

# PENGARUH PEMBERIAN BIOMASSA *Tithonia diversifolia* DAN BAKTERI ASAM LAKTAT TERHADAP PERTUMBUHAN JAGUNG, KETERSEDIAAN FOSFOR DAN ALUMINIUM PADA TANAH ULTISOL

Rahayu<sup>1</sup>, Sumani<sup>1</sup>, Supriyadi<sup>1</sup>, Nafiatul Umami<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agriculture faculty UNS,

<sup>2</sup>Animal Housbandry Faculty UGM

**Abstract:** One of the potential soil to increase food production in Indonesia is Ultisols but having problems in abiotic stresses especially high exchangeable Aluminium (Al<sub>ex</sub>) and low pH. This study aimed to determine the effect of *Tithonia diversifolia* biomass and lactic acid bacteria to increase soil phosphorus, reduce aluminum toxicity and promote maize plant growth in Ultisol. Experimental design was completely randomized design with 3 factors such as the addition of lactic acid bacteria in the career, compost biomass of *Tithonia diversifolia* and Phosphorus fertilizer. Application of Lactic Acid Bacteria and *Tithonia* and P fertilizers simultaneously increasing maize plant growth, and reduce Al<sub>ex</sub> especially on a month after application.

**keywords:** lactic acid bacteria, maize, *tithonia*, Ultisols

## PENDAHULUAN

Ultisol merupakan tanah yang potensial karena teragih 45,79 juta ha atau 24,3 % wilayah daratan Indonesia (Subagyo *et al*, 2000). Namun demikian Ultisol memiliki masalah cekaman abiotik berupa tingkat pencucian hara tinggi, kahat Ca, N, P, K dan Mg serta mempunyai kejenuhan Al tinggi (Sudjadi, 1984). Menurut Radjagukguk (2000), Ultisols memiliki kandungan lempung meningkat sesuai kedalaman. Mineral lempung ini didominasi oleh kaolinit dan secara umum kurang terlapuk yang memberikan sifat-sifat fisik yang tidak menguntungkan bagi tanaman pada tanah Ultisol, cadangan nutrisi yang rendah dan KPK rendah, kejenuhan basa lebih rendah dari 35%. Menurut Throp dan Smith (1949) lapisan permukaan tanah Ultisol sangat terlindi, kandungan bahan organik, kejenuhan basa dan pH tanah rendah (pH 4,2 - 4,8). Pertumbuhan tanaman pada Ultisols terkendala oleh kompleksnya defisiensi mineral dan keracunan Al adalah pembatas utama pertumbuhan tanaman (Sanchez, 1987).

Aktivitas Al<sup>3+</sup> dan atau species Al-hidroksi, secara kolektif dinamai monomerik Al (Al-mono) adalah bentuk dari semua Al yang paling berkorelasi dengan rendahnya hasil beberapa species tanaman. Aktivitas Al monomer penyebab dari toksisitas Al selain juga pH tanah, ketertukaran Al atau persentase kejenuhan Al dapat ditukar (Berek *et al*, 1995). Pengikatan monomerik anorganik toksik bentuk Al oleh ligan asam organik adalah bagian penting dari proses ameliorasi dari hasil aplikasi bahan organik (Ritchie, 1989 *cit* Berek *et al*, 1995). Pengkomplekan dengan ligan organik yang diproduksi oleh dekomposisi bahan organik dapat menurunkan hingga tingkat toksisitas Al tidak lagi menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman dalam beberapa tanah sangat masam (Thomas, 1975 *cit* Berek, 1995). Aluminium juga sangat berpengaruh terhadap pH tanah. Kelarutan Al yang tinggi akan meningkatkan kemasaman tanah. Kelarutan Al yang tinggi dapat menyebabkan kelarutan unsur hara P tidak tersedia. Hal ini diakibatkan karena P terikat oleh Al. Dengan

penambahan bahan organik dapat menurunkan kelarutan Al dan menurunkan pH, karena bahan organik akan mengikat Al sebagai senyawa kompleks sehingga tidak terhidrolisis lagi.

