

KOMPOSISI KANDUNGAN FOSFOR PADA TANAMAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.) BERASAL DARI PUPUK FOSFOR (P) DAN BAHAN ORGANIK

PHOSPHORUS CONTENT IN THE LOWLAND RICE (*Oryza sativa* L.) DERIVED FROM P-FERTILIZER AND ORGANIC MATTER

Aisyah D. Suyono^{*)} dan Ania Citraresmini^{**)}

^{*)}Fakultas Pertanian - Univ. Padjadjaran, Bandung

^{**)}Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN

Jln. Raya Cinere-Pasar Jumat, Lebak Bulus, Jakarta Selatan

e-mail : citra_idat@yahoo.com.

ABSTRACT

A pot experiment was conducted at the experiment station PATIR – BATAN, in order to determine phosphorous content derived from P-fertilizer and organic matters in paddy field, both quantitatively and qualitatively. In the experiment, factorial pattern of Randomized Group Design with 3 replication was used. The first factor was the dose of SP-36 with four doses, which were 0, 30, 60, and 90 kg ha⁻¹SP-36. The second dose was organic fertilizer with four doses, which were 0, 5, 10, dan 15 ton/ha. ³²P isotope technique with A-value method was used to determine the absorption of P by the plants in order to establish the composition of P derived from the soil, ³²P, SP-36 and organic fertilizer. The results of the experiment proved that an increase in the P content from one of the P sources caused a decrease in the P content from other P sources.

Keywords: *Phosphors, Organic matter, SP-36 fertilizer, Phosphorous absorption.*

ABSTRAK

Telah dilaksanakan percobaan pot di kebun percobaan milik PATIR-BATAN untuk menentukan kandungan fosfor yang berasal dari pupuk P dan bahan organik pada padi sawah, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Pada percobaan tersebut diterapkan desain percobaan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis SP-36 dengan empat dosis, yaitu 0, 30, 60, dan 90 kg/ha. Faktor kedua adalah dosis pupuk organik, yaitu 0, 5, 10, dan 15 ton/ha. Teknik isotop ³²P dengan metode nilai-A digunakan untuk menentukan serapan P oleh tanaman dengan tujuan menetapkan komposisi P yang berasal dari tanah, ³²P, SP-36, dan pupuk organik. Hasil percobaan membuktikan bahwa peningkatan kandungan P dari salah satu sumber P mengakibatkan penurunan kandungan P dari sumber P lainnya.

Kata kunci: *Fosfor, Bahan organik, Pupuk SP-36, Penyerapan fosfor.*

PENDAHULUAN

Unsur fosfor (P) merupakan unsur esensial bagi tanaman karena merupakan faktor pembatas yang memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada tanaman padi, unsur P berperan dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangan

akar, memicu pembungaan dan pematangan buah terutama pada kondisi iklim rendah, mendorong lebih banyak pembentukan rumpun/anakan yang memungkinkan pemulihan dan adaptasi yang lebih cepat pada saat tanaman padi mengalami cekaman, dan mendukung pembentukan bulir gabah yang lebih baik serta memiliki kandungan

gizi yang lebih baik sehubungan dengan kadar P dalam biji.¹

Peran penting yang dimiliki oleh unsur P menyebabkan unsur ini harus selalu tersedia pada saat penanaman padi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan pembentukan rumpun/anakan sehingga dapat mendukung produksi. Pemupukan P di lahan sawah sering kali dilakukan secara intensif, namun sering kali tanpa memerhatikan status hara P tanah. Pemupukan ini dilakukan pada setiap musim tanam sehingga menyebabkan terjadinya timbunan P di dalam tanah yang sesungguhnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber hara P bagi tanaman padi.

Penimbunan unsur P dalam lahan sawah terjadi karena sifat unsur P yang immobil, sehingga kurang tersedia bagi tanaman. Ketidaktersediaan unsur ini juga karena unsur P mudah terikat dengan unsur aluminium (Al) dan besi (Fe) pada tanah masam dan dengan kalsium (Ca) pada tanah basa, juga penyerapan oleh koloid liat. Kondisi ini mengakibatkan efisiensi pemupukan P menjadi rendah. Hasil penelitian Sisworo dan Rasjid² serta Idawati dan Haryanto³ menunjukkan bahwa efisiensi pemupukan P pada lahan kering dan lahan sawah tidak mencapai 10%.

