

**PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K) DALAM TANAH DAN K
TERANGKUT OLEH JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT OLAH TANAH
DAN PEMUPUKAN DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA
MUSIM TANAM KE-3**

(Skripsi)

Oleh

Romando Lumbanraja



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K) DALAM TANAH DAN K TERANGKUT OLEH JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA MUSIM TANAM KE-3

Oleh

Romando Lumbanraja

Salah satu kendala lahan kering Tanah Ultisol yaitu ketersediaan kalium (K^+) untuk tanaman yang ketersediaannya dapat dipengaruhi oleh kation lain seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^+ dalam larutan tanah. Peningkatan produksi jagung biasanya memerlukan olah tanah untuk perakaran dan pemupukan sebagai sumber hara tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) pengaruh olah tanah dan pemupukan terhadap produksi biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung, (2) pengaruh perlakuan olah tanah dan pemupukan terhadap parameter kuantitas-intensitas (Q/I) kalium di dalam tanah, dan (3) korelasi parameter Q/I kalium di dalam tanah dengan kalium terangkut dan biomassa jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan. Penelitian di lapang disusun dengan rancangan acak kelompok (4 kelompok) dengan perlakuan terdiri dari olah tanah (intensif dan minimum) dan pemupukan (tanpa pupuk dan dipupuk). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) pemberian pupuk ($400 \text{ kg NPK ha}^{-1} + \text{Urea } \text{kg ha}^{-1} + \text{Kompos } 1 \text{ Mg ha}^{-1}$) berpengaruh nyata meningkatkan K^+ terangkut,

biomassa, dan produksi jagung tetapi pengaruh perlakuan olah tanah tidak berbeda nyata terhadap 3 variabel tersebut, (2) perlakuan olah tanah dan pemupukan untuk perlakuan olah tanah minimum tanpa pupuk, olah tanah minimum dengan pemberian pupuk, dan olah tanah intensif tanpa pupuk (dengan Uji-t) tidak berpengaruh nyata terhadap parameter Q/I K^+ yaitu adsorpsi kalium (K_0), aktifitas rasio kalium dalam keseimbangan (AR_0^K) dan potensi penyangga K (PBC^K) pada kedalaman 0-10 cm dibandingkan dengan pada 10-20 cm, kecuali pada perlakuan (olah tanah intensif dengan pupuk), (3) Kalium terpanen dan biomassa jagung tidak nyata berkorelasi dengan adsorpsi K^+ yang dilepaskan ($K_{0,non-spesifik\ adsorbed}$), aktivitas rasio kalium dalam keadaan keseimbangan dengan kation lain dalam larutan tanah (AR_0^K), kapasitas tukar kation (KTK), kapasitas penyangga kalium (PBC^K) dan koefisien selektivitas (K_v).

Kata kunci: jagung, kuantitas/intensitas, lahan kering, pertukaran kalium, pupuk organik dan anorganik

ABSTRAC

POTASSIUM (K) EXCHANGE BEHAVIOR IN SOIL, HARVESTED K AND PRODUCTION OF CORN (*Zea mays* L.) AFFECTED BY TILLAGE AND FERTILIZERS IN ULTISOL SOIL OF GEDUNG MENENG AT THE 3RD PLANTING SEASON

Oleh

Romando Lumbanraja

One of the constrains of upland Ultisol is the potassium (K^+) availability for crops that can be affected by other cations such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , and Na^+ in soil solutions. To increase corn production usually requires tillage for root growth and fertilization as a source of plant nutrients. The objectives of this study are to determine: (1) the effect of tillage and fertilization on biomass and harvested K of corn plants, (2) the effect of the tillage and fertilization on the quantity/intensity (Q/I) K^+ parameters in the soil, and (3) the correlation between the Q/I parameters and available potassium in the soil with harvested potassium and biomass of corn due to tillage and fertilization treatments. The field research was arranged in randomized block design (3 block) with the treatments consisting of tillage (intensive and minimum) and fertilization (with and without fertilized). The results indicate that (1) the effect of fertilizer (400 kg NPK ha⁻¹ + kg ha⁻¹ urea + Compost 1 Mg ha⁻¹) had a significantly affected on corn biomass, harvested K, and corn production, on the other hand, the effect of the tillage treatments was not significantly affected the 3 corn variables, (2) the tillage and fertilization treatments for A, B, and C (with t-Test) was not significantly affect the Q / I parameters) K^+ for potassium adsorption (K_0), activity ratio of potassium in balance (AR^{K_0}) and buffer potential K (PBC^K)) at a depth of 0-10 cm compared to that of 10-20 cm, except in treatment D (by intensive soil with fertilizer), (3) Harvested K and corn biomass were not significantly correlated with K^+ adsorbed (K_0 -non specific adsorbed), activity ratio of potassium in a state of equilibrium with other cations in soil solution (AR^{K_0}), cation exchange capacity (CEC), potential buffering capacity of potassium (PBC^K) and K^+ selectivity coefficient (K_v).

Keywords: upland, corn, potassium exchange, quantity/intensity, organic and inorganic fertilizers

**PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K) DALAM TANAH DAN K
TERANGKUT OLEH JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT OLAH TANAH
DAN PEMUPUKAN DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA
MUSIM TANAM KE-3**

Oleh

ROMANDO LUMBANRAJA

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

**: PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K)
DALAM TANAH DAN K TERANGKUT
OLEH JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT
OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN DI
TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG
PADA MUSIM TANAM KE-3**

Nama Mahasiswa

: Romando Lumbanraja

Nomor Pokok Mahasiswa : 1514121187

Program Studi

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Ir. Jamalani Lumbanraja, Ph.D.
NIP 195303181981031002

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

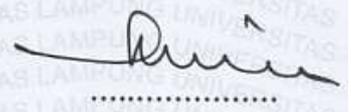
Ketua

: Prof. Ir. Jamalarn Lumbanraja, Ph.D.



Sekretaris

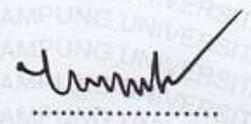
: Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.



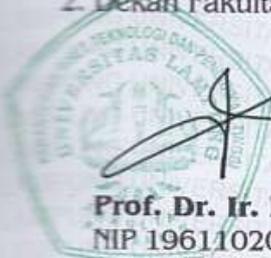
Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Ir. Muhajir Utomo, Ph.D.

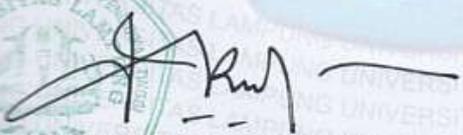


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 6 November 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **"Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah dan K Terangkut oleh Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Musim Tanam Ke-3"** merupakan hasil karya saya sendiri atas bimbingan dari Prof. Ir. Jamal Lumbanraja, Ph.D. dan Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini ditulis berdasarkan kaidah-kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Demikian pernyataan ini dibuat, jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 6 November 2019
Penulis,



Romando Lumbanraja
NPM 1514121187

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Samosir, Sumatera Utara pada tanggal 23 Juni 1996. Penulis adalah anak kesepuluh dari pasangan Bapak Minsen Lumbanraja dan Ibu Hiana Siahaan dari sepuluh bersaudara. Pendidikan formal penulis diawali dari Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Nainggolan (2002-2008). Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Nainggolan (2008-2011). Sekolah Menengah Atas 1 Yayasan Abdi Karya (YADIKA) pada tahun (2012-2015). Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan pada tahun 2017, penulis memilih Ilmu Tanah sebagai minat penelitian.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Pengantar Ilmu Tanah (2018/2019), Ilmu Tanah Hutan (2018/2019), Kimia Tanah (2018/2019), Statistika Pertanian (2019/2020).

Penulis melakukan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple Plantation Group 4, Lampung Timur selama 30 hari pada bulan Juli 2018. Pada tahun 2019, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tugu Rejo, Kecamatan Semaka pada Januari-Februari selama 40 hari yang bertugas sebagai Koordinator Desa, dan pada September 2019 penulis mengikuti Seminar Nasional Lahan

Kering Ke-5 yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung sebagai pemakalah.

Kita harus bisa menerima ketidakpuasan terbatas, Tetapi kita tidak boleh pernah
kehilangan harapan tak terbatas
Martin Luther King

Long life education, and Life Is a Season

Hendaklah kamu selalu rendah hati, lemah lembut, dan sabar. Tunjukkanlah
kasihmu dalam hal saling membantu
(Efesus 4:2)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya tercinta

Minsen Lumbaraja dan Ibu Hiana Siahaan, dan juga kepada Jamalam Lumbaraja dan Rosma Hasibuan yang telah mencurahkan seluruh kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat, pendidikan, serta doa yang tiada henti;

Semua keluarga besar yang sangat saya sayangi

Terimakasih atas segala kasih sayang, dukungan, motivasi, nasihat, dan kerja keras

Sahabat-sahabat seperjuangan

desaku tercinta

Samosir

Almamater tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan berkat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan S Banuwa, M Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr, Sc, selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah Fakultas Pertanian.
4. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D., selaku Pembimbing Utama atas ide, bimbingan, ilmu, nasihat, bantuan, dan motivasi selama penulis menjalankan penelitian dari awal hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Ir. Hery Novpriansyah, M.Si, selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, ilmu, dan nasehat,selama penulis menjalankan penelitian hingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Prof. Ir. Muhajir Utomo, Ph. D., selaku Pembahas sekaligus Penguji atas segala bimbingan, ilmu, serta nasehat dalam penulisan skripsi ini.
7. Ir. Eko Pramono, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan dan dukungan, motivasi kepada penulis.

8. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.Sc, selaku Kepala Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.
9. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Minsen Lumbanraja dan Ibu Hiana Siahaan yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dukungan, serta doa yang tulus disepanjang hidup Penulis.
10. Kepada Bapa Tua Jamalam Lumbanraja dan Mama Tua Rosma Hasibuan yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dukungan doa dan material sehingga Penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian yang telah memberikan banyak ilmu selama penulis menempuh pendidikannya.
12. Sahabat terbaikku Charlos Butar-Butar, Linda Lauren dan Andin Alvimaigawati, Wahyu Bagus Riyansyah, Pujono Halim Rachmawan, Aditya Eka saputra, Andri agasy, Ganjar Aji Pangestu, M. Arif Budiman, Adfa Bimantar, Lambang Kawilarang, Elpin Wahyu Ilahi Nadia Nurlita dan Masryana atas motivasi dan bantuannya. Serta teman-teman Agroteknologi angkatan 2015.
13. Teman seperjuangan penelitian Andin Alvimaigawati, Wahyu Bagus R, Ayuk Rahwuni, , Koharudin, dan Yoga Adi Mursito, atas motivasi dan bantuannya.
14. Lusya Finta Dewi yang selalu memberi semangat, kasih sayang dan dukungan dalam penulisan skripsi ini, dan juga adik tingkat Rizka Rahmalia, Nurul Farida, Dyaning Eka Agustin, Septiana Simanjuntak, Ulfa dan Bilqis atas motivasi dan bantuannya.
15. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat Amin.

