

**HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR
(P) DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*
L.) AKIBAT PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN DI
TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG
PERIODE TANAM KE-3**

(Skripsi)

Oleh

Andin Alvimaigawati



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

Relationship between Adsorption Behavior and Availability of Phosphorus (P) with P-Harvested by Corn Plants (*Zea mays L.*) due to the Effect of Tillage and Fertilization in Ultisol Soil of GedungMeneng, 3rd Planting Period

By

ANDIN ALVIMAIGAWATI

One way to reduce P adsorption on Ultisol soil is by adding organic matter. This study aims to determine the effect of tillage and fertilization on maize biomass and P-harvested, maximum adsorption (X_{max}), and relative phosphorus binding energy (KL) in the soil, and the correlation of maximum adsorption (X_{max}), and the relative bond energy of phosphorus (KL) with available P, maize plant biomass, and P-harvested by maize plants. This study was designed using a randomized block design using two factors and 4 replications. The first factor is the tillage system which consists of minimum tillage and intensive tillage and the second factor is the application of fertilizer which consists of no fertilizer and with fertilizer. The data obtained will be analyzed through the homogeneity of variance test (Barlett test) and data additivity (Tukey test). The data were analyzed by analysis of variance and continued with the 5% BNT test. The relationship between maximum adsorption (X_{max}), relative phosphorus binding energy (KL), and corn biomass was tested by correlation test. The results of this study showed that: (1) fertilizer application had a significant effect on increasing maize biomass, production, and P uptake, but tillage treatment had no significant effect on these variables. The interaction between tillage and fertilization had a significant effect on the P uptake of stover and on the P uptake of seeds, but had no significant effect on the P uptake of cornhusks, (2) application of compound fertilizers on topsoil and subsoil had not been able to reduce maximum adsorption (X_{max}) in the soil, and (3) maximum adsorption and relative phosphorus binding energy were not correlated with available phosphorus, biomass, and transported phosphorus in maize plants.

Keywords: *maximum adsorption (X_{max}), tillage, fertilization, relative phosphorus binding energy (K_L), ultisol soil.*

ABSTRAK

HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR (P) DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) AKIBAT PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENGG PERIODE TANAM KE-3

Oleh

ANDIN ALVIMAIGAWATI

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menurunkan jerapan P pada tanah Ultisol yaitu dengan penambahan bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa dan P terangkut, jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) di dalam tanah, dan korelasi jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) dengan P tersedia, biomassa, dan P terangkut. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok menggunakan dua faktor dengan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu sistem olah tanah dan faktor kedua yaitu aplikasi pupuk. Data yang diperoleh dianalisis melalui uji homogenitas ragam (uji Barlett) dan aditivitas data (uji Tukey). Data dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Hubungan antara jerapan maksimum (X_{max}), relatif energi ikatan fosfor (K_L), dan biomassa jagung diuji dengan uji korelasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Pemberian pupuk berpengaruh nyata dalam meningkatkan biomassa dan produksi tanaman jagung, tetapi perlakuan olah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap variabel tersebut. Interaksi antara olah tanah dan pemupukan sangat berpengaruh nyata terhadap serapan P brankasan dan serapan P biji, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P kelobot, (2) lapisan *topsoil* dan *subsoil* pemberian pupuk majemuk belum mampu mengurangi jerapan maksimum P (X_{max}) yang berada di dalam tanah, tetapi sudah mampu mengurangi nilai K_L yang terdapat di dalam tanah, dan (3) Jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor tidak berkorelasi terhadap fosfor tersedia, biomassa, dan fosfor terangkut pada tanaman jagung.

Kata kunci: jerapan maksimum (X_{max}), olah tanah, pemupukan, relatif energi ikatan fosfor (K_L), tanah ultisol.

**HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR
(P) DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*
L.) AKIBAT PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN DI
TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG
PERIODE TANAM KE-3**

Oleh

ANDIN ALVIMAIGAWATI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Penelitian

**HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN
KETERSEDIAAN FOSFOR (P) DENGAN P-
TERANGKUT OLEH TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) AKIBAT PENGARUH OLAH
TANAH DAN PEMUPUKAN DI TANAH
ULTISOL GEDUNG MENENG PERIODE
TANAM KE-3**

Nama Mahasiswa

Andin Alvimaigawati

NPM

: 1514121210

Program Studi

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph. D
NIP 19530318 198103 1 002

Dr. Supriatin, S.P., M.Sc.
NIP 197912192005012001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

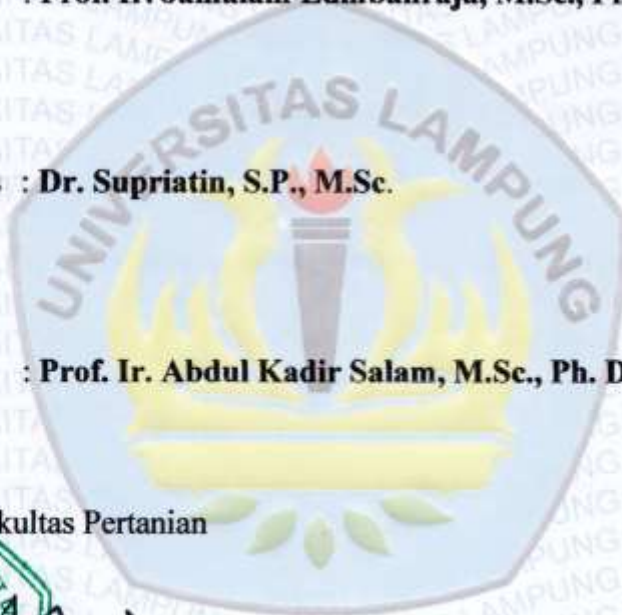
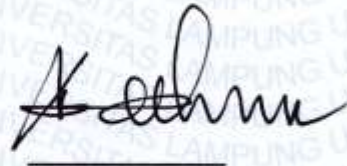
Ketua : Prof. Ir. Jamalamb Lumbanraja, M.Sc., Ph. D



Sekretaris : Dr. Supriatin, S.P., M.Sc.



Anggota : Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph. D



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Oktober 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Hubungan Perilaku Jerapan dan Ketersediaan Fosfor (P) dengan P-Terangkut oleh Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) akibat Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng Periode Tanam Ke-3”** merupakan hasil karya saya sendiri dengan bantuan dari Prof. Ir. Jamal Lumbanraja, Ph. D. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah-kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Jika pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2022

Penulis,



Andin Alvimaigawati
NPM 1514121210

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di Lampung Tengah pada tanggal 03 Mei 1997, sebagai anak sulung dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Gatot Hadiwiyono dan Ibu Sugiarti.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Negeri 01 Gunung Madu, Lampung Tengah pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama Satya Dharma Sudjana pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Metro pada tahun 2015. Pada tahun 2015, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Ujian Mandiri.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2018/2019) dan Kimia Tanah (2018/2019). Pada tahun 2015, Penulis melakukan Praktik Umum (PU) di PT Sari Bhakti Bumi Agri, Cicalengka, Jawa Barat selama 30 hari efektif. Kemudian Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2019 di Desa Gunung Labuan, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Utara. Penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (UKMF LS-Mata) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota Lingkungan Hidup dan IPTEK.

Kupersembahkan karya sederhana ini

Teruntuk keluarga ku tercinta

Bapak, Ibu, dan Adik tersayang
Semoga kita semua berkumpul bersama di Syurga-Nya Allah kelak

Dan Almamater tercinta Universitas Lampung

**KESEMPATAN TIDAK DATANG DUA KALI, TETAPI KESEMPATAN
DATANG BAGI MEREKA YANG TIDAK PERNAH BERHENTI MENCoba
(Dzawin Nur Ikram)**

**JIKA KAU CUKUP BERANI MELAKUKAN SESUATU YANG HEBAT
UNTUK DIJALANI, MAKA TUHAN AKAN MENGHADIAHIMU SESUATU
LEBIH DARI YANG ENGKAU INGINKAN
(Raditya F. Pratama)**

**BARANG SIAPA KELUAR UNTUK MencARI SEBUAH ILMU, MAKA IA
AKAN BERADA DI JALAN ALLAH HINGGA IA KEMBALI
(HR Tirmidzi)**

**SESUNGGUHNya BERSAMA KESUKARAN ITU ADA KEMUDAHAN.
KARENA ITU BILA KAU TELAH SELESAI DARI SUATU URUSAN,
KERJAKANLAH DENGAN SUNGGUH-SUNGGUH URUSAN YANG LAIN,
DAN BERHARAPLAH KEPADA ALLAH
(Q.S. AL-INSYIRAH : 6-8)**

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur ke Hadirat Allah SWT atas segala Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Hubungan Perilaku Jerapan dan Ketersediaan Fosfor (P) dengan P-Terangkut oleh Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) akibat Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng Periode Tanam Ke-3”** ini secara lancar. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada tauladan kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita dapat selalu mengikuti sunah-sunahnya serta diakui sebagai umatnya kelak. Aamiin.

