



**PERANAN ASAM ORGANIK DAN BATUAN FOSFAT
DARI BERBAGAI DEPOSIT TERHADAP SERAPAN P
TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan
Untuk menyelesaikan Program Sarjana pada
Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh:

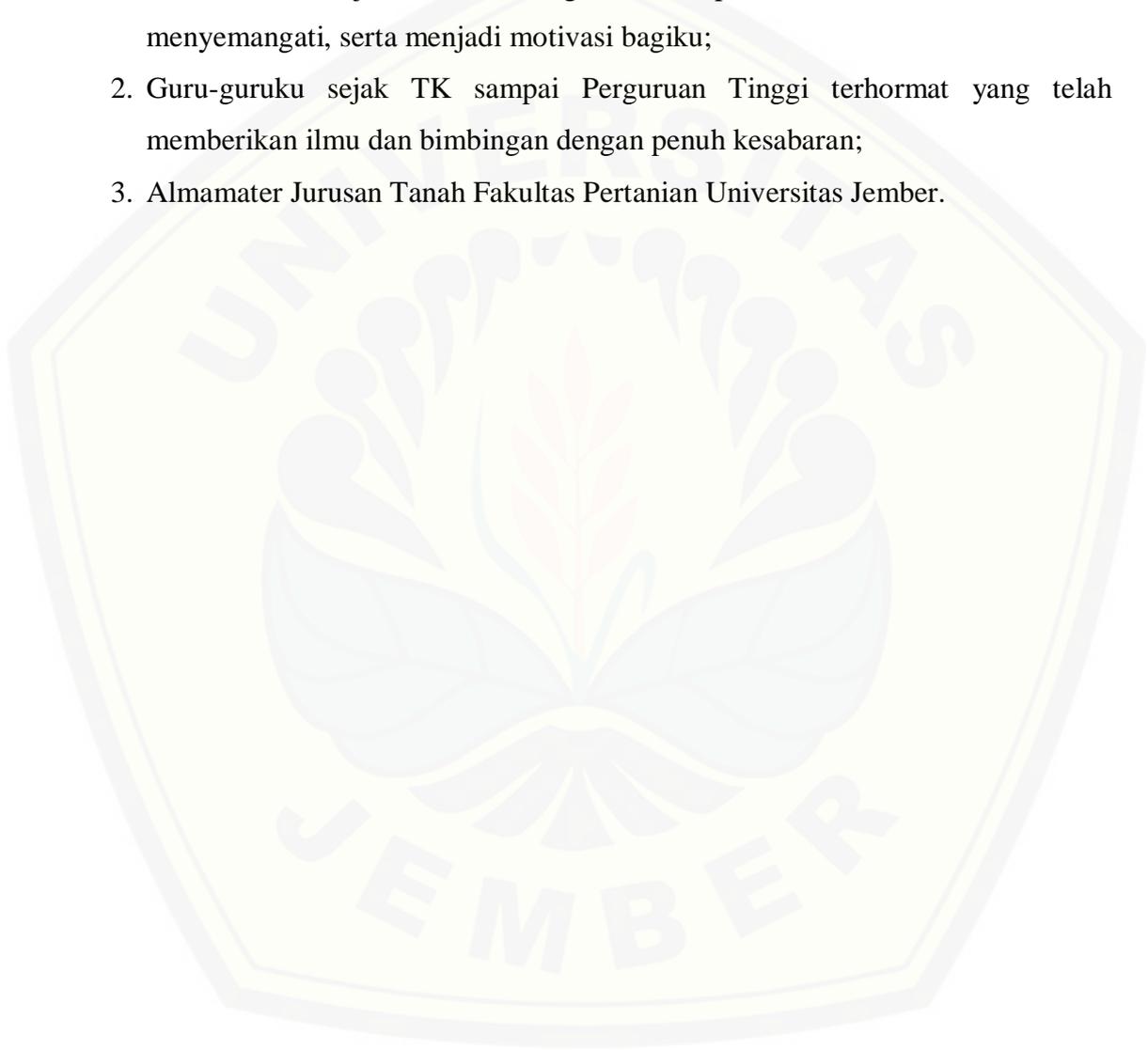
Febriyanto
NIM. 071510301047

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda tercinta Bapak Sahuri dan Ibunda Erlin. Adikku Afandi Rafsanjani, Kakakku Siti Anjar Fitria. Keluarga Besar Bapak Nurul selalu menemani dan menyemangati, serta menjadi motivasi bagiku;
2. Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi terhormat yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Febriyanto

NIM : 071510301047

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Peranan Asam Organik dan Batuan fosfat dari Berbagai deposit terhadap Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Agustus 2011

Yang menyatakan,

Febriyanto

NIM 071510301047

SKRIPSI BERJUDUL

**PERANAN ASAM ORGANIK DAN BATUAN FOSFAT
DARI BERBAGAI DEPOSIT TERHADAP SERAPAN P
TANAMAN JAGUNG PADA OXISOL**

Oleh:

Febriyanto
NIM. 071510301047

Pembimbing

Pembimbing Utama : Ir. Arie Mudjiharjati, M.S.

Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul: “Peranan Asam Organik Dan Batuan Fosfat Dari Berbagai Deposit Terhadap Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol”, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 12 Agustus 2011
Tempat : Fakultas Pertanian

Tim Penguji

Ketua,

Ir. Arie Mudjiharjati, M.S.
NIP. 19500715 197703 2 001

Anggota I

Anggota II

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.
NIP. 19650523 199302 2 001

