

**HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR  
DALAM TANAH DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN  
TEBU (*Saccharum officinarum* L.) AKIBAT PERLAKUAN  
PUPUK ORGANONITROFOS DAN NPK DI  
TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**CATUR PUTRA SATGADA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## ABSTRAK

### HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR DALAM TANAH DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) AKIBAT PERLAKUAN PUPUK ORGANONITROFOS DAN NPK DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG

Oleh

**Catur Putra Satgada**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK pada biomassa kering dan P-terangkut tanaman tebu, jerapan maksimum P ( $X_{max}$ ), dan relatif energi ikatan P ( $K_L$ ) dengan menggunakan Model Isotermik Langmuir di Tanah Ultisol Gedung Meneng. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Data diuji dengan Analisis Ragam diikuti dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Perlakuan terdiri dari A (Urea : 300 kg ha<sup>-1</sup>, TSP : 150 kg ha<sup>-1</sup>, KCl : 300 kg ha<sup>-1</sup>), B (Organonitrofos : 10.000 kg ha<sup>-1</sup>), C (Urea : 300 kg ha<sup>-1</sup>, TSP : 150 kg ha<sup>-1</sup>, KCl : 300 kg ha<sup>-1</sup>, Organonitrofos : 5.000 kg ha<sup>-1</sup>), D (Urea : 150 kg ha<sup>-1</sup>, TSP : 75 kg ha<sup>-1</sup>, KCl : 150 kg ha<sup>-1</sup>, Organonitrofos : 10.000 kg ha<sup>-1</sup>), dan E (Tanpa Pemupukan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sangat mempengaruhi produksi gula dan tebu, biomassa kering batang dan total tebu, dan juga P-terangkut batang dan total tebu. Pemberian kombinasi Pupuk Urea : 300 kg ha<sup>-1</sup>, TSP : 150 kg ha<sup>-1</sup>, KCl : 300 kg ha<sup>-1</sup>, dengan Pupuk Organonitrofos 5.000 kg ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan ketersediaan dan P-terangkut

batang pada tanaman tebu yang ditanam di Tanah Ultisol Gedung Meneng.

Pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK mampu mengurangi jerapan maksimum fosfor di dalam tanah pada dosis  $\frac{1}{2}$  dan penuh pupuk Organonitrofos namun relatif energi ikatan fosfor menurun pada perlakuan pupuk NPK yang tidak dikombinasikan dengan pupuk Organonitrofos. Jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor berkorelasi negatif dengan fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tanaman tebu sehingga jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor yang tinggi akan membuat fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tanaman tebu menjadi rendah.

Kata Kunci : Langmuir, organonitrofos, tanah ultisol, tebu

**HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR  
DALAM TANAH DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN  
TEBU (*Saccharum officinarum* L.) AKIBAT PERLAKUAN  
PUKUP ORGANONITROFOS DAN NPK DI  
TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG**

Oleh

**CATUR PUTRA SATGADA**

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2017**



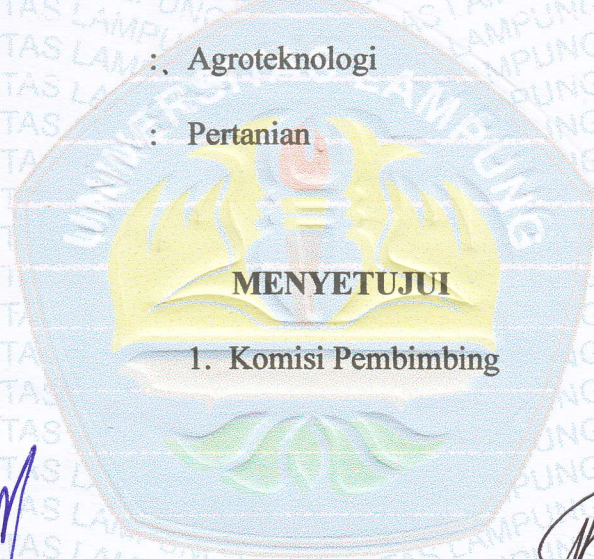
Judul Skripsi : **HUBUNGAN PERILAKU JERAPAN DAN KETERSEDIAAN FOSFOR DALAM TANAH DENGAN P-TERANGKUT OLEH TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) AKIBAT PERLAKUAN PUPUK ORGANONITROFOS DAN NPK DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG**

Nama Mahasiswa : **Catur Putra Satgada**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121041

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



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

**Ir. Sarno, M.S.**  
NIP 19571507 198603 0 003

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

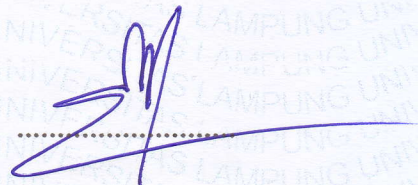
**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 19630508 198811 2 001



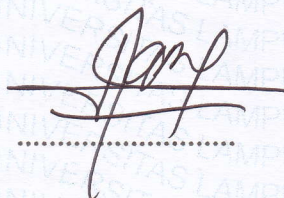
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

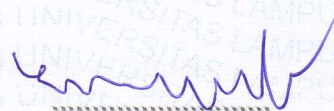
Ketua : **Prof. Ir. J. Lumbanraja, Ph.D.**



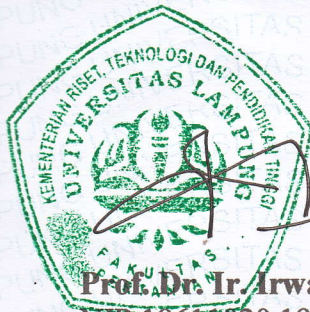
Sekretaris : **Ir. Sarno, M.S.**



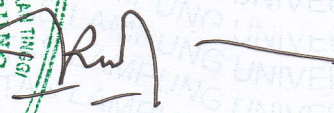
Penguji  
Bukan Pembimbing : **Prof. Ir. Muhajir Utomo, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 November 2017**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Hubungan Perilaku Jerapan dan Ketersediaan Fosfor dalam Tanah dengan P-Terangkut oleh Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) akibat Perlakuan Pupuk Organonitrofos dan NPK di Tanah Ultisol Gedung Meneng”** merupakan hasil karya saya sendiri dengan bantuan dari dosen pembimbing saya, yaitu Prof. Ir. J. Lumbanraja, Ph.D. dan Ir Sarno, M.S.. 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, Desember 2017

Penulis,



**Catur Putra Satgada**  
NPM 1214121041

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di dalam lingkungan Perumahan PT. Gunung Madu Plantation, Lampung Tengah pada tanggal 24 Maret 1994, sebagai anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan (Alm) Bapak Wepiga Suprpto dan Ibu Sutinah.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Negeri 1 Gunung Madu, Lampung Tengah pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Satya Dharma Sudjana pada tahun 2009, dan Madrasah Aliyah Negeri 01 Lampung Tengah pada tahun 2012. Pada tahun 2012, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2013/2014, 2014/2015, dan 2015/2016), Teknologi Pupuk dan Pemupukan (2014/2015 dan 2015/2016), Perencanaan Pertanian (2015/2016), Kimia Tanah (2016/2017), Analisis Tanah dan Tanaman (2016/2017), serta Bahasa Inggris (2016/2017). Penulis pernah mengikuti unit kegiatan mahasiswa ESo (*English Society*) sebagai anggota, (Forum Studi Islam Fakultas Pertanian) FOSI FP sebagai anggota Bimbingan Belajar Al-quran (BBQ), dan komunitas sosial *Languages Learning Club* (LLC) sebagai



sukarelawan dalam mengajarkan pendidikan Bahasa Inggris dan pernah mengemban amanah sebagai Presiden dari komunitas tersebut (2014/2015).

Pada tahun 2015, Penulis melakukan Praktik Umum (PU) di PT Gunung Madu Plantation, Lampung Tengah selama 30 hari dan pada tahun yang sama penulis mengikuti kegiatan *Soil Judging Contest* yang diadakan di Universitas Brawijaya. Dalam kegiatan ini penulis meraih posisi 4 nasional. Kemudian Penulis pernah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2016 di Kecamatan Mesuji Timur Kabupaten Mesuji selama 60 hari yang bertugas sebagai Koordinator Desa.

**SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK ORANG TUA SAYA  
BAPAK (ALM) WEPIGA SUPRAPTO DAN IBU SUTINAH, SERTA  
SELURUH KAKAK SAYA IKA SUGIARTI NINGSIH, DWI SURONO,  
DAN TRI MURTI NINGSIH.**

**TIDAK LUPA SAYA PERSEMBAHKAN SKRIPSI INI PADA  
ALMAMATER SAYA YAITU UNIVERSITAS LAMPUNG.**

**Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat  
(Q.S. AL-MUJADILAH : 11)**

*“Dream, Believe, and Make It Happen”*

**(Agnéz Mo)**

*“Do anything you want as long as you have a good dream in a positive way,  
because god will always help his people if it has a good and sincere dream”*

**(Catur Putra Satgada)**

*“Always trust and follow any single word from your supervisor in a positive way  
because they have a trust to us to improve our ability”*

**(Catur Putra Satgada)**



## SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, hidayah, serta segala nikmat yang tak terhingga. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, Ph.D., selaku pembimbing utama, atas ide, bimbingan, nasehat, ilmu, bantuan dana, dan motivasi selama penulis menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir selama dua tahun, sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ir. Sarno, M.S., selaku pembimbing kedua, atas bimbingan, ilmu, dan nasehat, selama Penulis menjalankan penelitian hingga selesai penulisan skripsi ini.
3. Prof. Ir. Muhajir Utomo, Ph.D., selaku pembahas, atas segala bimbingan, ilmu, serta nasehat dalam penulisan skripsi ini.
4. Kedua orang tuaku tercinta Alm. Bapak Wepiga Suprpto dan Ibu Sutinah, serta nenek Wepiga tercinta yang telah mencurahkan segala cinta, kasih sayang, dukungan, serta do'a dan semangat yang tulus di sepanjang hidup Penulis.
5. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

6. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi dan seluruh dosen Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
7. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah.
8. Kakak-kakakku yang tercinta. Ika Sugiarti Ningsih, Dwi Surono, dan Tri Murti Ningsih, yang telah memberikan motivasi, perhatian, kasih sayang, serta do'a yang tulus kepada penulis.
9. Sahabatku, Frendika Mahendra atas kesabaran, keceriaan, semangat, bantuan, serta do'a yang tulus sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
10. Suwarto, S.P., Mas Adi, dan Ibu Rahmatus Sa'diyah, atas bantuan dalam melakukan analisis di laboratorium.
11. Teman-teman satu tim penelitian tebu Eldineri Zulkarnain, Wiwik Agustina, Riajeng Hanum Amalia, dan Tegar Rafsyodi Awang, atas kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian selama 2 tahun.
12. 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, Desember 2017  
Penulis

**Catur Putra Satgada**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Daftar Tabel</b> .....	ix
<b>Daftar Gambar</b> .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> L.).....	7
2.2 Perilaku dan Ketersediaan Fosfor di Tanah .....	8
2.3 Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor dalam Tanah .....	10
2.4 Persamaan Isotermik Langmuir dan Fosfor Tersedia .....	11
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	14
3.1 Percobaan Lapangan .....	14
3.1.1 Tempat dan waktu penelitian .....	14
3.1.2 Bahan dan Alat .....	14
3.1.3 Rancangan dan perlakuan.....	15
3.1.4 Pelaksanaan lapangan.....	16
3.1.4.1 Pengolahan tanah .....	16
3.1.4.2 Penanaman .....	17
3.1.4.3 Pengaplikasian pupuk.....	17
3.1.4.4 Pemeliharaan tanaman .....	17
3.1.4.5 Panen .....	17
3.1.4.6 Penentuan contoh tanaman dan parameter yang diamati .....	18
3.1.4.7 Pengamatan parameter lapangan.....	18



3.2 Pelaksanaan Laboratorium .....	19
3.2.1 Analisis tanah .....	19
3.2.2 Analisis tanaman .....	19
3.3 Percobaan Laboratorium .....	19
3.3.1 Pengambilan sampel tanah .....	19
3.3.2 Perlakuan sampel tanah dan analisis tanah .....	20
3.3.3 Model isotermik langmuir .....	20
3.3.3.1 Pembuatan larutan seri P .....	20
3.3.3.2 Penetapan Jerapan Fosfor pada Tanah Parameter isotermik langmuir .....	20
3.4 Pengujian Data .....	21
3.4.1 Uji F (Analisis Ragam) .....	21
3.4.2 Uji <i>student-t</i> .....	21
3.4.3 Uji korelasi .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Karakteristik Awal kimia Tanah Ultisol Gedung Meneng .....	23
4.2 Sifat Tanah pada Fase Panen Tanaman Tebu .....	25
4.3 Produksi Gula, Produksi Tebu, Biomassa Daun, dan Batang Tanaman Tebu .....	26
4.4 Fosfor Terangkut Tanaman Tebu dan Hubungannya dengan Biomassa Daun dan Batang .....	28
4.5 Sifat Kimia <i>Subsoil</i> setelah diberi Perlakuan .....	30
4.6 Perilaku jerapan Maksimum P ( $X_{max}$ ) dan Relatif Energi Ikatan ( $K_L$ ) pada Tanah Ultisol Gedung Meneng setelah Pemberian Perlakuan .....	31
4.7 Hubungan Hasil Analisis Tanah dan Tanaman dengan Jerapan Maksimum P ( $X_{max}$ ) dan Relatif Energi Ikatan P ( $K_L$ ) .....	37
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Simpulan .....	40
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42-48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49-86</b>
<b>TABEL 12-86 .....</b>	<b>49-86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan pada penelitian .....	15
2. Hasil analisis sifat kimia pupuk Organonitrofos .....	15
3. Hasil analisis kimia tanah awal .....	23
4. Sifat Kimia Tanah pada Fase Panen Tanaman Tebu .....	26
5. Pengaruh pupuk organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap produksi gula, produksi batang tebu, dan biomassa kering daun dan batang .....	28
6. Pengaruh pupuk organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap fosfor terangkut pada daun dan batang tebu .....	29
7. Hasil analisis kimia tanah <i>subsoil</i> setelah diberi perlakuan .....	30
8. Persamaan linier isotermik langmuir jerapan P pada masing-masing perlakuan .....	34
9. Uji <i>student-t</i> pada parameter jerapan maksimum P ( $X_{max}$ ) dan relatif energi ikatan P ( $K_L$ ) .....	36
10. Hubungan antara serapan P tanaman, biomassa kering dan batang tebu, P-tersedia, dan P-total .....	37
11. Hubungan antar parameter pengamatan .....	38
12. Pengaruh pupuk organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap produksi tanaman tebu .....	50
13. Uji homogenitas produktivitas tanaman tebu .....	50

14. Analisis ragam produksi tanaman tebu.....	50
15. Pengaruh pupuk organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap produksi gula .....	51
16. Uji homogenitas produksi gula .....	51
17. Analisis Ragam Produksi Gula .....	51
18. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap biomassa kering daun tebu.....	52
19. Uji homogenitas biomassa kering daun tebu.....	52
20. Analisis ragam biomassa kering daun tebu .....	52
21. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap biomassa kering batang tebu.....	53
22. Uji homogenitas biomassa kering batang tebu .....	53
23. Analisis ragam biomassa kering batang tebu .....	53
24. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap fosfor terangkut daun tebu .....	54
25. Uji homogenitas fosfor terangkut daun tebu.....	54
26. Analisis ragam fosfor terangkut daun tebu .....	54
27. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap fosfor terangkut batang tebu.....	55
28. Uji homogenitas fosfor terangkut batang tebu.....	55
29. Analisis ragam fosfor terangkut batang tebu .....	55
30. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap fosfor terangkut total tebu .....	56
31. Uji homogenitas fosfor terangkut total tebu .....	56
32. Analisis ragam fosfor terangkut total tebu.....	56
33. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap biomassa kering total tebu.....	57
34. Uji homogenitas biomassa kering total tebu .....	57



35. Analisis ragam biomassa kering total tebu .....	57
36. Parameter Langmuir pada perlakuan Urea : 300 kg ha <sup>-1</sup> ; TSP : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; KCl : 300 kg ha <sup>-1</sup> .....	58
37. Parameter Langmuir pada perlakuan Organonitrofos : 10.000 kg ha <sup>-1</sup> .....	59
38. Parameter Langmuir pada perlakuan Urea : 300 kg ha <sup>-1</sup> ; TSP : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; KCl : 300 kg ha <sup>-1</sup> ; Organonitrofos 5000 kg ha <sup>-1</sup> .....	60
39. Parameter Langmuir pada perlakuan Urea : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; TSP : 75 kg ha <sup>-1</sup> ; KCl : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; Organonitrofos : 10.000 kg ha <sup>-1</sup> .....	61
40. Parameter langmuir pada perlakuan tanpa perlakuan pemupukan .....	62
41. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis NPK penuh dan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	63
42. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis NPK penuh dan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	63
43. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) Perlakuan dosis NPK penuh dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	64
44. Uji <i>Student-t</i> Jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis NPK penuh dan tanpa perlakuan pemupukan.....	64
45. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	65
46. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	65
47. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan Tanpa Perlakuan Pemupukan .....	66
48. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	66
49. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> dan tanpa perlakuan pemupukan .....	67
50. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum (Xmax) perlakuan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan tanpa perlakuan pemupukan .....	67

51. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh dan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	68
52. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh dan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	68
53. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh dan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	69
54. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh dan tanpa perlakuan pemupukan .....	69
55. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	70
56. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	70
57. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan tanpa perlakuan pemupukan .....	71
58. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> dan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	71
59. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> dan tanpa perlakuan pemupukan .....	72
60. Uji <i>student-t</i> jerapan maksimum ( $K_L$ ) perlakuan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> dan tanpa perlakuan pemupukan .....	72
61. Uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis NPK penuh.....	73
62. Analisis ragam uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis NPK penuh.....	73
63. Uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	74
64. Analisis ragam uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	74
65. Uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	75

66. Analisis ragam uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis NPK penuh+Organonitrofos 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	75
67. Uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	76
68. Analisis ragam uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan dosis ½ NPK+Organonitrofos 10 ton ha <sup>-1</sup> .....	76
69. Uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan tanpa pemupukan .....	77
70. Analisis ragam uji regresi metode isotermik langmuir perlakuan tanpa pemupukan.....	77
71. Uji korelasi P-terangkut dengan biomassa kering daun.....	78
72. Uji korelasi P-terangkut dengan biomassa kering batang.....	79
73. Uji korelasi P-terangkut dengan P-tersedia.....	80
74. Uji korelasi Xmax dengan P-total.....	80
75. Uji korelasi Xmax dengan P-tersedia .....	81
76. Uji korelasi Xmax dengan biomassa kering daun.....	81
77. Uji korelasi Xmax dengan biomassa kering batang.....	82
78. Uji korelasi Xmax dengan P-terangkut.....	82
79. Uji korelasi K <sub>L</sub> dengan P-tersedia.....	83
80. Uji korelasi K <sub>L</sub> dengan biomassa kering daun.....	83
81. Uji korelasi K <sub>L</sub> dengan biomassa kering batang .....	84
82. Uji korelasi K <sub>L</sub> dengan P-terangkut .....	84
83. Uji korelasi P total dengan P-terangkut .....	85
84. Pengaruh pupuk Organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk NPK terhadap biomassa kering total tebu.....	85
85. Uji homogenitas biomassa kering total tebu .....	86
86. Analisis ragam biomassa keringtotal tebu .....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kurva persamaan langmuir.....	12
2. Denah petak perlakuan .....	16
3. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) .....	34
4. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) perlakuan Urea : 300kg ha <sup>-1</sup> ; TSP :150 kgha <sup>-1</sup> ; KCl : 300 kg ha <sup>-1</sup> .....	58
5. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) perlakuan Organonitrofos : 10.000 kg ha <sup>-1</sup> .....	59
6. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) perlakuan Urea : 300 kg ha <sup>-1</sup> ; TSP : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; KCl : 300 kg ha <sup>-1</sup> ; Organonitrofos 5000 kg ha <sup>-1</sup> ...	60
7. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) perlakuan Urea : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; TSP : 75 kg ha <sup>-1</sup> ; KCl : 150 kg ha <sup>-1</sup> ; Organonitrofos : 10.000 kg ha <sup>-1</sup> .....	61
8. Grafik hubungan antara indeks jerapan P (C/X) dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan (C) perlakuan tanpa perlakuan pemupukan .....	62

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang dan Masalah**

Kebutuhan gula nasional didominasi oleh kebutuhan rumah tangga, yaitu sekitar 70% setiap tahunnya (Susila dan Sinaga, 2005). Namun, produksi tebu yang berfungsi sebagai bahan baku dalam industri gula di Indonesia memiliki hasil yang rendah dan belum mampu memenuhi kebutuhan gula nasional, hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya impor gula ke Indonesia (BPS, 2015). Produksi tebu harus ditingkatkan karena kebutuhan gula yang tinggi dapat menimbulkan masalah jika produksi tebu nasional tidak tinggi. Rachman (2014) menyatakan bahwa untuk meningkatkan produksi tebu, dibutuhkan strategi dengan melakukan perluasan areal pengembangan tebu (ekstensifikasi), pemberian pupuk, perbaikan pengairan atau irigasi, dan penyediaan bibit unggul (intensifikasi).

Kegiatan ekstensifikasi tebu di Indonesia merupakan hal yang sulit dilakukan karena semakin meningkatnya alih fungsi lahan pertanaman tebu. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya luas areal tanam tebu seluas 16.857 ha dalam waktu satu tahun (2014-2015) (BPS, 2015). Sehingga cara yang bisa dilakukan untuk meningkatkan produksi tebu dengan cara intensifikasi seperti pemberian pupuk organik maupun anorganik (Rachman, 2014). Namun, dalam peningkatan

produksi tebu terkendala dengan jerapan P yang tinggi di Tanah Ultisol yang menyebabkan rendahnya ketersediaan P di dalam tanah yang mampu mempengaruhi produksi suatu tanaman (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Wijesundara, dkk., (1997) melaporkan bahwa jerapan maksimum fosfor di Tanah Ultisol Davidson, USA dengan perlakuan tanpa pemupukan mencapai  $4.007 \text{ mg P kg}^{-1}$ . Tingginya jerapan fosfor di dalam Tanah Ultisol dapat diatasi dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah (Tan, 1982). Guppy, dkk., (2005) dan Ifansyah (2013) melaporkan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat menurunkan kapasitas jerapan unsur hara fosfor di dalam tanah, hal ini dikarenakan bahan organik mampu menghasilkan asam organik yang dapat mengkhelat ion Al dan Fe di dalam tanah dan mampu meningkatkan ketersediaan fosfor.

Salah satu sumber bahan organik yang dapat digunakan untuk mengurangi jerapan P di dalam tanah adalah pupuk Organonitrofos yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk tersebut pada penelitian ini digunakan untuk melihat dampaknya terhadap jerapan unsur hara fosfor di dalam tanah, produksi tebu, dan fosfor terangkut tebu.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK dengan berbagai dosis dapat berpengaruh terhadap fosfor terangkut pada pertanaman tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng?

2. Apakah pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK berpengaruh terhadap jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor dan meningkatkan kandungan fosfor tersedia di dalam Tanah Ultisol Gedung Meneng yang diberi kombinasi pupuk organonitrofos dan pupuk NPK?
3. Apakah jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor berkorelasi dengan fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng yang diberi kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK terhadap fosfor terangkut pada pertanaman tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng.
2. Mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK terhadap jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor di dalam Tanah Ultisol Gedung Meneng.
3. Mengetahui korelasi jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor dengan fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng yang diberi kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK.

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol merupakan tanah yang pada umumnya tidak subur karena memiliki kapasitas jerapan fosfor yang tinggi dan menyebabkan ketersediaan unsur hara fosfor yang rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Dilaporkan oleh Lathwell (1979) bahwa rendahnya ketersediaan fosfor di dalam Tanah Ultisol disebabkan oleh kelarutan ion Al dan Fe yang tinggi dan mengakibatkan tingginya kapasitas jerapan fosfor. Lumbanraja, dkk., (2016) melaporkan bahwa Tanah Ultisol dengan kadar Fe yang tinggi memiliki kapasitas jerapan maksimum hingga 5.291 mg P kg<sup>-1</sup>. Namun, tingginya kapasitas jerapan fosfor dapat dikurangi dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah yang dapat menghasilkan asam-asam organik yang berfungsi untuk mengkhelat logam di dalam tanah (Guppy, dkk., 2005; Ifansyah, 2013). Lumbanraja, dkk., (2016) dan Harianti, dkk., (2009) melaporkan bahwa pemberian bahan organik di Tanah Ultisol dapat menurunkan 50% kapasitas jerapan maksimum fosfor di dalam tanah dan mampu meningkatkan ketersediaan fosfor. Raven dan Hossner (1994) melaporkan bahwa semakin rendahnya jerapan fosfor di dalam tanah yang diakibatkan oleh pemberian bahan organik dapat meningkatkan produksi tanaman.

