

PENGGUNAAN TEKNIK NUKLIR UNTUK EVALUASI EFEK RESIDU PUPUK P TERHADAP PERTUMBUHAN PADI SAWAH

Idawati, Havid Rasjid, Haryanto, dan E.L. Sisworo

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN



ID0000152

ABSTRAK

PENGGUNAAN TEKNIK NUKLIR UNTUK EVALUASI EFEK RESIDU PUPUK P TERHADAP PERTUMBUHAN PADI SAWAH. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh pasokan nutrisi sehingga pengamatan terhadap ketersediaan hara P bagi tanaman perlu dilakukan jika pemupukan P berkala diterapkan. Percobaan yang dilakukan bertujuan untuk mempelajari ketersediaan hara P bagi padi sawah setelah selang dua masa tanam tanpa pemupukan P. Padi varietas IR64 dicoba ditumbuhkan (Tanam IV) pada tanah Puskasnegara yang hanya memperoleh pupuk P pada tiga masa tanam sebelumnya (Tanam I) dengan takaran: 0 kg P/ha (0P), 120 kg P-FA (120 FA), 180 kg P-FA (180 FA), 60 kg P-TSP (60 TSP), dan 90 kg P-TSP (90 TSP). Pupuk N dan K diberikan sebagai pupuk dasar. Isotop ^{32}P digunakan dalam metode pengenceran isotop untuk memperoleh informasi tentang ketersediaan hara P bagi tanaman. Ternyata pada Tanam IV ini tanaman mengalami gangguan pertumbuhan yang disebabkan oleh kekurangan hara P seperti diekspresikan oleh nilai L residu pupuk P yang sangat rendah yang bahkan tidak mampu memberi kenaikan nilai L tanah yang cukup berarti. Jumlah P berasal dari residu yang ditemukan dalam tanaman pada Tanam IV hanya sekitar 3 hingga 11 % dari jumlah P berasal dari pupuk yang ditemukan dalam tanaman pada Tanam I. Informasi ini mengisyaratkan bahwa pemupukan P perlu dilakukan kembali setelah selang dua kali masa tanam tanpa pemupukan P karena pada dua masa tanam tersebut tanaman dapat tumbuh dengan baik seperti yang telah dilaporkan sebelumnya. Selain itu, terlihat bahwa residu TSP cenderung lebih potensial daripada residu fosfat alam dalam melepaskan P tersedia. Terlihat pula bahwa tanaman yang mendapat pasokan P tersedia yang lebih banyak dari residu TSP tersebut cenderung berkemampuan lebih besar dalam mengekstrak P dari dalam tanah daripada tanaman yang mendapat pasokan P tersedia dari residu fosfat alam.

ABSTRACT

THE USE OF NUCLEAR TECHNIQUE FOR EVALUATION OF RESIDUAL EFFECT OF P FERTILIZER ON THE GROWTH OF PADDY. Plant growth is much affected by nutrient supply so that, in practicing periodic P fertilization, monitoring of available P for plant is necessary. The aim of the conducted experiment was to study P availability for paddy after two growing seasons without P fertilization. Paddy of IR64 variety was tested to grow on Puskasnegara soil (Planting IV) which had been treated in the three previous growing season (Planting I) with P fertilizers at the rates of 0 kg P/ha (0P), 120 kg P-PR/ha (120 PR), 180 kg P-PR/ha (180 PR), 60 kg P-TSP/ha (60 TSP), and 90 kg P-TSP/ha (90 TSP). N and K fertilizers were applied as basal fertilizers. ^{32}P in the form of $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ was used in isotope dilution method to gain the information of P availability. It was seen that in this Planting IV paddy was growing poorly caused by P deficiency as expressed by L value of P residue which was very low and even giving almost no increase to L value of the soil. The amount of P derived from residue found in plant at Planting IV was only about 3 to 11% of P derived from fertilizer found at Planting I. This information gave warning that P fertilization was again needed after an interval of two growing seasons without P fertilization regarding that in those two growing seasons paddy grown well as previously reported. Furthermore, it seemed that TSP residue had a tendency to be more potential than phosphate rock residue in releasing available P. The higher P supply of TSP residue made paddy grown on soil with TSP residue have higher ability to extract soil P than paddy grown on soil with phosphate residue.