Dr. Ir. Martinus H Pandutama, M.Sc
NIP. 19540326 198103 1 003

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP. 19611110 198802 1 001

ABSTRAK

Oxisol merupakan tanah yang memiliki kemampuan meretensi fosfat yang tinggi. Selain itu Oxisol juga merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut, basa-basanya tercuci sehingga tanah menjadi masam dengan kadar Al, dan Fe tinggi yang dapat meracuni tanaman, sedangkan kadar bahan organik dan P rendah. Oxisol sering kekurangan unsur hara utama yang diperlukan oleh tanaman seperti Nitrogen, Fosfat dan Kalium. Persoalan utama pada tanah ini adalah kekahatan unsur hara P. Kekahatan P ini disebabkan oleh tingginya jerapan P yang biasanya berkaitan erat dengan tingginya kandungan oksida-oksida besi dan aluminium di dalam tanah. Oxisol cocok untuk tanaman jagung selama kemasaman tanah (pH) sesuai pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam-asam organik dengan batuan fosfat terhadap serapan P tanaman jagung pada Oxisol dan untuk mengetahui perbedaan serapan P tanaman jagung pada masing-masing deposit batuan fosfat dengan penambahan asam-asam organik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (2x2) dengan 3 kali ulangan, dengan faktor pertama adalah dosis batuan fosfat. Sedangkan faktor kedua adalah asam organik, yaitu asam Oksalat dan asam Sitrat. Perlakuan yang dilakukan adalah penambahan asam oksalat (A1) dan asam sitrat (A2) sebesar 25 mM, batuan fosfat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Ciamis (C), Cileungsi (L), Tuban (T) dan Pamekasan (P) pada Oxisol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi penambahan asam-asam organik dengan perlakuan dosis batuan fosfat berpengaruh terhadap nilai pH tanah, P-tersedia, serapan P dan berat kering. Asam oksalat dan asam sitrat mempunyai kemampuan untuk melepaskan P pada batuan fosfat dari berbagai deposit, namun interaksi asam sitrat lebih baik dibandingkan asam oksalat pada dosis batuan fosfat 300 kg/ha deposit Cileungsi, Tuban dan Pamekasan berdasarkan nilai serapan P dan berat kering.

Kata Kunci : *Pelepasan P, Batuan Fosfat, Asam-Asam Organik, Serapan P Tanaman Jagung, Oxisol.*

ABSTRACT

Oxisol is a soil that has an ability to retain high phosphate. In addition, Oxisol is also a soil that has experienced an highly weathered; its nutrients were leached, so soil becomes acid with high level of Al and Fe which can be toxic to plants, whereas the level of organic matter and P is low. Oxisol often lacks major nutrients needed by plants such as Nitrogen, Phosphate and Potassium. The main problem of this soil is deficiency P nutrient. The deficiency P nutrient is caused by the high P sorption which is usually closely related with the high content of oxides of iron and aluminum in the soil. Oxisol is suitable for growing corn as long as the soil acidity (pH) is in accordance with its growth. This research was aimed to investigate the effect of addition of organic acids by phosphate rocks on P uptake of corn plants on Oxisol and to identify the difference of P uptake of corn plants on each deposit of phosphate rocks by the addition of organic acids. This research used RAL that consisted of factorial 2 x 2 with 3 replication. The first factor was dosages phosphate rocks phosphat. The second factor was organic acids of oxalic acid and citric acid. The treatment undertaken were the addition of oxalic acid (A1) and citric acid (A2) of 25 mM, phosphorous rock dose of 0 and 300 kg/ha of Ciamis (C), Cileungsi (L), Tuban (T) and Pamekasan (P) deposit on Oxisol. The research results showed that the application of the addition of organic acids by treatment with doses of phosphate rocks affected soil pH, P available, P uptake and dry weight. Oxalic acid and citric acid had ability to release P in the phosphate rocks from various deposits, but the interaction of citric acid was better than that of oxalic acid at a dose of phosphate rocks of 300 kg/ha of Cileungsi, Tuban and Pamekasan deposits based on the value of P uptake and dry weight.

Keyword: *Release of P, Phosphate Rocks, Organic Acids, Corn Plant P Uptake, Oxisol.*

RINGKASAN

Peranan Asam Organik Dan Batuan Fosfat Dari Berbagai Deposit Terhadap Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol. Febriyanto, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Oxisol adalah tanah yang telah mengalami pencucian yang intensif dan kandungan hara rendah, tinggi kandungan Al dan Fe. Oxisol yang digunakan didalam penelitian ini berasal dari kota Bogor, Propinsi Jawa Barat. Batuan fosfat merupakan sumber anorganik dari fosfor (P), salah satu nutrisi tanaman yang bersama dengan nitrogen (N) dan potassium (K) sangat penting bagi pertumbuhan secara umum. Fosfat alam ini dapat diaplikasikan ke tanaman dengan efektivitas mendekati pupuk fosfat kimia. Penambahan asam organik yang berupa asam oksalat dan asam sitrat mungkin dapat membantu dalam menyelesaikan masalah ini. Asam-asam organik seperti asam sitrat dan oksalat mampu meningkatkan P tersedia tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam-asam organik dengan batuan fosfat terhadap serapan P tanaman jagung pada Oxisol, dan untuk mengetahui perbedaan serapan P tanaman jagung pada masing-masing deposit batuan fosfat dengan penambahan asam-asam organik.

Penelitian yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial (RAL) 2 X 2 dengan tiga ulangan, faktor yang pertama dosis batuan fosfat yaitu 0 dan 300 kg/ha dan faktor kedua asam-asam organik yaitu asam oksalat (A1) dan asam sitrat (A2). Dari faktor pertama dan kedua diperlakukan pada masing-masing deposit batuan fosfat yaitu batuan fosfat deposit Ciamis (C), Cileungsi (L), Tuban (T) dan Pamekasan (P) diaplikasikan pada tanaman jagung dan Oxisol.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan (UJD) pada taraf kepercayaan 5% dan 1%. Variabel yang diamati dalam penelitian pada perubahan kimia adalah kemasaman tanah dan P tersedia, sedangkan variabel tanaman yang diamati antara lain berat kering dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi Interaksi antara dosis batuan fosfat dari berbagai deposit dengan asam-asam organik terhadap kemasaman tanah dan P-tersedia pada Oxisol. Pemberian dosis batuan fosfat deposit Ciamis, Cileungsi dan Tuban berpengaruh sangat nyata terhadap serapan P pada Oxisol. Pemberian dosis batuan fosfat dari berbagai deposit berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman jagung pada Oxisol.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T. atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “Peranan Asam Organik Dan Batuan Fosfat Dari Berbagai Deposit Terhadap Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol”. Karya Ilmiah Tertulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Tanah Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih yang tiada terhingga atas bantuan moral dan spiritual kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Arie Mudjiharjati, MS., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota I, Dr. Ir. Martinus H Pandutama, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya dalam pelaksanaan penelitian serta penulisan karya tulis ini.
3. Dr. Ir. Cahyoadi Bowo MSc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa.
4. Ayahanda tercinta Mashuri dan Ibunda Erlin. Kakakku Siti Anjar Fitria, Kakakku Eny Mar'atus, Sahabatku dan Keluarga Besar Mursaha yang selalu memberi motivasi dan mendoakan demi terselesaikannya karya tulis ini.
5. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan “Tanah 2007” dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap kritik dan saran dari semua pihak terhadap karya ilmiah tertulis ini, untuk penyempurnaan di kemudian hari. Akhirnya, penulis berharap, semoga karya tulis ini dapat bermanfaat.