Difisiensi P merupakan masalah utama pada Ultisol, karena P dalam tanah sebagian besar diserap oleh senyawa Al dan Fe oksida, sehingga hanya meninggalkan sebagian kecil P yang terlarut dan tersedia untuk tanaman juga sangat sedikit yaitu sekitar 10% dari P yang diberikan alam bentuk pupuk. Pupuk P yang tidak diambil oleh tanaman tidak hilang melalui pencucian atau mekanisme-mekanisme yang lain, tetapi berubah dan berakumulasi menjadi bentuk-bentuk yang kurang tersedia bagi tanaman dalam rekasinya dengan Al, Fe dan Mn. Akibatnya keperluan pupuk P pada Ultisol menjadi sangat tinggi (Sanchez, 1977). Peningkatan hasil dan perbaikan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan dengan pemberian pupuk, kapur, penambahan bahan organik dan penambahan unsur-unsur lain yang kahat (Sudjadi, 1984). Pemberian bahan organik tidak hanya menambah unsur hara bagi tanaman, tetapi juga menciptakan kondisi yang sesuai untuk tanaman dengan memperbaiki aerasi, mempermudah penetrasi akar, dan memperbaiki kapasitas menahan air, meningkatkan pH, KPK, serapan hara dan menurunkan Al-dd, serta struktur tanah menjadi remah.

Proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik mampu menonaktifkan anion-anion pengikat fosfat, yaitu Al dan Fe dan menjadi sumber P dan S tersedia dalam tanah (Miller dan Donahue, 1990). Anion organik (COOH/OH) pada asam organik berperan sebagai anion pesaing terhadap anion P, sehingga ion P

didesak keluar dari tapak jerapan tanah menjadi bentuk P tersedia. Hue (1991) menyatakan bahwa asam penetral Al yang paling kuat adalah asam organik yang memiliki dua pasang gugus COOH/OH terikat pada dua rantai C yang berdekatan atau asam organik yang memiliki dua gugus COOH yang saling berhubungan. Pemberian biomasa *Tithonia* dilaporkan meningkatkan konsentrasi asam organik, P tersedia dan menurunkan jerapan P, Al dan Fe aktif pada tanah Andisol (Supriyadi dan Purwanto, 2003). Pelarutan P dalam tanah dapat digunakan berbagai mikroorganisme beberapa kelompok bakteri dan jamur (Hidayati, 1991).

Salah satu bakteri penting adalah Bakteri Asam Laktat (BAL) yang menghasilkan asam laktat. Asam laktat dapat meningkatkan percepatan perombakan bahan-bahan organik, menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin, selulosa, serta menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan (Inkoresa, 1998). Penggunaan biomassa *tithonia* dan Bakteri Asam Laktat berpeluang sebagai upaya perbaikan Ultisol. Upaya tersebut adalah mengendapkan kation aluminium, meningkatkan kapasitas pertukaran ion dan aktivitas biologi tanah dan membantu dalam menurunkan konsentrasi Al dan Fe aktif, dan meningkatkan konsentrasi asam-asam organik (Hue *et al.* 1991). Asam organik potensial untuk menetralkan Al (Supriyadi dan Purwanto, 2003). Pembentukan kompleks Al dengan asam organik merupakan salah satu mekanisme toleransi tanaman terhadap Al. Asam organik berperan dalam detoksifikasi Al dengan mengkelat Al dan mereduksi atau mencegah pengaruh racun dari Al (Oktavidiati, 2002). Menurut Nziguheba *et al* (2001) *Tithonia* menghasilkan residu organik yang berkualitas dan

dapat meningkatkan produksi jagung lebih tinggi dibanding pemberian pupuk. Di sisi lain bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat yang dapat meningkatkan percepatan perombakan bahan-bahan organik, menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin, selulosa (Inkorena, 1998). Penyegaran cadangan fosfat pada tanah yang kekurangan fosfat dilakukan dengan penambahan fosfat dalam bentuk pupuk inorganik, dan perbaikan siklus P dengan sistem organik. Penambahan fosfat organik akan berpengaruh terhadap pengembangan cadangan P tanah ke tingkat konsentrasi P yang tidak menjadi pembatas pertumbuhan tanaman. Penambahan bahan organik dapat melepaskan P yang terjerap dengan adanya asam-asam organik. Masukan bahan organik menambah sumber C tanah sehingga meningkatkan aktivitas biologi tanah. P sebagai unsur untuk sintesis sel, diambil oleh mikrobia tanah dalam bentuk fosfat inorganik. Sebaliknya aktifitas mikrobia akan merubah fosfat-organik menjadi bentuk fosfat inorganik dan menghasilkan asam organik, yang mendorong pelepasan fosfat inorganik. Asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam asetat, merupakan anion pesaing yang akan menutup permukaan mineral alfofan dan oksida hidrat Al dan Fe sehingga mendesak ion fosfat dari kompleks jerapan (Hue et al, 1991). Macam dan konsentrasi asam organik berpengaruh terhadap penurunan Al dan Fe aktif. Tanah yang diberi sumber fosfat biomasa *Tithonia* mempunyai konsentrasi total asam organik tinggi yakni  $105 \text{ mg kg}^{-1}$ . Hal ini didukung oleh hasil analisis kualitas biomasa *Tithonia* bahwa biomasa. Target utama dan pertama keracunan Al adalah jaringan akar tanaman. Ujung akar dan akar cabang menebal sehingga serapan dan translokasi unsur-unsur hara terganggu. Jones dan Kochian (1995) *cit*