Salah satu bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pupuk Organonitrofos. Penggunaan pupuk Organonitrofos dapat menurunkan jerapan P di dalam tanah dan mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara fosfor di dalam tanah (Nugroho, dkk., 2012). Penggunaan pupuk Organonitrofos yang dikombinasikan dengan pupuk NPK pada Tanah Ultisol dapat meningkatkan produksi ubi kayu selama dua musim tanam (Dermiyati, dkk., 2015),



pertumbuhan dan serapan hara NPK cabai rawit katur (Christine, dkk., 2014), dan serapan hara NPK mentimun (Wijaya, dkk., 2015).

Pada penelitian ini digunakan Parameter Isotermik Langmuir yang digunakan untuk menetapkan jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor di dalam tanah. Metode penetapan jerapan fosfor dengan persamaan Langmuir berguna untuk memisahkan tanah dan larutan dengan mudah dan larutan yang akan dianalisis kapasitas jerapan fosfornya tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (Yusran, 2010; Bubba, dkk., 2003). Jerapan maksimum fosfor dapat ditunjukkan melalui konsentrasi fosfor yang terhitung di dalam tanah. Sedangkan nilai relatif energi ikatan fosfor merupakan parameter isotermik Langmuir yang menggambarkan energi ikatan unsur hara fosfor di dalam koloid tanah (Mirna, dkk., 2006). Sehingga dari nilai jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor dapat ditentukan nilai jerapan unsur hara fosfor yang berada pada kompleks jerapan tanah (koloid tanah).

## **1.5 Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK dapat meningkatkan fosfor terangkut pada pertanaman tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng.
2. Kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK dapat mengurangi jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor, dan dapat meningkatkan kandungan fosfor tersedia di dalam Tanah Ultisol Gedung Meneng.

3. Terdapat korelasi negatif jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor dengan fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tebu di Tanah Ultisol Gedung yang diberi kombinasi pupuk organonitrofos dan NPK.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tebu merupakan family Graminae, Genus *Saccharum*. Tebu memiliki 3 spesies, yaitu *S. officinarum*, *S. robustum*, dan *S. spontaneum* (Fauconnier, 1993).

Berikut merupakan klasifikasi tanaman tebu yang sering digunakan dalam kegiatan budidaya (Plantamor, 2015), Kingdom : Plantae (tumbuhan), Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh), Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji), Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga), Kelas : Liliopsida (berkeping satu/monokotil), Ordo : Poales, Famili : Poaceae (suku rumput-rumputan), Genus : *Saccharum*, Spesies : *Saccharum officinarum* L.

Tebu merupakan tanaman yang dapat tumbuh pada daerah tropis dan sub-tropis namun akan memiliki produksi yang lebih baik jika ditanam pada daerah tropis (James, 2004) dan tanaman ini dapat tumbuh dengan baik jika ditanam pada tanah yang memiliki pH berkisar antara 6-7 (Mulyono, 2011; Sutardjo, 2002). Tebu akan tumbuh dengan ideal pada curah hujan yang tinggi pada fase vegetatif (200 mm/bulan) selama 5-6 bulan dan keadaan kering pada fase generatif atau pemasakan dengan curah hujan yang rendah (75 mm/bulan) selama 5 bulan; hal tersebut digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan kandungan gula pada

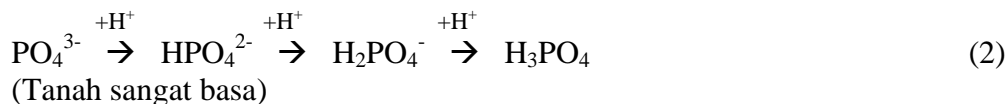
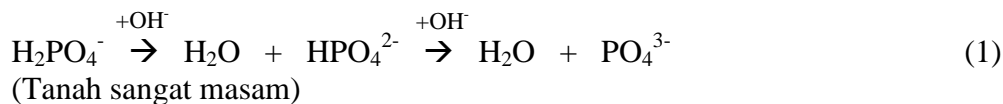
batang tebu (Indrawanto, dkk., 2010; James, 2004). Tanaman tebu memerlukan banyak air pada masa vegetatifnya dan kurang membutuhkan air pada masa generatif atau kemasakan batang. Tanaman ini dapat tumbuh baik jika ditanam di tanah yang memiliki aerasi dan drainase yang baik pada daerah *topsoil* (Indrawanto, dkk., 2010).

Tanaman tebu akan lebih baik pertumbuhan dan hasil produksinya jika penambahan bahan organik ke dalam tanah pertanaman tebu lebih banyak dari pupuk anorganik (N, P, dan K). Hal ini dikarenakan penambahan bahan organik ke dalam tanah mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air (*Water Holding Capacity*), memperbaiki drainase tanah, dan mengkhelat ion logam sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah yang mampu digunakan oleh tanaman (Leovici, 2012).

## **2.2 Perilaku dan Ketersediaan Fosfor di Tanah**

Fosfor di dalam tanah dijumpai dalam bentuk anorganik dan organik. Fosfor anorganik ditemukan dalam bentuk mineral  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$  (varisit),  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$  (strenggit), dan  $\text{CaHPO}_4$  (monetit), sedangkan fosfor organik ditemukan dalam bentuk asam nukleat dan fosfolipida (Hakim, dkk., 1986) dan fosfor dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer dan sekunder ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  merupakan bentuk ion fosfor yang paling dominan pada tanah-tanah yang memiliki pH 2,35-7,20 dan ion  $\text{HPO}_4^{2-}$  lebih dominan pada pH 7,20-12,35 sedangkan Ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  memiliki ketersediaan yang hampir sama pada pH 7,20 (Lumbanraja, 2017). Berikut

merupakan reaksi bolak-balik bentuk ketersediaan unsur hara P yang dipengaruhi oleh pH tanah (Hakim, dkk., 1986).



Namun, ketersediaan unsur hara fosfor di dalam tanah relatif rendah terlebih lagi pada jenis Tanah Ultisol. Berikut merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketersediaan fosfor di dalam tanah, 1) pH tanah, 2) ketersediaan ion Al dan Fe di larutan tanah, 3) mineral oksida-hidroksida Al dan Fe, 4) tersedianya Ca pada tanah yang memiliki pH di atas 7, dan 5) jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik (Hakim, dkk., 1986).

Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat dan menurunnya kandungan ion  $\text{OH}^-$  di dalam tanah maka akan mempengaruhi bentuk P tersedia di dalam tanah. Lopez-Hernandez dan Burnham (1974) melaporkan semakin rendah nilai pH tanah, maka jerapan maksimum ( $X_{\text{max}}$ ) ion P akan semakin meningkat sehingga ketersediaan unsur hara P di dalam tanah semakin rendah. Menurunnya kandungan P tersedia disebabkan oleh meningkatnya kelarutan ion Al dan Fe di dalam tanah (Ifansyah, 2013) yang disebabkan oleh kandungan bahan organik yang rendah. Dilaporkan dalam penelitian Lumbanraja, dkk., (2016) kadar P tersedia di dalam Tanah Ultisol memiliki kriteria yang rendah, yaitu 5,95 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$   $\text{kg}^{-1}$  yang disebabkan karena terfiksasi oleh ion Al dan Fe.



Penjerapan ion P pada umumnya terjadi akibat ikatan ion P dengan mineral oksida-hidroksida Al dan Fe di dalam larutan tanah (Lumbanraja, 2012; Bohn, dkk., 1985). Pengikatan ion P oleh mineral oksida-hidroksida Al dan Fe dapat dilihat pada reaksi berikut (3 dan 4).

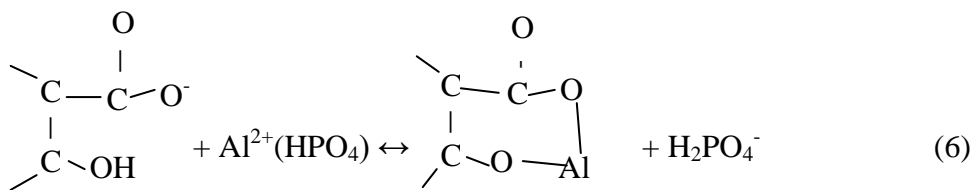
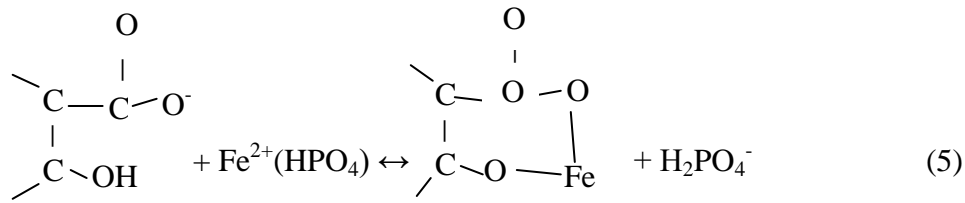


Hal ini menyebabkan ketersediaan fosfor pada tanah ini rendah karena proses penjerapan Al-P dan Fe-P yang tinggi. Menurut Lumbanraja, dkk., (2016) untuk mengatasi permasalahan pada Tanah Ultisol yang memiliki pH masam dapat dilakukan antara lain dengan pemberian bahan organik yang mampu meningkatkan kandungan P-tersedia dan menurunkan jerapan fosfor pada koloid tanah, karena Al dan Fe dapat meningkatkan jerapan maksimum fosfor dan energi ikatan fosfor.