PENDAHULUAN

Pupuk P yang terurai menjadi hara P tersedia sangat mudah terfiksasi oleh partikel-partikel tanah menjadi bentuk yang tidak mobil sehingga sebagian besar hara P dari pupuk P yang diberikan tertinggal sebagai residu P yang cukup potensial untuk pasokan P bagi tanaman yang ditanam pada musim tanam berikutnya. Oleh karena itu, pemupukan P dapat dilakukan secara berkala yaitu selang beberapa kali masa tanam (1, 2). Hasil penelitian yang dilakukan oleh IDAWATI, dkk. (3) dengan menggunakan tanah dari Puskasnegara menunjukkan bahwa tanaman padi sawah

dapat tumbuh dan berkembang tanpa mengalami gangguan meskipun hara P yang diperoleh hanya dari residu P dari dua masa tanam sebelumnya.

Keefektifan residu pupuk P dapat dievaluasi dengan jalan mengukur kontribusi P yang berasal dari residu P dalam tanaman yang ditumbuhkan pada tanah yang mengandung residu pupuk P tersebut. Karena P dalam tanaman merupakan hasil penyerapan P tanah dan P residu maka harus digunakan teknik yang dapat membedakan kedua macam P tersebut. Dengan menggunakan ^{32}P sebagai perunut dalam metode pengenceran isotop, P dari kedua macam sumber tersebut dapat dievaluasi (4).

Dalam makalah ini dilaporkan hasil percobaan terhadap tanaman padi yang ditanam pada tanah dari Pusakanegara yang mengandung residu fosfat alam dan TSP yang diberikan pada tiga masa tanam sebelumnya tanpa pemupukan P kembali. Penggunaan teknik nuklir dengan metode pengenceran isotop ^{32}P diterapkan dalam percobaan ini untuk mengevaluasi efek residu fosfat alam dan TSP tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan percobaan pot di Rumah Kaca PAIR-BATAN, Pasar Jumat pada tahun 1995. Percobaan ini merupakan kelanjutan dari percobaan yang hasilnya telah dilaporkan oleh E. L. SISWORO dalam Laporan RC (5) dan IDAWATI, dkk dalam Risalah Pertemuan Ilmiah APISORA 1996. Hasil percobaan yang telah dilaporkan oleh E. L. SISWORO adalah dari Tanam I, sedangkan yang telah dilaporkan oleh IDAWATI, dkk. adalah dari Tanam II dan Tanam III. Sebagian data dalam laporan hasil percobaan Tanam I diolah kembali untuk disajikan sebagai data pembandingan dalam evaluasi efek residu pupuk P pada percobaan ini.

Dalam percobaan ini dilakukan penanaman padi varietas IR64 yang keempat (Tanam IV) dengan tanah Pusakanegara bekas penanaman padi tiga kali berturut-turut. Pemupukan P hanya dilakukan pada Tanam I, sedangkan pada Tanam II, Tanam III, dan Tanam IV tidak dilakukan pemupukan P. Pemupukan P yang dilakukan pada Tanam I terdiri dari beberapa takaran pupuk sebagai berikut:

- 0 P : tidak dipupuk P
- 120 FA : dipupuk dengan 599,89 mg P-FA/10 kg tanah atau 120 kg P-FA/ha
- 180 FA : dipupuk dengan 899,89 mg P-FA/10 kg tanah atau 180 kg P-FA/ha
- 60 TSP : dipupuk dengan 299,89 mg P-TSP/10 kg tanah atau dengan 60 kg P-TSP/ha
- 90 TSP : dipupuk dengan 449,89 mg P-TSP/10 kg tanah atau dengan 90 kg P-TSP/ha

Karena pada Tanam IV tidak dilakukan pemupukan P maka untuk Tanam IV sandi perlakuan pemupukan P tersebut merupakan sandi perlakuan residu pemupukan P. Percobaan dilakukan dalam pot dengan Rancangan Acak Lengkap dan diulang 4 kali sehingga jumlah pot percobaan seluruhnya ada 20 buah.