Dalam prosesnya, sudah tentu penulis tidak dapat melakukannya sendiri. Selama proses tersusunnya skripsi ini banyak pihak yang telah membantu. Oleh karenanya, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Bapak Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D., selaku dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan dukungan yang tidak sedikit, baik sebelum, selama, hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Supriatin, S.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan dukungan yang tidak sedikit, baik sebelum, selama, hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph. D., selaku dosen Penguji yang telah memberi saran kritik, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing selama penulis menempuh pendidikan

7. Penulis menyampaikan terimakasih kepada keluarga tersayang Bapak Gatot Hadiwiyono, Ibu Sugiarti, dan Adinda Ihza Shifagiareva, yang selalu berusaha menyediakan seluruh kebutuhan penulis, baik secara pendidikan moril, spiritual, bantuan materil, dan curahan kasih sayang yang tiada tara.
8. Teman-teman seperjuangan di Agroteknologi D 2015, terkhusus untuk Romando Lumbanraja, Charlos Butar-Butar, Linda Lauren, Halimatu Sakdiyah, Ramasta Nesya Elvara, Ayuk Rahwuni, Marzuki Isnaini, Yoga Adi Mursito, Wahyu Bagus, Elpin Wahyu Illahi, atas persahabatan, doa, dukungan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman tim Ayok Wisuda (Wilona Kaulika Khairan dan M. Arif Budiman), yang selalu memotivasi dan menghibur penulis disaat suka maupun duka.
10. Sahabat-sahabatku Noverina Rahmaniyanti dan Dena Gita Fajri Cahyani yang turut menyemangati penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Penulis menyampaikan terimakasih kepada Ahmad Rizalul Hanif, S.T., yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, dan waktunya selama proses penyelesaian skripsi ini.
12. Seluruh pihak yang terlibat, yang tentu saja sangat berjasa dalam setiap waktu bagi penulis hingga saat ini
13. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Oktober 2022
Penulis

Andin Alvimaigawati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	V
DAFTAR GAMBAR.....	X
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penjerapan dan Ketersediaan Fosfor pada Tanah-tanah Masam.....	7
2.2 Olah Tanah	8
2.2.1 Olah Tanah Minimum	9
2.2.2 Olah Tanah Konvensional atau Intensif	9
2.3 Pemupukan Fosfor pada Tanah Masam	10
2.4 Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan terhadap Jerapan dan Ketersediaan Fosfor.....	11
III. BAHAN DAN METODE	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Rancangan Percobaan dan Perlakuan.....	15
3.4 Pelaksanaan Percobaan Lapangan.....	15
3.4.1 Pembuatan Plot Percobaan	15
3.4.2 Pengolahan Tanah	16
3.4.3 Penanaman Benih Jagung.....	17

3.4.4 Pengaplikasian Pupuk	17
3.4.5 Penyiraman.....	17
3.4.6 Penjarangan	18
3.4.7 Pemanenan	18
3.4.8 Penentuan Contoh tanaman.....	18
3.4.9 Pengamatan Parameter Lapangan	18
3.4.9.1 Bobot Brangkasan, Kelobot, dan Biji Segar.....	18
3.4.9.2 Bobot Brangkasan dan Kelobot Kering.....	18
3.5 Pecobaan Laboratorium.....	19
3.5.1 Analisis Tanah.....	19
3.5.2 Analisis Tanaman.....	19
3.5.3 Model Isotermik Langmuir	20
3.5.3.1 Pembuatan Larutan Standar 100 mg P L ⁻¹	20
3.5.3.2 Pembuatan Larutan Standar 0 – 2,5 mg P L ⁻¹	20
3.5.3.3 Pembuatan Larutan KH ₂ PO ₄ ppm P dan Larutan CaCl ₂ 1N.....	20
3.5.3.4 Pembuatan Larutan Seri.....	21
3.5.3.5 Penetapan Jerapan Fosfor pada Tanah dengan Metode Isotermik Langmuir	21
3.5.3.6 Analisis Jerapan P Tanah dengan Parameter Isotermik Langmuir.....	22
3.6 Analisis Data	23
3.6.1 Uji F (Analisis Ragam)	23
3.6.2 Uji <i>Student-t</i>	24
3.6.3 Uji Kolerasi	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Karakteristik Awal Kimia Tanah Ultisol Gedung Meneng.....	25
4.2 Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Tinggi Tanaman	28
4.3 Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Jumlah Daun.....	30
4.4 Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa (Berat Kering) Tanaman Jagung.....	31
4.5 Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Produksi Tanaman Jagung.....	33
4.6 Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Tanaman Jagung.....	35
4.7 Perilaku Jerapan Maksimum P (X_{max}) dan Relatif Energi Ikatan (K_L) pada Tanah Ultisol Gedung Meneng setelah Pemberian Perlakuan	36

4.8 Signifikansi Parameter Jerapan Maksimum (X_{\max}) dan Relatif energi Ikatan P (K_L).....	40
4.9 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung terhadap Serapan Fosfor.....	42
4.10 Uji Korelasi Hasil Analisis Tanah dan Tanaman dengan Jerapan Maksimum P (X_{\max}) dan Relatif Energi Ikatan P (K_L).....	44
V. SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan.....	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Larutan Standar P 0 – 2,5 mg P L ⁻¹	20
2. Hasil Analisis Sifat Kimia tanah	27
3. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung	31
4. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Tanaman Jagung	32
5. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Produksi Pipilan Jagung Per Hektar	34
6. Pengaruh Perlakuan Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Tanaman Jagung	35
7. Persamaan Linier Isotermik Langmuir Jerapan P <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i>	39
8. Uji <i>Student-T</i> pada Parameter Jerapan Maksimum P (X_{max}) dan Relatif Energi Ikatan P (K_L) pada Lapisan <i>Topsoil</i>	40
9. Uji <i>Student-T</i> pada Parameter Jerapan Maksimum P (X_{max}) dan Relatif Energi Ikatan P (K_L) pada Lapisan <i>Subsoil</i>	41
10. Uji Korelasi antara Serapan P Tanaman, Serapan P Kelobot, Serapan P Biji, Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Bobot Kering Brangkasan, Bobot Kering Kelobot, dan Bobot Kering Biji	43
11. Uji Korelasi antara Jerapan Maksimum P (X_{max}), Relatif Energi Ikatan P (K_L), P Terangkut Brangkasan, P Terangkut Kelobot, P Terangkut Biji, Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, P Tersedia, dan P Total Lapisan tanah <i>Topsoil</i> pada taraf 5%	44

12. Uji Korelasi antara Jerapan Maksimum P (X_{max}), Relatif Energi Ikatan P (K_L), P Terangkut Brangkasan, P Terangkut Kelobot, P Terangkut Biji, Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, P Tersedia, dan P Total Lapisan tanah <i>Subsoil</i> pada taraf 5%	45
13. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Tinggi Tanaman Jagung	57
14. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Tinggi Tanaman Jagung	57
15. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Tinggi Tanaman Jagung	57
16. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung	58
17. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung.....	58
18. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung.....	58
19. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Brangkasan Jagung	59
20. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Brangkasan Jagung.....	59
21. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Brangkasan Jagung.....	59
22. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Kelobot Jagung	60
23. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Kelobot Jagung	60
24. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Kelobot Jagung	60
25. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Jagung Total.....	61
26. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Jagung Total.....	61

27. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Kering Jagung Total	61
28. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Panen Jagung	62
29. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Panen Jagung.....	62
30. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Panen Jagung.....	62
31. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Oven Jagung	63
32. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Oven Jagung.....	63
33. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Kering Oven Jagung.....	63
34. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Jagung KA 14%	64
35. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Jagung KA 14%.....	64
36. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Berat Pipilan Jagung KA 14%.....	64
37. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap P Terangkut Brangkasan Jagung	65
38. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Brangkasan Per Hektar.....	65
39. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Brangkasan Per Hektar.....	65
40. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap P Terangkut Kelobot Jagung	66
41. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Kelobot Per Hektar.....	66
42. Analisis Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Serapan P Kelobot Per Hektar.....	66

43. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap P Terangkut Biji Jagung	67
44. Uji Homogenitas Ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap P Terangkut Biji Jagung	67
45. Analisis ragam Hasil Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap P Terangkut Biji Jagung	67
46. Parameter P pada Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	68
47. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan)	69
48. Parameter P pada Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	70
49. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	71
50. Parameter P pada Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	72
51. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	73
52. Parameter P pada Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	74
53. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	75
54. Parameter P pada Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan).....	76
55. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan)	77
56. Parameter P pada Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	78
57. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	79

58. Parameter P pada Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	80
59. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan).....	81
60. Parameter P pada Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	82
61. Parameter X_{max} dan K_L pada Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	83
62. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	84
63. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif+ Tanpa Pemupukan).....	84
64. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	85
65. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	85
66. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	86
67. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah tanah Intensif + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	86
68. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	87

69. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	87
70. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	88
71. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	88
72. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan B <i>Topsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	89
73. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan C <i>Topsoil</i> (Olah tanah Intensif + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Topsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	89
74. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	90
75. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	90
76. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	91
77. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	91
78. Uji <i>Student-T</i> X_{max} Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	92

79. Uji <i>Student-T</i> X_{\max} Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah tanah Intensif + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	92
80. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	93
81. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	93
82. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan A <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	94
83. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + Tanpa Pemupukan)	94
84. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan B <i>Subsoil</i> (Olah tanah Minimum + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	95
85. Uji <i>Student-T</i> K_L Perlakuan C <i>Subsoil</i> (Olah tanah Intensif + Tanpa Pemupukan) dan Perlakuan D <i>Subsoil</i> (Olah Tanah Intensif + NPK 400 kg ha ⁻¹ , Urea 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	95
86. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Brangkas di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	96
87. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Kelobot di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	96
88. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Biji di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	96
89. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Tinggi Tanaman di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	97

90. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Jumlah Daun di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	97
91. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan P Total di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	97
92. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan P Tersedia di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	98
93. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Biomassa Tanaman Jagung di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	98
94. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Brangkasan di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	98
95. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Kelobot di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	99
96. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Biji di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	99
97. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Tinggi Tanaman di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan.....	99
98. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Jumlah daun di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	100
99. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan P Tersedia di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	100
100. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Biomassa Tanaman Jagung di dalam <i>Topsoil</i> Tiap Perlakuan	100
101. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Brangkasan di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	101
102. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Kelobot di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	101
103. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Serapan P Biji di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	101
104. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Tinggi Tanaman di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	102
105. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Jumlah Daun di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	102

106. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan P Total di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	102
107. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan P Tersedia di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	103
108. Perhitungan Uji Korelasi antara X_{\max} dengan Biomassa Tanaman Jagung di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	103
109. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Brangkasan di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	103
110. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Kelobot di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	104
111. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Serapan P Biji di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan.....	104
112. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Tinggi Tanaman di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	104
113. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Jumlah daun di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	105
114. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan P Tersedia di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	105
115. Perhitungan Uji Korelasi antara K_L dengan Biomassa Tanaman Jagung di dalam <i>Subsoil</i> Tiap Perlakuan	105
116. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Brangkasan dengan Tinggi Tanaman	106
117. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Brangkasan dengan Jumlah Daun	107
118. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Kelobot dengan Tinggi Tanaman.....	108
119. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Kelobot dengan Jumlah Daun	109
120. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Biji dengan Tinggi Tanaman.....	110
121. Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Biji dengan Jumlah Daun.....	111