Jember, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan manfaat Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Penelitian	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batuan Fosfat	5
2.2 Oxisol	6
2.2 Asam-asam Organik	8
2.3 Jagung	11
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.2.1 Bahan Penelitian	13
3.2.2 Alat Penelitian	13
3.3 Rancangan Penelitian dan Pelaksanaan Penelitian	14
3.3.1 Rancangan Penelitian	14
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	15
3.3.2.1 Tahap Persiapan	15
3.3.2.2 Tahap Penanaman Benih Jagung	15
3.3.2.3 Tahap Penyiraman	15
3.3.2.4 Tahap Pemanenan	16
3.3.2.5 Persiapan Analisis Jaringan	16
3.3.2.6 Tahap Analisis Kimia	16
3.3.2.7 Analisis Statistik	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Analisis Awal Batuan Fosfat	18
4.2 Kemasaman Tanah	19
4.3 P Tersedia Tanah	23
4.4 Serapan P Tanaman Jagung	26
4.5 Berat Kering Tanaman Jagung	28
4.6 Pembahasan Umum	32

BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1	Karakteristik awal Oxisol	14
2	Kandungan batuan fosfat masing-masing deposit	18
3	Pengaruh pemberian asam-asam organik dan batuan fosfat terhadap nilai pH 15 hst dan 30 hst masing-masing deposit pada Oxisol	19
4	Pengaruh pemberian asam-asam organik dan batuan fosfat terhadap nilai P-tersedia (mg/kg) 15 hst dan 30 hst masing-masing deposit pada Oxisol	23
5	Pengaruh pemberian asam-asam organik dan batuan fosfat terhadap nilai serapan P (g/g) tanaman Jagung masing-masing deposit pada Oxisol	26
6	Pengaruh pemberian asam-asam organik dan batuan fosfat terhadap nilai berat kering (g) tanaman Jagung masing-masing deposit pada Oxisol	28

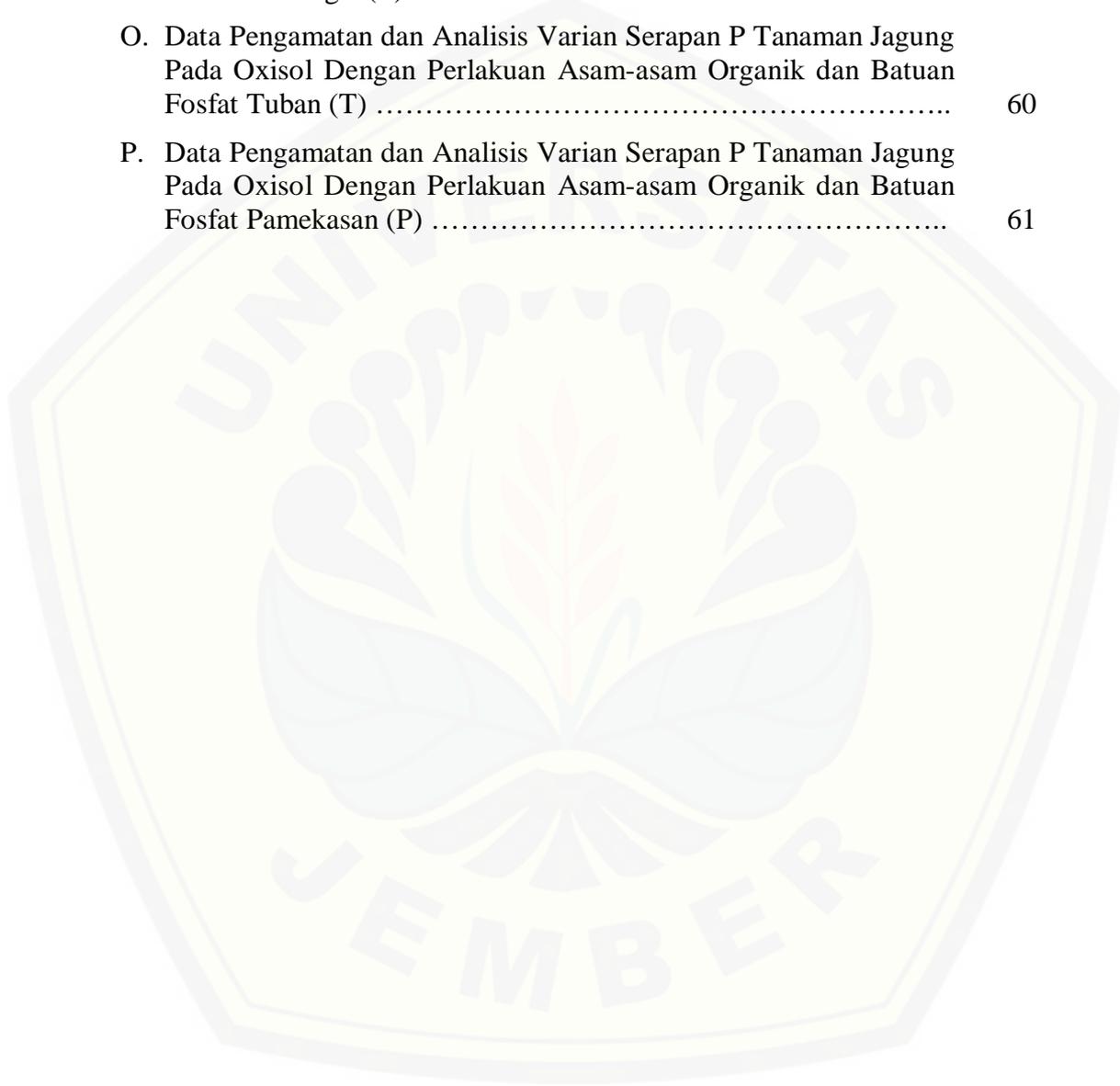
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gugus Asam Oksalat	10
Gambar 2. Gugus Asam Sitrat	11
Gambar 3. Pengaruh Asam Oksalat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Cileungsi terhadap Serapan P dan Tanama jagung	29
Gambar 4. Pengaruh Asam Sitrat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Cileungsi terhadap Serapan P dan Tanama jagung	30
Gambar 5. Pengaruh Asam Oksalat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Tuban terhadap Serapan P dan Tanama jagung	30
Gambar 6. Pengaruh Asam Sitrat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Tuban terhadap Serapan P dan Tanama jagung	31
Gambar 7. Pengaruh Asam Oksalat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Pamekasan terhadap Serapan P dan Tanaman jagung	31
Gambar 8. Pengaruh Asam Sitrat dosis 0 dan 300 kg/ha deposit Pamekasan terhadap Serapan P dan Tanama jagung	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Pengamatan dan Analisis Varian pH Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Ciamis (C).....	38
B. Data Pengamatan dan Analisis Varian pH Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Cileungsi (L)	40
C. Data Pengamatan dan Analisis Varian pH Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Tuban (T)	42
D. Data Pengamatan dan Analisis Varian pH Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Pamekasan (P)	44
E. Data Pengamatan dan Analisis Varian P-tersedia Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Ciamis (C)	46
F. Data Pengamatan dan Analisis Varian P-tersedia Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Cileungsi (L)	48
G. Data Pengamatan dan Analisis Varian P-tersedia Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Tuban (T)	50
H. Data Pengamatan dan Analisis Varian P-tersedia Oxisol Pada 15 hst Dan 30 hst Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Pamekasan (P)	52
I. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Ciamis (C)	54
J. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Cileungsi (L)	55
K. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Tuban (T)	56
L. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Pamekasan (P)	57