Dalam metode pengenceran isotop untuk evaluasi keefektifan sumber P, pada Tanam I dipergunakan TS^{32}P sebagai pupuk standard untuk memperoleh nilai A tanah dan nilai A pupuk P (6). Pada Tanam IV tanah dilabel dengan menggunakan larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ untuk memperoleh nilai L tanah dan nilai L residu pupuk P (7). Baik nilai A maupun nilai L, keduanya mengekspresikan kemampuan suatu sumber hara (P) dalam melepaskan hara (P) tersedia yang dihitung berdasarkan serapan hara tersebut dalam tanaman yang dipakai sebagai indikator. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai A dan nilai L adalah:

$$A \text{ atau } L = \frac{S_1 X}{S_2} - X$$

S_1 dan X adalah aktivitas jenis pupuk standard TS^{32}P dan jumlah P dalam pupuk standard (untuk nilai A) atau aktivitas jenis larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ dan jumlah P dalam larutan perunit tersebut (untuk nilai L), S_2 adalah aktivitas jenis ^{32}P yang ditemukan dalam tanaman (8).

Larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ yang dibutuhkan untuk melabel tanah dalam percobaan ini harus memiliki kadar P sangat rendah tetapi memiliki radioaktivitas sangat tinggi yang dimaksudkan agar konsentrasi P tersedia dalam tanah yang sudah sangat rendah relatif tidak berubah dan radioaktivitas ^{32}P dalam tanaman yang diperoleh cukup besar. Karena itu, untuk keamanan dan kemudahan penggunaannya, tanah yang digunakan dibatasi hanya 2 kg/pot sehingga setiap pot hanya membutuhkan 40 ml larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ yang mempunyai radioaktivitas sebesar 165 uCi. Larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam tanah yang telah dijenuhi air sambil diaduk agar terdistribusi merata. Tanah yang telah diberi isotop ^{32}P tersebut kemudian diinkubasi selama 2 hari sambil sesekali diaduk agar kehomogenan tanah bertanda ^{32}P dapat dicapai. Selanjutnya tanah ditanami bibit padi varietas IR64 yang berumur 21 hari. Pupuk urea dan KCl diberikan sebagai pupuk dasar yang ditakar setara dengan 90 kg N/ha dan 60 kg K_2O /ha. Panen dilakukan pada saat tanaman berbunga (kurang lebih pada 40 hari setelah tanam) dengan cara memangkas bagian atas tanaman kira-kira 3 cm di atas permukaan tanah.

Penimbangan bahan kering (BK) dilakukan terhadap hasil panen, lalu dilanjutkan dengan analisis unsur P dengan menggunakan metode pembentukan kompleks fosfor-molibdat-vanadat yang berwarna kuning (9), serta pencacahan aktivitas ^{32}P dengan menggunakan metode Cherenkov. Data hasil analisis tersebut merupakan dasar untuk menghitung kadar dan jumlah P berasal dari residu P (%Pbdr dan Pbdr), kadar dan jumlah P yang berasal dari tanah (%Pbdt dan Pbdt), serta nilai L tanah dan residu P (10).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Tabel 1 diperlihatkan BK tanaman pada Tanam I dan Tanam IV. Perlakuan pemupukan yang berbeda, baik pada Tanam I maupun pada Tanam IV, tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap BK tanaman. Tetapi, BK tanaman pada Tanam IV tampak lebih rendah daripada BK tanaman pada Tanam I untuk setiap perlakuan yang serupa. Dari data BK ini tampak bahwa pada Tanam IV terjadi gangguan pertumbuhan tanaman padi.