Bandar Lampung, 6 November 2019

Penulis

Romando Lumbanraja

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Kerangka Pemikiran	7
1.5 Hipotesis	11
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Deskripsi Tanaman jagung	12
2.2 Tanah Ultisol	13
2.3 Sistem Pengolahan Tanah.....	14
2.4 Pemupukan Tanaman Jagung	15
2.5 Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Produksi Jagung.....	17
2.6 Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah	19
2.7 Teori Quantitas/Intensitas (Q/I) K ⁺	21
III. BAHAN DAN METODE.....	22
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.3 Metode Penelitian.....	23

3.4	Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1	Persiapan Lahan dan Pengolahan Tanah	23
3.4.2	Penanaman	25
3.4.3	Pemupukan	25
3.4.4	Pemeliharaan Tanaman.....	26
3.4.5	Pengambilan Sampel Tanah	27
3.4.6	pengambilan Sampel Tanaman.....	28
3.5	Variabel yang Diamati.....	28
3.5.1	Biomassa Batang dan Daun.....	28
3.5.2	Analisis Tanah Awal dan Akhir	29
3.5.3	Analisis Tanaman	29
3.6	Uji Statistika	30
3.7	Percobaan <i>Quantity- Intensity</i> (Q/I) Kalium	30
3.8	Prinsip Parameter dan Perhitungan Q/I.....	31
3.9	Uji Korelasi	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Sifat Tanah dan Produksi Jagung di Lapangan	34
4.1.1	Sifat Kimia Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Lahan Tanaman Jagung	34
4.1.2	Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa (Berat Kering) Tanaman Jagung	37
4.1.3	Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Produksi Tanaman Jagung	39
4.1.4	Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan K Tanaman Jagung	40
4.2	Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Perilaku Pertukaran Unsur Hara Kalium di dalam Tanah	42
4.2.1	Sifat Kimia pada Lahan Pertanaman Jagung	42
4.2.2	<i>Quantity-Intensity</i> (Q/I) Kalium di tanah Ultisol Gedung Meneng	44
	a. <i>Quantity-Intensity</i> (Q/I) Kalium pada dua sistem olah tanah dan pemupukan pada kedalaman 0-10 cm di tanah Ultisol Gedung Meneng	44
	b. <i>Quantity-Intensity</i> (Q/I) Kalium pada dua sistem olah tanah dan pemupukan pada kedalaman 10-20 cm di tanah Ultisol Gedung Meneng	46
4.3	Korelasi Hasil Analisis Tanah dan Tanaman dengan Parameter Q/I Kalium	52

V. SIMPULAN DAN SARAN	54
4.1 Simpulan	54
4.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	62

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 pemupukan terhadap berat kering tanaman jagung	38
3.	Pengaruh olah tanah dan pemupukan terhadap produksi pipilan jagung per hektar	39
4.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap K terangkut oleh tanaman jagung	41
5.	Sifat Kimia pada lahan pertanaman jagung	44
6.	Nilai parameter Q/I terpaut pada dua sistem olah tanah dan pemupukan pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm.....	47
7.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan PBC^K , K_0 , dan AR_0^K kedalaman 0-10 cm.	49
8.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan PBC^K , K_0 , dan AR_0^K kedalaman 10 -20 cm.	50
9.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan PBC^K , K_0 , dan AR_0^K <i>Top soil</i> vs <i>Sub soil</i>	51
10.	Uji korelasi antara K_0 , Kdd, KTK, PBC^K , dan serapan K tanaman Jagung	53
11.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering brangkasan jagung	63
12.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering brangkasan jagung.....	63

13.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering brangkasan jagung.....	63
14.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering klobot jagung	64
15.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering klobot jagung.....	64
16.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering klobot jagung.....	64
17.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering jagung total	65
18.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering jagung total.....	65
19.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat kering jagung total.....	65
20.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering panen jagung	66
21.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering panen jagung	66
22.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering jagung.....	66
23.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering oven jagung	67
24.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering oven jagung.....	67
25.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan kering oven jagung.....	67
26.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan jagung KA 14%	68
27.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan jagung KA 14%	68

28.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap berat pipilan jagung KA 14%	68
29.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap terhadap K terangkut brangkasan jagung	69
30.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap Serapan K brangkasan per hektar.....	69
31.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap serapan K brangkasan per hektar	69
32.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap terhadap K terangkut biji jagung	70
33.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap K terangkut biji jagung.....	70
34.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap K terangkut biji jagung.....	70
35.	Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap terhadap K terangkut jagung total	71
36.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap K terangkut jagung total.....	71
37.	Analisis ragam hasil pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap K terangkut jagung total.....	71
38.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan A <i>Top soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	72
39.	Parameter AR^K pada perlakuan A <i>Top soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	73
40.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	74
41.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	75
42.	Parameter AR^K pada perlakuan B <i>Top soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	76

43.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	77
44.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan C <i>Top soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	78
45.	Parameter AR^K pada perlakuan C <i>Top soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	79
46.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan C <i>Top Soil</i> (olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	80
47.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan D <i>Top soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	81
48.	Parameter AR^K pada perlakuan D <i>Top soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	82
49.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	83
50.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan A <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	84
51.	Parameter AR^K pada perlakuan A <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	85
52.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	86
53.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan B <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	87
54.	Parameter AR^K pada perlakuan B <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	88
55.	Parameter PBC^K , AR^K_0 , K_0 , dan K_v pada perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	89

56.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan C <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	90
57.	Parameter AR ^K pada perlakuan C <i>Sub soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	91
58.	Parameter PBC ^K , AR ^K ₀ , K ₀ , dan Kv pada perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	92
59.	Parameter K, dan Ca pada perlakuan D <i>Sub soil</i> (Olah tanah intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	93
60.	Parameter AR ^K pada perlakuan D <i>Sub soil</i> (Olah tanah intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; ompos 1 Mg ha ⁻¹).....	94
61.	Parameter PBC ^K , AR ^K ₀ , K ₀ , dan Kv pada perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah tanah intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	95
62.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	96
63.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	96
64.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	97
65.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹ dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	97
66.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	98

67.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	98
68.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	99
69.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	99
70.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	100
71.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹ dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	100
72.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	101
73.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	101
74.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	102
75.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	102

76.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	103
77.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	103
78.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	104
79.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	104
80.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	105
81.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	105
82.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	106
83.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	106
84.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	107

85.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	107
86.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	108
87.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	108
88.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	109
89.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹ dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	109
90.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	110
91.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	110
92.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	111
93.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	111

94.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	112
95.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	112
96.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	113
97.	Uji <i>student-t</i> AR ^K ₀ perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah intensif + Tanpa Pemupukan) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	113
98.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan).....	114
99.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	114
100.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan ¹)	115
101.	Uji <i>student-t</i> PBC ^K perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg h ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	115
102.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan).....	116
103.	Uji <i>student-t</i> K ₀ perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	116

104. Uji <i>student-t</i> K_0 perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan ¹)	117
105. Uji <i>student-t</i> K_0 perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg h ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	117
106. Uji <i>student-t</i> AR^K_0 perlakuan A <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan A <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum +Tanpa Pemupukan).....	118
107. Uji <i>student-t</i> AR^K_0 perlakuan B <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	118
108. Uji <i>student-t</i> AR^K_0 perlakuan C <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan) dan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan ¹)	119
109. Uji <i>student-t</i> AR^K_0 perlakuan D <i>Top Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg h ⁻¹) dan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	119
110. Perhitungan uji korelasi antara K_0 dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	120
111. Perhitungan uji korelasi antara K_0 dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan	120
112. Perhitungan uji korelasi antara Kdd dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	120
113. Perhitungan uji korelasi antara Kv dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	121
114. Perhitungan uji korelasi antara AR^K dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	121
115. Perhitungan uji korelasi antara K_0 dengan biomassa tanaman di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	121

116. Perhitungan uji korelasi antara PBC^K dengan biomassa tanaman di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan	122
117. Perhitungan uji korelasi antara K_{dd} dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	122
118. Perhitungan uji korelasi antara K_v dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	122
119. Perhitungan uji korelasi antara AR^K dengan serapan K di dalam <i>Top Soil</i> tiap perlakuan.	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kurva Q/I yang ideal (Beckett, 1968).....	10
2. Tata letak percobaan	24
3. Kurva <i>Quantity-Intensity</i> kalium Tanah Ultisol Gedung Meneng pada kedalaman 0-10 cm	45
4. Kurva <i>Quantity-Intensity</i> kalium Tanah Ultisol Gedung Meneng pada kedalaman 10-20 cm	46
5. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan A <i>Top Soil</i> (olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan). Keterangan a (U1) dan b (U2)	73
6. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan B <i>Top Soil</i> (olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹). Keterangan a (U1) dan b (U2)	76
7. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan C <i>Top Soil</i> (olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan). Keterangan a (U1) dan b (U2)	79
8. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan D <i>Top Soil</i> (olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹). Keterangan a (U1) dan b (U2)	82
9. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan A <i>Sub Soil</i> (olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan). Keterangan a (U1) dan b (U2)	85

10. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan B <i>Sub Soil</i> (olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹). Keterangan a (U1) dan b (U2)	88
11. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan C <i>Sub Soil</i> (olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan). Keterangan a (U1) dan b (U2)	91
12. Grafik hubungan antara AR^K dengan K dalam larutan kesetimbangan perlakuan D <i>Sub Soil</i> (olah tanah intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ ; Urea 200 kg ha ⁻¹ ; Kompos 1 Mg ha ⁻¹). Keterangan a (U1) dan b (U2)	94

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di dunia. Hal ini karena jagung memiliki nilai gizi yang baik serta kegunaannya yang beragam. Di Indonesia jagung merupakan sumber bahan pangan pokok kedua setelah beras yang digunakan sebagai sumber karbohidrat serta digunakan bahan baku industri dan pakan ternak. Meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan industri saat ini juga akan berdampak langsung terhadap peningkatan konsumsi jagung (Indrasari dan Syukur, 2006). Menurut Badan Pusat Statistik (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 di bawah angka target yaitu $5,167 \text{ Mg ha}^{-1}$ 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 lahan merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produksi dengan cara menambah luasan lahan budidaya. Namun upaya meningkatkan produksi jagung dengan cara ekstensifikasi menghadapi kendala, mengingat terbatasnya lahan pertanian. Kendala lain yang dihadapi yaitu kesuburan tanah, terutama lahan pertanaman jagung yang banyak dibudidayakan pada lahan sawah maupun lahan kering. Lahan kering di Provinsi Lampung didominasi oleh Tanah Ultisol. Namun, Tanah Ultisol memiliki kandungan bahan organik (BO) yang sangat rendah, tingkat kesuburan tanah yang rendah dicirikan dengan reaksi tanah yang masam, kejenuhan Al yang tinggi, kejenuhan basa yang rendah, dan tingkat produktivitas tanah yang rendah. Tanah Ultisol memiliki unsur hara makro seperti posfor dan kalium yang sering kahat pada tanah Ultisol sebagai penghambat pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1993). Oleh sebab itu peningkatan produksi jagung dapat dilakukan dengan cara intensifikasi.

