
PENGARUH PUPUK FOSFAT ALAM PADA TANAH MASAM TERHADAP PERTUMBUHAN JAGUNG SERTA SERAPAN N-ZA DAN N-UREA

Haryanto*, Komaruddin Idris**, Rafli I. Kawalusan***
dan Elsje L. Sisworo****

* Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta

** Institut Pertanian Bogor, Bogor

*** Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

**** Maporina (Masyarakat Pertanian Organik Indonesia)

ABSTRAK

PENGARUH PUPUK FOSFAT ALAM PADA TANAH MASAM TERHADAP PERTUMBUHAN JAGUNG SERTA SERAPAN N-ZA DAN N-UREA. Sebuah percobaan pot telah dilakukan di rumah kaca IPB Darmaga, bertujuan untuk mempelajari pengaruh pupuk fosfat alam (FA) pada tanah masam terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan serapan N berasal dari ZA (N-Z) dan Urea (N-U). Jenis tanah yang digunakan adalah Typic Dystrudepts yang mempunyai sifat kimia dan fisik antara lain pH rendah dan kandungan pasir cukup tinggi. Tanah ini memiliki daya fiksasi terhadap unsur P yang tinggi sehingga kurang tersedia bagi tanaman. Oleh karena sifat tanah yang masam, maka ketika pupuk fosfat alam diaplikasikan ke tanah tersebut akan lebih terlarut. Interaksinya dengan pupuk yang lain berpengaruh pada serapan N oleh tanaman. Tanaman percobaan yang digunakan adalah jagung varietas Pioneer. Tiga taraf pemupukan fosfat alam yaitu setara dengan 0, 50, dan 100 kg P₂O₅/ha dikombinasikan dengan pupuk ZA dan Urea masing-masing tiga taraf yaitu setara dengan 0, 50, dan 100 kg N/ha. ZA dan Urea bertanda ¹⁵N dengan atom ekse masing-masing sebesar 9,984 % dan 9,754 % diaplikasikan pada percobaan ini untuk mempelajari serapan N oleh tanaman jagung. Panen dilakukan pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum yaitu 40 hari setelah tanam. Parameter yang diamati antara lain pertumbuhan tanaman dinyatakan dalam bobot kering (g), persentase N-total, serapan N-total (mg N/tanaman) serta persentase dan serapan N-berasal dari ZA dan Urea (% N-Z/U, serapan N-Z/U dinyatakan dalam mg N/tanaman). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa baik pemberian N-ZA (N-Z) maupun N-urea (N-U) dan P (FA) secara sendiri-sendiri maupun gabungan dapat mendorong pertumbuhan tanaman (bobot kering, g/tanaman) dan serapan N-total (mg N/tanaman) serta % atom ekse ¹⁵N. Dalam hal ini pupuk P (FA) memberikan pengaruh yang lebih dominan dibandingkan dengan pupuk N. Terdapat interaksi yang nyata antara pemberian N (pupuk ZA/Urea) dan P (fosfat alam) sehingga untuk memberikan kedua jenis pupuk tersebut secara bersamaan perlu dipertimbangkan adanya pemberian yang seimbang takarannya agar dapat diperoleh serapan N yang paling optimal.

Kata kunci : Fosfat alam, tanah masam, urea, ZA (ammonium sulfat) dan serapan N

ABSTRACT

ROCK PHOSPHATE EFFECT ON ACID SOIL TO THE MAIZE GROWTH AND UPTAKE OF ZA-N AND UREA-N. A pot experiment has been carried out at IPB greenhouse, Darmaga, to study the effect of phosphate rock fertilizer on acid soil to the growth of maize crop and uptake of N derived from ZA

and N-derived from Urea. The soil classified as Typic Dystrudepts Darmaga having chemical and physical properties i.e low pH and contains high sand fraction was used in this experiment. This soil has high P fixation making P less available for plant grown on it. Because of the soil acidity when rock phosphate is applied to the soil it would be more soluble. The interaction between those P and N fertilizers would effect the nitrogen uptake of plant. Pioneer variety of maize was used as an experimental plant. Three levels of rock phosphate equals to 0, 50, and 100 kg P₂O₅/ha combined to ZA and Urea fertilizers on the rates of 0, 50, and 100 kg N/ha respectively. ¹⁵N-labelled ZA and Urea fertilizers with 9,984 % and 9,754 % respectively were used to study N-uptake in maize plant. Harvesting was conducted at the maximum vegetative growth stage (40 days after sowing). Parameters observed were plant dry weight (g), total-N percentage, total-N uptake (mg N/plant), percentages and uptakes of N-derived from ZA and Urea (% N-Z/U, uptake of N-Z/U expressed in mg N/plant). Results obtained showed that the applications of ZA-N (N-Z) or Urea-N (N-U) and P (FA) in a single or in their combination (interaction) was able to enhance the plant growth (in g dry matter/plant and total N uptake (g N/plant) and to increase percentage of ¹⁵N atom excess (% a.e.) . In case of P fertilizer (FA) it show that it is more dominant than N fertilizer (ZA/U). There was a significantly interaction between N (ZA/U) and P (FA) fertilizers so that the balance rate of this fertilizer combination applied to the soil should be taken into consideration in order to find the optimal N-uptake.