Data kadar dan serapan P dalam tanaman (mg P/gr tanaman dan mg P/pot) tersaji dalam Tabel 2. Tidak terlihat perbedaan pengaruh terhadap kadar dan serapan P dalam tanaman yang disebabkan oleh perbedaan perlakuan status P, baik pada Tanam I maupun pada Tanam IV. Kadar P tanaman pada kedua masa tanam tersebut, untuk status P yang setingkat, tidak berbeda nyata sehingga sulit untuk

dijadikan parameter guna mempelajari gangguan pertumbuhan tanaman pada Tanam IV. Tetapi, serapan P oleh tanaman pada Tanam IV nyata lebih rendah daripada yang diperoleh pada Tanam I untuk status P yang setingkat. Nampaknya, jumlah P tersedia pada Tanam IV sudah tidak dapat mencukupi kebutuhan tanaman sehingga terjadi gangguan pertumbuhan tanaman seperti yang ditunjukkan oleh data BK (Tabel 2).

Dengan meninjau data yang diperoleh melalui teknik nuklir yang disajikan dalam Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 dapat dipelajari kekurangan hara P yang dialami oleh tanaman padi pada Tanam IV. Pada Tabel 3 disajikan data kadar dan serapan P berasal dari pupuk (% Pbdp dan Pbdp) baik untuk Tanam I maupun untuk Tanam IV (untuk Tanam IV data tersebut merupakan data kadar dan serapan P berasal dari residu pupuk P yang diberikan ketika Tanam I). Pada Tanam I ditemukan sumbangan P dari pupuk sejumlah 25,15% hingga 52,33% dari total P yang ada dalam tanaman atau 5,26 hingga 8,92 mg P/pot, sedangkan pada Tanam IV sumbangan P dari residu P yang ditemukan hanya sejumlah 2,62% hingga 9,79% dari total P dalam tanaman atau 0,16 hingga 1,03 mg P/pot. Serapan P yang berasal dari pupuk dalam tanaman untuk masing-masing perlakuan P menunjukkan ketersediaan P dari sumber P terkait. Dengan demikian, jelas terlihat bahwa P tersedia dari residu pupuk P sudah sedemikian rendah terbukti dari Pbdp yang diperoleh pada Tanam IV yang hanya sekitar 3 hingga 11% dari Pbdp yang diperoleh pada Tanam I. Pada Tanam I tidak terlihat perbedaan nyata dalam hal ketersediaan P bagi tanaman yang diakibatkan oleh perlakuan status P yang berbeda, tetapi pada Tanam IV terlihat bahwa residu pupuk TSP dapat memasok P tersedia yang nyata lebih tinggi daripada residu FA.

P tersedia yang berasal dari tanah juga telah terkuras selama tiga kali masa tanam sebelumnya seperti yang ditunjukkan oleh data Pbdp pada Tanam IV yang hanya memberi kontribusi sebesar 50% dari kontribusi Pbdp pada Tanam I (terjadi pada perlakuan tanpa pemupukan P). Pada Tanam IV, residu TSP yang memberikan P tersedia yang nyata lebih tinggi daripada residu FA menyebabkan penyerapan P tanah yang cenderung lebih tinggi pula yang akhirnya memberikan BK yang cenderung lebih baik daripada yang diberikan perlakuan lainnya. Dari gejala ini timbul dugaan bahwa jika P tersedia dalam tanah, baik yang berasal dari residu P maupun yang berasal dari tanah, cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman pada awal pertumbuhan maka akar tanaman akan dapat berkembang dengan baik dan selanjutnya dapat diharapkan akan mampu mengekstrak P yang lebih sukar tersedia dari dalam tanah.

Lemahnya potensi residu pupuk P pada Tanam IV dalam memasok P tersedia dapat dilihat pada Tabel 5 yang memuat data nilai A untuk Tanam I dan nilai L untuk Tanam IV yang mengekspresikan daya pasok P dari sumber P terkait. Nilai L residu P pada umumnya sudah sedemikian rendah sehingga tidak mampu memberi kenaikan nilai L tanah yang cukup berarti. Padahal, pada Tanam I pemupukan P mampu menaikkan nilai A tanah sebesar 1,5 hingga 2,5 kali lipat. Pada Tanam I, nampak seakan-akan daya pasok P dari TSP yang diberikan lebih rendah daripada