Intensifikasi pertanian adalah suatu usaha meningkatkan hasil pertanian dengan cara mengoptimalkan lahan yang sudah ada diantaranya pemberian pupuk, pengendalian gulma, sistem olah tanah, pemilihan bibit unggul, serta pengendalian hama dan penyakit untuk meningkatkan produksi tanaman. Salah satu bentuk intensifikasi yang dapat dilakukan yaitu pemupukan baik dengan

pupuk organik maupun anorganik dan juga manajemen pengolahan tanah.

Manajemen pengolahan tanah berupa olah tanah konservasi yaitu olah tanah minimum dan olah tanah konvensional dapat meningkatkan produktivitas tanah.

Pemberian pupuk dengan dosis Urea 300 kg ha^{-1} , SP36 150 kg ha^{-1} ,

KCl 75 kg ha^{-1} dapat meningkatkan produksi tanaman jagung baik itu panjang tongkol, lingkaran tongkol dan bobot pipilan kering jemur (Frobel dkk., 2013).

Selain meningkatkan produksi tanaman jagung kombinasi sistem olah tanah dan pemupukan NPK majemuk (15:15:15), pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang terlihat adanya interaksi nyata pada jumlah daun, jumlah polong pertanaman, dan hasil biji pertanaman dan juga berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman dan bobot kering total (Nainggolan, 2017). Penggunaan sistem olah tanah minimum berpengaruh baik terhadap bobot basah, bobot kering tanaman jagung dibandingkan dengan pengolahan tanah intensif.

Dalam rangka mendukung program intensifikasi untuk mencapai hasil yang maksimal maka diperlukan pengkajian pemupukan NPK dan manajemen pengolahan tanah pada pertanaman jagung. Hara N, P, dan K merupakan hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Kalium merupakan unsur hara esensial ketiga setelah N dan P. Kalium dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis dan fiksasi CO_2 , transfer fotosintat ke berbagai pengguna serta hubungan dengan air dalam tanaman. Fungsi kalium yang lainnya adalah esensial dalam sintesis protein, penting dalam pemecahan karbohidrat yaitu dalam proses pemberian energi bagi tanaman, membantu dalam keseimbangan ion tanaman, penting

dalam translokasi logam-logam berat seperti Fe, membantu dalam ketahanan terhadap penyakit dan iklim yang tidak menguntungkan (Winarso, 2005).

Masalah ketersediaan kalium pada lahan pertanaman jagung di Tanah Ultisol perlu diperhatikan. Cooke (1985) menyatakan bahwa jumlah kalium yang hilang melalui tanaman jagung sangat besar yaitu 172 kg ha^{-1} . Kehilangan unsur hara lainnya untuk tanaman yang sama yaitu N 260 kg ha^{-1} dan P 46 kg ha^{-1} . Agustina (2017) dalam penelitiannya pada tanaman tebu melaporkan bahwa pemberian pupuk organik dan anorganik yaitu 100% NPK + 50% organitrofos memiliki serapan K sebesar $110,50 \text{ kg ha}^{-1}$. Untuk itu, serapan kalium tersebut harus diimbangi input kalium yang memadai agar pemupukan efisien. Sedangkan Tanah Ultisol memiliki kendala dalam pemanfaatannya yaitu kandungan unsur hara dan bahan organik rendah, pH tanah masam, dan kapasitas tukar kation (KTK) rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah Ultisol memiliki berbagai kendala dalam pemanfaatannya. Tanah Ultisol di daerah tropika basah peka terhadap erosi dan mengalami pelapukan bahan organik sangat tinggi sehingga penurunan kandungan C-organik tanah berlangsung cepat. Akibatnya kandungan bahan organik rendah. Pencucian basa-basa berlangsung intensif salah satunya kalium sehingga berpengaruh pada pH tanah, KTK rendah, dan penyangga tanah rendah (Nursyamsi dan Suprihatin, 2005).

Ketersediaan kalium dalam tanah sangat dipengaruhi oleh faktor kuantitas, intensitas kalium (Sparks dan Liebhardt, 1981; Ajiboye dkk, 2015; Lumbanraja, 2017), dan kapasitas penyangga kalium atau *potential buffering capacity* (PBC^{K}) (Hunsigi, 2011). Kuantitas (Q) adalah fraksi labil kalium yang diadsorpsi oleh

tanah, sedangkan intensitas (I) kalium adalah jumlah kalium yang berkompetisi dengan kation lain di dalam larutan tanah. Berdasarkan hubungan kuantitas dan intensitas (Q/I) tersebut akan diketahui potensi penyangga kalium (PBC^K) yang merupakan kemampuan tanah untuk mempertahankan jumlah kalium tersedia di dalam tanah terhadap pengurangan dan penambahan kalium (Sheng xiang, 1998). Besarnya nilai PBC^K sebanding dengan nilai KTK (Beckett, 1964).

Daya sangga kalium (PBC^K) adalah kemampuan tanah untuk mempertahankan konsentrasi K dalam larutan tanah dari koloid tanah apabila ada penambahan atau serapan K. Nilai PBC^K bervariasi dan spesifik untuk jenis tanah tertentu yang antara lain ditentukan oleh kadar dan jenis liat, kandungan bahan organik, dan lain-lain yang nilainya proporsional. Pada tanah dengan PBC^K rendah, unsur hara K yang ditambahkan akan mudah tercuci, sedangkan pada tanah dengan PBC^K tinggi, unsur hara K yang diberikan dapat disimpan oleh tanah untuk tanaman berikutnya. Evangelou dan Karathanasis (1986) menyatakan bahwa daya sangga K (PBC^K) berkorelasi sangat baik dengan daya jerap K (KG) dan kapasitas tukar kation (KTK). Evangelou (1986) mengemukakan bahwa jenis anion tidak berpengaruh terhadap PBC^K tetapi berpengaruh terhadap aktifitas rasio kalium dalam ekuivalen (AR^K_0) dan Kalium labil ($-\Delta K_0$) pada tanah yang mengandung bahan organik tinggi. Nilai AR^K_0 pada keseimbangan dimana $\Delta K = 0$ (0 K adsorpsi dan desorpsi), sedangkan nilai PBC^K diperoleh dari *slope* kurva Q/I ($\Delta K/AR^K$). Nilai ΔK_0 diperoleh pada saat $AR^K = 0$. Nilai ΔK_0 merupakan ukuran labil atau K dapat dipertukarkan di dalam tanah.

Beberapa cara yang dapat diterapkan untuk memperbaiki kualitas tanah Ultisol yaitu dengan cara pengolahan tanah dan pemupukan anorganik. Pengolahan tanah dapat mempengaruhi jumlah bahan organik dan N tanah. Begitu juga, K di dalam larutan tanah akan terpengaruhi disamping proses penjerapan oleh mineral liat. Ion amonium (N-NH_4^+) dan ion kalium (K^+) hasil dekomposisi bahan organik dan pemupukan urea dan KCl dapat dijerap oleh mineral liat. Pengolahan tanah maupun akumulasi bahan organik dan karakteristik pertukaran N-NH_4^+ dan atau K^+ banyak dilakukan, khususnya pada lahan kering daerah subtropis (Lumbanraja and Evangelou, 1994).

Dalam hubungan ini perlu dilakukan penelitian mengenai perilaku hara kalium yang berkaitan dengan tanaman jagung akibat pengolahan tanah dan pemupukan di tanah Ultisol. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah dan kombinasinya dengan pupuk anorganik terhadap perilaku kalium dalam tanah dan serapan pada tanaman jagung di tanah Ultisol.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah perlakuan olah tanah dan pemupukan dapat meningkatkan produksi biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung?
2. Apakah perlakuan olah tanah dan pemupukan berpengaruh terhadap parameter kuantitas dan intensitas (Q/I) kalium di dalam tanah?

3. Apakah ada korelasi antara parameter Q/I dengan kalium tersedia di dalam tanah, biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh olah tanah dan pemupukan terhadap peningkatan produksi biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung.
2. Mengetahui apakah kombinasi perlakuan olah tanah dan pemupukan berpengaruh terhadap parameter kuantitas dan intensitas (Q/I) kalium di dalam tanah.
3. Mengetahui apakah ada korelasi antara parameter Q/I dengan kalium tersedia di dalam tanah, biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan.

1.4 Kerangka Pemikiran

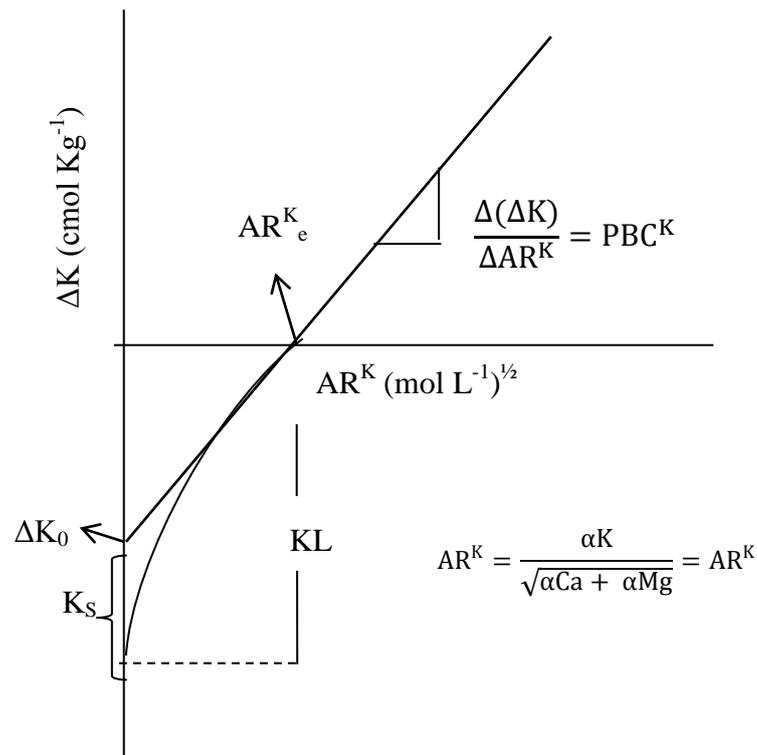
Tanah Ultisol yang banyak dijumpai di Lampung memiliki kandungan bahan organik dan unsur hara rendah. Mulyani dkk., (2010) menyatakan bahwa tanah Ultisol memiliki kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan C-organik rendah, dan peka terhadap erosi. Syahputra dkk., (2015) melaporkan bahwa tanah ultisol kandungan C-organik dengan kriteria sangat rendah hingga rendah yaitu antara 0,13% – 1,12%. KTK tanah sangat rendah hingga sedang yaitu berkisar 2,43 – 16,76 cmol kg⁻¹. K dapat ditukar juga memiliki kriteria

sangat rendah hingga rendah yaitu berkisar $0,03 - 0,32 \text{ cmol kg}^{-1}$. Subiksa dkk (2004) melaporkan bahwa Tanah Ultisol tanpa diberi ameliorasi memiliki PBC^{K} $13,58 \text{ cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$ yang termasuk rendah berdasarkan criteria menurut Zharikova (2004).