Oktavidiati (2002) menyatakan bahwa akar yang diperlakukan secara cepat dengan Al menghambat pemanjangan sel-sel akar dan mengakibatkan ujung-ujung akar membengkak, namun ketika tanaman diperlakukan dengan Al lebih lama (lebih dari 24 jam) terjadi penghambatan pemanjangan dan pembelahan sel-sel akar. Ketersediaan P dari thitonia dapat meningkatkan produksi jagung pada tanah ferralsol yang kahat P. Nziguheba *et al* (2001), melaporkan bahwa kombinasi thitonia dengan TSP dapat meningkatkan hasil tanaman jagung secara signifikan. Thitonia merupakan sumber pupuk yang penting dalam pensuplai P bagi pertumbuhan tanaman. Kombinasi thitonia dengan pupuk P merupakan strategi yang lebih berkelanjutan. Pemberian pupuk P secara terpisah tidak efektif, sedangkan kombinasi dengan pupuk P efektif meningkatkan hasil panen jagung dan ketersediaan P dalam tanah menjadi lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk secara sendiri. Hakim dan Agustian (2005), serta Hakim *et al.*, (2007) melaporkan bahwa thitonia mampu mengurangi penggunaan pupuk buatan hingga 50% kebutuhan tanaman jagung pada Ultisol.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah eksperimen dengan pot dalam laboratorium rumah kaca Fakultas Pertanian UNS. Penelitian disusun dengan rancangan dasar RAL, dengan faktorial dengan 3 faktor. Perlakuan yang diberikan meliputi penambahan B: bakteri asam laktat (% dari kompos) dengan aras B0= tanpa bakteri, B1: bakteri 10 %, dan B2: Bakteri 20 %; T : kompos *Tithonia* (kg/ha) dengan aras T0= tanpa thitonia, T1: thitonia 200 kg/ha dan T2: thitonia 300 kg/ha serta P : pupuk P (kg/ha), dengan aras P1= 50 kg/ha, P2= 100

kg/ha dan P3=150 kg/ha, sehingga didapat variasi sebanyak 24 satuan penelitian dengan 3 ulangan. Sampel Ultisols diambil dari desa Ngunut pada elevasi 260 m dpl dengan kemiringan 13% pada geografis 110°35' BT 7° 33' LS. Tanah ultisol ini memiliki horizon B argilik dengan kedalaman 40 cm dengan karakteristik: warna 7.5 YR 4/6; lempung; gumpal membulat, halus, lemah; bahan organik: sangat tinggi; CaCO<sub>3</sub>: sangat rendah; aerasi-drainase: baik; pH H<sub>2</sub>O: 5.37; pH KCl: 4.94 dan kejenuhan basa lapisan atas berkisar 22,30 sampai 25,23 pada lapisan Btekstur. Pengambilan sampel tanah secara komposit dilakukan pada kedalaman 0-20 cm, kemudian dikeringanginkan, ditumbuk, dan disaring dengan saringan berukuran diameter 0,5 mm (untuk analisis laboratorium), sedangkan untuk inkubasi disaring menggunakan saringan berukuran diameter 2 mm. Tanah yang digunakan untuk inkubasi dimasukkan ke dalam pot sebanyak 2 kg per pot. Biomass *Tithonia* diambil di daerah Jenawi Karanganyar, tepatnya di sekitar Padas Malang, kemudian dikomposkan selama 2 minggu. Bakteri asam laktat berada dalam karier (campuran antara tepung cassava dan bekatul). Bakteri asam laktat BAL yang digunakan adalah NWD 015 dari Laboratorium Peternakan UGM Jogjakarta, hasil isolasi dari feses pedet merupakan bakteri gram positif, bersifat homofermentatif berbentuk bulat dan mempunyai aktivitas laktase tinggi. Inkubasi tanah dilakukan selama 40 hari dengan parameter pengamatan 20, 30 dan 40. Inkubasi tanah ini parallel dengan pembuatan pot untuk tanaman jagung dengan konsentrasi perlakuan yang sama antara pot inkubasi dengan pot untuk tanaman. Data diuji dengan menggunakan uji F taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan, analisis korelasi dan regresi digunakan untuk