daya pasok P fosfat alam yang diberikan. Sebetulnya, ini disebabkan karena jumlah P yang terkandung dalam jumlah TSP yang diberikan lebih kecil daripada jumlah P yang terkandung dalam jumlah fosfat alam yang diberikan, bukan karena fosfat alam lebih mudah melepaskan P tersedia. Sebaliknya, pada Tanam IV nampak bahwa daya pasok residu TSP cenderung lebih tinggi. Penjelasan tentang fenomena tersebut adalah sebagai berikut. Kelarutan TSP sudah barang tentu lebih baik daripada kelarutan FA yang merupakan batuan alam, sehingga TSP tentunya lebih mudah melepaskan P tersedia. Adapun pelepasan P tersedia dari FA terjadi dengan mudah pada FA yang telah mengalami pelapukan. Makin lanjut tingkat pelapukan FA makin mudah pelepasan P tersedia dari FA. Butiran FA yang diaplikasikan sebagai pupuk pada Tanam I tentunya adalah campuran FA dari berbagai tingkat pelapukan. Dengan demikian, residu FA pada Tanam IV akan terdiri dari butiran FA dengan tingkat pelapukan lebih dini yang lebih sukar melepaskan P tersedia. Pelapukan FA membutuhkan lingkungan asam yang tidak dapat dipenuhi pada tanah yang disawahkan yang merupakan lingkungan netral atau basa sehingga pelapukan FA menjadi terhambat yang mengakibatkan daya pasok FA menurun.

KESIMPULAN

1. Gangguan pertumbuhan dialami oleh tanaman padi pada Tanam IV yang mendapatkan hara P hanya dari residu pupuk P yang diberikan pada tiga masa tanam sebelumnya.
2. Kekurangan hara P sulit dipelajari dari data kadar P dalam tanaman. Dengan teknik nuklir dapat diperoleh informasi yang jelas tentang kemampuan sumber P, baik residu pupuk P maupun tanah, dalam menyumbang P tersedia sehingga kekurangan hara P yang menyebabkan gangguan pertumbuhan tanaman pada Tanam IV dapat diketahui.
3. Residu pupuk P pada Tanam IV tidak dapat meningkatkan nilai L tanah yang menggambarkan bahwa residu pupuk P sudah tidak mampu meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah. Namun residu TSP tampak lebih potensial dibandingkan residu fosfat alam dalam hal melepaskan P tersedia.
4. Terlihat bahwa konsentrasi P tersedia dalam tanah yang dapat menyokong pertumbuhan awal tanaman dapat memberi peluang yang lebih besar bagi tanaman untuk memperoleh P tanah yang lebih banyak.
5. Pada tanah Pusakanegara yang dicobakan, pemupukan P perlu dilakukan kembali setelah selang dua masa tanam tanpa pemupukan P agar diperoleh pertumbuhan padi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. FAGI, A.M., "Status pengetahuan teknik pemupukan pada padi sawah", Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk, Cipayung 1987, Pusat Penelitian Tanah, Bogor (1988) 37