Akibatnya tanah Ultisol dianggap tidak produktif sehingga perlu meningkatkan kesuburan untuk produksi pertanian. Kandungan hara yang pada umumnya rendah dan pencucian basa yang berlangsung intensif, dan juga dekomposisi bahan organik yang berlangsung cepat membuat tanah Ultisol dianggap tidak produktif. Namun peningkatan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan tanah, pemupukan, dan pemberian bahan organik (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tetapi dengan pengelolaan tanah yang tepat mampu menjadikan tanah produktif atau produktivitas tanah dapat dipertahankan. Pengelolaan tanah yang tepat dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan teknik pengolahan tanah dan pemupukan.

Berbagai penelitian tentang kombinasi pengolahan tanah dengan pemupukan dapat memberikan hasil yang baik untuk pertumbuhan tanaman dan sifat kimia tanah. Hubungan pengolahan tanah dan akumulasi bahan organik dan karakteristik pertukaran kalium sudah banyak dilakukan di daerah sub tropis terutama pada lahan kering. Pengolahan tanah dapat mempengaruhi ketersediaan kalium di dalam larutan tanah dengan mengikuti prinsip pertukaran kation dan proses fiksasi pada koloid tanah. Ion NH_4^+ dan K^+ melalui pemupukan dapat difiksasi oleh koloid tanah.

Hasil penelitian Isnaini (2005) menunjukkan bahwa sistem olah tanah yang dikombinasikan dengan pemupukan berpengaruh terhadap kandungan N-NH_4^+ dan serapan K^+ . Pemupukan 184 kg ha^{-1} N menghasilkan kandungan N-NH_4^+ dan serapan K^+ lebih tinggi daripada 46 kg ha^{-1} pada kedua sistem olah tanah, jika pupuk $49,8 \text{ kg ha}^{-1}$ K^+ diaplikasikan; Kalium dapat ditukar dan serapan N yang dihasilkan TOT lebih tinggi 18% dan 9% daripada OTI; pemupukan 184 kg ha^{-1} N menghasilkan K-dd, serapan N, dan hasil gabah lebih tinggi masing-masing 39%, 75%, dan 33% daripada 46 kg ha^{-1} , secara berurutan. Tanah tanpa olah tanah (TOT) memiliki nilai PBC^{K} lebih tinggi 33% dibandingkan dengan olah tanah sempurna (OTS). Lumbanraja dkk. (1993), dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa nilai daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^{K}) dengan perlakuan olah tanah minimum dan residu batuan fosfat dengan tiga tingkat penambahan batuan fosfat memiliki nilai rata-rata $\text{PBC}^{\text{K}} 17,21 \text{ cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Sedangkan nilai daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^{K}) dengan perlakuan olah tanah biasa dan residu batuan fosfat dengan tiga tingkat penambahan batuan fosfat memiliki nilai rata-rata $\text{PBC}^{\text{K}} 15,8 \text{ cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Berdasarkan uraian diatas olah tanah minimum lebih tinggi PBC^{K} dibandingkan dengan olah tanah konvensional. Hal ini diduga olah tanah minimum memiliki bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah konvensional, karena bahan organik dapat meningkatkan nilai KTK tanah. Selain itu penggunaan residu fosfat diduga dapat mempengaruhi pelepasan K^+ dari koloid tanah.



Gambar 1. Kurva ideal Q/I (Beckett, 1964); ΔK : Faktor *Quantity* (Q) K, AR^K : *Activity ratio* atau faktor *Intensity* (I), ΔK_0 : Kedudukan non-spesifik K, AR^k_0 : Keseimbangan *activity ratio* K, PBC^K : *potential buffering capacity* (kapasitas penyangga K), K_L : K labil yang dapat dipertukarkan, K_s : Kedudukan spesifik L (= $K_L - \Delta K_0$)

Beberapa faktor yang mempengaruhi perilaku pertukaran kalium di tanah yaitu kalium yang tersedia di dalam koloid tanah (Gambar 1). Kalium tersedia di dalam tanah pada perlakuan olah tanah dan diberi pupuk (Urea dan NPK) akan meningkatkan jumlah K di dalam koloid tanah. Sehingga K yang berada dalam koloid tanah akan keluar ke larutan tanah, dan penjerapan K akan menurun serta nilai PBC^K kecil. Selanjutnya perilaku pertukaran K di dalam tanah juga dipengaruhi persaingan antara unsur K, Ca dan Mg di dalam larutan tanah. Semakin tinggi aktivitas K di dalam larutan tanah maka nilai PBC^K akan naik, dan sebaliknya jika jumlah Ca dan Mg lebih tinggi aktifitas rasio K akan menurun dan nilai PBC^K kecil (Beckett, 1964). Faktor selanjutnya yang mempengaruhi

perilaku petukaran kalium di dalam tanah adalah KTK yang dipengaruhi oleh jumlah bahan organik di dalam tanah. Sistem olah tanah minimum yang diberi pemupukan mampu memperbaiki sifat kimi tanah (N, P, K, pH, C-organik dan KTK). Nilai KTK berbanding lurus dengan nilai PBC^K , semakin tinggi nilai KTK tanah maka PBC^K juga akan meningkat (Lumbanraja dan Evangelou, 1994; Lumbanraja dkk., 1997; Lumbanraja, 2017).

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut :

1. Kombinasi perlakuan olah tanah minimum dan pemupukan berpengaruh lebih tinggi terhadap produksi, biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung.
2. Kombinasi perlakuan olah tanah minimum dan pemupukan berpengaruh meningkatkan parameter kuantitas dan intensitas (Q/I : PBC^K , AR_0^K , ΔK_0 dan K_v) kalium.
3. Terdapat korelasi antara parameter Q/I (PBC^K , AR_0^K , ΔK_0 , dan K_v) dengan kalium tersedia di dalam tanah, biomassas dan kalium terangkut oleh tanaman jagung akibat sistem olah tanah dan pemupukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim dengan siklus hidup yang diselesaikan dalam 80-150 hari. Periode pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif, dan periode kedua untuk pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisio: Spermathophyta, Sub Divisio: Angiospermae, Class: Monocotiledoneae, Ordo: Poales, Family: Poaceae, Genus: *Zea*, Spesies: *Zea mays* L. (Subekti dkk., 2012).

Tanaman jagung membutuhkan kondisi tanah yang gembur, subur, berdrainase yang baik, pH tanah 5,6-7,0. Jenis tanah yang baik untuk ditanami jagung adalah andosol (berasal dari gunung berapi), latosol, gumosol, tanah berpasir. Pada tanah-tanah dengan tekstur berat (Grumosol) masih dapat ditanami jagung dengan hasil yang baik dengan pengolahan tanah yang baik.

Kandungan kalium pada lahan kering relatif rendah dibandingkan dengan lahan sawah. Hal ini dikarenakan kalium pada lahan kering lebih cepat hilang akibat pencucian. Sedangkan lahan sawah yang bertopografi datar menjadi wilayah pengendapan sehingga relatif subur dan adanya suplai dari irigasi. Tanah ultisol

dalam menyediakan K rendah. Rendahnya kandungan kalium pada tanah tersebut menyebabkan perlunya pemupukan kalium yang efisien sesuai kebutuhan tanaman. Kalium sebagai Kalium sebagai hara esensial dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, bahkan untuk tanaman jagung kebutuhan hara K 175 kg ha⁻¹ (Cooke, 1985).

2.2 Tanah Ultisol

Tanah ultisols merupakan salah satu ordo tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004) dan sebagian besar budidaya tanaman pangan banyak dilakukan pada ordo Ultisols seperti jagung. Tanah ini memiliki kendala dalam pemanfaatannya antara lain yaitu mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Nilai pH yang biasanya masam akan mempengaruhi reaksi dan komponen kimia serta kesuburan tanah seperti ketersediaan unsur hara. Tanah yang memiliki pH rendah akan melarutkan Al, Fe, dan Mn yang dapat mengikat ion fosfat menjadi bentuk tidak tersedia untuk tanaman (Lumbanraja, 2017).

Tanah Ultisol yaitu tanah yang memiliki kemasaman kurang dari 5,5 sesuai dengan sifat kimia, komponen kimia tanahnya yang berperan terbesar dalam menentukan sifat dan ciri tanah umumnya pada kesuburan tanah. Nilai pH yang mendekati minimum dapat ditemui sampai pada kedalaman beberapa cm dari batuan yang utuh (belum lapuk). Tanah Ultisol umumnya mempunyai nilai kejenuhan basa < 35%, karena batas ini merupakan salah satu syarat untuk klasifikasi Tanah Ultisol menurut Soil Taxonomy. Beberapa jenis Tanah Ultisol

mempunyai kapasitas tukar kation $< 16 \text{ cmol kg}^{-1}$ liat, yaitu Ultisol yang mempunyai horizon kandik. Reaksi Tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali Tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (pH 6,80–6,50) (Hermawan dkk., 2014).

2.3 Sistem Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah adalah setiap manipulasi mekanik terhadap tanah, menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Kartasapoetra dkk., 2000). Pengolahan tanah dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui perbaikan aerasi, pergerakan air dan penetrasi akar dalam profil tanah. Peningkatan produktivitas tanaman pangan dapat dilakukan dengan teknik budidaya yang tinggi, salah satu yang ada di dalam budidaya adalah dengan pengolahan tanah. Ada dua sistem olah tanah, yaitu olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK). Pengolahan tanah secara intensif berarti mengubah tempat pertanaman dengan menggunakan alat pertanian, sehingga diperoleh susunan tanah yang baik ditinjau dari struktur dan porositas tanah. Olah tanah intensif umumnya bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal tanpa memperhitungkan faktor berkelanjutannya (daya dukung dan kelestarian lahan). Pengolahan tanah yang dilakukan secara intensif terus menerus dalam jangka waktu yang panjang akan menurunkan daya dukung lahan, sebagai akibat dari terjadinya degradasi tanah.