Key words : Rock phosphate, acid soil, urea, ZA (Ammonium sulphate) and N uptake

PENDAHULUAN

Lahan kering di daerah beriklim tropika basah, seperti Indonesia, didominasi oleh tanah masam dengan kesuburan rendah (1, 2). Tanah demikian dikenal sebagai Oxisol dan Ultisol. Di Indonesia Oxisol diklasifikasikan sebagai tanah Podsolik Merah kuning (PMK) dan diperkirakan meliputi luasan 47,5 juta ha atau 24,9 % dari seluruh luas daratan (3). Tanah PMK memiliki curah hujan tahunan 2000 - 3000 ml/tahun dengan ciri antara lain kemasaman rendah, pH < 5 kadang-kadang dapat mencapai 3, tekstur tanah relatif kasar, dan KTK (Kapasitas Tukar Kation) rendah (4). Pada lahan demikian, berdasarkan perhitungan MUELLER (5) dan van der KRUIJS (6) kehilangan nitrogen (N) diperkirakan dapat mencapai 150 - 250 kg N ha⁻¹ per tahun pada lahan bukaan baru. Melihat data ini masukan N sangat diperlukan untuk menggantikan N yang hilang. Masukan N dapat berasal dari berbagai sumber seperti pupuk kimia, pupuk hijau atau kandang dan sumber N lainnya. SISWORO dkk. (7) sudah membuktikan bahwa selama 6 musim, masukan berupa pupuk hijau berasal dari tanaman legum *Gliricidia* dapat meningkatkan secara nyata kandungan N-tanah yang

tersedia. Pada lahan tropis basah di samping N kekahatan fosfor (P) merupakan hal yang umum ditemukan. Pada umumnya kekahatan P pada lahan demikian diatasi dengan pemberian P-pupuk kimia yang larut air. Kelemahan utama cara ini adalah harga pupuk kimia dari tahun ke tahun terus meningkat; selain itu menurut MULLER (5) pada tanah masam P dari pupuk kimia yang larut air akan sangat cepat menurun efektivitasnya, terutama apabila sebelumnya tidak dikapur. Fosfat alam (FA) mempunyai prospek yang baik untuk menggantikan pupuk kimia, karena harganya lebih murah, mempunyai efektivitas relatif sama atau bahkan lebih baik dari TSP (8) dan menghemat energi serta ramah terhadap lingkungan karena tidak perlu melalui proses industri untuk mengubah FA menjadi TSP. Selain itu FA juga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah terutama karena mengandung Ca dan Mg serta beberapa unsur mikro seperti Fe, Cu, dan Zn yang relatif lebih tinggi daripada pupuk P kimia.

Berdasarkan keterangan di atas, sebuah percobaan rumah kaca dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh fosfat alam (FA) pada lahan masam terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan serapan N-ZA dan N-urea.

BAHAN DAN METODA

Tanah

Percobaan ini menggunakan tanah yang berasal dari Kebun Percobaan IPB Cikabayan, Darmaga, dan dilaksanakan dari Juni 2004 - April 2005. Tanah ini diklasifikasikan sebagai Typic Dystrudepts Darmaga. Sifat kimia dan fisik tanah antara lain sebagai berikut: pH H₂O (1:1) 4,34, pH KCl (1:1) 3,47, C-organik (Walkey and Black) 1,41%, N-total (KJELDAHL) 0,14%, P-tersedia (BRAY-1) 1,9 ppm, KTK (NH₄OAc. pH 7) 13,61 me/100 g, kandungan pasir, debu dan liat berturut-turut 4,89, 16,00, dan 78,11%. Setelah dikeringanginkan, tanah diayak dengan ayakan 2 mm. Sebanyak 2,5 kg. dimasukkan ke dalam setiap polybag yang digunakan dalam percobaan ini.