Ketersediaan P dapat ditingkatkan melalui tindakan budi daya, antara lain dengan penambahan bahan organik, pengapuran, pemberian pupuk, dan bioteknologi.⁴ Penambahan bahan organik menghasilkan senyawa organik di dalam tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan P melalui pembentukan kompleks organofosfat yang mudah diasimilasi oleh tanaman, penggantian anion pada $H_2PO_4^-$ tapak adsorpsi, penyelimutan oksida Fe/Al oleh humus yang membentuk suatu lapisan pelindung dan mengurangi adsorpsi P, serta meningkatkan jumlah P organik yang dimineralisasi menjadi P anorganik.⁵

Pupuk kandang, sebagai salah satu jenis bahan organik, cukup banyak digunakan karena selalu memperlihatkan pengaruh yang baik pada hasil tanaman untuk beberapa kali musim tanam. Pupuk kandang didistribusikan dalam waktu yang lebih lama daripada pupuk buatan.⁶ Hardjowigeno⁷ melaporkan bahwa pupuk kandang dapat dipakai sebagai usaha untuk memperbaiki kesuburan tanah, meskipun kandungan unsur hara dalam pupuk kandang tidak terlalu tinggi.

Pemberian pupuk P-anorganik dapat meningkatkan ketersediaan P melalui reaksi keseimbangan kimia yang ditimbulkannya. Ketika pupuk tersebut ditambahkan ke dalam tanah, konsentrasi P tersedia di dalam tanah meningkat. Gradien konsentrasi P dalam tanah berbeda dengan gradien konsentrasi P dalam tanaman sehingga terjadi difusi P dari tanah ke dalam tanaman. Sebagai akibatnya, konsentrasi P dalam tanah kembali menurun, dan saat inilah terjadi pelepasan unsur P dari *pool* stabil ke dalam *pool* labil melalui reaksi kimia dan biologi untuk mempertahankan keseimbangan P dalam tanah.

Serapan P oleh tanaman yang berasal dari pupuk P dan bahan organik dapat ditentukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengukuran ini dapat digunakan sebagai landasan menentukan dosis pemberian pupuk kandang sapi dan pupuk SP-36 yang lebih efisien. Penentuan secara kuantitatif digunakan untuk mendapatkan data jumlah P yang diserap tanaman dari kedua sumber P tersebut, sedangkan penentuan secara kualitatif untuk mengetahui komposisi masing-masing P berasal dari sumber yang berbeda setelah diserap oleh tanaman.

Penentuan serapan P oleh tanaman selama ini dilakukan melalui suatu perhitungan yang memerlukan penentuan bobot kering tanaman dan kandungan P-total tanaman terlebih dahulu. Penentuan P-total tanaman dilakukan di laboratorium dengan metode vanado-molibdat. Nilai serapan P yang diperoleh hanya menggambarkan keseluruhan P yang diserap tanaman. Pada teknik isotop penentuan serapan P dapat dilakukan secara langsung melalui pencacahan aktivitas isotop ^{32}P dalam jaringan tanaman sehingga dapat memperpendek langkah-langkah analisis. Selain itu, dengan menggunakan metode perhitungan Nilai-A (*A-Value*) dapat dihitung serapan P berasal dari masing-masing sumber P yang diberikan ke dalam tanah.