Kualitas tanah agar tetap baik, dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi merupakan cara penyiapan lahan yang dapat mengurangi mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan dibandingkan dengan cara-cara penyiapan lahan konvensional (Abdurachman dkk., 1998). Teknik olah tanah yang termasuk dalam olah tanah konservasi (OTK) yaitu olah tanah intensif (OTI), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT) (Utomo, 1990).

2.4 Pemupukan Tanaman Jagung

Di dalam tanah, tersedia unsur hara yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, namun jumlahnya kadang tidak mencukupi untuk kebutuhan tanaman itu sendiri. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman yaitu dengan cara pemupukan (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pemupukan merupakan penambahan unsur hara kedalam tanah atau media tanam sehingga kebutuhan unsur hara tanaman tersebut menjadi terpenuhi. Pupuk yang umum digunakan dapat berupa pupuk organik dan pupuk anorganik.

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari sisa-sisa jaringan tanaman atau hewan yang telah mengalami dekomposisi yang digunakan sebagai pupuk dasar ataupun pupuk susulan. Selama proses pembuatan pupuk organik, sisa-sisa jaringan tanaman atau hewan tersebut akan dirombak oleh bakteri-bakteri yang berperan sebagai dekomposer. Setelah mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi barulah sisa-sisa jaringan tanaman atau hewan tersebut menjadi

sumber bahan organik dan unsur hara yang siap digunakan untuk menunjang produktivitas tanaman (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1988).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses perombakan bahan organik yaitu nisbah C/N bahan baku yang akan digunakan untuk pembuatan pupuk organik. Nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan oleh bakteri pendekomposer untuk tumbuh dan juga berkembang biak. Bahan baku pembuatan kompos yang memiliki unsur nitrogen sedikit, akan menyebabkan proses dekomposisi menjadi terhambat. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku yang memiliki kandungan nitrogen yang tinggi sangatlah penting, seperti sisa-sisa tanaman yang berasal dari dedaunan dan juga kotoran hewan (Murbandono, 2000).

Pupuk anorganik atau pupuk buatan adalah pupuk yang dibentuk dari kombinasi zat kimia misalnya urea, NPK, TSP, dan KCl. Pupuk anorganik bisa dibedakan menjadi pupuk kimia tunggal dan pupuk kimia majemuk. Pupuk kimia tunggal adalah pupuk yang hanya memiliki satu macam hara, misalnya pupuk urea yang mengandung unsur N, pupuk SP-36 yang mengandung unsur P, dan pupuk KCl yang mengandung unsur K (Lestari, 2009). Pupuk kimia majemuk adalah pupuk yang memiliki kandungan lebih dari satu atau beberapa unsur hara, misalnya N+K, N+P, N+P+K.

Pupuk nitrogen merupakan salah satu pupuk yang sangat dibutuhkan bagi semua pertumbuhan tanaman, karena fungsinya sebagai penyusun semua senyawa protein. Pada tanaman yang sering dipangkas, kekurangan nitrogen akan berpengaruh terhadap pembentukan cadangan makanan untuk pertumbuhan tanaman. Jagung merupakan tanaman yang responsif terhadap pemupukan.

Pupuk nitrogen merupakan kunci utama dalam usaha meningkatkan produksi jagung. Dosis pupuk nitrogen yang direkomendasikan untuk tanaman jagung manis adalah 200 N kg ha^{-1} (Lindawati dkk., 2000).

Seperti halnya N dan P, unsur kalium (K) juga merupakan unsur makro esensial bagi tanaman. Secara umum unsur ini bersama unsur N dan P menentukan tingkat produksi tanaman. Gejala kekurangan K pada tanaman berakibat pinggir daun berwarna coklat, tanaman kerdil dan daun tua menguning. Sumber K dalam tanah umumnya ditemukan dalam bentuk mineral yang kompleks. Bentuk tersebut mudah berubah bila tercuci oleh air yang mengandung CO_2 atau asam-asam lainnya. Sebagian besar kandungan K dalam tanah berasal dari pelapukan batuan yang mengandung K seperti mika dan feldspar (Hanafiah, 2012). Pupuk anorganik K yang sering digunakan yaitu KCl yang memiliki kadar hara K sebesar 50%-55%.

Untuk memperoleh produksi tanaman jagung yang maksimum maka ketersediaan unsur hara sangat mutlak. Salah satu unsur hara yang ketersediaannya harus dalam keadaan cukup adalah nitrogen, posfor dan kalium. Pada tanah ultisol memiliki tingkat kesuburan rendah sehingga pemupukan nitrogen dan unsur-unsur utama lainnya seperti fosfor dan kalium, seringkali mutlak dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Myrna, 2003).

2.5 Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Produksi Jagung

Penelitian ini menggunakan kombinasi sistem olah tanah dan pemupukan. Jenis sistem olah tanah yang digunakan yaitu olah tanah minimum (OTM), olah tanah

intensif (OTI) dan jenis pupuk anorganik yang digunakan yaitu pupuk urea dan NPK. Keuntungan perlakuan sistem olah tanah dan pemberian pupuk anorganik yaitu pengolahan tanah dapat mempengaruhi jumlah bahan organik dan N tanah. Begitu juga, K di dalam larutan tanah akan terpengaruhi disamping proses penjerapan oleh mineral liat. Ion amonium (N-NH_4^+) dan ion kalium (K^+) hasil dekomposisi bahan organik dan pemupukan urea dan KCl dapat dijerap oleh mineral liat.

Pemberian pupuk dengan dosis Urea 300 kg ha^{-1} , SP36 150 kg ha^{-1} , KCl 75 kg ha^{-1} dapat meningkatkan produksi tanaman jagung baik itu panjang tongkol, lingkaran tongkol dan bobot pipilan kering jemur (Frobel dkk., 2013). Selain meningkatkan produksi tanaman jagung kombinasi sistem olah tanah dan pemupukan NPK Phonska (15:15:15), pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang terlihat adanya interaksi nyata pada jumlah daun, jumlah polong pertanaman, dan hasil biji pertanaman dan juga berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman dan bobot kering total (Nainggolan, 2017).

Hasil penelitian 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.

Hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa kombinasi sistem olah tanah

minimum dan pemupukan secara umum dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan kombinasi sistem olah tanah minimum dan pemupukan anorganik yaitu dapat memperbaiki produktivitas tanah yang menurun, karena adanya penambahan bahan organik dari serasah tanaman.

2.6 Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Perilaku Pertukaran K dalam Tanah

Ketersediaan kalium di dalam tanah bagi tanaman dikontrol oleh interaksi dinamis antar unsur hara lainnya. Kesalahpahaman dinamika ini dapat menyebabkan kesalahan pengelolaan kesuburan tanah (Wang dkk., 2004). Unsur hara Ca dan Mg merupakan kompetitor utama kalium pada kompleks pertukaran. Keefektifan pertukaran ion K^+ pada koloid tanah tergantung pada persaingan absorpsi Ca dan Mg (Lin, 2010), tingginya ratio (Ca+Mg) terhadap K dalam tanah dapat mengganggu penyerapan kalium oleh tanaman (Kingston dkk., 2009). Jika terjadi konsumsi kalium yang berlebihan mengakibatkan translokasi kation lain terganggu terutama Mg. Sebaliknya jika kadar Mg di dalam tanah dalam jumlah tinggi maka kadar kalium yang tersedia bagi tanaman akan menurun karena kalium difiksasi oleh koloid tanah atau tercuci bersama air (Sudaryono, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian (Lumbanraja dkk, 1993) melaporkan bahwa nilai daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^K) dengan perlakuan olah tanah minimum dan residu batuan fosfat dengan tiga tingkat penambahan batuan fosfat memiliki nilai rata-rata PBC^K $17,21 \text{ cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Sedangkan nilai daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^K) dengan perlakuan olah tanah minimum dan

residu batuan fosfat dengan tiga tingkat penambahan batuan fosfat memiliki nilai rata-rata PBC^K 15,8 $\text{cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Berdasarkan uraian di atas olah tanah minimum lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah konvensional. Hal ini diduga olah tanah minimum memiliki bahan organik yang lebih tinggi daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^K) dibandingkan dengan olah tanah konvensional, karena bahan organik dapat meningkatkan nilai KTK tanah. Selain itu penggunaan residu fosfat diduga dapat mempengaruhi pelepasan K^+ dari koloid tanah.

Uraian di atas juga didukung dengan penelitian (Lumbanraja dkk., 1997) dalam penelitiannya melaporkan bahwa daya sangga tanah terhadap kalium (PBC^K) dengan olah tanah minimum (OTM) dengan pemupukan urea prill pada lapisan atas memiliki nilai PBC^K 23,81 $\text{cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$ lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi urea tablet yang memiliki PBC^K 16,71 $\text{cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Diduga NH_4^+ melalui pemupukan dapat mempengaruhi pelepasan K^+ dari koloid tanah sebelum amonium teroksidasi menjadi nitrat (reaksi nitrifikasi). Pengaruh NH_4^+ dalam tanah menekan jerapan K^+ pada permukaan koloid tanah. Rendahnya nilai PBC^K pada tanah yang diberi urea tablet menggambarkan bahwa jerapan K^+ yang rendah pada koloid tanah dapat mengakibatkan K^+ lebih banyak berada di larutan tanah. Hal ini dikarenakan perbedaan besar kation NH_4^+ terhidrasi yang menggantikan K^+ . Sedangkan pada sistem olah tanah konvensional dengan pemupukan urea prill memiliki nilai PBC^K 12,98 $\text{cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$ lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi urea tablet yang memiliki nilai PBC^K 9,68 $\text{cmol kg}^{-1}(\text{mol L}^{-1})^{-1/2}$. Berdasarkan penelitian-penelitian di atas secara umum menunjukkan bahwa olah tanah minimum dan pemupukan memiliki nilai

sangga kalium pada tanah lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah konvensional dan pemupukan. Hal ini dikarenakan kalium didalam tanah dapat dipengaruhi oleh KTK, persaingan Ca dan Mg juga NH_4^+ dari pemupukan.