mengetahui keeratan dan bentuk hubungan antara perlakuan dan parameter yang diamati. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program Minitab dan Microsoft Excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari grafik tampak bahwa pemberian bakteri asam laktat, *tithonia* dan pupuk yang semakin banyak menghasilkan pertumbuhan jagung paling tinggi. Sebaliknya adalah kontrol dengan tanpa pemberian amelioran menunjukkan pertumbuhan paling kerdil. Pemberian pupuk P secara terpisah tanpa pemberian bakteri asam laktat maupun *tithonia* juga menampakkan pertumbuhan yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Nziguheba (2001) bahwa pemberian pupuk P anorganik secara sendiri tidak efektif. Dari analisis anova menunjukkan bahwa *tithonia* mempengaruhi tinggi tanaman sejak dari 2 minggu setelah tanam, aplikasi bakteri asam laktat mempengaruhi tinggi tanaman dari inkubasi 20 hingga 40 hari, sedangkan pemberian pupuk telah mempengaruhi tinggi tanaman sejak dari 2 minggu masa tanam. Pemberian bakteri pada awal pertumbuhan tanaman (dari 1 sampai 3 minggu setelah tanam) menghambat pertumbuhan jagung, tetapi mulai mendukung pertumbuhan jagung ketika sudah mencapai 4 minggu setelah tanam. Pengaruh yang sama juga diperlihatkan pada pemberian *tithonia*. Pemberian pupuk mulai menampakkan dukungannya terhadap pertumbuhan jagung mulai dari 3 minggu tanam. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion orthofosfat primer (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) dan ion orthofosfat sekunder (HPO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Kemungkinan P masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu bentuk pirofosfat dan metafosfat (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Tabel 1. Tinggi tanaman jagung sampai empat minggu setelah tanam dengan berbagai perlakuan.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	1 minggu	2 minggu	3 minggu	4 minggu
T0 B0 P0	23,8 abc	52,6 ab	65,2 a	82,3 a
T0 B0 P1	24,6 bc	55,5 bcd	69,9 ab	91,5 ab
T0 B0 P2	21,8 ab	56,4 bcde	77,3 abcde	105,6 cd
T0 B0 P3	24,2 abc	55,0 bc	76,1 abcd	108,8 cde
T1 B0 P1	23,3 abc	59,7 cdef	77,0 abcde	106,2 cd
T1 B0 P2	24,7 bc	60,8 cdef	77,7 abcde	106,5 cd
T1 B0 P3	24,5 bc	58,1 bcdef	83,3 bcde	109,6 cde
T1 B1 P1	24,8 bc	62,3 def	83,6 bcde	109,5 cde
T1 B1 P3	25,1 c	60,9 cdef	83,0 bcde	110,8 cde
T1 B2 P1	24,6 bc	63,8 f	89,5 de	113,1 cde
T1 B2 P2	21,3 a	61,9 def	82,1 bcde	104,4 cd
T1 B2 P3	23,4 abc	60,1 cdef	77,1 abcde	113,0 cde
T2 B0 P1	24,5 bc	63,0 ef	85,2 cde	115,5 de
T2 B0 P2	22,0 abc	58,4 bcdef	73,8 abc	100,4 bc
T2 B0 P3	24,6 bc	48,8 a	75,4 abcd	103,7 cd
T2 B1 P1	24,4 bc	63,2 ef	80,1 bcde	120,9 e
T2 B1 P2	24,6 bc	61,4 cdef	81,1 bcde	107,8 cde
T2 B1 P3	25,1 c	62,7 ef	81,5 bcde	107,0 cd
T2 B2 P1	22,2 abc	63,5 f	89,2 de	113,6 cde
T2 B2 P2	23,3 abc	55,8 bcd	80,9 bcde	111,2 cde
T2 B2 P3	23,8 abc	60,5 cdef	78,3 abcde	111,1 cde
T2 B2 P3	24,4 abc	64,8 f	90,8 e	120,8 e

Ket. Angka dalam kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT taraf 5 %.

B0= tanpa bakteri, B1: bakteri 10 %, dan B2: Bakteri 20 %; T0= tanpa tithonia, T1:tithonia 200 kg/ha dan T2: tithonia 300 kg/ha; P1= 50 kg/ha, P2= 100 kg/ha dan P3=150 kg/ha.

Penyegaran cadangan fosfat pada tanah yang kekurangan fosfat dilakukan dengan penambahan fosfat dalam bentuk pupuk inorganic, perbaikan siklus P dengan sistem organik (*organic-base system*). Penambahan fosfat organik akan berpengaruh terhadap pengembangan cadangan P tanah (*building soil P stocks*) ke tingkat konsentrasi P yang tidak menjadi pembatas pertumbuhan tanaman.