### **2.3 Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor dalam Tanah**

Bahan organik merupakan dari hasil dekomposisi jaringan tanaman maupun hewan yang mengandung biomassa mikroba yang dapat berfungsi untuk mengurangi jerapan P di dalam tanah dengan cara mengkhelat ion logam (Ifansyah, 2013). Ketersediaan P dalam larutan tanah yang dipengaruhi oleh penambahan bahan organik dapat terjadi secara langsung tanpa melalui proses mineralisasi, karena senyawa organik yang terkandung di dalam bahan organik mampu mengikat atau mengkhelat (*chelate*) Al dan Fe sehingga P dapat larut

dalam larutan tanah (Lumbanraja, 2012). Persamaan reaksi pengkkelatan Al dan Fe pada reaksi berikut (5 dan 6).



Salah satu sumber bahan organik yang dapat digunakan berasal dari pupuk Organonitrofos yang berbahan baku 80 % kotoran sapi segar (*fresh manure*) dan 20% batuan fosfat (*phosphate rock*) yang mengandung mikroba pelarut P seperti bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan fungi *Aspergillus niger* yang berfungsi untuk meningkatkan ketersediaan P dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Nugroho, dkk., 2013). Ketersediaan bahan organik di dalam tanah juga dapat mempengaruhi jerapan P yang berada di dalam tanah. Tanah yang memiliki kadar bahan organik yang tinggi akan memiliki jerapan maksimum P yang rendah begitupun sebaliknya (Lumbanraja, dkk., 2003).

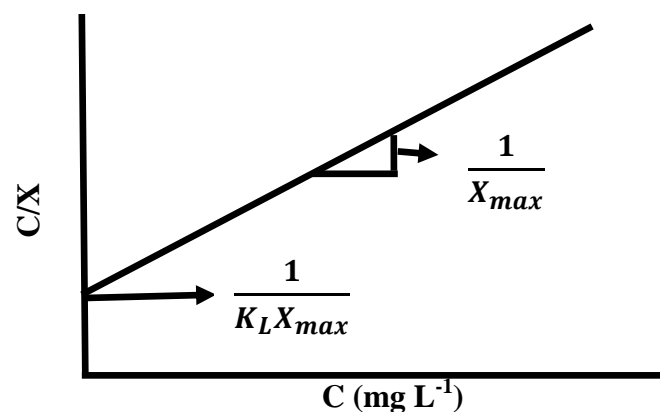
#### 2.4 Persamaan Isotermik Langmuir dan Fosfor Tersedia

Penggunaan Parameter Isotermik Langmuir dapat digunakan untuk melihat kapasitas jerapan fosfor di dalam tanah. Metode penetapan kapasitas jerapan fosfor dengan persamaan Langmuir berguna untuk memisahkan tanah dan larutan dengan mudah, dan larutan yang akan dianalisis kapasitas jerapan fosfornya

tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (Yusran, 2010). Kapasitas jerapan fosfor dapat ditentukan dengan menggunakan Parameter Isotermik Langmuir (Yusran, 2010). Untuk menetapkan jerapan fosfor di dalam tanah dibutuhkan Persamaan Langmuir sebagai berikut.

$$\frac{C}{X} = \frac{1}{K_L X_{max}} + \frac{1}{X_{max}} C$$

Kurva persamaan Langmuir dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 1. Kurva Persamaan Langmuir

Keterangan (Parfitt, 1978) :

- C = Konsentrasi kesetimbangan P dalam larutan ( $\text{mg P L}^{-1}$ )
- X = Jumlah P terjerap ( $\text{mg P kg}^{-1}$ )
- $X_{max}$  = Jerapan maksimum ( $\text{mg P kg}^{-1}$ )
- $K_L$  = Relatif energi ikatan untuk menetapkan jerapan fosfor
- $C/X$  = Indeks jerapan P

Jerapan maksimum ( $X_{max}$ ) di dalam tanah dapat menurun dengan bertambahnya kandungan bahan organik di dalam tanah yang dapat meningkatkan kandungan fosfor tersedia (Nuryani, dkk., 2006). Jerapan maksimum dalam persamaan Parameter Isotermik Langmuir ini menunjukkan kemampuan suatu tanah dalam menjerap atau mengikat unsur hara P di dalam kompleks jerapan tanah dalam kesetimbangan dengan P dalam larutan tanah (koloid tanah). Sedangkan nilai relatif energi ikatan ( $K_L$ ) menggambarkan energi ikatan unsur hara fosfor pada

koloid tanah dalam tetapan kesetimbangan Langmuir yang berhubungan dengan panas adsorpsi (Mirna, dkk., 2006).

Semakin tinggi nilai jerapan maksimum fosfor di dalam tanah maka serapan unsur hara fosfor oleh tanaman semakin menurun dan kandungan fosfor tersedia di dalam tanah akan semakin rendah (Harianti, dkk., 2009). Kandungan fosfor tersedia di dalam tanah mempengaruhi serapan fosfor oleh tanaman, sehingga dapat mengakibatkan hasil produksi tanaman menurun (Soplanit dan Soplanit, 2012). Nilai  $X_{max}$  diperoleh dari nilai kemiringan persamaan atau *slope* garis, sedangkan nilai  $K_L$  diperoleh dari *intercept* atau titik potong garis pada sumbu Y seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 1.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Percobaan Lapangan**

##### **3.1.1 Tempat dan waktu penelitian**

Penelitian di lapang dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, lokasi  $5^{\circ}22'04,5''\text{LS}$  dan  $105^{\circ}14'42,7''\text{BT}$  dengan ketinggian 106 m dpl, pada bulan September 2014-Agustus 2015. Analisis unsur hara dan percobaan Langmuir P dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan September 2015-Agustus 2016.

##### **3.1.2 Bahan dan alat**

Penelitian ini menggunakan bibit tebu varietas PS 862, pupuk Urea, TSP, KCl, dan pupuk Organonitrofos. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, gunting, arit, koret, kertas contoh, kantong plastik, kamera, kalkulator, meteran, oven, pH meter, neraca analitik, tabung reaksi, pipet, kertas saring, botol kocok, ayakan tanah 2 mm, gelas ukur, selang air, ember, *Microsoft Office (word, excel, dan powerpoint)*, *shaker*, spektrofotometer, dan alat-alat laboratorium lainnya untuk analisis tanah dan tanaman.

### 3.1.3 Rancangan dan perlakuan

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan dan 5 perlakuan. Berikut merupakan daftar perlakuan yang digunakan dalam penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan denah satuan percobaan pada Gambar 2.

Tabel 1. Perlakuan pada penelitian

Perlakuan	Dosis (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Urea	TSP	KCl	Organonitrofos
A	300	150	300	-
B	-	-	-	10.000
C	300	150	300	5.000
D	150	75	150	10.000
E (kontrol)	-	-	-	-