Isotop ^{32}P dapat digunakan untuk menentukan efisiensi pupuk P, untuk mempelajari residu pupuk P, P-tersedia dalam tanah, pola perakaran aktif tanaman, distribusi perakaran dalam tanah, evaluasi agronomis fosfat alam, dan ketersediaan P dari residu pupuk P⁸. Komposisi isotopik P, yaitu rasio ^{32}P : total P, dari setiap bahan dinamakan aktivitas jenis (*specific activity* = S.A.).⁹

Penelitian mengenai P dengan menggunakan teknik isotop ^{32}P telah banyak dilakukan dan hasilnya dapat menunjukkan sumbangan P dari setiap sumber P yang digunakan. Sisworo¹⁰ melaporkan bahwa dengan menggunakan teknik isotop dapat diketahui bahwa sumber P utama tanaman padi sampai tanaman berumur 40 hingga 50 hari setelah tanam adalah P yang berasal dari pupuk, setelah periode itu umumnya tanaman memanfaatkan P yang berasal dari tanah.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui komposisi kandungan P tanaman yang dibentuk oleh P dari pupuk kandang sapi dan P dari pupuk SP-36, sehingga kontribusi P dari masing-masing sumber P dapat dijadikan dasar penentuan dosis pemberian pupuk tersebut bagi padi sawah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan pot dilakukan pada bulan Mei 2008–Oktober 2008 di rumah kaca Kebun Percobaan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (PATIR-BATAN), Pasar Jumat Jakarta Selatan. Jenis tanah yang digunakan pada percobaan ini adalah tanah sawah ordo Ultisols asal Instalasi Penelitian Padi – Sukamandi, Subang (Jawa Barat). Ketebalan lapisan tanah yang diambil adalah sedalam lapisan olah (0 sampai 20 cm). Status hara P pada tanah ini termasuk kategori sedang dengan kandungan P_2O_5 potensial 24 mg/100g. Sebagai tanaman pengujian digunakan padi varietas IR-64 yang memiliki daya kecambah 98%.

Tanah dibersihkan dari sisa-sisa akar dan gulma, digemburkan kemudian dicampur sampai homogen, lalu dikeringanginkan. Tanah ini kemudian dimasukkan ke dalam pot sebanyak 10 kg/pot, digenangi air dan dibiarkan selama dua minggu hingga melumpur (disawahkan). Satu minggu pertama saat pelumpuran, ditambahkan bahan organik pupuk kandang sapi siap pakai dengan dosis sesuai perlakuan. Satu hari sebelum tanam, tanah dalam setiap pot diberi 100 mL larutan isotop ^{32}P dalam bentuk $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ dengan aktivitas 300 μCi sambil diaduk hingga merata. Pada saat tanam keesokan harinya diberikan pupuk dasar N (urea) dan K (KCl) dengan dosis 90 kg N/ha dan 60 kg K/ha, serta pupuk P pada berbagai dosis sebagai perlakuan.

Dosis perlakuan pupuk P (SP-36) yang digunakan adalah dosis P untuk status P tanah sedang, yaitu pada kisaran 50 sampai 75 kg/ha SP-36¹¹ (setara dengan 18 sampai 27 kg P_2O_5 /ha). Rincian dosis perlakuan pupuk SP-36 adalah 0 kg/ha, 30 kg/ha, 60 kg/ha, dan 90 kg/ha. Adapun dosis perlakuan pupuk kandang sapi menggunakan kisaran dosis 5 sampai 15 ton/ha dengan acuan dosis optimal berdasarkan hasil penelitian Joy (2000) dan Rusnetty (2001)¹², yaitu pada kisaran 7,5 ton/ha. Rincian dosis perlakuan pupuk kandang sapi adalah 0 ton/ha, 5 ton/ha, 10 ton/ha, dan 15 ton/ha. Pupuk kandang sapi yang digunakan memiliki kandungan C-organik 10,35%; kandungan asam fulvat dan asam humat masing-masing 0,71% dan 0,53%; dan kandungan hara makro N- P_2O_5 - K_2O -Ca-Mg-S 2,07%.

Aplikasi isotop ^{32}P dilakukan dengan menggunakan Metode Tidak Langsung. Dalam metode ini larutan isotop ^{32}P diberikan pada tanah dengan tujuan menandai tanah karena bahan organik pupuk kandang sapi bersifat alami sehingga tidak dapat ditandai. Aktivitas jenis ^{32}P dalam sampel tanaman ditentukan dengan alat Liquid Scintillation Counter.

Percobaan menerapkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Total kombinasi perlakuan dari dua faktor dengan masing-masing empat taraf perlakuan adalah 16 kombinasi perlakuan, yang diulang sebanyak tiga kali. Statistik pengujinya menggunakan F hitung dilanjutkan uji jarak berganda Duncan pada taraf $\alpha = 5\%$.