122.Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Brangkasan dengan Bobot Kering Brangkasan.....	112
123.Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Kelobot dengan Bobot Kering Kelobot.....	113
124.Perhitungan Uji Korelasi antara Serapan P Biji dengan Bobot Kering Biji.....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata Letak Petak Percobaan.....	16
2. Contoh Kurva Linier Jerapan Langmuir	22
3. Grafik Rata-rata Tinggi tanaman pada Masing-masing Perlakuan. Perlakuan TOP0 (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan);TOP1 (Olah Tanah Minimum + NPK: 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹); T1P0. (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan); T1P1. (Olah Tanah Intensif + 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹)	29
4. Hubungan antara Indeks Jerapan P (C/Q) dengan Konsentrasi P dalam Larutan Kesetimbangan (C) pada lapisan <i>Topsoil</i> . Perlakuan TOP0 (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan);TOP1 (Olah Tanah Minimum + NPK: 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹); T1P0. (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan); T1P1. (Olah Tanah Intensif + 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	36
5. Grafik Hubungan antara Indeks Jerapan P (C/Q) dengan Konsentrasi P dalam Larutan Kesetimbangan (C) pada lapisan <i>Subsoil</i> Perlakuan TOP0 (Olah Tanah Minimum + Tanpa Pemupukan);TOP1 (Olah Tanah Minimum + NPK: 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹); T1P0. (Olah Tanah Intensif +Tanpa Pemupukan); T1P1. (Olah Tanah Intensif + 400 kg ha ⁻¹ , Urea: 200 kg ha ⁻¹ , Kompos 1 Mg ha ⁻¹).....	38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanah Ultisol dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung, dan terbentuk dari bahan induk yang bersifat masam hingga basa. Namun sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam. Tanah Ultisol mempunyai sebaran yang luas di Indonesia mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha) (Subagyo dkk., 2004).

Di dalam tanah Ultisol, kandungan mineral Al (hidro) oksida, Fe (hidro) oksida dan koloid liat didominasi oleh mineral kaolinit-gibbsit, gibbsite-goetit dan juga limonit. Konsekuensinya yaitu reaksi yang akan membentuk lebih banyak ion fosfat yang tidak larut. Akibatnya hanya sebagian kecil dari ion fosfat yang tinggal tersedia bagi tanaman (Utomo, dkk., 2016). Hal ini dapat berpengaruh terhadap jerapan P. Menurut Nursyamsi, dkk., (2003) jerapan P merupakan suatu keadaan dimana P yang terdapat di dalam larutan tanah akan bereaksi dengan koloid maupun mineral liat yang akan menyebabkan P menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Muatan negatif tanah dan semua gugus OH yang ada dalam tanah menyebabkan jerapan P menjadi rendah atau menolak terjadinya jerapan P. Hal ini dikarenakan muatan negatif tanah memiliki struktur internal mineral liat aluminosilika yang mempunyai kelebihan muatan elektrik karena substitusi isomorfik Si^{4+} dan Al^{3+} dan gugus OH menyebabkan muatan tanah menjadi negatif pada saat pemberian bahan organik.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi jerapan P pada koloid tanah yaitu dengan penambahan bahan organik. Menurut Bhatti, dkk., (1998), asam-asam organik sederhana seperti asam oksalat merupakan salah satu senyawa penting dalam proses pelepasan jerapan P. Mekanisme asam oksalat dalam meningkatkan ketersediaan P adalah dengan menggantikan P yang terjerap melalui pertukaran ligan pada permukaan Al dan Fe oksida. Sedangkan dengan pemupukan P, maka ion P akan dijerap pada permukaan mineral oksida Fe dan Al atau oleh mineral liat. Menurut Brady dan Weil (1999), bahwa pergantian ion OH^- dari hidrous Fe dan oksida Al merupakan salah satu mekanisme yang penting dalam pertukaran anion. Pada kondisi di tanah masam, muatan positif dapat berperan dalam pertukaran anion pada patahan mineral, terutama pada lapisan Al Oktahedral yaitu dengan munculnya gugus OH pada patahan kaolinit. Pada kebanyakan tanah, H_2PO_4^- merupakan salah satu anion yang banyak dijerap dan juga dapat ditahan oleh partikel tanah melalui reaksi penjerapan (adsorpsi).

Berdasarkan penelitian Lumbanraja, dkk., (2018), bahwa kandungan P tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian pupuk NPK yang dikombinasikan dengan pupuk organitrofos dengan dosis tertentu, sedangkan pada perlakuan tanpa pemupukan kandungan P tersedia rendah. Hal ini sesuai dengan Bohn, dkk., (1985), bahwa semakin meningkatnya bahan organik yang berada di dalam tanah, maka populasi mikroba akan meningkat dan berperan dalam proses penyediaan unsur hara dan ketersediaan Al dan Fe tersedia akan berkurang di dalam tanah.

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi di dalam tanah yaitu dengan cara pengolahan tanah. Pengolahan tanah bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah untuk penetrasi akar, infiltrasi air dan peredaran udara (aerasi), menyiapkan tanah untuk irigasi permukaan dan pengendalian hama serta menghilangkan sisa-sisa tumbuhan yang mengganggu pertumbuhan tanaman (Rizky, dkk., 2014). Pada pengolahan tanah minimum, ketersediaan unsur hara akan lebih banyak dibandingkan pada pengolahan tanah konvensional atau intensif terutama unsur hara fosfor. Hal ini karena pada pengolahan tanah

minimum, ketersediaan unsur hara P bisa didapatkan dari sisa-sisa tanaman yang telah disiangi dan kemudian dikembalikan ke lahan. Sedangkan pada pengolahan tanah intensif, sisa-sisa tanaman dibuang sehingga ketersediaan unsur hara P di dalam tanah rendah.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan perilaku jerapan dan ketersediaan fosfor dengan P-terangkut pada tanaman jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan di tanah Ultisol.

Rumusan masalah dalam penelitian berdasarkan latar belakang yang ada adalah sebagai berikut:

1. Apakah perlakuan olah tanah dan pemupukan dapat meningkatkan biomassa dan fosfor terangkut pada tanaman jagung?
2. Apakah perlakuan olah tanah dan pemupukan berpengaruh terhadap jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor di dalam tanah?
3. Apakah jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor berkorelasi dengan fosfor terangkut pada tanaman jagung dengan perlakuan olah tanah dan pemupukan?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perlakuan olah tanah dan pemupukan terhadap biomassa dan fosfor terangkut pada tanaman jagung.
2. Mengetahui pengaruh perlakuan olah tanah dan pemupukan terhadap jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) di dalam tanah.
3. Mengetahui korelasi jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) dengan fosfor tersedia, biomassa, dan fosfor terangkut pada tanaman jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengolahan tanah adalah salah satu kegiatan persiapan lahan (*land preparation*) yang bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah ditujukan untuk memperbaiki daerah perakaran tanaman, kelembaban dan aerasi tanah, memperbesar kapasitas infiltrasi serta mengendalikan tumbuhan pengganggu. Berdasarkan penelitian Syaiful, dkk., (2011), perlakuan sistem olah tanah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter tongkol. Sistem olah tanah sempurna memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan tanpa olah tanah dan olah tanah minimum. Hal ini diduga pada sistem olah tanah sempurna dapat memperbaiki struktur tanah yang juga akan berpengaruh terhadap aerasi dan drainase tanah, juga dapat mencegah pertumbuhan gulma pada areal pertanaman. Sedangkan pada olah tanah minimum dan tanpa olah tanah mengalami persaingan dengan gulma dalam memanfaatkan unsur hara dan air, serta penerimaan cahaya matahari.

Selain pengolahan tanah, perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dapat dilakukan dengan cara pemupukan. Menurut hasil penelitian Sukmawati (2011) pemupukan fosfor merupakan salah satu cara untuk mengelola tanah Ultisol, hal ini dikarenakan tanah Ultisol memiliki kadar P yang rendah dan juga terdapat unsur-unsur yang meretensi fosfat yang ditambahkan. Kekurangan unsur hara P di tanah Ultisol sendiri dapat disebabkan oleh kandungan unsur hara P yang berasal dari bahan induk yang memang sudah rendah atau dapat juga disebabkan oleh kandungan unsur hara P yang tinggi tetapi tidak dapat tersedia oleh tanaman karena dijerap oleh koloid liat dan Fe (hidro) oksida dan Al (hidro) oksida. Hal ini didukung oleh Hardjowigeno (2003) bahwa sifat unsur hara P tidak mobil, sehingga unsur hara P dapat bereaksi dengan unsur hara lain seperti Al dan Fe atau sebagian dapat terikat oleh partikel-partikel liat yang nantinya akan menyebabkan unsur hara P yang dibutuhkan oleh tanaman menjadi sedikit. Sedangkan kebutuhan unsur hara P merupakan faktor pembatas yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman.

Ketersediaan fosfor di dalam tanah dipengaruhi beberapa faktor salah satunya yaitu pH tanah (Utomo, dkk., 2016). Menurut Lopez-Hernandez dan Burnham (1974) bahwa semakin rendah nilai pH tanah, maka jerapan maksimum ion P akan semakin meningkat sehingga ketersediaan unsur hara P di dalam tanah semakin rendah. Berdasarkan penelitian Lumbanraja, dkk., (2018), bahwa pada perlakuan pemberian pupuk anorganik dan pupuk organik memiliki P terangkut lebih tinggi dibandingkan dengan yang perlakuan tanpa pemupukan. Hal ini sesuai dengan penelitian Hossain, dkk., (2010), Grant, dkk., (2004), dan Prado (2010), bahwa kandungan P di dalam tanaman memiliki pengaruh yang nyata terhadap hasil biomassa kering batang suatu tanaman. Semakin rendah kandungan P yang terdapat di dalam tanaman, maka akan semakin rendah juga biomassa kering batang suatu tanaman yang dihasilkan, begitupun sebaliknya semakin tinggi kandungan P yang ada di dalam tanaman, maka akan semakin tinggi juga biomassa kering batang suatu tanaman. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Handayani (1988), bahwa penambahan bahan organik di dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah dan meningkatkan serapan hara P di dalam tanaman.