Penambahan bahan organik *Tithonia* dapat melepaskan P terjerap dengan adanya asam-asam organik (Supriyadi dan Purwanto, 2003). Variasi pertumbuhan terjadi mulai pada minggu ke 2 setelah tanam. Pada 1 minggu setelah tanam belum tampak adanya perbedaan dalam jumlah besar, yakni hanya 4 tingkat pertumbuhan yang ditandai dengan notasi yang berbeda. Pemberian pupuk, bakteri dan tithonia

secara bersamaam memberikan pertumbuhan jagung paling tinggi. Pada 2 minggu setelah tanam pemberian pupuk + tithonia + bakteri asam laktat pada dosis tertinggi memberikan pertumbuhan maksimal, sedangkan kontrol dan pemberian pupuk P secara sendiri memberikan pertumbuhan paling jelek. Perlakuan dengan tanpa memberikan amelioran pada tanah Ultisol memberikan pertumbuhan paling kecil pada inkubasi 3 hingga 4 minggu setelah tanam. Hingga 4 minggu setelah tanam pertumbuhan jagung tertinggi masih pada perlakuan dengan dosis maksimum (T2B2P3). Maulama (2001) melaporkan bahwa aplikasi thetonia meningkatkan ketersediaan P dan meningkatkan serapan P tanaman Jagung. Hakim et al (2007) melaporkan bahwa tithonia mampu memperbaiki kesuburan tanah melalui penurunan kandungan dan kejenuhan Al tanah, meningkatkan pH dan kadar hara N dan K tanah. Hasil tanaman jagung juga meningkat dengan penambahan tithonia sebagai sumber N dan K yang dikombinasikan dengan pupuk NK buatan.

Dari analisis statistik tampak bahwa Perlakuan yang diberikan mempengaruhi Aluminium dapat ditukar (Aldd) pada 20 dan 40 hari inkubasi, P tersedia pada 20 hari dan tinggi tanaman jagung mulai dari 2 hingga 4 minggu pertumbuhan. Selain itu perlakuan juga mempengaruhi kadar lengas tanah pada inkubasi 20 dan 30 hari. Kemasaman tanah tidak signifikan dipengaruhi oleh perlakuan. Analisis korelasi menunjukkan bahwa Aldd 40 hari menentukan tinggi tanaman jagung. Sedangkan pertumbuhantanaman jagung berbeda sejak awal dan akan diikuti perbedaan yang berkelanjutan, yakni perbedaan pertumbuhan tampak mulai

dari 2 minggu tanam dan pada minggu berikutnya perbedaan nyata pertumbuhan tetap nyata. Nilai pH H<sub>2</sub>O secara umum lebih tinggi dibanding pH KCl. Perlakuan-perlakuan yang diberikan pada tanah tidak berpengaruh terhadap pH H<sub>2</sub>O. Hal ini tampak bahwa pH H<sub>2</sub>O semua perlakuan menurun dari inkubasi 20 hari hingga 30 hari. Namun demikian semakin ke kanan pH KCl turun dari inkubasi 20 ke 30 hari. Pemberian thetonia yang semakin banyak meningkatkan pH KCl. Malulama (2001) melaporkan bahwa aplikasi tithonia dapat mengurangi kemasaman tanah. Uji F menunjukkan bahwa tithonia mempengaruhi pH KCl, sedangkan pemberian pupuk telah mempengaruhi pH H<sub>2</sub>O inkubasi 30 hari, Aldd inkubasi ke 40 hari, dan tinggi tanaman sejak dari 2 minggu masa tanam. Aktifitas mikrobial akan merubah fosfat-organik menjadi bentuk fosfat inorganik dan menghasilkan asam organik. Asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam asetat merupakan anion pesaing yang akan menutup permukaan mineral alofan dan oksida hidrat Al dan Fe (Hue et al, 1991; Supriyadi dan Purwanto, 2003).

Dari grafik tampak bahwa Aldd semakin berkurang dengan perlakuan seiring dengan lamanya inkubasi. Penurunan Aldd lebih menonjol dari inkubasi 20 ke inkubasi 30 hari. Analisis anova menunjukkan bahwa tithonia mempengaruhi Aldd inkubasi 20 hingga 40 hari. Sedangkan aplikasi bakteri asam laktat mempengaruhi aldd hari ke 30 dan 40 hari inkubasi. Bahan organik mampu menetralkan pengaruh racun dari aluminium sehingga menjadi tidak beracun lagi bagi akar tanaman. Pelepasan kation-kation tersebut dari hasil dekomposisi bahan organik dapat menekan kelarutan Al melalui

Tabel 2. Penurunan Al dd dan peningkatan P tersedia tanah Ultisol dengan pemberian tithonia dan bakteri asam laktat.