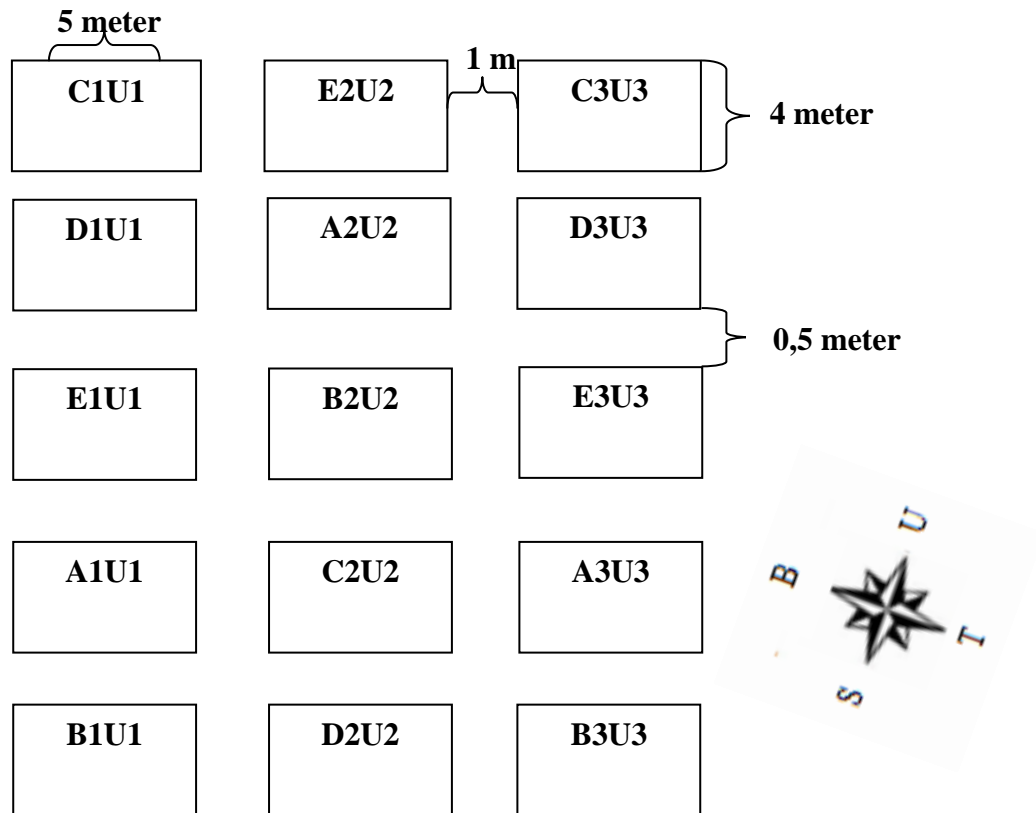
Keterangan : A. Urea : 300 kg ha<sup>-1</sup>; TSP : 150 kg ha<sup>-1</sup>; KCl : 300 kg ha<sup>-1</sup>.  
 B. Organonitrofos : 10.000 kg ha<sup>-1</sup>.  
 C. Urea : 300 kg ha<sup>-1</sup>; TSP : 150 kg ha<sup>-1</sup>; KCl : 300 kg ha<sup>-1</sup>; Organonitrofos 5.000 kg ha<sup>-1</sup>.  
 D. Urea : 150 kg ha<sup>-1</sup>; TSP : 75 kg ha<sup>-1</sup>; KCl : 150 kg ha<sup>-1</sup>; Organonitrofos : 10.000 kg ha<sup>-1</sup>.  
 E. Tanpa Pemupukan

Tabel 2. Hasil analisis sifat kimia pupuk organonitrofos

Jenis Analisis	Pupuk Organonitrofos	Kriteria SNI persyaratan pupuk organik*
pH (H <sub>2</sub> O)	7,63	4-9
C organik (%)	3,32	≥15
N total (%)	0,28	≥4
P tersedia P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,31	≥4
P total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25% (%)	3,40	≥4
K total HCl 25% (%)	0,43	≥4

Keterangan : \*Permentan, 2011.





Gambar 2. Denah Petak Perlakuan

### 3.1.4 Pelaksanaan lapangan

Adapun hal-hal yang dipersiapkan di dalam penelitian terdiri atas :

#### 3.1.4.1 Pengolahan tanah

Tanah diolah dengan menggunakan cangkul yang kemudian diratakan agar agregat tanah menjadi remah dan dibuat 15 petak perlakuan dengan ukuran petak 5 m x 4 m dan jarak antar petak 0,5 m, dan antar ulangan berjarak 1 m.

#### 3.1.4.2 Penanaman

Bibit tebu diambil dari pertanaman tebu sebelumnya dengan melihat batang tebu yang sudah tua dan dengan melihat mata tunas yang sudah timbul pada ruas

batang tebu. Kemudian batang tebu dipotong dengan 3 mata ruas primer (30 cm), setelah itu bibit tebu ditanam pada kedalaman 10 cm sepanjang rorak dengan cara *end to end* dan dibaringkan agar saat tebu sudah tinggi tidak mudah rebah.

#### **3.1.4.3 Pengaplikasian pupuk**

Pengaplikasian pupuk sesuai dengan perlakuan Tabel 1 dilakukan 7 HST dengan sekali waktu pengaplikasian dan dosis pupuk dikonversikan menjadi gram per petak perlakuan.

#### **3.1.4.4 Pemeliharaan tanaman**

Penyiraman tanaman tebu dilakukan setiap 3 hari sekali pada tanaman berumur 1-100 hst pada musim kering dan penyulaman bibit tebu dilakukan 2-4 minggu setelah tanam (MST). Penyiangan petak perlakuan dilakukan secara manual dengan menggunakan koret setelah 4 MST, 8 MST, 12 MST, 16 MST, 24 MST, 32 MST, dan 40 MST. Perontokan daun bawah dilakukan pada saat tanaman berumur 5 bulan, 7 bulan, dan 11 bulan.

#### **3.1.4.5 Panen**

Tebu dipanen pada umur 12 bulan setelah tanam yang dilakukan pada September 2016 dengan ciri panen tebu yang dapat dilihat secara visual ditandai dengan pertumbuhan tajuk daun berwarna hijau kekuningan (Sutardjo, 2002).

#### **3.1.4.6 Penentuan contoh tanaman dan parameter yang diamati**

Contoh tanaman pada setiap petak perlakuan ditentukan secara acak. Kemudian parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah bobot brangkasan segar, bobot brangkasan kering, analisis tanah, analisis tanaman, penetapan jerapan fosfor dengan Parameter Isotermik Langmuir, dan uji korelasi.

#### **3.1.4.7 Pengamatan parameter lapangan**

##### *3.1.4.7.1 Biomassa segar*

Bobot biomassa segar pada penelitian ini dihitung setelah tanaman tebu selesai dipanen dengan cara memisahkan 3 batang tebu yang dipilih secara acak dari 10 contoh tanaman. Kemudian dipisahkan antara batang dan daun tebu untuk ditimbang biomasanya secara terpisah.

##### *3.1.4.7.2 Biomassa kering*

Dari 3 batang tebu yang telah dipilih pada penimbangan biomassa segar, dipilih kembali 2 batang tebu beserta bagian daunnya secara acak untuk ditimbang sebagai biomassa kering tebu. Sebelum bobot biomassa batang dikering ovenkan, batang tebu yang dijadikan sebagai contoh dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil agar mempercepat pengeringan. Batang tebu dioven pada suhu 100°C selama 4 minggu hingga kering dan daun tebu dioven pada suhu 80°C selama 3 hari hingga kering. Setelah contoh tanaman selesai dikering ovenkan, contoh tanaman langsung ditimbang biomassa keringnya yang kemudian dikonversikan ke dalam gram per petak percobaan dengan mengalikannya dengan jumlah populasi per petak percobaan.

## **3.2 Pelaksanaan Laboratorium**

### **3.2.1 Analisis tanah**

Analisis tanah dilakukan setelah pemanenan. Contoh tanah sebelum tanam dan sesudah panen diambil pada kedalaman 0-20 cm (*topsoil*). Analisis yang dilakukan adalah P Tersedia (Metode Bray 1), P Total (Metode HCl 25%), Nitrogen total (Metode Kjeldahl), Kalium dapat ditukar (Metode 1N NH<sub>4</sub>OAc pH 7), C-organik tanah (Metode Walkley-Black), dan KTK tanah (Metode 1N NH<sub>4</sub>OAc pH 7) (Thom dan Utomo, 1991).

### **3.2.2 Analisis tanaman**

Analisis tanaman menggunakan biomassa kering batang dan daun tebu yang sebelumnya digiling. Biomassa tanaman yang telah digiling kemudian diabukan pada suhu 300°C selama dua jam, lalu suhu dinaikkan hingga 400°C selama empat jam yang dilanjutkan dengan analisis P terangkut pada bagian batang dan daun tersebut (Thom dan Utomo, 1991).

## **3.3 Percobaan Laboratorium**

### **3.3.1 Pengambilan sampel tanah**

Tanah yang digunakan merupakan *subsoil* dengan kedalaman 20-40 cm. Penggunaan *subsoil* dalam penelitian ini untuk melihat pengaruh penambahan bahan organik terhadap jerapan maksimum P di dalam tanah, karena *subsoil* memiliki kandungan bahan organik yang sangat rendah sehingga penambahan bahan organik yang berasal dari perlakuan yang diberikan dapat terlihat.