Penelitian ini akan menggunakan Parameter Isotermal Langmuir yang digunakan untuk penetapan jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor di dalam tanah. Menurut Yusran (2010) metode penetapan fosfor dengan menggunakan persamaan Langmuir yaitu untuk memisahkan tanah dan larutan dengan mudah dan larutan yang dibutuhkan untuk analisis memiliki kapasitas jerapan fosfor yang cukup banyak. Sedangkan Sufardi, dkk. (2013) menyatakan bahwa jerapan terhadap fosfor di dalam tanah yang tinggi dapat mengakibatkan terhambatnya penyerapan unsur hara P di dalam tanah oleh tanaman dan kandungan unsur hara P-tersedia yang dapat diserap tanaman pun tidak banyak. Mirna, dkk., (2006), menyatakan bahwa jerapan maksimum fosfor di dalam tanah dapat diketahui melalui konsentrasi fosfor yang terhitung di dalam tanah, sedangkan relatif energi ikatan pada persamaan Langmuir menggambarkan energi ikatan unsur hara P yang berada pada koloid tanah. Sehingga berdasarkan uraian di atas nilai jerapan maksimum

dan relatif energi ikatan dapat ditentukan dari nilai jerapan unsur hara P yang berada pada koloid tanah.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian pada kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat disimpulkan beberapa hipotesis sebagai berikut:

1. Kombinasi perlakuan olah tanah minimum dan pemupukan dapat meningkatkan biomassa dan fosfor terangkut pada tanaman jagung.
2. Kombinasi perlakuan olah tanah minimum dan pemupukan dapat mengurangi jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) di dalam tanah.
3. Terdapat korelasi antara jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) dengan fosfor tersedia, biomassa, dan fosfor terangkut pada tanaman jagung akibat perlakuan olah tanah dan pemupukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjerapan dan Ketersediaan Fosfor pada Tanah-tanah Masam

Masalah utama yang terdapat pada tanah-tanah masam yaitu kekahatan P, fiksasi P yang tinggi dan keracunan Al, Mn, kadang juga keracunan Fe. Kekahatan P disebabkan oleh terikatnya unsur-unsur tersebut secara kuat pada seperti mineral liat tipe 1:1 dan oksida Al serta Fe, maupun reaksi yang terjadi antara P dan Al, sehingga unsur P tidak tersedia bagi tanaman (Radjagukguk, 1983). Tanah-tanah masam biasanya mengandung ion Al^{3+} , Fe^{3+} , dan Mn^{2+} terlarut dan tertukar dalam jumlah yang nyata. Apabila ada, maka fosfat dapat terjerap pada koloid tanah dengan ion-ion tersebut. Hal ini disebut dengan *koadsorpsi*. Kandungan fosfat yang diikat dengan cara tersebut masih tersedia bagi tanaman. Reaksi tersebut juga dapat terjadi pada lempung jenuh-Ca (Tan, 1992).

Secara garis besar, fosfor yang berada di tanah dibedakan menjadi dua bagian yaitu fosfor organik dan fosfor anorganik. Fosfor dapat masuk ke dalam tanah dikarenakan adanya proses absorpsi oleh tanaman dan juga jasad renik. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfor anorganik antara lain yaitu pH tanah, ion Fe, Al, dan Mn larut, atau dengan adanya mineral yang mengandung Fe, Al, dan Mn. Ketersediaan unsur P di dalam tanah dipengaruhi oleh tingkat kemasaman tanah, dimana apabila kemasaman tanah tinggi maka komponen tanah larut lebih banyak sehingga dapat mengikat fosfor. Selain itu, ketersediaan fosfor juga dipengaruhi oleh ketersediaan Ca, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik, kegiatan jasad renik, dan keseluruhan faktor tersebut sangat bergantung pada kemasaman tanah (Kuswandi, 1993).

Sedangkan untuk fosfat organik dibedakan menjadi tiga yaitu fitin dan derivatnya, asam nukleat, dan fosfolipida. Fitin dan asam nukleat merupakan sumber utama dari fosfat organik tanah, sedangkan untuk fosfolipida relatif lebih sedikit.

Ketersediaan fitin dipengaruhi oleh pH tanah. Fiksasi fitin pada tanah masam lebih besar dibandingkan dengan tanah yang bersifat netral. Hal ini disebabkan karena fitin pada tanah masam akan bersenyawa dengan ion Al dan Fe yang dapat membentuk senyawa yang tidak larut. Sedangkan pada tanah basa fitin akan bersenyawa dengan magnesium dan kalium yang mudah larut.

Kandungan fosfat organik di lapisan *top soil* lebih banyak bila dibandingkan dengan lapisan *sub soil*. Hal ini disebabkan karena serapan akar tanaman yang sampai ke lapisan *sub soil*, sedangkan pada lapisan *top soil* mendapatkan akumulasi dari sisa-sisa tanaman dari satu generasi satu ke generasi selanjutnya (Hakim, dkk., 1986).

2.2 Olah Tanah

Pengolahan tanah bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah untuk penetrasi akar, infiltrasi air dan peredaran udara (aerasi), menyiapkan tanah untuk irigasi permukaan dan pengendalian hama serta menghilangkan sisa-sisa tanaman yang mengganggu pertumbuhan tanaman (Rizky, dkk., 2014).

Pengolahan tanah sangat penting peranannya bagi pertumbuhan tanaman karena tanah merupakan media tumbuh dan tempat menyerap unsur hara dan air di dalamnya. Oleh karena itu struktur tanah, drainase dan aerasi yang baik sangat menunjang pertumbuhan tanaman (Darmawati, 2012).

Pengolahan tanah adalah salah satu kegiatan persiapan lahan (*land preparation*) yang bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah sangat diperlukan di dalam budidaya tanaman yang menggunakan media tanam tanah. Pengolahan tanah secara signifikan dapat mempengaruhi kerentanan tanah terhadap erosi yang dapat mempercepat dan memperbesar laju erosi. Pengolahan tanah dapat merubah struktur tanah yang mengakibatkan peningkatan ketahanan

tanah terhadap penetrasi gerakan vertikal air tanah atau yang lebih sering disebut daya infiltrasi tanah (Nanda, dkk., 2016).

2.2.1 Olah Tanah Minimum

Olah tanah minimum atau olah tanah terbatas ialah olah tanah secukupnya dengan mempertahankan sisa tanaman terdahulu masih ada di atas permukaan lahan tersebut. Mulsa dapat meminimalkan kerugian akibat radiasi matahari dengan pengelolaan iklim mikro. Mulsa dari bahan organik mempunyai keuntungan ialah dapat diperoleh secara mudah, dapat mengoptimalkan suhu tanah, menekan erosi, menekan gulma dan dapat menambah bahan organik tanah (Rizky, dkk., 2014).

Pengolahan tanah minimum adalah pengolahan tanah yang dilakukan terbatas atau seperlunya saja menurut kontur, misalnya sekitar lubang penanaman dan frekuensi pengolahan tanah sedikit. Kegunaan utama adalah untuk mengurangi erosi tanah (Darmawati, 2012). Olah tanah minimum dilakukan dengan mengorek gulma yang ada di permukaan tanah tanpa mengolah tanah secara intensif dan tanpa olah tanah dilakukan dengan membuat lubang tugal untuk menempatkan benih (Lilis, dkk., 2016).

2.2.2 Olah Tanah Konvensional atau Intensif

Persiapan lahan dengan cara teknologi olah tanah konvensional atau intensif yang selama ini diterapkan oleh petani, selain untuk mengendalikan gulma juga supaya tanaman tumbuh dengan baik serta memberikan hasil produksi yang tinggi. Namun demikian, persiapan lahan dengan cara olah tanah intensif (OTI) dalam jangka panjang dapat meningkatkan degradasi lahan dan pada akhirnya lahan menjadi tidak produktif (Setyo, 2008).

Olah tanah konvensional atau intensif merupakan sistem olah tanah yang dilakukan sebanyak dua kali untuk menggemburkan tanah agar akar tanaman

dapat tumbuh dengan baik serta permukaan tanah yang bersih tanpa ada gulma (Lilis, 2016). Pada pengolahan tanah intensif, tanah diolah beberapa kali baik menggunakan alat tradisional seperti cangkul maupun dengan bajak singkal. Pada sistem olah tanah intensif (OTI), permukaan tanah dibersihkan dari rerumputan dan mulsa, serta lapisan olah tanah dibuat menjadi gembur agar perakaran tanaman dapat berkembang dengan baik (Syukron, 2017).

2.3 Pemupukan Fosfor pada Tanah Masam

Fosfor disebut sebagai unsur hara terpenting bagi tanaman karena unsur ini terlibat langsung dalam proses fotosintesis. Unsur P adalah hara kedua setelah nitrogen dalam frekuensi atau kegunaannya sebagai pupuk. Keperluan P kadang-kadang lebih kritis daripada N pada tanah-tanah tertentu. Nitrogen dapat ditambah oleh mikroba dari udara, tetapi unsur P hanya berasal dari batuan.

Tanpa kecukupan P berbagai proses di dalam tanaman akan terhambat sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak berlangsung secara optimal (Balai Penelitian Tanaman Pangan, 1991). Fosfor (P) berperan dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, sebagai bahan dasar (ATP dan ADP), membantu asimilasi dan respirasi, mempercepat proses pembungaan dan pembuahan, serta pemasakan biji dan buah (Marsono dan Sigit, 2001). Parker (2004) menambahkan fosfor berperan dalam menstimulasi pertumbuhan akar, membantu pembentukan benih, berperan dalam proses fotosintesis dan respirasi. Kekurangan unsur fosfor akan menyebabkan warna keunguan pada daun dan batang serta bintik hitam pada daun dan buah. Menurut Tan (1996) fosfor merupakan hara tanaman esensial dan diambil oleh tanaman dalam bentuk ion anorganik H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} .