Perlakuan	P tersedia (ppm)			Aldd (me/100g)		
	20 hari	30 hari	40 hari	20 hari	30 hari	40 hari
T0 B0 P0	22,8 abc	24,8 ab	11,8 ab	22,8 abc	24,8 ab	11,8 ab
T0 B0 P1	18,9 ab	20,0 ab	11,2 ab	18,9 ab	20,0 ab	11,2 ab
T0 B0 P2	21,5 abc	18,1 ab	16,8 b	21,5 abc	18,1 ab	16,8 b
T0 B0 P3	23,9 abcd	12,8 a	13,1 ab	23,9 abcd	12,8 a	13,1 ab
T1 B0 P1	18,6 ab	15,7 ab	14,1 ab	18,6 ab	15,7 ab	14,1 ab
T1 B0 P2	18,6 ab	18,3 ab	14,0 ab	18,6 ab	18,3 ab	14,0 ab
T1 B0 P3	16,8 a	25,3 ab	13,8 ab	16,8 a	25,3 ab	13,8 ab
T1 B1 P1	18,6 ab	12,3 a	12,5 ab	18,6 ab	12,3 a	12,5 ab
T1 B1 P2	33,2 d	31,0 b	9,98 a	33,2 d	31,0 b	10,0 a
T1 B1 P3	24,5 abcd	20,9 ab	12,4 ab	24,5 abcd	20,9 ab	12,4 ab
T1 B2 P1	20,6 abc	20,1 ab	11,3 ab	20,6 abc	20,1 ab	11,3 ab
T1 B2 P2	21,6 abc	16,2 ab	12,5 ab	21,6 abc	16,2 ab	12,5 ab
T1 B2 P3	17,9 ab	18,1 ab	11,9 ab	17,9 ab	18,1 ab	11,9 ab
T2 B0 P1	29,9 cd	18,4 ab	13,6 ab	29,9 cd	18,4 ab	13,6 ab
T2 B0 P2	20,7 abc	19,7 ab	10,6 ab	20,7 abc	19,7 ab	10,6 ab
T2 B0 P3	20,7 abc	16,0 ab	11,9 ab	20,7 abc	16,0 ab	11,9 ab
T2 B1 P1	23,7 abcd	20,6 ab	14,3 ab	23,7 abcd	20,6 ab	14,3 ab
T2 B1 P2	28,6 bcd	14,9 ab	13,4 ab	28,6 bcd	14,9 ab	13,4 ab
T2 B1 P3	26,6 abcd	14,0 a	12,0 ab	26,6 abcd	14,0 a	12,0 ab
T2 B2 P1	30,8 cd	15,2 ab	10,7 ab	30,8 cd	15,2 ab	10,7 ab
T2 B2 P2	20,2 abc	21,2 ab	11,4 ab	20,2 abc	21,2 ab	11,4 ab
T2 B2 P3	21,1 abc	18,0 ab	11,8 ab	21,1 abc	18,0 ab	11,8 ab

Ket. Angka dalam kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT taraf 5 %.

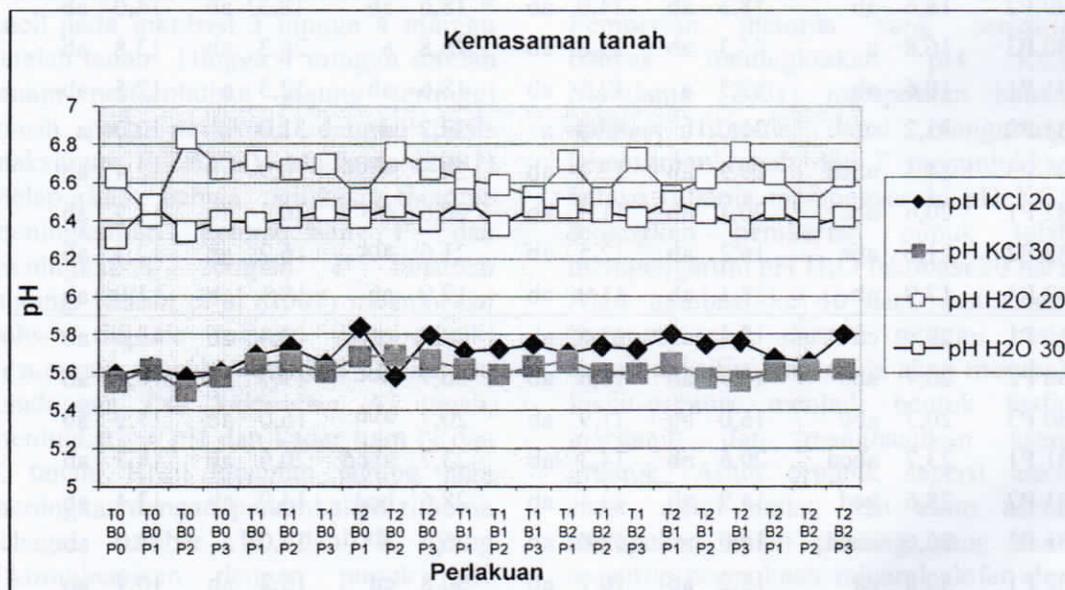
B0= tanpa bakteri, B1: bakteri 10 %, dan B2: Bakteri 20 %; T0= tanpa tithonia, T1:tithonia 200 kg/ha dan T2: tithonia 300 kg/ha; P1= 50 kg/ha, P2= 100 kg/ha dan P3=150 kg/ha.