M. Data Pengamatan dan Analisis Varian Berat Kering Tanaman Jagung Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Ciamis (C)	58
N. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Cileungsi (L)	59
O. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Tuban (T)	60
P. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Jagung Pada Oxisol Dengan Perlakuan Asam-asam Organik dan Batuan Fosfat Pamekasan (P)	61



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Oxisol merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut dan banyak terdapat di daerah tropis atau sub tropis. Kesuburan Oxisol tergolong rendah dan sangat tergantung pada bahan organik. Oxisol sering kekurangan unsur hara utama yang diperlukan oleh tanaman seperti Nitrogen, Fosfat dan Kalium. Pemupukan P pada Oxisol kurang efisien karena fiksasi P yang tinggi dan kapasitas tukar kation tanah yang rendah. Tanah Oxisol cocok untuk tanaman jagung selama kemasaman tanah (pH) sesuai pertumbuhannya. Persoalan utama pada tanah ini adalah kekahatan unsur hara P (Radjaguguk, 1983; Sudjadi, 1984). Kekahatan P ini disebabkan oleh tingginya jerapan P yang biasanya berkaitan erat dengan tingginya kandungan oksida-oksida besi dan aluminium di dalam tanah (Widjaya-Adhi et al., 1986, Adiningsih dan Rochayati, 1990).

Batuan fosfat merupakan sumber anorganik dari fosfor (P), salah satu nutrisi tanaman yang bersama dengan nitrogen (N) dan potasium (K) sangat penting bagi pertumbuhan secara umum. Indonesia sebenarnya kaya akan deposit fosfat alam sehingga mudah didapatkan dan harganya yang relatif murah. Umumnya deposit fosfat alam ditemukan di daerah-daerah yang banyak mengandung kapur. Meskipun tersebar di banyak tempat fosfat alam memiliki beberapa kekurangan. Pertama kandungan P rendah. Sebagian besar fosfat alam di Indonesia memiliki kandungan P yang rendah. Kandungan P di bawah 20%. Sangat jarang ditemukan fosfat alam dengan kandungan tinggi, > 20%. Fosfat alam termasuk pupuk fosfat yang sukar larut dan sulit diserap oleh tanaman (Suciati, 2004).

Fosfat di dalam fosfat alam terikat dengan mineral lain. Ikatan ini sulit diputuskan, sehingga tanaman tidak bisa langsung mengambil hara fosfat dari fosfat alam. Kesulitan ini semakin meningkat jika diaplikasikan di tanah-tanah masam. Tanah-tanah yang bereaksi masam cenderung menyerap fosfat dan fosfat menjadi terikat dengan mineral liat tanah. Beberapa penelitian menunjukkan

bahwa kelarutan fosfat di tanah merupakan fungsi pH. Dalam kondisi pH rendah fosfat alam sulit larut dan kelarutan akan meningkat dengan meningkatnya pH (Hartatik et al, 2002). Fosfat-fosfat alam ini mungkin dapat ditingkatkan reaktivitasnya dengan cara yang murah, maka akan dapat meningkatkan nilai tambah fosfat alam Indonesia. Fosfat alam ini dapat diaplikasikan ke tanaman dengan efektivitas mendekati pupuk fosfat kimia. Penambahan asam organik yang berupa asam oksalat dan asam sitrat mungkin dapat membantu dalam menyelesaikan masalah ini.

Asam-asam organik seperti asam sitrat dan oksalat mampu meningkatkan P tersedia tanah melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah: (1) anion organik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif (Nagarajah *et al*, 1970 dalam Premono, 1994); (2) pelepasan ortofosfat dari ikatan logam-P melalui pembentukan kompleks logam organik dan (3) modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh ligan organik. Hara P merupakan hara makro kedua setelah N yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup banyak (Tisdale *et al*, 1993).

Fosfor merupakan unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman, serta metabolisme dan proses mikrobiologi tanah. Fosfor dalam tanah, 70% berada dalam keadaan tidak larut, hal tersebut sangat berpengaruh terhadap serapan hara lain, khususnya pada saat unsur P menjadi faktor pembatas. Unsur P diperlukan dalam pertumbuhan tanaman, kekurangan unsur hara makro ini maka tanaman akan mengurangi kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi unsur hara lainnya (Soepardi, 1983).

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat utama jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Indonesia. Tanaman jagung toleran terhadap reaksi keasaman tanah pada kisaran pH 5,5 – 7,0. Tingkat keasaman tanah yang paling baik untuk tanaman jagung adalah pH 6,8. Hasil penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa reaksi tanah berpengaruh terhadap hasil jagung. Reaksi tanah yang memberikan hasil tertinggi pada jagung adalah pH 6,8. Pada tanah yang memiliki keadaan pH 7,5 dan 5,7 produksi jagung cenderung mulai turun.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk menjamin kebutuhan tanaman akan unsur hara P, terdapat tiga masalah utama yang harus diperhatikan, yaitu: (1) jumlah ketersediaan unsur P sangat rendah, (2) ketersediaan unsur hara P asli ini sangat rendah dan (3) daya jerap tanah yang sangat tinggi, terutama pada tanah-tanah yang telah mengalami pelapukan intensif. Perbedaan dalam kemampuan tanah dalam menyerap P lebih cenderung disebabkan oleh perbedaan jumlah dan penyerapan komponen tanah penyerap.