2.7 *Quantity/Intensity (Q/I) K⁺*

Unsur K sangat dibutuhkan dalam jumlah paling banyak tetapi ketersediaannya di dalam tanah selalu rendah karena mobilitasnya dalam tanah yang sangat tinggi. Kalium diserap dalam bentuk K^+ (terutama pada tanaman muda). Kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung kalium. Zat kalium mempunyai sifat mudah larut dan tercuci, selain itu mudah difiksasi dalam tanah. Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan. Kapasitas suplai kalium pada tanah menunjukkan hubungan *Quantity and Intensity (Q/I)*. Hubungan Q dan I menggambarkan potensi kapasitas penyangga kalium tanah (Shengxiang, 1998). Hubungan Q/I cukup menjelaskan bagaimana kalium di dalam tanah (intensitas) tergantung kuantitas tanah untuk menyediakan kalium bagi tanaman metode Q/I ini mencakup perubahan adsorpsi K^+ pada koloid tanah (Kuantitas =Q) yang merupakan fungsi dari nisbah aktivitas K^+ (${}^a\text{K}/({}^a\text{Ca} + \text{Mg})^{0,5}$) (Intensitas =I). Metode ini digunakan untuk mempelajari pelepasan K^+ ke dalam larutan tanah yang tentunya diharapkan dapat diserap oleh tanaman (Beckett, 1964). Penelitian Wang dkk (2004) menunjukkan bahwa pendekatan Q/I dapat digunakan untuk mengevaluasi dinamika kalium jangka pendek di dalam tanah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang terletak pada 5°22'04,5"LS dan 105°14'42,7"BT dengan ketinggian 106 m dpl dari bulan Januari sampai dengan Mei 2018.

Penelitian ini merupakan penelitian musim ketiga dan merupakan penelitian olah tanah berkelanjutan. Pada musim tanam pertama ditanami jagung serta perlakuan yang digunakan sama, sementara musim kedua ditanami kacang hijau serta perlakuan yang sama dengan dosis Pupuk majemuk NPK 200 kg ha⁻¹ dan Kompos 1 Mg ha⁻¹ dari bulan April sampai dengan Januari 2018. Analisis tanah dan tanaman serta percobaan Q/I K akan dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung pada bulan Januari 2019-Mei 2019.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung varietas Bisi 2, pupuk NPK, pupuk Urea, dan bahan-bahan kimia untuk analisis tanah dan tanaman.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, golok, arit, koret, selang, ember, gembor, meteran, *log book*, kamera, bor tanah, ayakan tanah 2 mm,

timbangan digital, oven, pH meter, *shaker*, *flamephotometer*, *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) serta alat-alat untuk analisis tanah dan tanaman.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan atau 16 satuan percobaan. Perlakuan yang diterapkan terdiri dari 2 faktor yaitu sistem olah tanah (T) dan pemupukan (P). Perlakuan olah tanah terdiri dari olah tanah minimum (T0) dan olah tanah intensif (T1). Sedangkan aplikasi pupuk terdiri dari tanpa pupuk (P0), dengan pupuk (P1). Dengan demikian percobaan ini terdiri dari empat kombinasi perlakuan yaitu :

1. T0P0 = Olah Tanah Minimum + Tanpa pemupukan
2. T0P1 = Olah Tanah Minimum + Aplikasi pupuk (NPK 400 kg ha⁻¹ + Urea 200 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹)
3. T1P0 = Olah Tanah Intensif + Tanpa pemupukan
4. T1P1 = Olah Tanah Intensif + Aplikasi pupuk (NPK 400 kg + Urea 200 kg + kompos 1 Mg ha⁻¹)

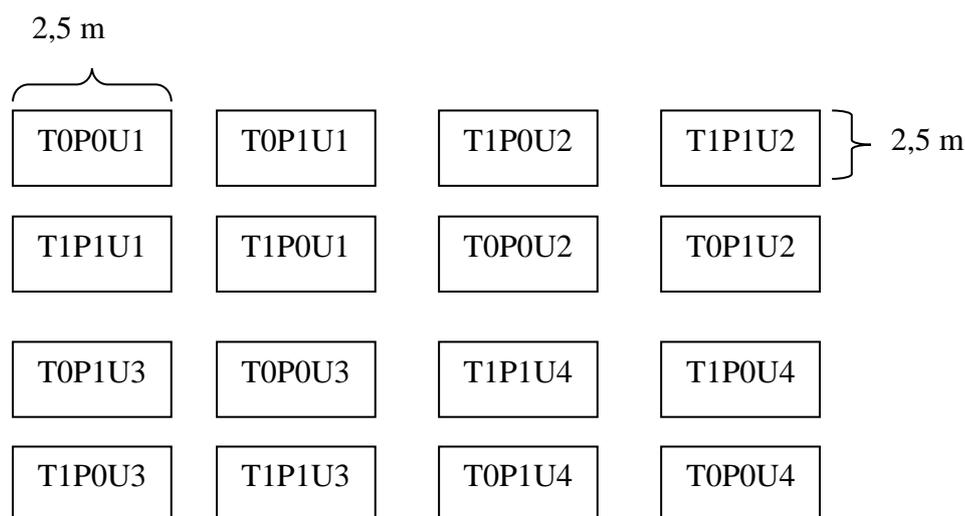
Keterangan: NPK Ponska: 15,54% N, 12,44 % P₂O₅, 12,42% K₂O; Urea: 45%N.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Lahan dan Pengolahan Tanah

Penelitian dilakukan dengan penggunaan dua sistem olah tanah, yaitu olah tanah minimum (*minimum tillage*) dan olah tanah intensif (*full tillage*) serta aplikasi pemupukan dan tanpa aplikasi pemupukan. Lahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi kedalam 16 petak percobaan sesuai dengan perlakuan dan

dengan ukuran tiap petaknya 2,5 m x 2,5 m.. Pada petak olah tanah minimum tanah diolah secara terbatas dan seperlunya yaitu hanya dilakukan pembersihan gulma dan sisa tanaman dikembalikan ke petak percobaan. Pada petak olah tanah intensif, tanah diolah secara intensif atau sempurna gulmanya dikeluarkan. Plot percobaan P1 diaplikasikan pupuk sesuai dengan dosis yaitu pada pemupukan pertama dibutuhkan 187,5 g plot⁻¹ pupuk NPK, 62,5 g plot⁻¹ pupuk urea, dan 625 g plot⁻¹ pupuk kompos. Sedangkan pada pemupukan kedua dibutuhkan 62,5 g plot⁻¹ pupuk NPK dan 62,5 g plot⁻¹ pupuk urea. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: T0 = Olah tanah minimum
 T1 = Olah tanah intensif
 P0 = Tanpa pemupukan
 P1 = Aplikasi pemupukan
 U1 = Ulangan 1
 U2 = Ulangan 2
 U3 = Ulangan 3
 U4 = Ulangan 4

Gambar 2. Tata letak percobaan

3.4.2 Penanaman

Penanaman jagung akan dilakukan dengan jarak tanam 30 cm x 60 cm. Setiap petak percobaan terdiri dari 5 baris dan setiap baris tanam berisi 9 luang tanam, sehingga dalam satu petak percobaan terdapat 45 lubang. Penanaman jagung akan dilakukan setelah selesai pembersihan dan pengolahan tanah. Pada perlakuan olah tanah minimum dilakukan penanaman dengan cara ditugal lalu diberi benih jagung sebanyak 3 biji. Sedangkan untuk olah tanah konvensional terlebih dahulu dilakukan pengolahan. Pengolahan tanah secara konvensional dilakukan dengan cara mencangkul tanah dengan kedalaman 15-25 cm dan digemburkan. Selanjutnya tanah yang telah diolah ditugal dan diberi benih jagung sebanyak 3 biji.

3.4.3 Pemupukan

Pemupukan dengan majemuk NPK dan Urea dan Kompos 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 $62,5 \text{ g plot}^{-1}$.

3.4.4 Pemeliharaan Tanaman

3.4.4.1 Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali dalam satu hari, jika turun hujan penyiraman tidak dilakukan. Penyiraman bertujuan agar kelembaban tanah di sekitar daerah perakaran tetap terjaga dan penyiraman dilakukan dengan menggunakan selang semprot.

3.4.4.2 Penjarangan

Penjarangan dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MST, sehingga tersisa satu tanaman sehat. Penjarangan dilakukan dengan cara memotong bagian batang bawah tanaman jagung tepat berada di permukaan tanah dengan menggunakan gunting sehingga tersisa satu tanaman. Penjarangan bertujuan agar tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik.

3.4.4.3 Pembumbunan

Khusus pada perlakuan olah tanah intensif pembumbunan dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam. Tujuannya untuk memperkokoh posisi batang sehingga tanaman tidak mudah rebah dan juga agar unsur hara berada dekat dengan perakaran sehingga penyerapan unsur hara lebih baik.

Pembumbunan ini hanya dilakukan pada petak percobaan yang diolah tanah secara konvensional.

3.4.4.4 Penyiangan Gulma

Penyiangan gulma dilakukan seperlunya ketika gulma sudah dianggap mengganggu pertumbuhan tanaman jagung. Penyiangan gulma dilakukan dengan menggunakan cangkul dan sabit ataupun gunting. Penyiangan gulma pada petak percobaan dengan perlakuan Olah Tanah Minimum (OTM) dilakukan dengan cara menggunting ataupun memotong gulma dengan menggunakan sabit dan serasah gulmnya dikembalikan pada petak percobaan. Sedangkan penyiangan gulma pada petak percobaan dengan perlakuan Olah Tanah Konvensional (OTK) dilakukan dengan cara dikoret menggunakan cangkul dan serasah gulmnya dikeluarkan dari petak percobaan.

3.4.4.5 Pemanenan

Jagung dipanen setelah berusia 120 – 130 hari setelah tanam untuk memastikan benar-benar kering. Jagung yang siap panen memiliki ciri-ciri : kelobot cokelat, rambut jagung hitam kering, biji jagung keras.

3.4.5 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel komposit tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu sebelum penanaman dan setelah pemanenan pada tanah *top soil* kedalaman 0-10 cm dan *sub soil* kedalaman 10-20 cm. Pengambilan sampel tanah sebelum penanaman dilakukan untuk analisis pH aktual dan potensial, C-organik, kandungan unsur hara N total, kalium dapat ditukar (K-dd), dan kandungan unsur hara K pada tanaman. Sedangkan perlakuan tanah dilaboratorium menggunakan tanah *top soil* dan *sub soil* yang diambil pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm untuk

mempelajari perilaku Q/I kalium Sampel tanah diambil secara acak pada setiap petakan. Pengambilan tanah pertama yaitu dilakukan sebelum olah tanah dengan cara digali sebanyak 5 titik lalu dikompositkan dan diambil sekitar 1,5 kg tanah. Pengambilan sampel tanah kedua dengan cara digali sebanyak 5 titik lalu dikompositkan dan diambil sekitar 1,5 kg tanah dan untuk pengambilan sampel kedua diambil dua lapisan yaitu lapisan pertama 0-10 cm dan lapisan kedua 10-20 cm. Sampel tanah ini kemudian dikering udarakan sekitar 2 hari dan kemudian diayak menggunakan ayakan 2 mm lalu dianalisis.