3. SRI ROCHAYATI, MULYADI, dan SRI ADININGSIH, J., "Penelitian efisiensi penggunaan pupuk di lahan sawah", Pros. Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V, Cisarua, Pusat Penelitian Tanah, Bogor (1990) 107.
2. IDAWATI, HARYANTO, dan HAVID RASJID, "Serapan hara dan pertumbuhan padi sawah sehubungan dengan status unsur P pada tanah Pusakanegara", Aplikasi Isotop dan Radiasi (Ris. Pertemuan Ilmiah Jakarta, 1996), Buku II, Pertanian, BATAN, Jakarta (1996) 103.
4. ZAPATA, F., "Isotope technique in soil fertility and plant nutrition studies", Use of Nuclear Techniques in Studies of Soil-Plant Relationships. Training Course Series (HARDARSON, ed.), No. 2, IAEA, Vienna (1990) 61.
5. SISWORO, E.L., "Agronomic evaluation of rock phosphate vs TSP using radioisotope technique on lowland rice", Unpublished Research Contract Report (1995).
6. SISWORO, W. H., "Pengujian pupuk alam dengan teknik isotop", Buletin BATAN, Vol. VI, No. I, Jakarta (1985) 6.
7. KATO, N., FARDEAU, J. C., and ZAPATA, F., "Evaluation of the residual effect of P fertilizers on plant P nutrition using isotopic techniques". Nuclear Techniques in Soil-Plant Studies for Sustainable Agriculture and Environmental Preservation (Proc. of a Symposium Vienna, 1994), IAEA, Vienna (1995) 189.
8. MENZEL, R. G., and SMITH, S. J., "Soil Fertility and Plant Nutrition", Isotopes and Radiation in Agricultural Sciences, Vol. I (L'ANNUNZIATA, M. F. and LEGG, J. O., eds.), Academic Press, London (1984) 1.
9. OLSEN, S.R., and SOMMERS, L.E., "Phosphorous", Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties (PAGE, A. L., MILLER, R. H., and KEENEY, D. R., eds.), 2nd ed., No. 9, Madison (1982) 403.
10. IAEA, A guide to the use of nitrogen-15 and radioisotopes in studies of plant nutrition: Calculations and interpretation of data (IAEA TECDOC - 288), IAEA, Vienna (1983)

Tabel 1. Berat kering (BK) tanaman padi bagian atas pada Tanam I dan Tanam IV

Perlakuan	Berat kering (g/pot)		
	Tanam I	Tanam IV	Uji t
0 P	8,97	3,34	**
120 FA	8,76	3,01	**
180 FA	8,24	3,68	**
60 TSP	10,11	3,76	**
90 TSP	9,86	4,16	**
Uji F	tn	tn	
KK (%)	16,33	18,23	

Catatan :

- Data Tanam I adalah hasil olahan kembali data dari Laporan E. L. Sisworo
- tn menunjukkan tidak berbeda nyata
- ** menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,01$

Tabel 2. Kadar P dan serapan P dalam tanaman padi pada Tanam I dan Tanam IV

Perlakuan	Kadar P (mgP/g tanaman)			Serapan P (mgP/pot)		
	Tanam I	Tanam IV	Uji t	Tanam I	Tanam IV	Uji t
0 P	2,12	2,08	tn	19,02	6,95	**
120 FA	1,89	2,07	tn	16,12	6,23	**
180 FA	1,82	2,12	tn	15,00	7,80	*
60 TSP	2,07	2,29	tn	20,93	8,61	**
90 TSP	2,29	2,54	tn	22,58	10,57	**
Uji F	tn	tn		tn	tn	
KK (%)	16,91	12,47		22,67	31,62	

Catatan :

- Data Tanam I adalah hasil olahan kembali data dari Laporan E. L. Sisworo
- tn menunjukkan tidak berbeda nyata
- * menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,05$
- ** menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,01$

Tabel 3. Kadar dan jumlah P dalam tanaman yang berasal dari pupuk pada Tanam I dan Tanam IV

Perlakuan	%P-bdp		P-bdp (mgP/pot)	
	Tanam I	Tanam IV	Tanam I	Tanam IV
0 P	-	-	-	-
120 FA	36,82	2,62	5,94	0,16 ^b
180 FA	52,33	5,54	7,85	0,43 ^b
60 TSP	25,15	8,81	5,26	0,76 ^{ab}
90 TSP	39,51	9,79	8,92	1,03 ^a
Uji F	tn	tn	tn	*
KK (%)	32,49	53,11	32,28	67,59

Catatan:

- Data Tanam I adalah hasil olahan kembali data dari Laporan E. L. Sisworo.
- tn menunjukkan tidak berbeda nyata
- * menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,05$.
- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Kadar dan jumlah P dalam tanaman yang berasal dari tanah pada Tanam I dan Tanam IV