Tanaman

Pada percobaan ini digunakan tanaman jagung varietas Pioneer. Tanaman dipanen pada pertumbuhan vegetatif maksimum, yaitu 40 hari setelah tanam.

Pupuk

Pupuk dasar diberikan sebanyak 100 kg KCl/ha 2 hari sebelum tanam. Pupuk ZA (Z), Urea (U) dan Fosfat Alam (FA) diberikan pada saat tanam dengan takaran sesuai perlakuan. Perlakuan pemberian pupuk N dan fosfat alam (FA) serta sandi perlakuan diringkas dan disajikan pada Tabel 1.

Analisis Statistik

Percobaan berbentuk faktorial 3 x 6 yaitu faktor fosfat alam yang terdiri dari 3 taraf (FA0, FA1 dan FA2) serta faktor pemupukan N yang masing-masing diaplikasikan dengan 3 taraf (Z0, Z1, Z2, U0, U1, dan U2) Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), setiap perlakuan diulang 3 X.

Parameter yang diamati adalah :

- pertumbuhan tanaman dinyatakan dalam bobot kering (g), persentase N-total, dan serapan N-total (mg N/tanaman)
- persentase dan serapan N-berasal dari ZA dan Urea (%N-Z/U, serapan N-Z/U dinyatakan dalam mg N/tanaman). Untuk itu digunakan metode pengenceran isotop ¹⁵N dengan mengaplikasikan ZA dan Urea bertanda ¹⁵N dengan atau akses berturut-turut, 10,35 % dan 10,12 %.

Tabel 1. Perlakuan pemberian N dan fosfat alam

Perlakuan N	Pemberian FA		
	FA0	FA1	FA2
Z0	Z0FA0	Z0FA1	Z0FA2
Z1	Z1FA0	Z1FA1	Z1FA2
Z2	Z2FA0	Z2FA1	Z2FA2
U0	U0FA0	U0FA1	U0FA2
U1	U1FA0	U1FA1	U1FA2
U2	U2FA0	U2FA1	U2FA2

Keterangan :

Z0 = 0 kg ZA/ha
 Z1 = 50 kg ZA/ha
 Z2 = 100 kg ZA/ha

U0 = 0 kg Urea/ha
 U1 = 50 kg Urea/ha
 U2 = 100 kg Urea/ha

FA0 = 0 kg FA/ha
 FA1 = 50 kg FA/ha
 FA2 = 100 kg FA/ha

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan data bobot kering tampak bahwa pemberian nitrogen (N) baik berasal dari ZA maupun urea mampu meningkatkan bobot kering tanaman. Hal yang sama ditunjukkan oleh pemberian fosfor (P) yang berasal dari FA. Keadaan ini wajar, akan tetapi peningkatan bobot kering tanaman karena pemberian fosfat alam (FA) tampak jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemberian N. Hal ini membuktikan bahwa unsur hara P sangat diperlukan untuk memacu pertumbuhan tanaman pada tanah PMK. Pemberian FA meningkatkan bobot kering tanaman, yaitu dari 1,279 g pada FA0 menjadi 25,538 g (FA1) dan 32,716 g (FA2). Sementara itu peningkatan bobot kering tanaman karena pemberian N adalah dari 17,610 g pada Z0 menjadi 21,158 g dan 20,764 g berturut-turut pada Z1 dan Z2 dan dari 17,916 g pada U0 menjadi 18,897 g (U1) dan 21,393 g (U2). Hal ini menunjukkan bahwa tanah yang digunakan untuk percobaan lebih tanggap terhadap P dibandingkan dengan N. Hal ini terlihat dengan jelas pada F-hitung tampak bahwa baik untuk ZA (Z) dan Urea (U), F-hitung untuk FA jauh di atas F-hitung untuk Z dan U walaupun kedua-duanya nyata. Mungkin tanah ini relative lebih kahat P dibandingkan dengan N. Dari penilaian data hasil analisis tanah menurut PUSLITANAK tanah ini mempunyai kandungan P sangat rendah sedangkan N rendah. Namun demikian pengaruh interaksi dari pemberian P dan N, terutama pada FA2-Z2 dan FA2-U2, cenderung meningkatkan bobot kering tanaman atau memperbaiki pertumbuhan tanaman. Pengaruh interaksi N dengan P (Z x FA dan U x FA) hanya interaksi Z x FA yang nyata secara statistik. Hal ini mungkin karena ZA di samping mengandung N juga S (sulfur) yang ikut merangsang pertumbuhan tanaman. Secara ringkas dinyatakan bahwa N-berasal dari ZA maupun Urea dan P-berasal dari FA serta pengaruh interaksi antara N dan P dapat memacu pertumbuhan tanaman dinyatakan dalam bobot kering.