### 3.3.2 Perlakuan sampel tanah dan analisis tanah

*Subsoil* kering udara dengan masing-masing seberat 2 kg diberi perlakuan sesuai dengan Tabel 1, yaitu A (NPK *full*), B (Organonitrofos *full*), C (NPK *full* + ½ Organonitrofos), D (½ NPK + Organonitrofos *full*), dan E (Kontrol). Tanah yang telah diberi perlakuan kemudian diinkubasi dengan menggunakan *deionized* H<sub>2</sub>O selama satu minggu. Tanah yang telah diinkubasi selanjutnya dianalisis, yaitu P Tersedia (Metode Bray 1), P Total (Metode HCl 25%), dan pH tanah (Thom dan Utomo, 1991).

### 3.3.3 Model isotermik langmuir

Pada percobaan ini menggunakan tanah yang telah dijelaskan pada sub-bab 3.3.1 dan 3.3.2. Prosedur percobaan ini disadur dari (Sari, 2015; Carter dan Gregorich, 2008; Fiantis, 2004) yang memiliki modifikasi dalam pembuatan larutan seri P.

#### 3.3.3.1 Pembuatan larutan seri P

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 50 ppm P dengan memasukkan 50 ml larutan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1000 ppm P ke dalam labu ukur berukuran 1000 ml, kemudian tambahkan larutan CaCl<sub>2</sub> 1M sebanyak 10 ml dan tambahkan dengan aquades hingga 1000 ml.

#### 3.3.3.2 Penetapan jerapan fosfor pada tanah parameter isotermik langmuir

Contoh tanah dari masing-masing perlakuan ditimbang satu gram dan dimasukkan ke dalam botol kocok, kemudian contoh tanah ditambahkan 10 ml larutan seri,

yaitu 0, 10, 20, 50, 100, dan 200 ppm P yang dicampur dengan larutan  $\text{CaCl}_2$  1M. Suspensi contoh tanah dikocok dengan menggunakan *shaker* selama 2 jam. Setelah itu, suspensi contoh tanah disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian ekstrak jernih digunakan dalam pengukuran fosfor. Setelah itu, fosfor yang terlihat pada supernatan (larutan tanah) diukur 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 dalam kesetimbangan. Data yang didapatkan kemudian dihitung berdasarkan kurva persamaan Langmuir dapat dilihat dalam Gambar 3.

### **3.4 Pengujian Data**

#### **3.4.1 Uji F (Analisis ragam)**

Homogenitas ragam tinggi tanaman, biomassa kering tanaman, dan P-terangkut diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Selanjutnya dilakukan Analisis Ragam dan perbedaan nilai tengah perlakuan yang memenuhi asumsi diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Susilo, 2013).

#### **3.4.2 Uji *student-t***

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



### 3.4.3 Uji korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan perilaku hara fosfor, yaitu P tersedia dan total dengan P terangkut, P terangkut dengan biomassa kering daun dan batang, 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 tebu (Susilo, 2013).

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

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

1. Pemberian kombinasi Pupuk Urea :  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ , TSP :  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , KCl :  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ , dengan Pupuk Organonitrofos  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$  memiliki ketersediaan dan serapan unsur hara fosfor tertinggi pada tanaman tebu yang ditanam di Tanah Ultisol Gedung Meneng.
2. Pemberian kombinasi pupuk Organonitrofos dan NPK mampu mengurangi jerapan maksimum fosfor di dalam tanah pada dosis  $\frac{1}{2}$  dan penuh pupuk Organonitrofos namun relatif energi ikatan fosfor menurun pada perlakuan pupuk NPK yang tidak dikombinasikan dengan pupuk Organonitrofos.
3. Jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor berkorelasi negatif dengan fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tanaman tebu sehingga jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor yang tinggi akan membuat fosfor tersedia, terangkut, dan biomassa kering tanaman tebu menjadi rendah.

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan tanaman dan dosis pupuk yang berbeda dan mengkorelasikan data Isotermik Langmuir dengan  $Al_{dd}$ ,  $Fe_{dd}$ , dan *soil biological community* di Tanah Ultisol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk edisi 2*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 234 hal.
- Borggaard, O.K., S.S. Jørgensen, J.P. Møberg, and B. Raben-Lange. 1990. Influence of organic matter on phosphate adsorption by aluminium and iron oxides in sandy soils. *J. Soil Sci.* 41 : 443-449.
- Bohn, H., B. McNeal, and G. O'Connor. 1985. *Soil Chemistry 2<sup>nd</sup> Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 341 pp.
- BPS. 2015. Statistik Tebu Indonesia. Katalog BPS. Jakarta. 72 hal.
- Bubba, M.D., C.A. Arias, and H. Brix. 2003. Phosphorus adsorption maximum of sands for use as media in subsurface flow constructed reed beds as measured by the Langmuir isotherm. *Water Research.* 37 : 3390- 3400.
- Busman, L., J. Lamb, G. Randall, G. Rehm, and M. Schmitt. 2009. The nature of phosphorus in soils. University of Minnesota Extension. [www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/phosphorus/the-nature-of-phosphorus/](http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/phosphorus/the-nature-of-phosphorus/). Diakses pada 27 Februari 2017.
- Carter, M.R., and E.G. Gregorich. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis 2<sup>nd</sup> edition*. Taylor and Francis Group. United States of America. 1221 pp.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar :Konsep-konsep Inti, Edisi Ketiga, Jilid 2*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 327 hal. (Alih Bahasa)

- Christine, B., J. Lumbanraja, Dermiyati, dan S.G. Nugroho. 2014. Uji efektivitas pupuk organonitrofos dengan pupuk kimia terhadap pertumbuhan, serapan hara, dan produksi tanaman cabai rawit kathur (*Capsicum frutescens*) pada Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2) : 321-327.
- Dermiyati, J. Lumbanraja, I.S. Banuwa, S. Triyono, O. Maulida, and D. Agsari. 2015. Application of Organonitrofos and inorganic fertilizer on cassava (*Manihot esculenta* C.) in Ultisol soil. *J. Trop. Soils*. 20(3) : 167-172.
- Dermiyati, S.D. Utomo, K.F. Hidayat, J. Lumbanraja, S. Triyono, H. Ismono, N.E. Ratna, N.T. Putri, and R. Taisa. 2016. Organonitrofos plus fertilizer test on sweet corn and changes of chemical properties of Ultisols. *J. Trop. Soils*. 21(1) : 9-17.
- Fauconnier, R. 1993. *Sugarcane*. The Macmillan Press LTD. London and Basing Stoke. 120 pp.
- Fiantis, D. 2004. Kurva sorpsi fosfat menurut langmuir dan freundlich sebagai penduga kebutuhan pupuk fosfat pada Andisols Sumatera Barat. *Jurnal Solum*. 1(1) : 15-25.
- Gichangi, E.M., P.N.S. Mnkeni, and P. Muchaonyerwa. 2008. Phosphate sorption characteristics and external P requirements of selected South African soils. *J. Agric. and Rural Develop. in the Trop. and Subtrop*. 109(2) : 139-149.
- 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.
- Guppy, C.N., N.W. Menzies, P.W. Moody, and F.P.C. Blamey. 2005. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil (a review). *Australian J. Soil Research*. 43 : 189-202.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 488 hal.
- 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.

- Harianti, M., Juniarti., dan J. Putra. 2009. Aplikasi bahan humat dalam upaya pengendalian sorpsi (jerapan) P untuk meningkatkan desorpsi P (P-tersedia) pada Oxisol Padang Siantah Kab. 50 Kota. *Artikel Ilmiah Penelitian Dosen Muda*. Padang. 14 hal.
- 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*. 4(2) : 130-142.
- Helling, C.S., G. Chester, and R.B. Corey. 1964. Contribution of organic matter and clay to soil cation-exchange capacity as affected by the pH of the saturating solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 28(4) : 517-520.
- Hossain, M.D., M.H. Musa, J. Talib, and H. Jol. 2010. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium levels on kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) growth and photosynthesis under nutrient solution. *J. Agric. Sci.* 2(2) : 49-57.
- 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.
- Indrawanto, C., Purwono, M. Siswanto, M. Syakir, dan W. Rumini. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Tebu*. ESKA Media. Jakarta. 39 hal.
- James, G. 2004. *Sugarcane 2<sup>nd</sup> Edition*. Blackwell. Oxford. 216 pp.
- Kasno, A. 2009. Response of maize plant to phosphorus fertilization on Typic Distrudepts. *J. Trop. Soils*. 14(2) : 111-118.
- Lathwell, D.J. 1979. Phosphorus response on Oxisols and Ultisols. *Cornell International Agriculture Bulletin*. (33) : 1-40.
- 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.
- Leite J.M., I.A. Ciampitti, E. Mariano, M.X. Vieira-Megda, and P.C.O. Trivelin. 2016. Nutrient partitioning and stoichiometry in unburnt sugarcane ratoon at varying yield levels. *Front. Plant Sci.* 7:466.
- Leovici, H. 2012. *Pemanfaatan Blotong Pada Budidaya Tebu (Saccharum officinarum L.) di Lahan Kering*. Makalah Seminar Umum. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 1-19 hal.
- Liferdi, L. 2010. Efek pemberian fosfor terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis. *Jurnal Hortikultura*. 20(1):18-26.