Variabel respons yang diamati adalah: (1) bobot kering jerami dan gabah, dan (2) kandungan P dalam jerami dan gabah berasal dari berbagai sumber. Metode Nilai-A digunakan untuk menentukan kandungan P berasal dari berbagai sumber. Persamaan-persamaan yang digunakan untuk mendapatkan Nilai-A adalah sebagai:

$$\%^{32}\text{P} = \frac{\mu\text{Ci sampel mengandung } ^{32}\text{P}}{\mu\text{Ci isotop } ^{32}\text{P yang diaplikasi}} \quad (1)$$

$$\frac{\%^{32}\text{P}}{\text{Kandungan P dalam } ^{32}\text{P}} = \frac{\% \text{P} - \text{tanah}}{\text{Nilai - A tanah}} \quad (2)$$

μCi sampel mengandung ^{32}P adalah hasil konversi dari angka cacahan alat yang pada awalnya dinyatakan dalam cpm kemudian diubah menjadi dpm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian statistik terhadap respons bobot kering jerami dan gabah terhadap perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 di atas menunjukkan perbedaan respons bobot kering jerami dan gabah lebih dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang sapi. Pemberian pupuk SP-36 sampai 90 kg/ha tidak berpengaruh nyata terhadap rata-rata bobot kering jerami dan gabah. Hal ini diduga ketersediaan P dari pupuk SP-36 yang telah menurun karena faktor efektivitas pupuk SP-36 yang rendah akibat kelarutannya yang tinggi. Menurut pendapat Noor¹³ sekitar 80% dari P larut air yang diberikan pada tanah masam difiksasi dalam 20–25 hari setelah pemberian sehingga efisiensi pemberian pupuk P sangat rendah hanya sekitar 15–20% yang dapat diambil oleh tanaman dan sisanya tertinggal sebagai residu. Dalam percobaan ini tanah yang digunakan memiliki derajat kemasaman (pH) 5,3 yang menunjukkan tanah bersifat masam.

Pemberian pupuk kandang sapi pada dosis 10 ton/ha dapat menghasilkan bobot kering jerami tertinggi (55,76 g/pot) dan peningkatan bobot

kering gabah yang cukup besar (70,11 g/pot). Hal ini diduga karena kemampuannya meningkatkan ketersediaan P dalam tanah sehingga tanaman mampu meningkatkan akumulasi fotosintat pada batang yang kemudian ditranslokasikan ke dalam gabah. Menurut Brady¹⁴ bahan organik sangat memengaruhi ketersediaan P. Dekomposisi bahan organik menghasilkan asam organik dan humus yang secara efektif mengurangi penyerapan P anorganik sehingga menjadi P-tersedia bagi tanaman.

Bobot kering jerami pada perlakuan pupuk kandang sapi dosis 15 ton/ha sedikit mengalami penurunan, namun secara statistik perbedaan ini tidak nyata dengan dosis 10 ton/ha. Pada dosis yang sama bobot kering gabah mengalami peningkatan, namun secara statistik tidak berbeda nyata dengan bobot kering gabah pada dosis lainnya. Perbedaan yang nyata terlihat pada aplikasi pupuk kandang sapi dosis 15 ton/ha. Kondisi ini berkaitan dengan bobot kering jerami yang dimiliki tanaman pada perlakuan yang sama. Pada dosis 15 ton/ha bobot kering jerami lebih rendah dibandingkan bobot kering jerami pada dosis 10 ton/ha. Hal ini menunjukkan tingginya tingkat distribusi P dari jerami ke gabah pada dosis 15 ton/ha. Selain itu, responsivitas gabah terhadap ketersediaan P cukup tinggi sehingga tingkat ketersediaan P dalam tanah melalui pemberian pupuk kandang sapi dosis 15 ton/ha mampu memenuhi kebutuhan gabah. Hal ini terlihat dari tercapainya bobot kering gabah tertinggi (71,14 g/pot) pada dosis ini. Menurut

Tabel 1. Pengaruh Mandiri Pupuk SP-36 dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Rata-rata Bobot Kering Jerami dan Gabah.