peningkatan pH tanah. bahan organik yang mempunyai total konsentrasi kation >60 cmol kg<sup>-1</sup> merupakan bahan organik yang berpotensi untuk tujuan pengurangan efek beracun Al. Semakin tinggi nilai total konsentrasi kation suatu bahan organik semakin kuat kemampuan dalam mengurangi efek beracun Al. Peningkatan konsentrasi asam-asam organik terlarut selama proses mineralisasi, terutama asam fulfat dapat

menekan kelarutan Al-anorganik monomerik (Hairiah *et al.*, 2000). Maulama (2001) melaporkan bahwa Aldd dan kejenuhan Al berkurang dengan aplikasi tethionia. Reaksi khelat antara asam-asam organik hasil dari dekomposisi tithonia dengan ion Al merupakan penyebab kelarutan Al berkurang. Pemberian pupuk P tidak menurunkan Aldd. Pada hari ke 30 pemberian pupuk P tanpa penambahan

bakteri dan tithonia terjadi Aldd tanah paling tinggi, artinya tidak ada mekanisme pengurangan Aldd. Hal itu masih tampak terjadi pada hari ke 40, dimana kontrol (tanpa pemberian apapun) Aldd nya paling besar. Pada hari ke 30 dan 40 inkubasi, perlakuan dengan T2 dan B2 dapat mengurangi Aldd paling besar, bahkan pada hari ke 40 pemberian perlakuan maksimal

(T2B2P3) paling menurunkan Aldd. Nziguheba *et al* (2001), melaporkan bahwa pemberian pupuk P secara terpisah tanpa pemberian bahan organik tidak efektif, sedangkan kombinasi tithonia dengan pupuk P efektif meningkatkan ketersediaan P dalam tanah menjadi lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk secara sendiri.



Gambar 1. Kemasaman tanah pH KCl dan pH H<sub>2</sub>O tanah Ultisol pada berbagai perlakuan.

B0= tanpa bakteri, B1: bakteri 10 %, dan B2: Bakteri 20 %; T0= tanpa tithonia, T1:tithonia 200 kg/ha dan T2: tithonia 300 kg/ha; P1= 50 kg/ha, P2= 100 kg/ha dan P3=150 kg/ha.

Analisis statistik menunjukkan bahwa bakteri asam laktat mempengaruhi P tersedia hari ke 30. Efektivitas *tithonia* sebagai sumber bahan organik untuk perbaikan ketersediaan P tanah ditunjukkan oleh kemampuan tithonia melepaskan secara cepat P, N, K tersedia, menurunkan P oleh Al-Fe oksida dalam tanah, meningkatkan aktivitas biologi tanah (kandungan P biomas mikrobia), dan pengaturan siklus unsur hara P tanah melalui peningkatan P-organik labil (Supriyadi, 2002). Aktifitas mikrobia

akan merubah fosfat-organik menjadi bentuk fosfat inorganik dan menghasilkan asam organik. Asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam asetat merupakan anion pesaing yang akan menutup permukaan mineral alofan dan oksida hidrat Al dan Fe (Hue *et al*, 1991 *cit*. Supriyadi dan Purwanto, 2003). Dari tabel tampak bahwa pada hari ke 20 pemberian tithonia dan P meningkatkan ketersediaan P, sedangkan pada hari ke 30 dan 40, pemberian tithonia, bakteri serta pupuk P sudah tidak ada perbedaan

secara nyata terhadap ketersediaan P. Ketersediaan P tertinggi pada inkubasi hari ke 30. Ketersediaan P menurun pada hari ke 40 hampir pada semua perlakuan. Sumber fosfat berpengaruh terhadap macam dan konsentrasi asam organik tanah. Asam organik seperti asam sitrat, oksalat, suksinat, asetat, malat dan butirat merupakan senyawa organik yang mampu untuk mengkhelat Al dan Fe (Hue et al, 1991).