Oxisol merupakan tanah-tanah yang memiliki kemampuan meretensi fosfat yang tinggi. Selain itu Oxisol juga merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut, biasanya tercuci sehingga tanah menjadi masam dengan kadar Al, dan Fe yang dapat meracuni tanaman, sedangkan kadar bahan organik dan P rendah. Hara P merupakan pembatas utama produktivitas pada tanah masam, sehingga penggunaan pupuk yang dapat meningkatkan hara P dan menurunkan kemasaman tanah sangat diperlukan.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah menggunakan asam-asam organik dan batuan fosfat. Asam-asam organik berfungsi untuk meningkatkan P dalam tanah yang akan diserap oleh tanaman sedangkan batuan fosfat merupakan salah satu pupuk alam yang banyak mengandung hara P. Guna mengurangi masalah yang timbul saat ini, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan asam-asam organik untuk membantu serapan hara P dalam Oxisol yang diaplikasikan pada tanaman jagung (*Zea mays L*) yang merupakan kebutuhan pokok dan komoditas unggulan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Pengaruh penambahan asam-asam organik dengan dosis batuan fosfat terhadap serapan P tanaman jagung pada Oxisol.
2. Perbedaan serapan P tanaman jagung pada masing-masing deposit batuan fosfat dengan penambahan asam-asam organik.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui pengaruh penambahan asam-asam organik dengan dosis batuan fosfat pada Oxisol terhadap serapan P tanaman jagung.
2. Dapat mengetahui perbedaan serapan P tanaman jagung pada masing-masing deposit batuan fosfat dengan penambahan asam-asam organik.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batuan Fosfat

Batuan dan mineral dapat berperan cukup potensial di bidang pertanian, karena di dalam beberapa mineral dan batuan terkandung unsur hara penting yang dapat digunakan untuk mempertahankan dan menambah produktivitas lahan maupun hasil pertanian, yang disebut sebagai agromineral. Tanaman memerlukan unsur hara untuk tumbuh diantaranya nitrogen, fosfat, potassium, kalsium, magnesium, sulfur dan mikroelemen lain, yang tidak dipunyai oleh tanah yang kurang subur (Kusdarto, 2004).

Batuan fosfat merupakan sumber inorganik dari fosfor (P), salah satu unsur hara agronomi yang bersama dengan nitrogen (N) dan potassium (kalium/K) sangat penting bagi pertumbuhan secara umum. Indonesia sebenarnya kaya akan deposit fosfat alam sehingga mudah didapatkan dan harganya yang relatif murah. Beberapa tempat banyak ditemukan deposit fosfat alam. Misalnya di Jawa Barat: Tasikmalaya, Cileungsi, dan Ciamis. Di Pulau Madura juga tersebar bagian sisi selatannya, mulai dari Bangkalan sampai Sumenep. Umumnya deposit fosfat alam ditemukan di daerah-daerah yang banyak mengandung kapur. Fosfat Alam dari Jawa Barat umumnya berbentuk seperti lempung dan berada di lapisan-lapisan tipis. Lapisannya sedikit dan seperti spot-spot. Sedangkan fosfat alam di Madura berbentuk batuan-batuan fosfat. Batu-batu fosfat ini berada di antara tambang dolomit dan kapur. Meskipun tersebar di banyak tempat fosfat alam memiliki beberapa kekurangan. Pertama kandungan unsur hara P rendah. Sebagian besar fosfat alam di Indonesia memiliki kandungan P yang rendah. Kandungan P di bawah 20%. Sangat jarang ditemukan fosfat alam dengan kandungan tinggi, > 20%. Fosfat alam termasuk pupuk fosfat yang sukar larut dan sulit diserap oleh tanaman.

Efektifitas batuan fosfat secara agronomik tergantung pada beberapa faktor, yaitu faktor batumannya sendiri, faktor kondisi tanah, jenis tanaman, dan pengaturan pemupukan. Reaktivitas terbaik adalah batuan fosfat sedimen marin

dan pengembangan batuan fosfat untuk pupuk, rata-rata 75% berasal dari endapan sedimenter atau batuan fosfat marin 12-20% dari batuan beku dan endapan residu, dan hanya 1-2% dari sumber daya biogenik (fosfat guano), hampir semua jenis sumber daya batuan fosfat terdiri dari berbagai bentuk mineral apatit (Kharisun, 2003 dalam Kusdarto 2004). Beberapa kelompok mineral fosfat primer diantaranya adalah:

1. Fluor-apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) terdapat di lingkungan batuan magmatik dan metamorf, termasuk karbonatit dan mika-piroksenit.
2. Hidroksi-apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), terdapat pada lingkungan batuan metamorf dan batuan beku, tetapi juga dalam endapan biogenik, misalnya endapan tulang.
3. Karbonat-hidroksi-apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3)_z(\text{OH})_2$) terutama dijumpai di pulau dan gua-gua sebagai bagian dari kotoran burung dan kelelawar, guano.
4. Frankolit ($\text{Ca}_{10-x-y}\text{Na}_x\text{Mg}_y(\text{PO}_4)_6-z(\text{CO}_3)_z\text{F}_{0-4z}\text{F}_2$) merupakan apatit yang tersubstitusi oleh karbonat, terutama terjadi pada lingkungan marin, dan sedikit sekali sebagai hasil pelapukan, misalnya dari karbonatit.

Kelarutan fosfat alam yang bereaksi masam berlangsung dengan reaksi seperti berikut: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2 + 12 \text{H}^+ \longrightarrow 10 \text{Ca}^{2+} + 6\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2 \text{F}^-$
Untuk melarutkan fosfat alam diperlukan 12H^+ dalam larutan tanah, agar pelarutan fosfat dapat terus berkembang. Ion-ion Ca yang dibebaskan dari fosfat alam harus bereaksi atau diikat oleh asam-asam organik dalam tanah. Dengan demikian dapat melarutkan fosfat alam dan melepaskan fosfor yang dikandungnya (Hardjono dalam Effendi, 1999).

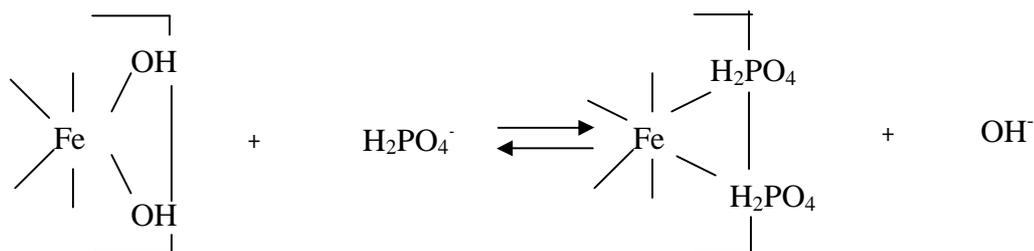
2.2 Oxisol.

