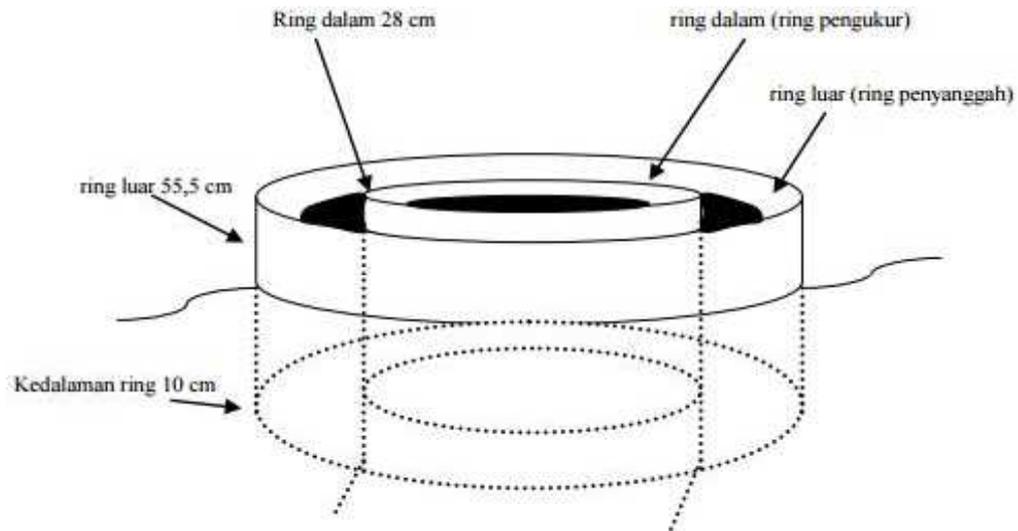
3.4.7 Analisis Tanah

Analisis tanah pendukung dianalisis di Laboratorium Fisika tanah Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang meliputi kadar air tanah, ruang pori tanah total, dan kerapatan isi.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama dalam penelitian ini adalah perhitungan laju infiltrasi air pada 6 perlakuan sistem olah tanah dengan menggunakan alat *double ring infiltrometer* yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar. 1 *Double ring infiltrometer*

Menurut Dariah (2006) dalam buku sifat fisik tanah dan metode analisisnya prosedur yang digunakan untuk mengukur laju infiltrasi tanah adalah sebagai berikut :

- a. Ring pengukur ditenamkan secara vertikal ke dalam tanah sedalam 10 cm dan ring penyangga sedalam 5 cm menggunakan balok kayu. Setelah ditenamkan maka kedalaman ring cukup untuk membuat ring kuat berdiri, diameter ring yang digunakan yaitu ring dalam 28 cm dan ring luar 55,5 cm. Pada *double ring infiltrometer* yang digunakan, maka ring pengukur ditenamkan terlebih dahulu sebelum ring penyangga.
- b. Ring pengukur digenangi dengan tingkat kedalaman yang konstan, dan diukur kecepatan masuknya air ke dalam tanah pada ring pengukur.
- c. Tinggi genangan air berkisar antara 10 cm. Cara yang paling sederhana adalah dengan menambahkan air secara manual. Untuk mengetahui kapan air harus ditambahkan, diperlukan penunjuk/pointer (yang paling sederhana adalah

penggaris). Ketika permukaan air dalam ring pengukur turun dan sampai pada titik penunjuk (pointer), maka dilakukan penambahan air sampai permukaan air dalam ring kembali pada titik awal. Rata-rata laju infiltrasi dihitung dari volume penambahan air dan interval waktu penambahan.

- d. Aliran air yang konstan diasumsikan terjadi ketika kecepatan penurunan air di dalam ring menjadi konstan, dilihat dari perhitungan waktu dan penurunan air pada ring tidak mengalami perubahan atau penurunan lagi.
- e. Kadar air dari setiap plot juga diukur untuk keakuratan data infiltrasi.
- f. Data hasil pengukuran laju infiltrasi diisikan ke dalam borang pengisian laju infiltrasi yang mengikuti tata cara FAO (1987). Contoh borang laju infiltrasi seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel. 3 Contoh borang pengisian laju infiltrasi

Pembacaan Pada jam (Jam:Menit : Detik)	Perbedaan Waktu (Menit)	Waktu Kumulatif (Menit)	Pembacaan Tinggi Air		Infiltrasi	Laju Infiltrasi (mm/menit)	Laju Infiltrasi (mm/jam)	Laju Infiltrasi (cm/jam)	Infiltrasi Kumulatif (mm)
			Sebelum	Secudak					

3.5.2 Variabel Pendukung

Variable pendukung yang diamati dalam penelitian ini yaitu :

- a. Bulk density (kerapatan isi) (g cc^{-1})
- b. Kadar air (%)
- c. Ruang pori tanah (%)
- d. Bahan Organik Tanah

3.6 Analisis Data

Data laju infiltrasi yang diperoleh dianalisis dengan cara sebagai berikut :

a. Laju Infiltrasi akhir

Laju infiltrasi akhir diperoleh dari nilai laju infiltrasi akhir yang tertera pada borang isian laju infiltrasi.