### KESIMPULAN

Pemberian Bakteri Asam Laktat dan *Tithonia* dan pupuk P secara bersamaan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung di tanah Ultisol. Aldd pada Ultisol berkurang dengan Pemberian Bakteri Asam Laktat dan *Tithonia* dan pupuk P seiring dengan lamanya inkubasi. Penurunan Aldd lebih menonjol dari inkubasi 20 ke inkubasi 30 hari

### DAFTAR PUSTAKA

- Berek AK, Radjaguguk B, Maas. A. 1995. The Effect of Different Organic Material on The Allevation Of Al Toxicity In Soybean and Red-Yellow Podzolic Soil. Post Graduate program UGM. Yogyakarta
- Hairiah, Kurniatun, Widiyanto, Sri Rahayu, Didik S., Sunaryo, SM Sitompul, Betha L., Rachmat M., Meine Van N., dan Georg C. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. International Centre Fof Research in Agroforestry. Bogor.
- Hakim, N., I. Darfis dan L. Arfiana. 2007. Efek Sisa dan Tambahan *Tithonia* Terhadap Sifat Kimia Ultisol Dan Hasil Tanaman Jagung Pada Musim Ketiga. J. Solum V01. VI No 1. P: 29-39.
- Hakim, N dan Agustian. 2005. Budidaya *Tithonia* dan Pemanfaatannya dalam Usaha Tani Tanaman Hortikultura dan Tanaman Pangan Secara Berkelanjutan pada Ultisol. Laporan Penelitian Hibah Bersaing XI/III Perguruan Tinggi. Unand. Padang. 61 halaman.
- Hakim, N., Agustian. dan Hermansyah. 2007. Pemanfaatan Agen Hayati dalam Budidaya dan Pengomposan *Tithonia* Sebagai Pupuk Alternatif dan Pengendali Erosi pada Ultisol. Laporan Penelitian Tanah I PascaSarjana. PPS Unand. Padang.
- Hue, N. V. 1991. Effects of Organic Acids/Anions on P Sorption and Phytoavailability in Soils with Different Mineralogies. Soil Sci. 152 (6), 463 - 471.
- Inkorena. GSS. 1998. Makalah Pelatihan Pengelolaan Limbah Organik. Lembaga Lingkungan Indonesia - Fak Pertanian Univ Nasional. Jakarta
- Maulama. C. N, 2001. Evaluation the agronomic Potential of *Tithonia diversifolia* Pruiings in the Acid Soils of Northern Zambia. Present RRC. Kasama. Zambia
- Miller R,W. dan R L Donahue. 1990. Soil ; An Introduction to Soil and Plant Growth. VI Ed. Prentice-Hall Int, Inc. Englewood C
- Nziguheba, G.I, Merckx, R.I , Palm, C.A.2 and Mutuo, P.. 2001. 223 Combined use of *Tithonia diversifolia* and Inorganic Fertilizers for Improving Maize Production in a Phosphorus Deficient soil in Western Kenya. I Laboratory of Soil Fertility and Soil Biology, K.U. Leuven, Kasteelpark Arenberg 20, B 3001 Heverlee, Belgium
- Oktavidiati. E. 2002. Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Stres Aluminium. Makalah Falsafah Sains (PPs 702). Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor

- Radjagukguk, B. 2000. Environmentally Sound Management For Sustained Productive Use of Acidic Upland Soil. Causes of Acid Soil Infertility. Bogor Indonesia
- Rosmarkam, A dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kansius. Yogyakarta.
- Sanchez, P A. 1987. Management of Acid Soils in The Humid Tropics of Latin America. In. IBSRM Management of Acid Soils for Sustainable Sgriculture. Peoc. IBSRM. Brazil
- Supriyadi. 2002. Tithonia diversifolia dan Thephrosia candida Sebagai Sumber Bahan Organik Alternatif Untuk Perbaikan P Tanah Andisols. Sains Tanah Vol. 1. No. 2. Januari. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Supriyadi dan H. Purwanto. 2003. Pengaruh Penambahan Biomasa Tithonia dan Teprosia Terhadap Asam Organik, Jerapan P dan P tersedia Andisol. Sains Tanah Vol. 3. No. 1. Januari. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Subagyo H., N Suharta. dan AB Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia; Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. PPT.Bogor.
- Sudjadi, M. 1984. Problems Soils in Indonesia and Their Management in Ecology and Management of Problem Soils in Asia. Food and Fert. Taiwan.
- Hadiyati, T, S. 1991. Bakteri pelarut fosfat asal beberapa jenis tanah dan efeknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Disertai S3. UNPAD. Bandung.
- Thorp J, and GD Smith, 1949. Higher Categories of Soil Classification, Order, Suborder and Greatgroup. Soil Sci