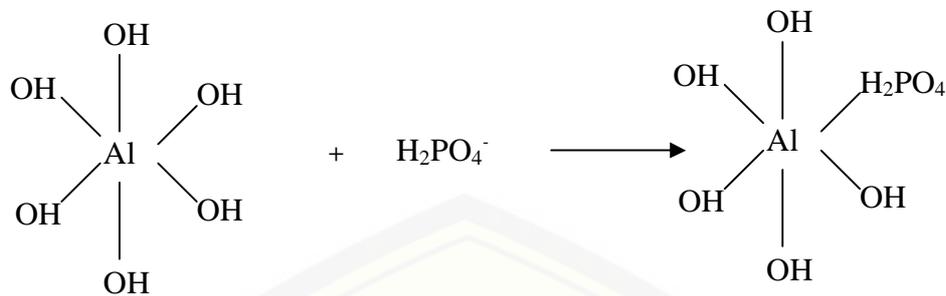
Oxisol (oxide, oksida) adalah tanah yang telah mengalami pencucian yang intensif dan kandungan hara rendah, tinggi kandungan Al dan Fe. Seperti halnya Ultisols, mendominasi lahan kering dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Tanah-tanah ini sudah tua, total luas tanah ini sekitar 14.11 juta ha atau 7.5% dari total lahan Indonesia dan menyebar di Sumatera Selatan sekitar 2.82 juta ha, Irian

Jaya sekitar 2.41 juta, Kalimantan Tengah sekitar 2.06 juta, Kalimantan Barat sekitar 1.79 juta, Jambi sekitar 1.14 juta, dan Lampung sekitar 1.01 juta ha (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2008).

Tanah mineral masam mencakup sekitar 29 % dari luas lahan olahan di Indonesia lebih dari 80 % dari tanah ini terdapat di daerah dengan topografi datar sampai bergelombang dimana perluasan lahan untuk tujuan pertanian sangat dimungkinkan (Notohadiprawiro, 1983 dalam Siradz SA, 2002). Persoalan utama pada tanah ini adalah kekahatan unsur hara P (Radjagukguk, 1983; Sudjadi, 1984). Kekahatan P ini disebabkan oleh tingginya jerapan P yang biasanya berkaitan erat dengan tingginya kandungan oksida-oksida besi dan aluminium di dalam tanah (Widjaya-Adhi et al., 1986, Adiningsih dan Rochayati, 1990).

Pada tanah-tanah mineral masam dimana pH tanah rendah (< 6) oksida besi tersebut bermuatan positif dan akan menjerap anion untuk menjaga keseimbangan muatan permukaan dengan ikatan elektro-statik (*coulombic bonding*), reaksi ini disebut juga reaksi non-spesifik tergantung hanya pada muatan ion, tetapi anion tertentu dapat dijerap dengan kuat pada permukaan oksida besi karena anion yang terjerap tersebut menembus bidang struktur (*coordination shell*) sehingga terjadi reaksi ligan (*ligand exchange*) dimana anion terikat dengan ikatan kovalent langsung pada kation struktural lewat gugus-gugus O dan OH. Oxisol memiliki nilai pKa sebesar 5,0. Hal ini berarti Oxisol bermuatan tetap, Apabila nilai pKa lebih tinggi daripada nilai pH, maka akan terjadi ketidakstabilan pada struktur Fe. Retensi fosfat dapat terjadi pada tanah-tanah masam yang banyak mengandung ion Al^{3+} , Fe^{3+} . Kation-kation logam yang berada pada kompleks jerapan tanah akan menjerap ion fosfat. Ion-ion Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} membentuk sambungan antara kompleks jerapan lempung dengan ion fosfat yang telah lanjut seperti Oxisol yang banyak mengandung liat hidroksida Al dan Fe (Effendi, 1999).





Anion tertentu dapat dijerap dengan kuat pada permukaan oksida besi karena anion yang terjerap menembus bidang struktur (*coordination shell*) sehingga terjadi reaksi ligan (*ligand exchange*), dimana anion terikat dengan ikatan kovalen langsung pada kation struktural melewati gugus ⁻OH. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa pada oksida besi P dijerap dengan menggantikan dua gugus OH⁻ yang masing-masing terkoordinasikan dengan ion-ion feri (Taylor and Elis dalam Siradz SA, 2002).

2.3 Asam-Asam Organik

Asam-asam organik, merupakan bagian dari bahan organik, adalah hasil kegiatan jasad hidup baik yang terdapat di dalam maupun permukaan batuan. Senyawa ini umumnya merupakan hasil buangan (sekresi, eksudat) ataupun rombakan. Sifat-sifat asam organik yang penting dalam pelarutan mineral ditentukan oleh gugus karboksil (COO⁻) dan gugus hidroksil (OH⁻) fenolatnya serta tingkat disosiasinya. Jumlah gugus yang mengalami disosiasi asam ditentukan oleh jumlah gugus fungsionalnya dan pH lingkungannya. Jumlah gugus karboksil menentukan jumlah proton yang mungkin dapat dilepas. Sebagai contoh pada asam asetat hanya ada satu proton yang mungkin dapat dilepaskan, tetapi pada asam oksalat dan juga asam suksinat dan malat ada dua proton yang mungkin dapat dilepaskan, demikian pada asam sitrat mungkin dapat melepaskan tiga proton. Jumlah proton yang terlepas juga ditentukan oleh pH lingkungan. Pengaruh pH terhadap pelepasan proton dapat dilihat dari nilai pK_a-nya. Contoh pK_a asam asetat 4,76. pK_{a1} dan pK_{a2} asam oksalat masing-masing 1,25 dan 4,27 dan pK_{a1}, pK_{a2} dan pK_{a3} asam sitrat masing-masing 3,13, 4,76 dan 6,4. Nilai pK_a

adalah pH sistem larutan pada saat konsentrasi asam sama dengan konsentrasi konjugatnya (sisa asam). Apabila pH lingkungan di atas nilai pKa-nya maka proton dalam asam itu terlepas semua, sebaliknya bila pKa di bawah pH lingkungan maka senyawa organik ini ada dalam bentuk asam dan tidak bermuatan. Pada pH antara 3 dan 9 merupakan daerah disosiasi gugus karboksil, dan pada pH >9 merupakan daerah disosiasi gugus OH fenolat. Molekul asam humat merupakan polielektrolit yang bermuatan negatif (anion) pada pH>3. Kemampuan ini menentukan kemampuan AH (asam humik) mengkelat logam (Ismail & Hanudin, 2005).