Dosis Pupuk	Rata-rata Bobot Kering Jerami (g/pot)	Rata-rata Bobot Kering Gabah (g/pot)
Pupuk SP-36		
0 kg/ha	53,75 ^a	68,86 ^a
30 kg/ha	53,20 ^a	66,90 ^a
60 kg/ha	53,50 ^a	66,93 ^a
90 kg/ha	55,20 ^a	69,56 ^a
Pupuk Kandang Sapi		
0 ton/ha	52,72 ^a	65,50 ^a
5 ton/ha	51,64 ^a	65,53 ^a
10 ton/ha	55,76 ^b	70,11 ^{ab}
15 ton/ha	55,52 ^b	71,14 ^b

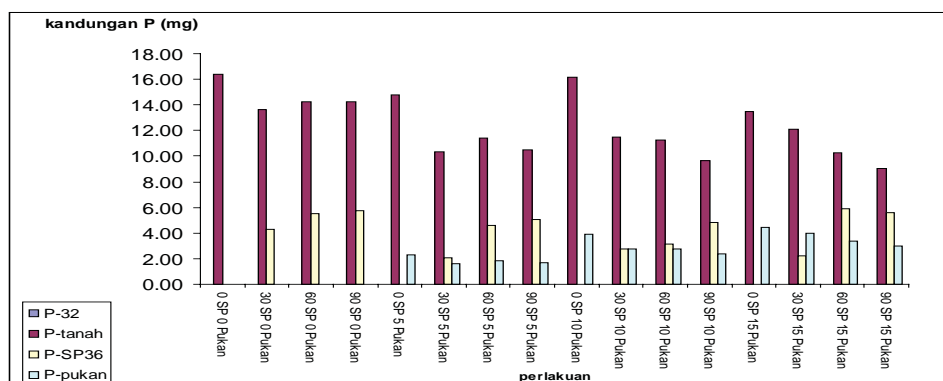
Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

De Datta,¹ pada tanaman padi P terlibat dalam pasokan dan transfer energi dari seluruh proses biokimia dalam tanaman. Unsur ini terutama berperan dalam mendukung pembentukan bulir gabah yang lebih baik serta memiliki kandungan gizi yang lebih baik, sehubungan dengan kadar P dalam biji.

Kandungan P-total dalam jerami dan gabah merupakan akumulasi dari berbagai sumber P yang dapat diserap oleh tanaman. Dalam percobaan ini sumber P berasal dari tanah, dari pupuk SP-36, dari pupuk kandang sapi, dan dari isotop ³²P sebagai penanda (*tracer*). Melalui pencacahan aktivitas jenis ³²P dan menggunakan rumus perhitungan, diperoleh gambaran distribusi kandungan P dalam jerami dan gabah yang berasal dari berbagai sumber P. Gambar 1a dan 1b memperlihatkan komposisi kandungan P-berasal dari berbagai sumber dalam jerami dan gabah. Pada setiap kenaikan kandungan P-berasal dari salah satu sumber P, mengakibatkan penurunan

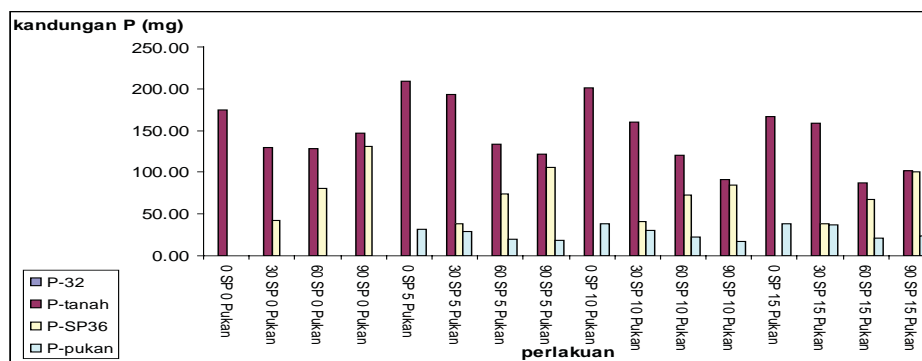
kandungan P-berasal dari sumber P lainnya. Dari gambar tersebut terlihat bahwa tanaman selalu menunjukkan respons terhadap unsur P-tersedia dari berbagai sumber yang ada di dalam tanah.