3.4.6 Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan dengan cara mengacak sebanyak 5 tanaman dalam setiap petak percobaan untuk memperoleh berat basah daun dan batang di lapangan. Selanjutnya sampel tanaman per petak percobaan dipotong-potong, ditimbang, dan dioven untuk diperoleh berat kering. Setelah itu akan dilakukan analisis tanaman masing-masing batang dan daun yang telah dikomposit sesuai perlakuan.

3.5 Variabel yang diamati

Variabel pengamatan yang diamati pada penelitian ini yaitu biomassa tanaman, analisis tanah, dan tanaman.

3.5.1 Biomassa Batang dan Daun

Pengambilan sampel berat basah dan berat kering dilakukan setelah pemanenan. Tanaman jagung sebanyak 5 sampel dari masing-masing plot yang telah

ditentukan dipotong tepat pada permukaan tanah kemudian dipisahkan antara batang dan daun. Selanjutnya masing-masing batang dan daun ditimbang untuk memperoleh berat basah tanaman jagung. Batang tanaman jagung dipotong-potong kecil dan dimasukkan kedalam amplop, begitu pula dengan daun jagung dimasukkan kedalam amplop yang sama. Batang dan daun kemudian dioven. Daun dan batang jagung dioven pada suhu 70°C selama 3 hari. Setelah kering batang dan daun kemudian ditimbang berat kering.

3.5.2 Analisis Tanah Awal dan Akhir

Analisis tanah awal dan akhir dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara sebelum dan setelah penanaman. Analisis N-total menggunakan metode Kjeldhal, P-tersedia menggunakan metode Bray-1, K-dd menggunakan pengestrak 1 N $C_2H_7NO_2$ pH 7, C-organik menggunakan metode Wakley dan Black, dan pH tanah aktual dan potensial dengan menggunakan H_2O dan KCl (Thom dan Utomo, 1991).

3.5.3 Analisis Tanaman

Analisis tanaman dilakukan setelah panen. Sampel yang digunakan untuk analisis tanaman akan dibersihkan dari kotoran yang menempel, dipotong-potong, dan dioven. Setelah itu, batang dan daun untuk analisis tanaman masing-masing dikomposit sesuai perlakuan. Selanjutnya komposit tanaman digiling, diabukan, dan dilakukan analisis tanaman berupa kandungan unsur hara kalium yang terkandung di dalam batang dan daun. Jaringan tanaman dianalisis dengan cara pengabuan kering kemudian sampel tanaman yang telah diabukan dilarutan

sampai volume 100 ml dalam labu ukur. Selanjutnya, K jaringan tanaman ditetapkan menggunakan *flamephotometer* (Thom dan Utomo, 1991).

3.6 Uji Statistika

Uji statistika dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang telah diberikan. Data yang diuji secara statistika meliputi berat kering tanaman jagung (daun, batang, dan total), produksi jagung, dan serapan hara K tanaman jagung (daun, batang, dan total). Data berat kering tanaman dan produksi dikonversi ke ton ha^{-1} sedangkan serapan K tanaman dikonversi ke kg ha^{-1} . Selanjutnya, data yang diuji dirata-rata berdasarkan kelompok, kemudian data diuji homogenitas ragam dengan uji Barlet, aditivitas data dengan uji Tukey. Pengaruh dari seluruh perlakuan digunakan uji F. Selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3.7 Percobaan *Quantity – Intensity (Q/I) Kalium*

Analisis *Top soil* dan *sub soil* digunakan untuk mempelajari perilaku Q/I kalium (Tabel 1). Tanah *Top soil* dan *Sub soil* dikering udara dan diayak lolos ayakan 2 mm. Analisis (Q/I) dilakukan sesuai dengan prosedur yang digunakan oleh Beckett (1964) yaitu 5 gr sampel tanah dimasukkan ke dalam 50 ml enam tabung sentrifuse dan masing-masing ditambahkan 20 ml KCl dengan konsentrasi 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0 mmol L^{-1} yang mengandung 0,005 M CaCl_2 . Selanjutnya campuran tanah dan larutan dikocok selama 2 jam dan disentrifuse selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah larutan bening terkumpul, selanjutnya analisis K menggunakan *flamephotometer*, serta Ca dan Mg menggunakan *Atomic*

Absorption Spectrophotometer (AAS). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali.

3.8 Prinsip Parameter dan Perhitungan Q/I

Pertukaran kation terjadi di dalam tanah yang telah diberi larutan seri berdasarkan metode Q/I yang dilakukan. Konsep dari kapasitas penyangga K (PBC^K) dapat menggambarkan reaksi pertukaran sederhana antara Ca^{2+} dan K^+ . Reaksi pertukaran dapat dituliskan sebagai berikut (Ninh, dkk., 2009):



Dari metode *Quantity/ intensity* (Q/I) K diperoleh kurva ideal Q/I (Gambar 1) yang dapat menyajikan tentang petunjuk untuk mengetahui kemampuan dan *quantity* untuk keefektifan suplai kalium bagi tanaman di dalam tanah. Beberapa parameter seperti keseimbangan *Activity Ratio* K (AR^K), *potential buffering capacity* (PBC^K) dapat menyediakan informasi penting untuk perilaku pertukaran K di dalam tanah, dan Koefisien selektivitas K (K_v) (Lin, 2010).

Kurva Q/I digambarkan oleh hubungan antara ΔK yang dijerap pada koloid tanah dengan AR^K sehingga diperoleh persamaan yang menggambarkan pertukaran K di dalam tanah. Nilai AR^K_0 pada keseimbangan dimana $\Delta K = 0$ (0 K adsorpsi dan desorpsi), sedangkan nilai PBC^K diperoleh dari *slope* kurva Q/I ($\Delta K/AR^K$) (Wang, dkk., 1988). Nilai ΔK_0 diperoleh pada saat $AR^K = 0$. Nilai ΔK_0 merupakan ukuran labil atau K dapat di pertukarkan di dalam tanah (Beckett, 1964).

Berdasarkan Gambar 1 nilai AR^K dan ΔK diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

Faktor *Quantity* (Q) kalium (ΔK) merupakan jumlah K dijerap atau dilepas oleh tanah ketika tanah diberi larutan seri; ΔK dihitung menggunakan rumus (2) (Horra, dkk., 1998):

$$\Delta K = K_{\text{seri}} - K_{\text{pada saat kesetimbangan}} \quad (2)$$

Faktor *Intensity K* (AR^K) adalah hasil perhitungan dari pengukuran konsentrasi K, Ca, dan Mg dikoreksi dari kesesuaian aktivitas ion. AR^K larutan tanah dapat ditentukan menggunakan rumus (3) (Beckett, 1964):

$$AR^K = \frac{\alpha K}{\sqrt{\alpha Ca + \alpha Mg}} \quad (3)$$

Aktivitas ion K (αK), Ca (αCa), dan Mg (αMg) di dalam larutan tanah dihitung sebagai hasil pengkalian konsentrasi ion dengan nilai *activity coefficient* (γ) rumus (4) (Ajiboye, dkk., 2015; Lumbanraja, 2017):

$$\alpha = \gamma M \quad (4)$$

dimana :

M = konsentrasi (mol L^{-1})

α = activity ion

γ = Activity coefficient

Activity coefficient (γ) dihitung berdasarkan pada parameter kekuatan ion

(I). Kekuatan ion (I) (mol L^{-1}) di dalam ekstrak tanah dihitung menggunakan

rumus yang diajukan oleh Griffin dan Jurinak rumus (5) (Ajiboye, dkk., 2015) dan

Activity coefficient (γ) dihitung menggunakan teori Debye- Huckel (Lindsay,

1979; Lumbanraja, 2017) dengan rumus (6):

$$I = \frac{1}{2} (C_+ z^2 + C_- z^2) \quad (5)$$

$$\log \gamma_i = -AZi^2 \sqrt{I} \quad (6)$$

$$\text{atau } \gamma_i = 10^{-AZi^2 \sqrt{I}}$$

dimana :

A = konstanta (0,504)

Z = Muatan ion

I = kekuatan ion

C₊ = Konsentrasi kation

C₋ = Konsentrasi anion

Nilai koefisien vanselow (K_v) menunjukkan afinitas penjerapan kation ke dalam koloid tanah. K_v dihitung menggunakan persamaan Evangelou dan Philips (1987) rumus (7), dengan arti bahwa semakin tinggi K_v maka koloid tanah lebih banyak menjerap K dibandingkan dengan Ca⁺ Mg dari larutan tanah.

$$PBC^K = \frac{1}{2} K_v KTK \quad \text{jadi} \quad K_v = \frac{2PBC^K}{KTK} \quad (7)$$

3.9 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara PBC^K, ΔK₀, AR^K₀, K_v dan K_{dd} dengan kalium tersedia di dalam tanah, produksi biomassa dan kalium terangkut oleh tanaman jagung, akibat sistem olah tanah dan pemupukan pada Tanah Ultisol Gedung Meneng.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk dengan dosis pupuk ($400 \text{ kg NPK ha}^{-1} + \text{Urea kg ha}^{-1} + \text{Kompos } 1 \text{ Mg ha}^{-1}$) berpengaruh nyata meningkatkan produksi jagung, biomassa dan K^+ terangkut panen jagung, tetapi perlakuan olah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap 3 variabel tersebut.
2. Perlakuan olah tanah minimum dan pupuk menurunkan Potensi Penyangga kalium (PBC^{K}) tetapi meningkatkan aktivitas kalium pada keseimbangan (AR^{K_0}), dan Kalium non-spesifik (ΔK^0) dibandingkan tanpa pemberian pupuk.
3. Kalium tersedia dalam tanah, biomassa dan kalium terpanen jagung tidak nyata berkorelasi positif dengan parameter QI yaitu adsorpsi K^+ yang dilepaskan (ΔK_0), aktivitas rasio kalium dalam keadaan keseimbangan dengan kation lain dalam larutan tanah (AR^{K_0}), kalium dapat ditukar (Kdd), kapasitas penyangga kalium (PBC^{K}) dan koefisien selektivitas (Kv) .