- Loks, N.A., W. Maggoel, J.W. Daar, D. Mamzing, and B.W. Seltim. 2014. The effects of fertilizer residues in soils and crop performance in Northern Nigeria : A review. *J. Agric. Sci. Soil Sci.* 4(9) : 180-184.
- 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., R. Sitorus, S. Yusnaini, Sarno, A. Watanabe, M. Kimura, and M. Nonaka. 2003. Phosphorus adsorption and inorganic-organic phosphorus fraction of halosytic soil in different land use changes in a hilly area of Sumberjaya, West Lampung of Sumatera. In M. Nonaka (Editor): *Final Report of Soil Fertility and Rehabilitation of Cultivated Tropical Rain Forest in South East Asia* : 41-54.
- Lumbanraja, J. 2012. *Geologi, Petrologi, dan Mineralogi Tanah*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 191 hal.
- 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 6<sup>th</sup> International Symposium for the Development of Integrated Pest Management in Asia and Africa*. 29-35. Niigata, March, 1-3<sup>th</sup>.
- Lumbanraja, J. 2017. *Kimia Tanah dan Air (Prinsip Dasar dan Lingkungan)*. AURA Printing. Bandar Lampung. 295 hal.
- McCauley, A., C. Jones, and J. Jacobsen. 2011. *Plant Nutrient Functions and Deficiency and Toxicity Symptoms*. Nutrient Management Module No. 9. [http://msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/4449/4449\\_9.pdf](http://msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/4449/4449_9.pdf). Diunggah pada 23 November 2017.
- Mehdi, S.M., O. Rehman, A.M. Ranjha, and M. Sarfraz. 2007. Adsorption capacities and availability of phosphorus in soil solution for rice wheat cropping system. *World Appl. Sci. J.* 2 (4) : 244-265.
- Mirna, M., T.C. Chandra, Y. Sudaryanto, dan S. Ismadji. 2006. *Kesetimbangan dan Kinetika Adsorpsi Methylene Biru Pada Karbon Aktif Yang Terbuat Dari Kulit Durian*. Jurusan Teknik Kimia, Unika Widya. Surabaya. 8 hal.
- Mnthambala, F., J.H.A. Maida, M.W. Lowle, and V.H. Kabambe. 2016. Soil management effects on phosphorus sorption and external P requirement in Oxisols of Malawi. *J. Soil Sc. Envi. Management.* 7(8) : 106-114.
- Mulyono, D. 2011. Analisis kesesuaian lahan dan evaluasi jenis tanah dalam budidaya tanaman tebu untuk pengembangan daerah Kabupaten Tegal. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.* 13(2) : 116-123.

- Nguyen, N.T., K. Nakabayashi, P.K. Mohapatra, J. Thompson, and K. Fujita. 2003. Effect of nitrogen deficiency on biomass production, photosynthesis, carbon partitioning, and nitrogen nutrition status of *Melaleuca* and *Eucalyptus* species. *J. Soil Sci. Plant Nutri.* 49(1) : 99-109.
- Nugroho, S.G., Dermiyati, J. Lumbanraja, S. Triyono, H. Ismono, Y.T. Sari, and E. Ayuandari. 2012. Optimum ratio of fresh manure and grain size of phosphate rock mixture in a formulated compost for organomineral NP fertilizer. *J. Trop. Soils.* 17(2) : 121-128.
- Nugroho, S.G., Dermiyati, J. Lumbanraja, S. Triyono, H. Ismono, M.K. Ningsih, and F.Y. Saputri. 2013. Inoculation effect of N-fixer and P-solubilizer into a mixture of fresh manure and phosphate rock formulated as Organonitrofos fertilizer on bacterial and fungal populations. *J. Trop. Soils.* 18(1) :75-80.
- Nuryani, S., T. Notohadigrat, T. Sutanto, dan B. Radjagukguk. 2006. Faktor jerapan dan pelepasan fosfat di tanah Andosol dan Latosol. *Jurnal BPPS-UGM.* 6(4B) :1-11.
- Parfitt, R.L. 1978. Anion adsorption by soils and soil materials. *Advances in Agronomy.* 30 : 1-50.
- Permentan. 2011. Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011.
- Plantamor. 2015. Informasi Spesies Tebu.  
<http://www.plantamor.com/index.php?plant=1100>. Diakses pada tanggal 16 April 2015.
- 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.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian.* 25(2) : 39-46.
- Rachman, A.H. 2014. *Swasembada Gula dan Dukungan dari Instansi Terkait Tahun 2014*. Prosiding Lokakarya Nasional Swasembada Gula. Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta. 81 hal.
- 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.
- Rindyastuti, R. dan A.S. Darmayanti. 2010. Komposisi kimia tanah dan estimasi proses dekomposisi serasah spesies familia fabaceae di Kebun Raya Purwodadi. Seminar Nasional Biologi. Fakultas Biologi UGM. 993-998. Yogyakarta, 24-25 September.



- Salam, A.K. 2017. *Management of Heavy Metals in Tropical Soil Environment*. Globalmadani Press. Bandar Lampung. 257 hal.
- Sari, T.P. 2015. *Pengaruh Besi dan Bahan Organik Terhadap Jerapan Maksimum dan Energi Ikatan Fosfor pada Tanah Ultisol Natar*. Skripsi. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung. 53 hal.
- Singh, G., K.W. Goyne, and J.M. Kabrick. 2015. Determinants of total and available phosphorus in forested Alfisols and Ultisols of The Ozark Highlands, USA. *Geoderma Regional*. 5 : 117-126.
- Soplanit, M. dan R. Soplanit. 2012. Pengaruh bokashi ela sagu pada berbagai tingkat kematangan dan pupuk SP-36 terhadap serapan P dan pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) Pada tanah Ultisol. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 01(01) : 60-68.
- Sugiura D. and M. Tateno. 2011. Optimal leaf-to-root ratio and leaf nitrogen content determined by light and nitrogen availabilities. *PLoS ONE* 6(7) : e22236. doi:10.1371/journal.pone.0022236
- Susila, W.R. dan B.M. Sinaga. 2005. Analisis kebijakan industri gula Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. 23(1) : 30-53.
- Susilo, F.X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 168 hal.
- Sutardjo, E.R.M. 2002. *Budidaya Tanaman Tebu*. Bumi Aksara. Jakarta. 76 hal.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik sifat kimia sub grup Tanah Ultisol di beberapa wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*. 4(1) : 1796-1803.
- Tan, K.H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker, INC. New York. 267 pp.
- Temegne, C.N., J.M. Taboula, P. Nbandah, E. Youmbi, V.D. Taffouo, and G.N. Ntsefong. 2015. Effect of phosphate deficiency on growth and phosphorus content of three Voandzou (*Vigna subterranea* (L.)Verdc.) varieties. *J. Agric. and Veteri. Sci.* 8(9) : 52-59.
- Thom, W.O. dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hal.

- USDA. 2016. *Soil Phosphorus (Soil Quality Kit-Guides for Educators)*. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs143\\_019096.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_019096.pdf). Natural Resources Conservation Service. Diakses 16 Desember 2016.
- Utami, S.N.H. and S. Handayani. 2003. Chemical properties in organic and conventional farming system. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 10(2) : 63-69.
- Wijaya, A.A., J. Lumbanraja, dan Y.C. Ginting. 2015. Uji efektivitas pupuk organonitrofos dan kombinasinya dengan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan, serapan hara dan produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada musim tanam kedua di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3) : 409-421.
- Wijesundara, S.M., D.C. Martens, and L.W. Zelazny. 1997. Phosphate adsorption in Virginia Piedmont Ultisols under long-term phosphorus applications. *Trop. Agric. Research*. 9 : 261-275.
- Yusran, F.H. 2010. Jerapan isotermik fosfor pada tanah-tanah penting di Kalimantan Selatan. *Jurnal Chlorophyl*. 6(1) : 14-17.