b. Menentukan klasifikasi laju infiltrasi

Setelah laju infiltrasi dari setiap perlakuan didapatkan, masing-masing laju infiltrasi ditentukan klasifikasinya yang didasarkan pada klasifikasi laju infiltrasi tanah Kohnke (Kohnke, 1968 dalam Sofyan, 2006).

c. Sorpsivitas

Nilai sorpsivitas diperoleh dari jumlah air yang ditambahkan sebelum mencapai titik laju infiltrasi konstant. Dan untuk *check* nilai sorpsivitas sesuai teori diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Sorpsivitas (S)} = \text{Porositas ()} - \text{Kadar Air awal}$$

d. Untuk mengetahui tingkat kepercayaan data dalam setiap ulangan digunakan selang kepercayaan (CI) 95%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Olah tanah konservasi cenderung meningkatkan laju infiltrasi dibanding olah tanah intensif. Namun demikian,.
2. Kombinasi pemupukan nitrogen 200 kg N ha^{-1} dengan tanpa olah tanah (N1T3) cenderung meningkatkan laju infiltrasi lebih tinggi dibanding olah tanah intensif.
3. Kelas laju infiltrasi tanah pada setiap kombinasi perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen termasuk kedalam kelas sedang-cepat.

5.2. Saran

Melakukan pengamatan laju infiltrasi pada jenis tanah yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribisala, J.O. 2007. Soil-Water Sorpsivity Estimation for Some Nigerian Soils. *Journal of Engineering and Applied Science* 2 (1) : 219-221.
- Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.2008. *Teknologi Budidaya Jagung*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Lampung. 22 hlm.
- Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh.2009. *Budidaya Tanaman Jagung*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.Nangroe Aceh Darussalam. 20 hlm.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2015. Produksi Jagung (ton). <http://bps.go.id>. diakses 21 Januari 2019 pukul 17.00.
- Blanco-Canqui, H, Sabrina J. Ruis. 2017. No-tillage and soil physical environment. *Geoderma* 326 (2018) : 164–200.
- Chafid, M. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Jagung*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta. 82 hlm.
- Dariah, Ai., Undang kurnia, Fahmudin Agus, Abdurrachman Adimihardja dan Achmad Rachman. 2006. *Pengukuran Infiltrasi*. Dalam: *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : Departemen Pertanian. 239-250.
- De almedia, W.S., Elói Panachukib, Paulo Tarso Sanches de Oliveirac, Roniedison da Silva Menezesb, Teodorico Alves Sobrinhoc, Daniel Fonseca de Carvalhod. 2018. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. *Soil & Tillage Research* 175 : 130–138.
- FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1987. Irrigation Water Management Training Manual No 5: *Iriigation Methods*. Va Delle Terme Di Caracalla, 00100 Rome, Italy. 140 hlm

- Fuady, Z. 2010. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Tanaman Terhadap Laju Mineralisasi Nitrogen Tanah. *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi* Vol. 10 : 94-101.
- Gang Li, Xiao., Bin Jia, Jieting Lv, Qiujin Ma, Yakov Kuzyakov, Feng-min Li. 2017. Nitrogen fertilization decreases the decomposition of soil organic matter and plant residues in planted soils. *Soil Biology & Biochemistry* 112 47-55.
- Hillel, D. 1980. *Applications of Soil Physics*. Academic Press: New York London Toronto Sydney. 413 hlm.
- Jayasumarta, D. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*). *Agrium*. Volume 17 No 3 : 149-154.
- Johnson, A.I. 1963. *A Field Method for Measurement of Infiltration*. United States Government Printing Office. Washington. 25 hlm.
- Lal, R. 1985. *A Soil Suitability Guide For Different Tillage System In The Tropic*. Soil and Tillage Research. Elsevier Science Publisher. Amsterdam. 5: 179-196.
- Mulyani, M. 2003. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 174 hlm.
- Rachman, A., Ai Dariah, Edi Husein. 2004. *Olah Tanah Konservasi*. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). Bogor. 282 hlm.
- Shaver, T.M., G.A. Peterson, L.R. Ahuja, D.G. Westfall. 2012. Soil sorptivity enhancement with crop residue accumulation in semiarid dryland no-till agroecosystems. Soil sorptivity enhancement with crop residue accumulation in semiarid dryland no-till agroecosystems. *Geoderma* 192 254–258.
- Sofyan, M. 2006. *Pengaruh Berbagai Penggunaan Lahan terhadap Laju Infiltrasi Tanah*. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 34 hlm.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 157 hlm.
- Utomo, M., Sudarsono, Bujang Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, Wawan. 2016. Ilmu Tanah : *Dasar-dasar dan Pengelolaan*. Jakarta: Prenadamedia Group. 434 hlm.

- Wen, Xu., Cai Yanpeng , Yin Xinana, Hao Yana, Zhang Lic. 2017. Soil nitrogen supply capacity as an indicator of sustainable watershed management in the upper basin of Miyun Reservoir. *Ecological Indicators*. 147-160.
- Yunus, K. 2017. Pengaruh olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kemantapan agregat pada pertanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.) di lahan POLINELA Bandar Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 46 hlm.
- Zhipeng, Liu., Ma Donghaob, Hu Weic, Li Xuelina. 2018. Land use dependent variation of soil water infiltration characteristics and their scale-specific controls. *Soil & Tillage Research* 178 (2018) : 139–149.