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang Q/I untuk melihat pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan jangka panjang terhadap nilai PBC^k dan nilai-nilai parameter Q/I lainnya.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah dan A. Rachman. 1998. Peranan Pengolahan Tanah dalam Peningkatan Kesuburan Tanah. *Prosiding Seminar Nasional VI BDP-OTK*
- Agustina, W. 2017. *Pengaruh Pupuk Organonitrofos dan Kombinasinya dengan Pupuk Anorganik terhadap Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah, serta Serapan K oleh Tanaman Tebu (Saccharum officinarum L.) di Tanah Ultisol Gedung Meneng*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung. 52 hlm.
- Ajiboye, A. G., J. O. Azeez, and A. J. Omotunde. 2015. Potassium Forms and Quantity- Intensity Relationship in some Wetland Soils of Abeokuta, Southwestern Nigeria. *Archiv Agro. Soil Sci.* 61 (10) : 1393-1408.
- Beckett, P. H. T. 1964. Studies on Soil Potassium II. The 'Immediate' Q/I of Labile Potassium in The Soil. *J.f Soil Sci.* 15 (1) : 9-23.
- Bohn, H., B. Mc Neal, and G O'Connor. 1985. *Soil Chemistry 2nd Edition*. Wiley- Interscience. New York. 341 hlm.
- BPS. 2017. Data Produksi Jagung Indonesia pada Tahun 2016 (<http://www.bps.go.id>). Diakses pada 11 April 2019. 82 hlm.
- Cooke, G.W. 1985. Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. *In Potassium in the Agricultural Systems of the Humid Tropics*. Proceedings of the 19th Colloquium of the International Potash Institute held in Bangkok. Thailand. pp 21-28.
- Damanik, MMB., Hasibuan, B.E., Fauzi, Sarifuddin, dan H., Hanum. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan.
- Delden, A. V. 2001. Yielded and Growth Components of Potato and Wheat Under Organic Nitrogen Management. *J. Agro. Crop Sci.* 93 (6): 1370-1385.
- Evangelou, V.P. 1986. The influence of anions on potassium quantity-intensity relationships. *Soil Sci. Am. J.* 30 : 1182 – 1188.

- Evangelou, V.P. dan A.D. Karathanasis. 1986. Evaluation of potassium quantity-intensity relationships by a computer employing *the Gapon equation*. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50:58-62.
- Evangelou, V. P. and R. E. Phillips. 1987. Sensitivity Analysis on the Comparison Between the Gapon and Vanselow Exchange Coefficients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51 : 1473-1479.
- Frobel G. D ., J.J.M.R. Londok., R.A.V. Tuturoong dan W. B. Kaunang. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap Produksi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan. *J. Zootek.* 32(5): 5-7.
- Hanafiah, K. A., 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo. Jakarta. 360 hlm.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akamedika Pressindo. Jakarta.354 hlm.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 288 hlm.
- Hermawan, A. 2014. *Perubahan Titik Nol dan Efisiensi P Tanaman Jagung pada Ultisol Akibat Pemberian Campuran Abu Terbang Batubara dan Kotoran Ayam*. [Disertasi]. Program Studi Ilmu Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. 109 hlm.
- Horra, A. M. D. L., D. Efron, M. P. Jimenez, and M. Conti. 1998. Effect of Potassium Fertilizer on Quantity- Intensity Parameters in Some Argentina Soils. *Commun. Soil Sci. OlantAnala.* 29 (5-6): 671-680.
- Hunsigi, G. 2011. Potassium Management Strategies to Realize High Yield and Quantity Of Sugarcane. *Karnataka J. Agric. Sci.* 24 (1): 45-47.
- Indrasari, A dan A. Syukur. 2006. Pengaruh pemberian pupuk kandang dan unsur hara mikro terhadap pertumbuhan jagung pada tanah Ultisol yang dikapur. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 6 (2): 116 – 123.
- Isnaini, S. 2005. Perubahan Kandungan Karbon, Nitrogen dan Nisbah C/N Bahan Organik pada Dua Sistem Olah Tanah Sawah Yang Dipupuk Nitrogen dan Kalium. *J. Tanah Trop.* 11 (1) : 1-8.
- Kartasapoetra, G. A.G dan, M. M. Sutedjo. 1985. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 194 hlm.
- Kingston, G., M. C. Anink, B. M. Clift, and R. N. Beattie. 2009. Potassium Management For Sugarcane On Base Saturated Soils In Northern New South Wales. *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol.* 31: 186-194.

- Kris. 2001. Efektifitas Nodulasi *Rhizobium japonicum* pada Kedelai yang Tumbuh pada tanah dengan Inkulasi Tambahan. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 3(1): 31-35.
- Kriswantoro, H., Ety S dan Syamsul B. 2016. Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk NPK pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *J. Klorofil*. 11(1): 1-16.
- Lestari, A. P. 2009. Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Melalui Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Organik. *J. Agronomi*. 13(1): 38-44.
- Lindawati, N., Izhar dan H. Syafria. 2000. Pengaruh pemupukan nitrogen dan interval pemotongan terhadap produktivitas dan kualitas rumput lokal kumpai pada tanah Podzolik Merah Kuning. *JPPTP* 2(2): 130-133.
- Lin, Y. H. 2010. Effect of Potassium Behaviour in Soils on Crop Absorption. *Af. J Biotech*. 9 (30): 4636-4634.
- Lindsay, W. L. 1979. *Chemical Equilibria in Soils*. John Wiley & Sons. New York. 449 hlm.
- Lumbanraja, J., Odry, S. Yusnaini, Afandi, M. Nonaka, A. Watanabe, dan M. Kimura. 2003. Potassium Exchange of Soil in of Soil in Different Erosion Treatment Plots in a Hilly Area of Sumberjaya, West Lampung of Sumatera. *Soil Fertility Assessment and Rehabilitation of Cultivated Tropical Rain Forest in South East Asia*: 80-92.
- Lumbanraja, J. and V.P. Evangelou. 1994. Adsorption-desorption of potassium and ammonium at low cation concentrations in three Kentucky sub soil. *Soil Sci.*, 157:269-278.
- Lumbanraja, J., M. Utomo dan Fitriati. 1993. Karakteristik jerapan amonium tanah pada tiga perlakuan pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen. *Prosiding Seminar Nasional IV: Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi* hal: 1-10.
- Lumbanraja, J., M. Utomo dan M. Zahir. 1997. Perilaku Jerapan Kalium pada Tiga Sistem Olah Tanah sawah dengan Pemupukan Urea Prill dan Tablet. *J. Tanah Trop*. 5:29-38.
- Lumbanraja, J. 2017. *Kimia Tanah dan Air: Prinsip Dasar dan Lingkungan*. CV. Anugrah Utama Raharja. Lampung. 297 hlm.
- Magdalena, F., Sudiarsono, dan T. Sumarni. 2013. Penggunaan Pupuk Kandang dan Pupuk Hijau (*Crotalaria juncea* L.) untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Anorganik pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *J. Produksi Tanaman*. 1(2): 61-71.

- Mulyani, A., A. Rachman., dan A. Dairah. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. dalam *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal: 23-34.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. IPB-Press. Bogor. 240 hlm
- Murbandono, L. H. S. 2000. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 61 hlm.
- Myrna, N.E.F. 2003. Hasil tanaman jagung pada berbagai dosis dan cara pemupukan N pada lahan dengan sistem olah tanah minimum. *J. Agronomi*. 9 (1) : 9-15.
- Nainggolan, A., Bguritno dan T. Islami. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L).Merill). *J. Produksi Tanaman*. 5(6): 999-1006.
- Ninh, H. T., H. T. T. Hoa, P. Q. Ha, and J. E. Dufey. 2009. Potassium Buffering Capacity of Sandy Soils from Thua Thien Hue Province, Central Vietnam, as Related to Soil Properties. *Communi Soil Sci, Plant Anal*.40: 3294-3307.
- Nursyamsi, D dan Suprihatin. 2005. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa* L.), Jagung (*Zea mays* L.), dan Kedelai (*Glycine max*). *Bul. Agron*. 33 (3): 40 – 47.
- Oktavia, D. 2006. *Perubahan Karbon Organik dan Nitrogen Total Tanah Akibat Perlakuan Pupuk Organik pada Budidaya Sayuran Organik*. Skripsi. IPB. Bogor. 26 hlm.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2017. *Buku Statistika Pertanian*. Kementerian Pertanian. Jakarta. 362 hlm.
- Prasetyo, B. H dan D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*. 25(2): 39-47.
- Rasnake, M., and G. W. Thomas. 1976. Potassium Status of Some Alluvial Soils in Kentucky. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40: 883-886.
- Rosmarkam, A dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 hlm.

- Shengxiang, Z. 1998. Potassium Supplying Capacity and High Efficiency Use of Potassium Fertilizer in Upland Soils of Hunan Province. *J. Better Crops Int.* 12 (1): 16-19.
- Sparks, D. L., and W. C. Liebhardt. 1981. Effect of Long-Term Lime and Potassium Application on Quantity-Intensity (Q/I) Relationships in Sandy Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:786-790.
- Subagyo, H., N. Suharta., dan A. B. Siswanto. 2004. Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. *Dalam Buku Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal:21-66.
- Subekti, N.A., Syafrudin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2012. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 426 hlm.
- Subiksa, I. M., J. S. Adiningsih, Suarsono, dan S. Sabiham. 2004. Pengaruh Ameliorasi dan Pemupukan K terhadap Parameter Hubungan Q-I Kalium pada Tanah Mineral Masam. *J. Tanah dan Iklim.* 22: 40-49.
- Subowo, J. Subaga, dan M. Sudjadi. 1990. Pengaruh Bahan Organik terhadap Pencucian Hara Tanah Ultisol Rangkasbitung, Jawa Barat. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 9: 26-31.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *J. Tek. Ling.* 10 (3): 337-346.
- Setyorini, D, dan S. Abdulrachman. 2009. *Pengelolaan Hara Mineral Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian dan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 40 hlm.
- Sutedjo, M. M. dan A. G. Kartasapoetra. 2010. *Pengantar Ilmu Tanah: Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka cipta. Jakarta. 98 hlm.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultiso di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *J. Agroteknologi.* 4 (1): 1796-1803.
- 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.
- Thom. W. O., dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hlm.

- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers Fourth Edition*. Mucmillan Publishing Company. New York. 754 hlm.
- Utomo, M. 1990. *Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah, Teknologi Untuk Pertanian Berkelanjutan*. Direktorat Produksi Padi dan Palawija. Departemen Pertanian RI. Jakarta.
- Utomo, M. 2002. Olah tanah konservasi untuk pengelolaan lahan berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Olah Tanah Konservasi*. Yogyakarta, 30 Juli 2002. hal. III:1-35.
- Wang, J. J., R. E. Farrell, and A. D. Scott. 1988. Potentiometric Determination of Potassium Q/I Relationships. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 657-662.
- Wang, J. J., D. L. Harrell, and P. F. Bell. 2004. Potassium Buffering Characteristics of Three Soils Low in Exchangeable Potassium. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68 (68): 654-661.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Jogjakarta. 269 hlm.
- Zharikova, E. A. 2004. Potential Buffer Capacity of Soils with Respect to Potassium (by the Example of the Amur River Region). *Eur. Soil Sci.* 37 (7): 710-717.