Salah satu jenis pupuk P yang dapat digunakan yaitu pupuk SP-36. Pupuk SP-36 mengandung 36% P dalam bentuk P_2O_5 yang terbuat dari fosfat alam dan sulfat. Sifat pupuk ini agak sulit larut dalam air dan bereaksi lambat sehingga selalu digunakan sebagai pupuk dasar. Reaksi kimianya termasuk

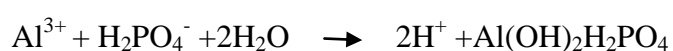
netral, tidak higroskopis dan tidak bersifat membakar (Novizan, 2005). Menurut Syafruddin (2002), pemberian hara P pada tanah Ultisol dalam bentuk SP-36 sama baiknya dengan TSP, walaupun kadar P_2O_5 pada SP-36 (36%) lebih rendah dibandingkan dengan TSP (46%).

Sebagian besar tanaman dapat mengambil P yang diberikan dari pupuk sebesar 10 hingga 30% dari total P yang diberikan selama tahun pertama pemupukan, yang dimana 70 hingga 90% pupuk P tetap berada di dalam tanah. Besarnya kemampuan tanah dan tanaman dalam memanfaatkan P dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH tanah, tipe liat, temperatur, bahan organik, dan waktu aplikasi (Novriani, 2010).

Kendala dalam pemupukan P pada tanah yang bersifat masam ialah fosfat akan bereaksi dengan ion-ion aluminium (Al) dan besi (Fe) menjadi senyawa aluminium-fosfat dan besi-fosfat yang tidak tersedia bagi tanaman. Cara yang dapat diupayakan pada tanah yang bersifat masam agar fosfat dapat tersedia yaitu dengan melakukan cara penjenjuran senyawa fosfat (Zuchri, 2009).

2.4 Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan terhadap Jerapan dan Ketersediaan Fosfor

Menurut Lopez-Hernandez dan Burnham (1974), semakin rendah nilai pH tanah, maka semakin tinggi jerapan maksimum (X_{max}) ion P sehingga ketersediaan unsur hara P di dalam tanah menjadi rendah. Sedangkan menurut Ifansyah (2013) menurunnya kandungan unsur hara P disebabkan oleh meningkatnya kelarutan ion Al dan Fe di dalam tanah karena kandungan bahan organik yang rendah. Menurut Lumbanraja (2012), penjerapan ion P biasanya terjadi akibat adanya ikatan ion P dengan mineral oksida-hidroksida Al dan Fe di dalam larutan tanah yang reaksinya dapat dilihat sebagai berikut :



Hal ini menyebabkan ketersediaan fosfor di dalam tanah menjadi rendah dikarenakan proses penjerapan Al-P dan Fe-P yang tinggi. Menurut Lumbanraja, dkk., (2016), untuk mengatasi pH tanah Ultisol yang cenderung masam dapat dilakukan penambahan bahan organik yang nantinya dapat meningkatkan kandungan P-tersedia di dalam tanah, serta menurunkan jerapan fosfor pada koloid tanah. Menurut Makelew (2001), bahwa sistem pengolahan tanah juga berpengaruh pada kandungan bahan organik tanah. Sistem pengolahan tanpa olah tanah dapat mempertahankan bahan organik yang lebih baik apabila dibandingkan dengan perlakuan sistem olah tanah intensif. Bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara P melalui pengurangan jerapan P oleh hidro oksida Al atau Fe. Menurut Bolt (1967), bahwa bahan organik organik dapat berperan sebagai anion organik yang akan menjadi pesaing pada kompleks jerapan maksimum (X_{max}) P yang aktif sehingga fiksasi P dapat dikurangi.

Menurut penelitian Lumbanraja, dkk., (2018), P tersedia dan P total tertinggi didapatkan pada perlakuan pemberian pupuk NPK dosis penuh yang dikombinasikan dengan pupuk organonitrofos, sedangkan untuk perlakuan tanpa pupuk didapatkan hasil P tersedia dan P total yang rendah. Menurut Bohn, dkk. (1985), hal tersebut dapat disebabkan oleh penambahan bahan organik tanah yang mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Menurut Raven dan Hossner (1994), ketersediaan P yang tergolong tinggi dapat dikaitkan dengan kandungan P total yang sangat tinggi yang berada di dalam koloid tanah, karena tingginya P total yang terletak di dalam koloid tanah mampu mengganti ataupun mengisi P yang diserap maupun yang hilang di dalam larutan tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Lumbanraja, dkk., (2018), bahwa penambahan pupuk NPK dan pupuk organonitrofos ke dalam tanah secara tunggal maupun dikombinasikan mampu mengurangi kapasitas jerapan maksimum P dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi pupuk. Pada tanah Ultisol yang tidak diberi perlakuan pupuk anorganik maupun pupuk organik dapat menjerap P lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi perlakuan pupuk anorganik maupun pupuk organik. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah Ultisol yang tidak diberi

perlakuan pupuk memiliki kandungan P yang lebih sedikit, sehingga dapat menjerap P lebih tinggi dan mampu memiliki kapasitas jerapan maksimum P. Hal ini disebabkan oleh adanya ion-ion seperti Al dan Fe pada permukaan koloid tanah, reaksi keseimbangan dalam tanah, dan rendahnya bahan organik yang ada di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan Lumbanraja, dkk., (2016), bahwa tanah Ultisol yang tidak diberi penambahan bahan organik maupun pupuk anorganik memiliki jerapan maksimum hingga $4,926 \text{ mg P kg}^{-1}$ yang diakibatkan oleh tingginya kandungan ion Fe dan dapat diatasi dengan cara penambahan bahan organik. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Laverdière dan Karam, (1984) dan Borggaard, dkk., (1990), bahwa ion-ion Al dan Fe merupakan penyebab utama tingginya jerapan maksimum P yang ada pada tanah tetapi dengan adanya pemberian bahan organik dapat mengurangi jumlah jerapan maksimum P yang ada di dalam tanah, yaitu dengan proses pengkhelatan ion Al dan Fe sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2018 pada lahan pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lokasi penelitian ini sebelumnya telah digunakan selama 2 musim tanam yaitu pertanaman jagung dan kacang hijau dari bulan April 2017 sampai dengan Januari 2018. Saat ini lokasi penelitian tersebut ditanami tanaman jagung. Analisis kandungan fosfor pada tanaman dan percobaan Langmuir P dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan porselin, labu ukur, tabung reaksi, botol timbang, pipet, botol sentrifuse, wadah contoh, kuvet Spectronic 20, *moisture tester*, sentrifugator, kertas saring, erlenmeyer, desikator, Spectronic 20, *shaker*, tungku pengabuan, pH meter, necara analitik, oven, plastik, *paper bag*, golok, cangkul, meteran, label, dan gunting. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih jagung varietas Bisi II, 80 sampel tanaman, sampel tanah, pupuk NPK, pupuk Urea, pupuk kompos (kotoran ayam), dan bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis kandungan fosfor pada tanaman dan percobaan Langmuir P.

3.3 Rancangan Percobaan dan Perlakuan

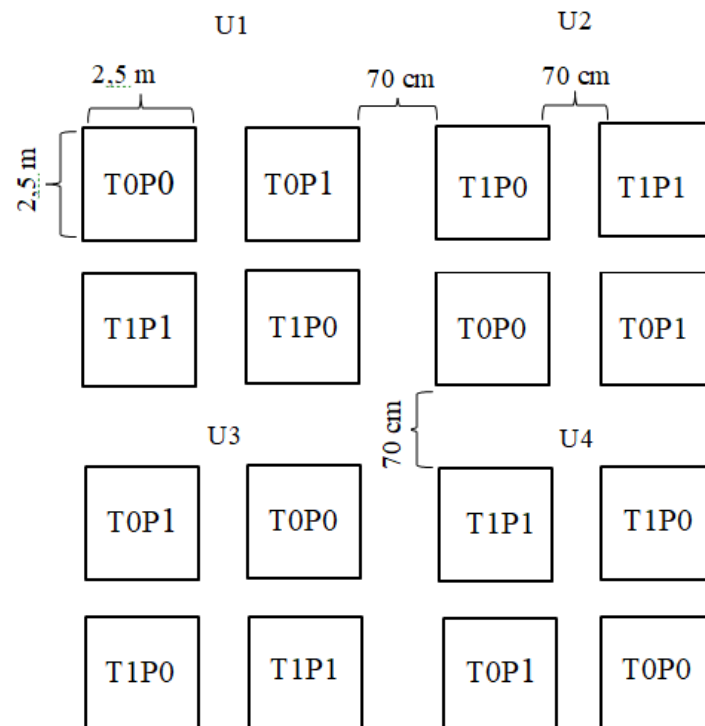
Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dengan 4 ulangan atau 16 satuan percobaan. Perlakuan yang diterapkan yaitu sistem olah tanah (T) dan aplikasi pupuk (P). Sistem olah tanah terdiri dari olah tanah minimum (T0) dan olah tanah intensif (T1).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

1. T0P0 = olah tanah minimum, tanpa pupuk
2. T0P1 = olah tanah minimum, dengan pemupukan (NPK 400 kg ha⁻¹ + Urea 200 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹)
3. T1P0 = olah tanah intensif, tanpa pupuk
4. T1P1 = olah tanah intensif, dengan pemupukan (NPK 400 kg ha⁻¹ + Urea 200 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹)

3.4 Pelaksanaan Percobaan Lapangan

3.4.1 Pembuatan Plot Percobaan

Sebelum tanah diolah, rumput yang terdapat di lahan dibersihkan menggunakan mesin pemotong rumput di yang kemudian diratakan dengan menggunakan cangkul agar agregat tanah menjadi remah. Kemudian 16 plot percobaan dibuat dengan ukuran petak 2,5 m x 2,5 m (Gambar 1.).



Gambar 1. Tata Letak Petak Percobaan.