Kandungan N tanaman dan serapan N

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa pemberian N baik dalam bentuk ZA maupun U meningkatkan kandungan N (%N-to). Kandungan N ini meningkat dengan kenaikan taraf pemberian N, kecuali untuk urea pada taraf U1 lebih rendah daripada U0. Hal ini mungkin disebabkan karena pemberian U1 pada kondisi FA0 adalah penyebab utamanya. Pada perlakuan tersebut terjadi sinergisme antara N dan P yang tidak seimbang sehingga ketersediaan N yang cukup namun tidak disertai dengan P yang cukup menyebabkan tanaman malah menderita. Penderitaan ini tercermin dari adanya bobot kering yang tidak meningkat oleh adanya peningkatan takaran N (U2) pada FA0 dan di sini hanya terjadi peningkatan kadar N (%N-to). Keadaan ini tidak terjadi pada pemberian N dalam bentuk ZA. Ini berarti pemberian N dari sumber berbeda mampu menaikkan % N-to yang tidak sama. Sebaliknya untuk P, bahwa peningkatan pemberian FA mengakibatkan penurunan kandungan N total (FA0 > FA1 > FA2). Ini berlaku baik pada pemberian N-ZA maupun N-urea. Pemberian P mampu memacu dengan cepat pertumbuhan dan bobot kering tanaman. Keadaan ini menyebabkan penurunan kadar N dalam tubuh tanaman (%N-to) yang sering disebut dengan istilah proses pengenceran N dalam tanaman.

Nilai F-hitung P (FA) jauh lebih besar dari nilai F-hitung N (Z dan U), untuk bobot kering tanaman, kandungan N total, dan serapan N. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pada tanah yang digunakan bahwa pada percobaan, tanggapan tanaman terhadap pemberian fosfat alam (FA) lebih baik dari pada pemberian pupuk N (Z dan U).

Serapan N (dinyatakan dalam mgN/tanaman) disajikan pada Tabel 2 merupakan hasil perkalian dari bobot kering dengan kandungan N dalam tanaman (bobot kering x %N-to). Dengan demikian data serapan data serapan N juga berkaitan dengan bobot kering tanaman. Pemberian N-ZA atau N-Urea secara nyata meningkatkan serapan N total. Serapan N total meningkat dengan peningkatan pemberian N (Z0 < Z1 < Z2 dan U0 < U1 < U2). Bila dinyatakan dalam persen, pengaruh peningkatan takaran P jauh lebih besar pada peningkatan serapan N dibandingkan dengan peningkatan bobot kering, yaitu serapan N total meningkat 49%

(Z1) dan 72% (ZS2) terhadap Z0; untuk bobot kering meningkat 20% (Z1) dan 17% (Z2) terhadap Z0.

Tabel 2. Pengaruh fosfat alam (FA) dan pemupukan N (ZA dan Urea) terhadap bobot kering tanaman, kadar N-total dan serapan N total

Pemberian pupuk	Fosfat alam (FA)											
	FA0	FA1	FA2	Ro-N	FA0	FA1	FA2	Ro-N	FA0	FA1	FA2	Ro-N
	..... Bobot kering (g/tan)				..... Persentase N-total (% N-to)				... Serapan N-total (mg N/tanaman)			
ZA (Z)	.....				.....				.....
Z0	1,270	24,417	27,143	17,610	1,754	0,942	0,945	1,214	21,83	227,73	256,60	168,72
Z1	1,170	27,350	34,953	21,158	2,266	1,323	1,052	1547	26,50	361,80	367,23	251,84
Z2	1,397	24,487	36,056	20,764	1,992	1,647	1,149	1,596	27,43	435,30	411,93	291,56
Ro-FA	1,279	25,538	32,716	-	2,004	1,304	1,049	-	25,26	341,61	345,26	-
Urea (U)												
U0	1,420	20,730	21,597	17,916	2,108	1,091	0,921	1,373	29,70	225,57	289,87	181,17
U1	0,940	23,013	32,737	18,897	1,773	1,235	0,984	1,331	16,33	279,87	322,97	206,39
U2	1,063	25,590	37,527	21,393	2,264	1,949	1,161	1,679	23,97	411,60	435,23	290,27
Ro-FA	1,141	23,111	33,953	-	2,048	1,312	1,022	-	23,33	305,68	349,36	-
F-hitung												
Z		10,4965**				15,0573**				123,7520**		
FA		753,1868**				84,9994**				1062,9816**		
Z x FA		6,8294**				4,1041*				29,8846**		
KK (%)		9,08				11,08				7,12		
F-hitung												
U		5,5562**				8,6484**				59,5941**		
FA		482,9162**				67,1874**				576,3986**		
U x FA		1,7944 ⁱⁿ				1,7023 ⁱⁿ				16,2184**		
KK (%)		11,76				13,25				9,78		