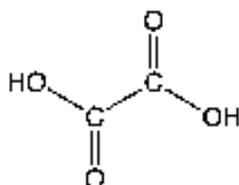
Kemampuan jasad-jasad pelarut P dalam melarutkan fosfat menjadi senyawa yang mudah tersedia bagi tanaman dan kemampuannya dalam menghasilkan substansi-substansi lain antara lain asam-asam organik, hormone tumbuh seperti auxin dan giberelin maupun sekelompok enzim tertentu seperti enzim fosfatase mengakibatkan pertumbuhan tanaman relative lebih baik. Asam-asam organik maupun enzim fosfatase merupakan agen yang sering dibicarakan dalam aktifitas pelarutan senyawa fosfor. Senyawa asam-asam organik seperti asam sitrat, glutamate, suksinat, laktat, oksalat, glikosalat dan tartarat mampu mengadakan aktifitas pengkelatan dengan kation-kation penjerap seperti Al, Fe, dan Ca, sehingga mengakibatkan terjadinya pelarutan fosfat (Premono dan Widyastuti, 1994)

Asam-asam organik mampu meningkatkan P tersedia tanah melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah: (1) anion anorganik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif (nagarajah *et al*, 1970 dalam Premono, 1994); (2) pelepasan ortofosfat dari ikatan logam-P melalui pembantuan kompleks logam organik dan (3) modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh ligan organik (Tisdale *et al*, 1993).

2.3.1 Asam Oksalat

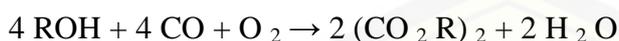
Asam oksalat adalah asam dikarboksilat yang hanya terdiri dari dua atom C pada masing-masing molekul, sehingga dua gugus karboksilat berada berdampingan. Karena letak gugus karboksilat yang berdekatan, asam oksalat mempunyai konstanta disosiasi yang lebih besar daripada asam-asam organik lain. Besarnya konstanta disosiasi ($K_1 = 6,24 \cdot 10^{-2}$ dan $K_2 = 6,1 \cdot 10^{-5}$). Dengan keadaan demikian dalam medium asam kuat ($\text{pH} < 2$) proporsi asam oksalat yang terionisasi menurun. Asam oksalat dalam keadaan murni berupa senyawa kristal, larut dalam air (8% pada 10°C) dan larut dalam alkohol. Asam oksalat membentuk garam netral dengan logam alkali (NaK), yang larut dalam air (5-25%), sementara itu dengan logam dari alkali tanah, termasuk Mg atau dengan logam berat, mempunyai kelarutan yang sangat kecil dalam air. Jadi kalsium oksalat secara praktis tidak larut dalam air. Berdasarkan sifat tersebut asam oksalat digunakan untuk menentukan jumlah kalsium. Asam oksalat ini terionisasi dalam media asam kuat (Ummumesia, 2009).

Ummumesia, 2009 juga mengemukakan bahwa Asam oksalat dapat ditemukan dalam bentuk bebas ataupun dalam bentuk garam. Bentuk yang lebih banyak ditemukan adalah bentuk garam. Kedua bentuk asam oksalat tersebut terdapat baik dalam bahan nabati maupun hewani. Diantara tanaman yang digunakan untuk nutrisi manusia dan hewan, atau tanaman yang ditemukan dalam makanan hewan; yang paling banyak mengandung oksalat adalah spesies *Spinacia*, *Beta*, *Atriplex*, *Rheum*, *Rumex*, *Portulaca*, *Tetragonia*, *Amarantus*, *Musa parasisiaca*. Daun teh, daun kelembak dan kakao juga mengandung oksalat cukup banyak. Asam oksalat ini merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan nama sistematis asam etanadioat. Asam dikarboksilat paling sederhana ini biasa digambarkan dengan rumus HOOC-COOH (Wapedia, 2010).



Gambar 1. Gugus asam Oksalat

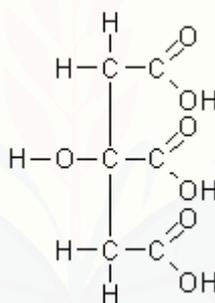
Asam oksalat terutama diproduksi oleh oksidasi karbohidrat atau glukosa dengan menggunakan asam nitrat atau udara di hadapan pentoksida vanadium. Berbagai prekursor dapat digunakan termasuk asam glikolat dan ethylene glycol. Sebuah metode baru memerlukan oksidatif carbonylation dari alkohol untuk memberikan diesters asam oksalat:



Diesters ini selanjutnya dihidrolisis menjadi asam oksalat. Sekitar 120m kg diproduksi setiap tahun (Wikipedia, 2010).

2.3.2 Asam Sitrat

Asam sitrat ($\text{HOC}(\text{CH}_2\text{COOH})_2\text{COOH}$) merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus Citrus (jeruk-jerukan). Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain digunakan sebagai penambah rasa masam pada makanan dan minuman ringan.



Gambar 2. Gugus Asam Sitrat

Dalam biokimia, asam sitrat dikenal sebagai senyawa antara dalam siklus asam sitrat, yang penting dalam metabolisme makhluk hidup, sehingga ditemukan pada hampir semua makhluk hidup. Zat ini juga dapat digunakan sebagai zat pembersih yang ramah lingkungan dan sebagai antioksidan. Pada suhu kamar, asam sitrat adalah bubuk kristal putih. Bentuk anhidrat mengkristal dari air panas, sedangkan bentuk monohidrat ketika asam sitrat adalah kristalisasi dari air dingin. monohidrat tersebut dapat diubah menjadi bentuk anhydrous dengan pemanasan di atas 78° C . Asam sitrat juga larut secara absolut (anhidrat) etanol (76 bagian asam sitrat per 100 bagian etanol) pada 15 derajat Celcius (Wikipedia, 2010).

2.4 Jagung

Jagung (*Zea mays L*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat utama jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Indonesia. Penduduk beberapa daerah di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya). Jagung yang telah diperkaya genetika juga sekarang ditanam sebagai penghasil bahan farmasi (Wikipedia, 2007).