Keterangan :

- T0P0 = olah tanah minimum, tanpa pupuk
- T0P1 = olah tanah minimum, dengan pemupukan (NPK 400 kg ha⁻¹ + Urea 200 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹)
- T1P0 = olah tanah intensif, tanpa pupuk
- T1P1 = olah tanah intensif, dengan pemupukan (NPK 400 kg ha⁻¹ + Urea 200 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹)
- U1 = Ulangan 1
- U2 = Ulangan 2
- U3 = Ulangan 3
- U4 = Ulangan 4

3.4.2 Pengolahan Tanah

Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua sistem olah tanah, yaitu olah tanah minimum (*minimum tillage*) dan olah tanah intensif (*intensive tillage*). Pada petak perlakuan olah tanah minimum tanah dicangkul kemudian gulma dan sisa tanaman dibersihkan. Gulma dan sisa tanaman tersebut kemudian dikembalikan lagi ke petakan percobaan. Pada petak olah tanah intensif, tanah dicangkul hingga kedalaman 20 cm dan gulma dibersihkan kemudian gulma tersebut dikeluarkan dari petakan lahan.

3.4.3 Penanaman Benih Jagung

Penanaman benih jagung dilakukan dengan menugal lahan yang sudah diolah untuk perlakuan olah tanah intensif lalu diberi 3 benih jagung pada masing masing lubang, sedangkan untuk perlakuan olah tanah minimum langsung ditugal dan ditanami dengan 3 benih jagung pada masing masing lubang. Jarak tanam yang digunakan pada penelitian ini yaitu 60 cm x 30 cm dengan jarak antar blok yaitu 70 cm dan jarak antar plot yaitu 70 cm. Pada masing-masing plot terdapat 45 tanaman jagung.

3.4.4 Pengaplikasian Pupuk

Pemupukan pertama tanaman jagung dilakukan pada saat tanaman berumur dua minggu setelah tanam dengan dosis pupuk majemuk NPK 300 kg ha⁻¹ + Urea 100 kg ha⁻¹ + kompos 1 Mg ha⁻¹, dengan kebutuhan pupuk 187,5 g m⁻² pupuk NPK, 62,5 g m⁻² pupuk Urea, dan 625 g m⁻² pupuk kompos. Sedangkan pada pemupukan kedua dosis pupuk yang dibutuhkan yaitu pupuk majemuk NPK 100 kg ha⁻¹ + Urea 100 kg ha⁻¹, yang diaplikasikan satu bulan setelah pemupukan pertama dengan kebutuhan pupuk 62,5 g m⁻² pupuk majemuk NPK dan 62,5 g m⁻² pupuk Urea. Kebutuhan pupuk dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Kebutuhan pupuk per ha} : \frac{\text{Luas lahan}}{\text{Ha}} \times \text{dosis rekomendasi}$$

3.4.5 Penyiraman

Penyiraman tanaman jagung dilakukan setiap hari pada sore hari saat tanaman jagung berusia satu hingga empat minggu. Selanjutnya, penyiraman dilakukan dua hari sekali pada sore hari.

3.4.6 Penjarangan

Penjarangan dilakukan pada saat tanaman berumur 4 MST, sehingga tersisa satu tanaman sehat. Penjarangan dilakukan dengan cara memotong bagian batang bawah tanaman tepat berada di permukaan tanah dengan menggunakan gunting.

3.4.7 Pemanenan

Tanaman jagung dapat 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.

3.4.8 Penentuan Contoh Tanaman

Contoh tanaman pada setiap plot percobaan ditentukan secara acak dengan jumlah sampel tanaman jagung di setiap plot yaitu 5 sampel tanaman jagung.

3.4.9 Pengamatan Parameter Lapangan

3.4.9.1 Bobot Brangkasan, Kelobot, dan Biji Segar

Bobot brangkasan, kelobot, dan biji segar tanaman jagung ditentukan setelah tanaman jagung selesai dipanen dan dipisahkan contoh tanaman pada setiap plot percobaan. setelah itu contoh tanaman jagung dimasukkan ke dalam *paper bag* dan ditimbang.

3.4.9.2 Bobot Kering Brangkasan, Kelobot, dan Biji

Sebelum brangkasan, kelobot, dan biji jagung dikeringovenkan, tanaman jagung yang dijadikan sebagai contoh dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil agar memudahkan dalam pembungkusannya. Kemudian brangkasan, kelobot, dan biji tanaman jagung dikeringovenkan pada suhu 70°C selama 3

hari. Setelah contoh tanaman selesai dikeringovenkan, contoh tanaman langsung ditimbang bobot brangkasan dan kelobot keringnya.

3.5 Percobaan Laboratorium

3.5.1 Analisis Tanah

Analisis tanah dilakukan dengan cara pengambilan contoh tanah sebelum tanam dan contoh tanah sesudah panen. Kedalaman contoh tanah yang diambil adalah 0 sampai 10 cm dan 10 sampai 20 cm. Analisis yang dilakukan adalah pH (H_2O dan KCl), N-Total (Metode Kjeldhal), C-Organik (Metode Wakley dan Black), KTK, P-tersedia (Metode Bray-1), dan P-total (Metode HCl 25%) (Thom dan Utomo, 1991).

3.5.2 Analisis Tanaman

Analisis tanaman dilakukan setelah tanaman jagung selesai dipanen dengan menganalisis fosfor terangkut pada contoh tanaman pada setiap plot percobaan. Bagian tanaman yang diambil untuk dianalisis adalah batang, daun, kelobot, dan biji jagung. Kemudian batang, daun, kelobot, dan biji jagung tersebut dimasukkan ke dalam oven pada suhu $70^{\circ}C$ selama 3 hari, lalu digiling dengan menggunakan alat penggiling. Setelah bagian-bagian tanaman tersebut digiling, bagian tanaman yang akan dianalisis diabukan pada suhu $105^{\circ}C$ selama 3 jam. Kemudian dilakukan analisis tanaman untuk menentukan kadar unsur hara fosfor yang terkandung di dalam tanaman tersebut (Thom dan Utomo, 1991).

3.5.3 Model Isotermik Langmuir

3.5.3.1 Pembuatan Larutan Standar 100 mg P ℓ^{-1}

Sekitar 0,43931 g KH_2PO_4 dilarutkan dengan aquades ke dalam labu ukur berukuran 1.000 ml hingga tanda batas.

3.5.3.2 Pembuatan Larutan Standar 0 – 2,5 mg P ℓ^{-1}

Dari larutan standar 100 mg P ℓ^{-1} dibuat larutan standar 25 mg P ℓ^{-1} dengan mengambil 25 ml larutan standar 100 mg P ℓ^{-1} lalu diencerkan menggunakan aquades hingga volume 100 ml. Pembuatan larutan standar 0,5 mg P ℓ^{-1} yaitu dengan cara memasukkan 2 ml larutan standar 25 mg P ℓ^{-1} ke dalam labu ukur berukuran 100 ml kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas. Lakukan hal yang sama pada konsentrasi larutan P yang lain hingga 2,5 mg P ℓ^{-1} (Tabel 1).

Tabel 1. Larutan Standar P 0 – 2,5 mg P ℓ^{-1} .

Konsentrasi Larutan Standar	Volume 25 mg P ℓ^{-1} standar	Volume Akhir
mg P ℓ^{-1}ml.....	
0	0	100
0,5	2	100
1	4	100
1,5	6	100
2	8	100
2,5	10	100

3.5.3.3 Pembuatan Larutan KH_2PO_4 dan Larutan CaCl_2 1N

Pembuatan larutan konsentrasi KH_2PO_4 1000 ppm P dilakukan dengan melarutkan 4,3931 g KH_2PO_4 dengan aquades hingga 1000 ml. Sedangkan pembuatan larutan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1N memerlukan 111 gram CaCl_2 , kemudian

dilarutkan dengan aquades hingga 700 ml, selanjutnya kocok dan ditambahkan aquades hingga volume akhir sampai 1 ℓ.

3.5.3.4 Pembuatan Larutan Seri

Larutan seri yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0 ppm P, 10 ppm P, 20 ppm P, 50 ppm P, 100 ppm P, dan 200 ppm P. Langkah dalam pembuatan larutan seri 10 ppm P dengan memasukkan 10 ml larutan KH_2PO_4 1000 ppm P ke dalam labu ukur berukuran 1000 ml, kemudian tambahkan larutan CaCl_2 1N sebanyak 10 ml dan tambahkan dengan aquades hingga volume akhir 1000 ml. Lakukan kegiatan yang sama hingga mencapai konsentrasi 200 ppm P.

3.5.3.5 Penetapan Jerapan Fosfor pada Tanah dengan Metode Isotermik Langmuir

Metode ini dilakukan dengan cara 5 contoh tanah kering udara dari *sub-soil* dan *top-soil* dengan masing-masing seberat 1 kg dan diberi pupuk sesuai dengan dosis NPK 400 kg ha^{-1} + Urea 200 kg ha^{-1} + kompos 1 Mg ha^{-1} pada perlakuan pemupukan. Contoh tanah dari masing-masing perlakuan ditimbang 2 gram dan dimasukkan ke dalam botol sentrifusi, kemudian contoh tanah ditambahkan 10 ml larutan seri KH_2PO_4 yang sebelumnya telah diuji konsentrasi P-nya dalam 10 mmol/ℓ CaCl_2 . Suspensi contoh tanah dikocok dengan menggunakan *shaker* selama 2 jam dengan kecepatan 500 rpm. Setelah itu, suspensi contoh tanah disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran fosfor.

Setelah itu, penetapan P dilakukan dengan memindahkan 5 ml filtrate ke dalam sebuah tabung reaksi yang kemudian ditambahkan dengan 10 ml larutan kerja dan diaduk. Setelah itu, fosfor yang terlihat pada supernatan (larutan tanah) dideteksi secara kalorimeter menggunakan *spectrophotometer* dengan panjang gelombang 720 nm. Sedangkan fosfor yang terjerap di

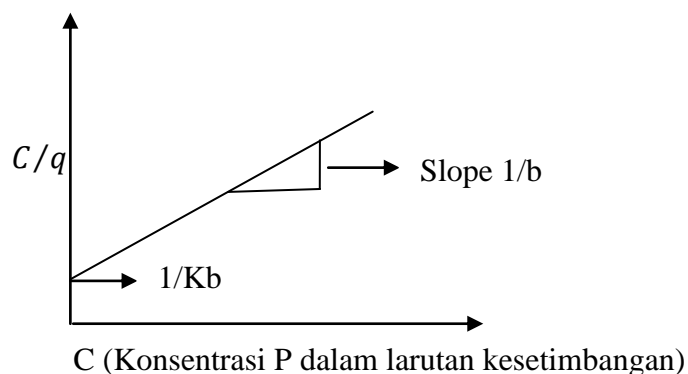
dalam tanah merupakan selisih konsentrasi larutan fosfor yang diberikan dengan fosfor yang terekstrak pada supernatan (larutan tanah) (Carter dan Gregorich, 2008 : Fiantis, 2004).