Catatan : Z : ZA, U : Urea, FA : Fosfat alam
 KK : Koefisien keragaman, ⁱⁿ : tidak nyata, * : Nyata pada P<0,05, ** : Nyata pada P<0,01

Untuk urea, pemberian U1 dan U2 meningkatkan bobot kering sebesar 5 dan 19% dan serapan N sebesar 13 dan 60%. Kenaikan serapan N oleh tanaman karena pemberian P (FA) jauh lebih besar dari kenaikan serapan N tanaman karena pemberian N (ZA dan Urea). Keadaan ini menunjukkan bahwa dalam kondisi tanah yang digunakan untuk penelitian ini tanaman lebih tanggap terhadap pemberian P daripada N. Pengaruh tertinggi interaksi pemberian P dan N terhadap serapan nitrogen total

terjadi pada perlakuan N takaran tinggi (FAxZ2 dan FAxU2). Seperti pada bobot kering dan %N-to pada serapan N-to nilai F-hitung pemberian P (FA) jauh melebihi nilai F-hitung pemberian N (Z/U). Ini seperti sebelumnya sudah dinyatakan untuk jenis tanah yang digunakan dalam percobaan ini P lebih berperan dibanding N. Pada serapan N-to tampak nilai F-hitung interaksi (FA x Z/U) memberi nilai yang sangat nyata dan ini tidak ditemukan pada interaksi (FA x Z/U) baik pada bobot kering maupun % N-to. Secara umum dapat dikemukakan bahwa seperti pada bobot kering dan %N-to, peran P lebih besar dibandingkan N bila diberikan pada tanah yang memiliki sifat seperti yang digunakan dalam percobaan ini.

Persentase atom ekses (% a.e.), N-berasal dari ZA dan Urea (% N-Z/U), dan % N- berasal dari tanah (%N-t)

Nilai % a.e. yang disajikan pada Tabel 3, adalah nilai %¹⁵N contoh tanaman. Baik untuk ZA (Z) maupun urea (U), nilai % a.e. meningkat dengan meningkatnya takaran N-Z dan N-U dari Z1 ke Z2 dan dari U1 ke U2. Hal ini wajar, sampai batas tertentu peningkatan takaran pemupukan N akan mendorong tanaman menyerap lebih banyak N yang berasal dari pupuk. Dalam penelitian ini dicerminkan dengan kenaikan nilai % a.e. ¹⁵N dalam tanaman. Pupuk ZA dan U yang digunakan dalam percobaan ini adalah ZA dan Urea bertanda ¹⁵N, jadi lebih besar nilai % atom ekses ¹⁵N maka berarti tanaman menyerap lebih banyak N yang berasal dari pupuk. Kenaikan serapan N dari pupuk (U dan ZA) karena pengaruh "primary effect", suatu fenomena di mana apabila di daerah perakaran tanaman ketersediaan nutrisi baik N, P maupun K (Kalium) bertambah maka kondisi ini akan dapat memacu pertumbuhan akar tanaman. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian fosfat alam meningkatkan nilai % atom ekses ¹⁵N baik untuk ZA maupun U % a.e. ¹⁵N FA1 dan FA2 > FA0 dan % N-Z/U dari FA1 dan FA2 > FA0. Hal ini berarti bahwa pemberian fosfat alam juga meningkatkan kemampuan tanaman menyerap N dari pupuk. Untuk pengaruh interaksi FA x ZA/U, dapat dikemukakan bahwa FA (P) saling berinteraksi dengan N (Z atau U) sehingga pemberian FA meningkatkan nilai % a.e. ¹⁵N, % kandungan N-ZA dan % kandungan N-U. Data penelitian ini menunjukkan bahwa %

a.e. ^{15}N dari tanaman tanpa fosfat alam (FA0) cenderung lebih rendah dari % a.e. ^{15}N tanamandengan fosfat alam (FA1, FA2) baik pada (Z1, Z2) maupun (U1, U2).