Tanaman jagung toleran terhadap reaksi keasaman tanah pada kisaran pH 5,5 – 7,0. Tingkat keasaman tanah yang paling baik untuk tanaman jagung adalah pH 6,8. Hasil penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa reaksi tanah berpengaruh terhadap hasil jagung. Reaksi tanah yang memberikan hasil tertinggi pada jagung adalah pH 6,8. Pada tanah yang memiliki keadaan pH 7,5 dan 5,7 produksi jagung cenderung mulai turun. Lahan kering di Indonesia sebagian besar adalah tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) yang pHnya rata-rata rendah (masam). Bila lahan kering ber-pH masam (pH kurang dari 5,5) dialokasikan untuk penanaman jagung, perlu dilakukan pengapuran lebih dahulu (Rukmana, 1997).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian lapang dilaksanakan di rumah kaca (Green House) Agrotecnopark, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Analisa kimia dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian lapang dan analisa kimia dilaksanakan mulai bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2010.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Oxisol
2. Benih Jagung varietas lokal
3. Asam-asam Organik
4. Batuan Fosfat (deposit Ciamis, Cileungsi, Tuban dan Pamekasan)
5. Aquades

3.2.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian alat-alat yang digunakan diantaranya adalah:

1. Timbangan
2. Plastik
3. Sprayer
4. Pot

Alat-alat kesuburan tanah seperti pH meter, oven, flamefotometer, kolorimeter, dan alat-alat lain yang diperlukan dalam analisis.

Tabel 1. Karakteristik Awal Oxisol

Analisis	Oxisol	Kreteria *)
C organik (%)	2.02	rendah
pH H ₂ O	4.42	Sangat masam
pH KCL	4.29	Sangat masam
N (%)	0.16	rendah
P tersedia (ppm) Bray	1.99	rendah
P total ekstrak HCl 25% (mg/100g)	82.22	tinggi
K(mg/100g)	2.70	tinggi
KTK (me/100g)	19.2	Sedang
Ca(mg/100gr)	1.12	sangat rendah
Mg(mg/100gr)	1,04	sedang
Tekstur	Lempung	

*) : Pusat penelitian Tanah, 1983 (Sarwono Harjowigeno 1987)

3.3 Rancangan Penelitian dan Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan Acak Lengkap faktorial (RAL) 2 X 2 dengan tiga ulangan, faktor yang pertama dosis batuan fosfat dan faktor kedua asam organik.

Faktor pertama dosis batuan fosfat dari berbagai deposit yaitu:

1. Dosis 0 kg/ha
2. Dosis 300 kg/ha

Faktor kedua Asam Organik (Konsentrasi 25 mM) yaitu:

1. Asam Oksalat = A1
2. Asam Sitrat = A2

Dari faktor pertama dan kedua diperlakukan pada masing-masing deposit batuan fosfat yaitu batuan fosfat deposit Ciamis (C), Cileungsi (L), Tuban (T) dan Pamekasan (P).

Kombinasi perlakuan pada Oxisol diulang 3 kali yaitu sebagai berikut

C0A1	C300A2
L0A1	L300A2
T0A1	T300A2
P0A1	P300A2

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

3.3.2.1 Tahap Persiapan

Tanah Oxisol dari Bogor yang telah diambil untuk dianalisis dikering anginkan dan diayak lolos 2 mm dan ditempatkan pada pot, masing-masing seberat 3 kg . Tanah yang telah diayak lolos 2 mm kemudian ditimbang. Pemberian masing-masing batuan fosfat dengan dosis 300 mg P/kg tanah, tanah dicampur sebelum dimasukkan ke dalam pot dengan air demineral yang digunakan untuk kapasitas lapang. Setelah tanah dalam pot sudah kapasitas lapang, kemudian diberi asam organik 25 mM (asam oksalat dan sitrat) 250 ml. Setelah selesai pencampuran, tanah dimasukkan kedalam polibag dan ditutup rapat untuk diinkubasi selama 7 hari.

3.3.2.2 Tahap Penanaman Benih Jagung

Media yang telah diinkubasi selama 7 hari ditanami tiga benih jagung pada setiap pot dan diberikan pupuk padat N (urea) 1gr/pot sebagai pupuk dasar, sekali pada saat tanaman berumur 10 hst sesuai dengan kebutuhan tanaman.

3.3.2.3 Tahap Penyiraman

Penyiraman tanaman jagung dilakukan sampai 80 % dari kapasitas lapang satu kali setiap hari yaitu sore hari.

3.3.2.4 Tahap Pemanenan

Tanaman jagung yang sudah berumur 40 hari siap untuk dipanen yaitu pada masa vegetatif, dan dianalisa kadar hara dalam jaringan tanaman. Tanaman dipanen sebelum matahari terbit.

3.3.2.5 Persiapan Analisis Jaringan

Contoh tanaman yang berasal dari rumah kaca sebelum di analisis terlebih dahulu dicuci dengan aquadest untuk menghilangkan debu – debu dan kotoran. Contoh tanaman tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature 60 – 70°C.

Contoh yang telah kering kemudian digiling dengan grinder mesin yang menggunakan filter dengan kehalusan 0,5 mm. Contoh yang telah digiling dimasukkan dalam kantong plastik ditutup agar tidak terkontaminasi dan diberi nomor urut sesuai dengan nomor perlakuan. Contoh tersebut siap untuk dianalisis kimia.

3.3.2.6 Tahap Analisa Kimia

Pengamatan di laboratorium dilaksanakan dengan mengamati perubahan sifat kimia tanah yang telah diberi perlakuan penambahan batuan fosfat dan asam-asam organik. Analisis kimia media tanam dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Adapun analisis kimia media tanam yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

Variabel yang diamati dalam penelitian terdiri dari:

1. Sifat Kimia pada Tanah
 - a. pH tanah metode pH meter dengan menggunakan H₂O perbandingan 1 : 5 pada tanah 15 hari setelah tanam dan 30 hst.
 - b. P tersedia metode Bray-I dengan menggunakan larutan Bray (0,025 N HCl ditambah 0,025 N NH₄F) pada tanah 15 hari setelah tanam dan 30 hst.

2. Pengamatan tanaman

Berat kering tanaman yang ditimbang menggunakan timbangan analitik setelah panen pada usia 40 hst.

3.3.2.7 Analisis Statistik

Data yang diperoleh dari penelitian selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial (RAL) dua faktor dan Uji Lanjut Duncan.