Perlakuan	%P-bdt		P-bdt	
	Tanam I	Tanam IV	Tanam I	Tanam IV
0 P	70,17 ^a	100,00 ^a	13,35	6,95
120 FA	45,20 ^b	97,38 ^{ab}	7,29	6,07
180 FA	34,49 ^b	94,46 ^{ab}	5,17	7,37
60 TSP	53,50 ^{ab}	91,19 ^b	11,20	7,85
90 TSP	43,20 ^b	90,21 ^b	9,75	9,54
Uji F *	**	tn	tn	
KK (%)	28,03	3,35	44,73	31,21

Catatan :

- Data Tanam I adalah hasil olahan kembali data dari Laporan E. L. Sisworo.
- tn menunjukkan tidak berbeda nyata
- * menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,05$
- ** menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,01$
- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 5. Nilai A tanah + pupuk dan nilai A pupuk pada Tanam I, serta nilai L tanah+residu pupuk dan nilai L residu pupuk pada Tanam IV

Perlakuan	Tanam I		Tanam IV	
	A tanah+pupuk	A pupuk	L tanah+res.ppk	L residu pupuk
0 P	266,72 ^c	-	43,96	-
120 FA	471,33 ^b	204,61 ^{bc}	45,16	1,20 ^b
180 FA	661,02 ^a	394,30 ^a	46,44	2,48 ^{ab}
60 TSP	380,22 ^b	113,49 ^c	48,24	4,28 ^a
90 TSP	500,56 ^{ab}	233,84 ^b	48,77	4,81 ^a
Uji F **	**	tn	*	
KK (%)	23,55	26,66	12,84	51,96

Catatan:

- Nilai A dan L merupakan indeks daya pasok P tersedia dari tanah dan pupuk atau residu pupuk.
- Data Tanam I adalah hasil olahan kembali data dari Laporan E. L. Sisworo.
- tn menunjukkan tidak berbeda nyata.
- * menunjukkan beda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,05$
- ** menunjukkan berbeda nyata pada tingkat kepercayaan $P < 0,01$.
- angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

DISKUSI

OKTAVIA S. PADMINI

Dari hasil percobaan terlihat bahwa residu TSP cenderung lebih potensial daripada residu fosfat alam dalam melepaskan P tersedia. Bagaimana proses/mekanisme pelepasan P dari kedua macam pupuk di atas ?

IDAWATI

Fosfat alam adalah batuan alam yang masih belum melapuk. Derajat pelapukan yang lebih tinggi akan memberikan P- tersedia yang lebih tinggi pula. Fosfat alam membutuhkan lingkungan masam agar reaksi pelepasan P dapat digeser kearah kanan, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{Po}_4^{3-}$. Dalam hal TSP karena kelarutannya cukup tinggi, maka lingkungan yang netral relatif tetap dapat melepaskan P dengan mudah.

E. SUWADJI

Nilai "L" atau larsen/labile value adalah nilai komparatif dari ketersediaan unsur hara tanpa tanaman, dibanding nilai "A". Bagaimana Anda bisa mengkonversikannya ke tanaman ?

IDAWATI

Untuk memperoleh Nilai A dan L kedua-duanya dengan memakai tanaman yang berfungsi sebagai pengambil hara tersedia.

ETTY HENDRARTI

1. Mengingat pupuk P jenis/ merk TSP tidak ada lagi dipasaran, mengapa tidak digunakan Sp-36 yang digunakan sebagai pengganti TSP ?
2. Mengapa tidak dilakukan analisis jaringan tanaman untuk mengetahui efek residu P, yang dapat digunakan sebagai data pembanding bagi metode isotop ^{32}P ? (supaya hasil penelitian lebih akurat).

IDAWATI

1. Percobaan ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang berawal pada kerjasama dengan IAEA pada tahun 1995, yang ingin memperoleh informasi tentang keefektifan fosfat alam sebagai pupuk. Jadi, disini yang ingin dipelajari adalah fosfat alam yang dibandingkan dengan pupuk P yang umum digunakan saat ini, yaitu TSP.
2. Analisis jaringan tanaman kami lakukan yang memberikan informasi serapan P dari residu pupuk P dan serapan P dari sumber P lainnya yang kemudian digunakan untuk memperkirakan daya pasok sumber-sumber P (menghitung nilai A dan nilai L).