Tabel 3. Pengaruh pemupukan N (ZA dan Urea) dan fosfat alam (FA) terhadap persentase atom eksis (% a.e), N-berasal dari ZA/Urea (%Z dan %U), N-berasal dari tanah (%N-t)

Pemb. ppk N	Pemberian Fosfat Alam (FA)											
	FA0	FA1	FA2	Ro-N	FA0	FA1	FA2	Ro-N	FA0	FA1	FA2	Ro-N
ZA (Z)	....% atom eksis (% a.e)				% N-berasal dari ZA (%Z)				% N-berasal dari tanah (%N-t)			
Z0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z1	1,834	2,315	2,130	2,093	18,37	23,20	21,34	20,97	81,63	76,80	78,63	79,03
Z2	3,260	3,575	3,467	3,434	32,80	25,81	34,73	34,40	67,35	64,19	65,27	65,60
Ro-FA	2,547	2,945	2,799	-	25,51	29,50	28,04	-	74,49	70,50	71,97	-
Urea (U)	..% atom eksis (% a.e) ...				% N-berasal dari Urea (%U)				% N-berasal dari tanah (%N-t)			
U0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U1	1,096	2,154	1,940	1,730	11,24	22,09	19,89	17,74	88,37	77,91	80,11	82,26
U2	2,459	3,663	2,953	3,025	25,22	37,56	30,28	31,02	74,72	62,44	63,72	68,98
Ro-FA	1,778	2,909	2,447	-	18,23	29,83	25,08	-	81,78	70,18	74,92	-
F-hitung												
Z	321,3923**				322,3233**				322,2435**			
FA	9,6624**				9,7051**				9,7029**			
Z x FA	0,4299 ^{ln}				0,4175 ^{ln}				0,4175 ^{ln}			
KK (%)												
F-hitung												
U	96,7209**				96,7035**				96,7692**			
FA	24,8592**				24,8854**				24,8845**			
U x FA	1,2452 ^{ln}				1,2468 ^{ln}				1,2274 ^{ln}			
KK (%)												

Catatan : Z : ZA, U : Urea, FA : Fosfat alam
 KK : Koefisien keragaman, ^{ln} : tidak nyata, * : Nyata pada P<0,05, ** : Nyata pada P<0,01

Untuk kandungan N tanaman berasal dari tanah, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan takaran N secara nyata mampu menurunkan % N tanah (%N-t) baik karena peningkatan takaran ZA maupun Urea. Kandungan N tanah (% N-t) pada Z2 dan U2 jauh lebih rendah dari N-t pada Z1 dan U. Demikian pula halnya dengan fosfat alam, pemberian FA menyebabkan kandungan N tanaman yang

berasal dari tanah menurun, baik untuk tanaman yang diberi ZA maupun Urea (FA1 dan FA2 < FA0).

Tabel 4. Pengaruh pemupukan N (ZA dan Urea) dan fosfat alam (FA) terhadap serapan N-ZA, N-Urea, N-tanah (N-ZA, N-U, N-t)

Pemberian pupuk N	Pemberian Fosfat Alam (FA)							
	FA0	FA1	FA2	Ro-N	FA0	FA1	FA2	Ro-N
ZA (Z)	..... Serapan N-ZA (mg N/tanaman) .....				.....Serapan N-tanah (mg N/tanaman)			
Z0	-	-	-	-	21,83	241,07	256,50	173,17
Z1	4,92	84,24	78,42	55,86	21,60	277,67	288,83	196,00
Z2	8,97	155,96	142,75	102,56	18,50	279,33	268,53	188,79
Ro-FA	6,95	120,10	110,58	-	20,64	265,99	271,32	-
Urea (U)	..... Serapan N-Urea (mg N/tanaman) .....				.... Serapan N-tanah (mg N/tanaman)			
U0	-	-	-	-	29,70	225,57	289,87	181,71
U1	1,86	62,00	63,70	45,52	14,50	217,87	258,60	163,66
U2	6,38	154,51	131,23	97,26	17,97	251,43	304,00	192,80
Ro-FA	3,95	108,26	97,46	-	20,72	233,29	281,16	-
F-hitung								
Z		109,8532**				5,7981**		
FA		264,5108**				872,9920**		
Z x FA		23,1293**				2,3194 ^{tn}		
KK (%)		11,93				7,82		
F-hitung								
U		156,2840**				3,8048**		
FA		238,7551**				343,3568**		
U x FA		36,0301**				1,0860 ^{tn}		
KK (%)		13,29				12,61		