3.5.3.6 Analisis Jerapan P Tanah dengan Parameter Isotermik Langmuir

Jerapan P tanah dapat dianalisis dengan menggunakan parameter isotermik Langmuir (Fox dan Kamprath, 1970) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C \quad (1)$$

Dimana : $\frac{C}{q}$ = Indeks jerapan P
 C = Konsentrasi kesetimbangan P dalam larutan (mg P ℓ^{-1})
 K = Konstanta relatif energi ikatan
 b = Jerapan maksimum (mg P kg^{-1})
 q = Jumlah P terjerap (mg P kg^{-1})



Gambar 2. Contoh Kurva Linier Jerapan Langmuir.

Jerapan P tanah didapatkan dari selisih antara konsentrasi P awal dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan. Berdasarkan konsentrasi P larutan kesetimbangan (C) dan jerapan P yang diperoleh (q) dari masing-masing perlakuan dapat dihitung jerapan maksimum P (b) dan konstanta relatif energi ikatan P (K) dari tapak jerapan. Parameter isotermik Langmuir didapatkan dengan cara memplotkan nilai C pada sumbu x dan nilai indeks

jerapan P pada sumbu y. Selanjutnya kurva linier jerapan Langmuir dibuat dengan cara memplotkan C/q pada sumbu y dan C pada sumbu x. Selain itu, penetapan jerapan maksimum (b) dan konsentrasi relatif energi ikatan (K) dapat pula ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linier $y = r + sx$.

Maka berdasarkan rumus (1), nilai jerapan maksimum P (b) dapat dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier, sebagai berikut :

$$\frac{1}{b} = s$$

$$b = \frac{1}{s} \quad (2)$$

Sedangkan untuk nilai relatif energi ikatan (K) dapat dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier sebagai berikut :

$$\frac{1}{Kb} = r$$

$$1 = r K b$$

$$K = \frac{1}{rb}$$

$$K = \frac{1}{r \frac{1}{s}}$$

$$K = \frac{s}{r} \quad (3)$$

3.6 Analisis Data

3.6.1 Uji F (Analisis Ragam)

Homogenitas ragam biomassa kering tanaman dan P-terangkut pada tanaman jagung diuji dengan menggunakan uji Bartlet dan aditivitas diuji dengan menggunakan uji Tukey. Selanjutnya dilakukan Analisi Ragam dan

perbedaan nilai rata-rata perlakuan yang memenuhi asumsi diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Susilo, 2013).

3.6.2 Uji *Student-t*

Uji *Student-t* pada taraf nyata 5 % dilakukan untuk melihat perbedaan antara masing-masing jerapan maksimum fosfor di dalam tanah pada setiap perlakuan dan masing-masing relatif energi jerapan fosfor di dalam tanah pada setiap perlakuan yang menggunakan model isotermik Langmuir (Susilo, 2013).

3.6.3 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan perilaku hara fosfor, yaitu P-Tersedia, P-Total, dan P-Terangkut dengan biomassa kering daun dan batang tanaman jagung, kemudian jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi jerapan fosfor (K_L) dengan P-Tersedia, P-Total, P-Terangkut dan biomassa kering daun dan batang tanaman jagung (Susilo, 2013).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk majemuk NPK 400 kg ha⁻¹+ Urea 200 kg ha⁻¹+ Kompos 1 Mg ha⁻¹ berpengaruh nyata dalam meningkatkan biomassa dan produksi tanaman jagung, tetapi perlakuan olah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa dan produksi tanaman jagung. Tetapi interaksi antara olah tanah dan pemupukan sangat berpengaruh nyata terhadap serapan P brangkas dan berpengaruh nyata terhadap serapan P biji, tetapi interaksi olah tanah dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P kelobot.
2. Pada lapisan *topsoil* dan lapisan *subsoil* pemberian pupuk majemuk NPK 400 kg ha⁻¹, Urea: 200 kg ha⁻¹, Kompos 1 Mg ha⁻¹ belum mampu mengurangi jerapan maksimum P (X_{max}) yang berada di dalam tanah. Pada lapisan *topsoil* dan *subsoil* pemberian pupuk majemuk NPK 400 kg ha⁻¹, Urea: 200 kg ha⁻¹, Kompos 1 Mg ha⁻¹ sudah mampu mengurangi nilai relatif energi ikatan P (K_L) yang terdapat di dalam tanah.
3. Jerapan maksimum P (X_{max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L) tidak berkorelasi terhadap fosfor tersedia, biomassa, dan fosfor terangkut pada tanaman jagung.

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang Parameter Isotermik Linier Langmuir untuk mengetahui dampak pengaruh pengolahan tanah dan pemupukan dalam jangka panjang terhadap nilai jerapan maksimum (X_{\max}) dan relatif energi ikatan fosfor (K_L).

DAFTAR PUSTAKA

- Anikwe, M. A. N., J. C. Eze and A. N. Ibudialo, 2015. Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) in a degraded Ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. *Soil & Tillage Research* 158, 32-38.
- Arsyad, S., M. I. Bahua, F. S. Jamin. 2013. Pertumbuhan Jagung Komposit (*Zea mays*. L.) dengan Pemupukan Urea dan SP-36 di Dulomo Utara, Kota Gorontalo. *JATT* 2(1) : 179-185
- Balai Penelitian Tanaman Pangan. 1991. *Efektivitas Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (Capsicum annum L.)*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Bogor.
- Bhatti, J.S., N. B. Comerford, dan C. T. Johnston. 1998. Influence of Oxalate and Soil Organic Matter on Sorption and Desorption of Phosphate onto a Spodic Horizon. *Soil Science Society of America*, 62: 1089-1095.
- Bohn, H., B. McNeal, and G. O'Connor. 1985. *Soil Chemistry*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 341 hlm.
- Bolt, G.H. 1976. Cation Exchange Equation Used in Soil. *Sci.A review Neth. J. Agric. Sci.* 15:81-103
- Borggaard, O.K., S.S. Jørgensen, J.P. Møberg, and B. Raben-Lange. 1990. Influence of Organic Matter on Phosphate Adsorption by Aluminum and Iron Oxides in Sandy Soils. *J. Soil Sci.* 41 : 443-449.
- Brady, N.C., R.R. Weil. 1999. *The nature and properties of soils*. Twelfth Edition Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 07458, 881 hlm.
- Carter, M.R., dan E.G. Gregorich. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis* 2nd edition. Taylor and Francis Group. United States of America. 1221 hlm.
- Darmawati, J. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*). *Agrium* 17 (3) :. 148-154.

- Darlita, RR., B. Joy, dan R. Sudirja. 2017. Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Terhadap Peningkatan Produksi Kelapa Sawit pada Tanah Pasir di Perkebunan Kelapa Sawit Selangkun. *Jurnal Agrikultura* 28(1): 15-20
- Dwidjoseputro. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. 232 hlm.
- Fahmi, A., Syamsudin, S. N. H. Utami, dan B. Radjagukguk. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L) pada Tanah Regosol dan Latosol. *Berita Biologi* 10(3) : 297-304
- Fiantis, D. 2004. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 120 hlm.
- Fox, R.L. dan E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherm for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soils Sci. Am. Proc.* 34: 902-907.
- Grant, C., S. Bittman, M. Montreal, C. Plenchette, and C. Morel. 2004. Soil and Fertilizer Phosphorus : Effects on Plant P Supply and Mychorrizal Development. *Can. J. Plant Sci.* 3-14.
- Gribaldi. 2016. Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis melalui Penerapan Sistem Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa pada Lahan Kering. *Jurnal Lahan Suboptimal* 5(2). 119-126.
- Hakim, N. 2005. *Pengelolaan Kesuburan Tanah Masam dengan Teknologi Pengapuran Terpadu*. Andalas University Press, Padang. 240 hlm.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.A.Diha, G.B.Hong, dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung. 490 hlm.
- Handayani, S. 1988. Perbandingan Pengaruh Bioearth dan Blotong terhadap Ketersediaan dan Serapan, Nitrogen, Fosfor, Kalium serta Produksi Bahan Kering Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Regosol (Tropopsamment, Krembung, Sidoarjo. *Skripsi*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB. 55 Hal.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 hlm.
- Hossain, M.D., M.H. Musa, J. Talib, and H. Jol. 2010. Effects of Nitrogen, Phosphorus and Pottasium Levels on Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) Growth and Phosynthesis Under Nutrient Solution. *J. Agric. Sci.* 2(2) : 49-57.

- Haryanto.,K. Idris, R. Kawalusan, dan E. Sisworo. 2008. Pengaruh pupuk fosfat alam pada tanah masam terhadap pertumbuhan jagung serta serapan N-Za dan N-Urea. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN*. Jakarta. 4(2) : 130-142.
- Ifansyah, H. 2013. Soil pH and Solubility of Aluminum, Iron, and Phosphorus in Ultisols : the Roles of Humic Acid. *J. Trop. Soils*. 18(3) : 203-208.
- Intara, Y. I., A. Sapei, Erizal, N. Sembiring, M. H. B. Djoefrie. 2011. Pengaruh Pemberian Bahan Organik pada Tanah Liat dan Lempung Berliat terhadap kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 16(2) : 130-135
- Indranada, H. 1986. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Bina Aksara. Jakarta. 90 hlm.
- Kasno, A., Trustinah, J. Purnomo, dan N. Nugrahaeni. 2006. Balitkabi. Malang. *Seleksi simultan beberapa karakter pada populasi galur homozigot kacang tanah*. 1-11 hlm.
- Kaya. E. 2012. Pengaruh Pupuk Kalium dan Fosfat Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Fosfat Tanaman Kacang Tanah. *Agrologia* 1(2): 113-118
- Kaya, E. 2013. Pengaruh Kompos Jerami dan Pupuk NPK terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Agrologia* 2(1): 43-50
- Kuswandi. 1993. *Pengapuran Tanah Pertanian*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 92 hlm.
- Laverdière, M.R. and A. Karam. 1984. Sorption of Phosphorus by Some Surface Soils From Quebec in Relation to Their Properties. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 15(10) : 1215-1230.
- Lilis, R., Sri Yusnaini, Muhajir Utomo, dan Ainin Niswati. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Jumlah Spora Mikoriza Vesikular Arbuskular Dan Infeksi Akar Tanaman Padi Gogo Varietas Inpago-8 Pada Musim Tanam Ke-46. *J. Agrotek Tropika*. 4(2): 164 – 171.
- Lopez-Hernandez, I.D. and C.P. Burnham. 1974. The Effect of pH on Phosphate Adsorption in Soils. *J. Soil Sci.* 25(2) : 207-216.
- Lumbanraja, J. 2012. *Geologi, Petrologi, dan Mineralogi Tanah*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 191 hlm.