Catatan : Z : ZA, U : Urea, FA : Fosfat alam, KK : Koefisien keragaman,
^{tn} : tidak nyata, * : Nyata pada P < 0,05, ** : Nyata pada P < 0,01

Walaupun pemberian fosfat alam cenderung dapat mengurangi kandungan N tanaman yang berasal dari tanah, tetapi sebagian besar (65 – 82%) dari N yang diserap tanaman berasal dari tanah. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pada pertanian lahan kering, upaya meningkatkan kandungan N tanah sangat perlu dikembangkan, antara lain melalui penanaman pohon legum antara lain *Gliricidia sepium* seperti dikemukakan oleh SISWORO dkk. (7). Pengaruh interaksi FA dengan ZA/Urea secara Statistik tidak berpengaruh terhadap % atom eksis ¹⁵N, % N-berasal dari pupuk, dan % N tanaman yang berasal dari tanah.

Serapan N-ZA (N-Z), N-Urea (N-U), dan N-tanah (N-t)

Serapan N total (N-to) merupakan hasil perkalian dari bobot kering tanaman dengan kandungan N total (N-to) sedangkan serapan N tanah (N-t) adalah serapan N total dikurangi serapan N-U atau N-Z. Didasarkan hal ini maka serapan N-Z, N-U, N-t umumnya sejalan dengan serapan N-to. Seperti pada serapan N-to, maka baik untuk N-Z maupun N-U, serapan N akan meningkat dengan bertambahnya taraf pemberian N. Hal ini diperlihatkan dengan data di mana $Z_2 > Z_1$ dan $U_2 > U_1$. Seperti sudah diterangkan terdahulu hal ini adalah wajar yaitu bila suatu sumber nutrisi bertambah dalam hal ini N, maka penyerapannya pun juga akan bertambah. Untuk P (FA) data percobaan ini menunjukkan bahwa pemberian P yang meningkat juga akan meningkatkan penyerapan N-Z maupun N-U.

Peningkatan takaran pemberian P (FA) juga diikuti dengan peningkatan penyerapan N-U atau N-Z. Data percobaan ini menunjukkan bahwa pada taraf FA1 dan FA2 serapan N-Z dan N-U secara nyata lebih besar daripada serapan N-Z dan N-U pada tanaman tanpa FA (FA0). Hal ini sebagai akibat dari adanya "primary effect" pada tanaman, karena peningkatan ketersediaan nutrisi di daerah perakaran tanaman seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Berdasarkan data bobot kering dan serapan N-to (Tabel 2) dapat dinyatakan bahwa pengaruh pemberian P(FA) lebih kuat dibandingkan dengan pemberian ZA atau Urea. Hal ini didukung dengan uji statistik, bahwa nilai F-hitung FA jauh lebih tinggi dari F-hitung Z/U. Tabel 4 juga memperlihatkan bahwa interaksi $FA \times Z/U$ sangat nyata mempengaruhi serapan N pupuk (ZA dan Urea) tetapi tidak terhadap serapan N yang berasal dari tanah. Interaksi tertinggi ditunjukkan $Z_2/U_2 \times FA_1$. Data interaksi ini menunjukkan bahwa pada tanah yang dipakai untuk percobaan pemberian nutrisi yang dilaksanakan secara berimbang (pemupukan berimbang). Pengaruh interaksi antara FA dengan ZA atau Urea terhadap bobot kering baik untuk ZA maupun Urea terjadi pada perlakuan $FA_2 \times Z_2/U_2$. Hal ini mungkin dapat diterangkan bahwa pertumbuhan final tanaman, dalam hal ini dinyatakan dalam bobot kering merupakan interaksi bukan hanya dari $P \times N$ (FA \times Z/U) tetapi juga interaksi dari berbagai faktor lain. Faktor-faktor tersebut bila hanya dilihat dari segi nutrisi saja, dapat berupa pengaruh dari banyak nutrisi lain seperti K,

S, dan unsur mikro: Zn. Dari data yang diperoleh dari penelitian ini dapat dikatakan dengan pasti bahwa N dan P berperan secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman, yang biasa dinyatakan dalam berbagai parameter. Data pengamatan N-tanah (N-t) memperlihatkan hal yang sejalan dengan serapan N-to, yaitu P (FA) mempunyai peran penting untuk meningkatkan serapan N-tanah (Tabel 4). Perlu diperhatikan bahwa pemberian N P dan (Z/U) memacu penyerapan N-total (Tabel 2)

KESIMPULAN

Data yang diperoleh pada percobaan ini menunjukkan bahwa baik pemberian N-ZA (N-Z) maupun N-urea (N-U) dan P (FA) secara sendiri-sendiri maupun gabungan dapat mendorong pertumbuhan tanaman (bobot kering, g/tanaman) dan serapan N-total (mg N/tanaman). Satu hal yang dapat dikemukakan, bahwa pada tanah yang dipakai untuk percobaan pupuk P (FA) tampaknya lebih dominan pengaruhnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan pupuk N (ZA dan Urea), berdasarkan parameter pengamatan di atas. Data yang diperoleh juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk N atau P (FA) meningkatkan secara nyata nilai % atom eksres ^{15}N . Pengamatan atom eksres ^{15}N merupakan petunjuk kandungan N tanaman yang berasal dari pupuk ZA atau Urea. Dengan demikian pemberian fosfat alam bisa memacu tanaman jagung untuk memanfaatkan N yang berasal dari pemupukan Urea dan ZA. Pemupukan N (ZA dan Urea) atau fosfat alam (FA) secara nyata menyebabkan penurunan kandungan N tanaman dari tanah. Berdasarkan data pengamatan bobot kering tanaman, % a.e ^{15}N , dan % N-tanah dapat dinyatakan bahwa (i) pemupukan N mutlak diperlukan untuk budidaya jagung pada tanah yang digunakan dalam percobaan ini; (ii) pemberian fosfat alam juga sangat diperlukan untuk meningkatkan serapan N-total, baik N dari pupuk maupun N yang berasal dari tanah; (iii) dari data kenaikan bobot kering sebagai cerminan pertumbuhan tanaman dan serapan N tanah (total, pupuk, dan tanah) dapat dinyatakan bahwa, pada tanah yang dipakai untuk percobaan peran P (fosfat alam) lebih dominan dari pupuk N; dan (iv) baik pupuk P ataupun N secara bersama-sama (berinteraksi) meningkatkan bobot kering tanaman dan serapan N total (Tabel 2). Hal ini memberikan indikasi bahwa

untuk budidaya jagung di tanah yang digunakan untuk percobaan memerlukan pemberian pupuk baik N maupun P (fosfat alam).

DAFTAR PUSTAKA

1. SANCHEZ, P.A., 1976. "Properties and management of soils in the tropics" John Wiley, New York.
2. MASUMOTO, S. 1999. Production of composts fitting to humid tropical soils as one of the sustainable agriculture technologies. Proc. Intl. Sem. Toward Sustainable Agriculture in Humid Tropics Facing 21st Century. Bandar Lampung, Indonesia, Sept. 22 - 28, 1 - 9.
3. SANTOSO, D., 1988. Development of phosphorus fertilizers used in acid soils in Indonesia. In "Nutrient Management for Sustainable Crop Production in Asia (A.E. Johnston and Syers, J.K., eds.) CAB International, Walingford, Oxon, UK.
4. Van NOORDWIJK, HARIAH, M.K., GURITNO, B., SUGITO, Y., and ISMUNANDAR, S., 1996. Biological management of soil fertility for sustainable agriculture in acid upland soil in Lampung. *Agrivita* 19 No, 4. 131 - 135
5. MULLER HARVEY, I., JUO, A.S.R., and WILD, A., 1985. Soil organic, C, N, S and P after forest clearance in Nigeria: mineralization rates and spatial availability. *Journal of Soil Science* 36, 585 - 591.
6. Van der CRUIJS, A.C.B.M., WONG, M.T.V., JUO, A.S.R., and WILD, A., 1988. Recovery of ¹⁵N-labelled fertilizer in crops, drainage water, and soil using monolith lysimeters in South East Nigeria. *Journal of Soil Science* 39, 483 - 492.
7. SISWORO, E.L., HARYANTO, and ANIA CITRARESMINI, 2006. Using the ¹⁵N method to determine N-soil, N-green manure, and N-urea availability after six seasons in an alley cropping system. *Journal Ilmiah Aplikasi Isotop dan radiasi*. Vol 2, No.2, 23 - 34.
8. MULLER, H.W., 1986. Measures on the soil amelioration potential of rock phosphate in oxisol and ultisol. In : *Fertilizers Minerals in Asia and the Pacific*. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific United Nation, Bangkok.