- Lumbanraja, J., H. Novpriansyah, A. Niswati, and T.P. Sari. 2016. Phosphorus Adsorption Behavior as Affected by Compost, Iron Ion, and Iron Concretion in Highly Weathered Soil. *The 6th International Symposium for the Development of Integrated Pest Management in Asia and Africa*. 29-35 hlm. Niigata, March, 1-3.
- Lumbanraja, J., C. P. Satgada, Sarno, M. Utomo, R. Hasibuan, Dermiyati, S. Triyono. 2018. Phosphorus (P) Adsorption Behavior and Harvested P by the Sugar-cane (*Saccharum officinarum* L.) Affected by Inorganic and Organic Fertilizer Applications on an Ultisol. *J. Trop. Soils* 23 (1) : 35-45.
- Makalew, A. D. N. 2001. *Keanekaragaman Biota Tanah pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah*. Makalah Falsafah Sains. IPB.
- Marsono, P. dan Sigit. 2001. *Jenis Pupuk dan Aplikasinya*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta. 92 hlm.
- Mengel, K., E. A. Kirkby, H. Kosergaten and T. Appel. 2001. Principles of Plant Nutrition 5th Ed., *Kluwer Academic Publ. London*
- Mehdi, S.M., O. Rehman, A.M. Ranjha, dan M. Sarfraz. 2007. Adsorption capacities and availability of phosphorus in soil solution for rice wheat cropping system. *World Applied Sciences Journal*. 2 (4) : 244-265.
- Mirna, M., T.C. Chandra, Y. Sudaryanto, dan S. Ismadji. 2006. Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi Methylene Biru pada Karbon Aktif yang Terbuat dari Kulit Durian. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia, Unika Widya. Surabaya. 128 hlm.
- Misbahulzanah, E. H., S. Waluyo dan J. Widada. 2014. Kajian Sifat Fisiologis Kultivar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) dan Ketergantungannya Terhadap Mikoriza.. *Vegetalika*. 3 (1): 45-52
- Mukhlis. 2007. *Analisis Tanah Dan Tanaman*. USU press, Medan. 155 hlm.
- Mulyani, S. M. 2008. *Pupuk Dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah Dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press. Bogor. 240 hal.
- Nanda, C. P., I. S. Banuwa, dan M. Zen Kadir. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Fase Generatif Tanaman Singkong (*Manihot utilissima*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 5(1): 35-42.

- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 116 hlm.
- Novriani. 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfor) pada Budidaya Jagung. *Agronobis* 2 (3) : 42-49.
- Nugroho, T.C., Oksana., Aryanti. E. 2013. Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut yang Dikonversi Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknolog*. 4(1) : 25-30.
- Nursyamsi, D., Gusmaini, dan A.Wijaya. 2003. Jerapan P Tanah Inceptisol, Ultisol, Oxisol, dan Andosol serta Kebutuhan Pupuk untuk Beberapa Tanaman Pangan. *Jurnal Ilmu Pertanian AGRIC*.16(2):103-114.
- Oktavia, D. 2006. *Perubahan Karbon Organik dan Nitrogen Total Tanah Akibat Perlakuan Pupuk Organik pada Budidaya Sayuran Organik*. Skripsi. IPB. Bogor. 26 hlm.
- Parker. 2004. *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta. 251 hlm.
- Pasta, I., Ette, A dan Barus, H, N. 2015. Tanggap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L.*) Pada Aplikasi Berbagai Pupuk Organik. Palu: *Agrotekbis* 3(2): 168 – 177
- Politic, H. 2007. Pengaruh Kascing dan Limbah Media *Champignon* terhadap Ketersediaan dan Serapan P bagi Pertumbuhan Jagung pada Tanah Berkapur DAS Brangtas Malang Selatan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Prado, R. D. M. 2010. Phosphorus Effect in the Nutrition and Growth of Developing Mango Plants. *J. Plant Nutri*. 33(14) : 2014-2049.
- Prasetyo, B. dan Suriadikarta, H. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 25 (2), 1-9.
- Radjagukguk, B. 1983. Masalah Pengapuran Tanah Masam di Indonesia. *Dalam Prosiding Seminar Alternatif-Alternatif Pelaksanaan Program Pengapuran Tanah-Tanah Mineral Masam di Indonesia*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. Bull. 18. Hlm 15-43.
- Rahni, N. M. 2012. *Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea mays)*. Universitas Haluoleo Press. Kendari.
- Rajmi, S. L., Margarettha, dan Refliaty. 2018. Peningkatan Ketersediaan P Ultisol dengan Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular. *J. Agroecotania* 1(2): 42-48

- Raven, K.P. and L.R. Hossner. 1994. Sorption and Desorption Quantity-Intensity Parameters to Plant-Available Soil Phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. Journal*. 58 : 405-410.
- Rizky, A. P., A. Nugroho, dan M. Jody. 2014. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Berbagai Mulsa Organik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Var. Grobogan. *Jurnal Produksi Tanaman* 1(6) : 486-495.
- Sanchez, P.A. 1976. *Properties and Management of Soil in the Tropics*. John Wiley and Sons, Canada. 225 hlm.
- Sastroutomo, S.S. 1990. *Ekologi Gulma*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 216 hal.
- Satria, N., Wardati, M.A. Khoiri. 2015. Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *JOM Faperta*. 2(1):1- 14
- Sharer, M.S., Ayub, M., Nadeem, M.A., dan Ahmad, N. (2003). Effect of Different rates of N and P on Growth and Grain Yield of Maize. *Journal Asian Plant Science*, 2(3), 347-349.
- Setyo, S. W. 2008. Aplikasi Olah Tanah Konservasi Dan Pupuk N Pada Entisol Serta Pengaruhnya terhadap Serapan NPK Tanaman Jagung. *Agrin* 12(2) : 227-236.
- Sintia, M. 2011. Pengaruh Beberapa Dosis Kompos Jerami Padi dan Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays*). *Jurnal Tanaman Pangan*. Hal 1-7
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. 266 hlm.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *J. Tek. Ling.* 10 (3): 337-346.
- Sufardi, Syakur, dan Karnilawati. 2013. Organic Ameliorant and Mycorrhiza Increase Soil Phosphate Status and Maize Yield on Andisol. *Jurnal Agrista*. 17(1) : 1-11.
- Sukmawati. 2011. Jerapan P pada Andisol yang Berkembang dari Tuff Vulkan Beberapa Gunung Api di Jawa Tengah dengan Pemberian Asam Humat dan Asam Silikat. *Media Litbang Sulteng* 4 (1) : 30 – 36.
- Susilo, F.X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 168 hlm.

- Syafruddin. 2002. Fisiologi Efisiensi Hara P pada Tanaman Jagung dalam Kondisi Cekaman Aluminium. *Tesis*. Pasca Sarjana IPB. 10 hlm.
- Syahputra. E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi* 4(1) : 1796-1803
- Syahriani. 2014. Perbaikan Kualitas Lahan Kering melalui Pertanian Terpadu Rambutan, Jagung, dan Gamal di Kabupaten Gowa (*Skripsi*)
- Syaiful, S., A. Yassi, dan N. Rezkiani.. 2011. Respon Tumpangsari Tanaman Jagung Manis dan Kacang Hijau terhadap Sistem Olah Tanah dan Pemberian Pupuk Organik. *J. Agronomika* 1 (1) : 13-18.
- Syukron, H. S., L. Mawarni, dan T. Irmansyah. 2017. Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) dengan Beberapa Sistem Olah Tanah dan dan Asosiasi Mikroba. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5 (1) : 202-207.
- Tan, K.H. 1982. *Principle of Soil Chemistry*. Marce; Dekker Inc. New York. 390 hlm.
- Tan, K. H. 1992. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 295 hlm.
- Tan. 1996. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings pub. Co., Inc. California. 782 hlm.
- Thom, W.O. dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utami, S.N.H. dan S. Handayani. 2003. Chemical properties in organic and conventional farming system. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 10(2) : 63-69.
- Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Prenadamedia Group. Jakarta. 433 hlm.
- Widodo, K.H dan Z. Kusuma. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 5 (2): 959-967.
- Wirdhana Ahmad, S. (2014). Peranan Legume Cover Crops (LCC) Colopogonium mucunoides DESV . Pada Teknik Konservasi Tanah Dan Air Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya, (Lcc)*, 341– 346.

- Yulisma. 2011. Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Jagung pada Berbagai Jarak Tanam. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30 (3) : 196-203.
- Yusran, F.H. 2010. Jerapan Isotermik Fosfor pada Tanah-tanah Penting di Kalimantan Selatan. *Jurnal Chlorophyl*. 6(1) : 14-17.
- Zuchri, A. 2009. Pemupukan SP-36 pada Lahan Regosol Bereaksi Masam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kacang Tanah. *Jurnal Agrovigor* 2 (1): 31-34.
- Zulfitri. 2005. *Analisis Varietas Terhadap Pertumbuhan serta Hasil Cabai (Capsicum annum L.) Sistem Hidroponik*. BULETIN Penelitian (08). Universitas Mercu Buana. Jakarta.