Kandungan P-berasal dari tanah selalu menunjukkan komposisi tertinggi dalam tanaman. Kandungan P ini menurun pada saat terdapat P-tersedia dalam tanah yang berasal dari sumber P lain, dan akan semakin menurun apabila jumlah P-tersedia ini meningkat. Pada jerami dan gabah kandungan P-berasal dari tanah menunjukkan kandungan tertinggi, yaitu 16 mg P/tanaman dan 20 mg P/tanaman, pada saat tanah merupakan satu-satunya sumber P yang ada. Manakala sumber P beragam dan dosisnya meningkat maka terjadi penurunan kandungan P-berasal dari tanah. Pada jerami peningkatan P-berasal dari sumber P selain tanah tidak terlalu besar, sedangkan pada gabah peningkatan cukup besar terutama pada kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dengan dosis pemberian yang meningkat. Respons



Keterangan: SP = pupuk SP-36 dalam kg/ha; Pukan = Pupuk kandang sapi dalam ton/ha

Gambar 1a. Rata-rata kandungan P berasal dari berbagai sumber pada setiap perlakuan pada jerami.



Keterangan: SP = pupuk SP-36 dalam kg/ha; Pukan = Pupuk kandang sapi dalam ton/ha

Gambar 1b. Rata-rata kandungan P berasal dari berbagai sumber pada setiap perlakuan pada gabah.

kandungan P-berasal dari berbagai sumber P ini diuji secara statistik untuk mengetahui apakah perbedaan respons ini nyata pada setiap perlakuan.

Respons kandungan P-berasal dari tanah pada jerami dan gabah terhadap perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi diuji secara statistik, dan data tersaji pada Tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan pupuk SP-36 menyebabkan perbedaan respons pada jerami dan gabah, sedangkan pupuk kandang sapi hanya menyebabkan perbedaan respons pada jerami. Umumnya peningkatan dosis pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi menyebabkan penurunan kandungan P-berasal dari tanah.

Kandungan P-berasal dari tanah yang tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk SP-36 dan tanpa pupuk kandang sapi. Dalam hal ini sumber P yang ada hanyalah P-tanah sehingga tanaman lebih banyak menyerap P-tersedia dari sumber yang ada dan kemudian mendistribusikannya ke dalam gabah.

Pemberian pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi menyebabkan penurunan kandungan P-berasal dari tanah pada jerami dan gabah. Penurunan ini tidak nyata pada jerami saat dosis masing-masing jenis pupuk ditingkatkan. Pada gabah peningkatan dosis pupuk SP-36 tidak nyata saat dosis pupuk SP-36 ditingkatkan dari 60 kg/ha menjadi 90 kg/ha. Hal ini menunjukkan peningkatan dosis tidak selalu menyebabkan peningkatan penyerapan P oleh tanaman, tergantung pada kebutuhan

tanaman itu sendiri dan bentuk P yang tersedia dari sumber P. Seperti dikemukakan Rosmarkam dan Yuwono¹⁵ bahwa kecepatan penyerapan hara dipengaruhi oleh kadar hara dalam tanaman, bila kadar hara ini rendah maka penyerapan unsur hara relatif lebih cepat, demikian juga sebaliknya.

Pemberian pupuk kandang sapi tidak memberikan perbedaan respons kandungan P-berasal dari tanah dalam gabah. Hal ini diduga disebabkan bentuk ion P dalam pupuk kandang sapi bukan merupakan bentuk ion P yang mudah tersedia. Selain itu, kandungan P dalam pupuk kandang sapi jauh lebih rendah dibandingkan kandungan P dalam pupuk SP-36.

Aktivitas jenis ³²P dalam sampel tanaman menunjukkan jumlah isotop ³²P yang diserap tanaman. Aktivitas jenis yang tinggi memberikan asumsi bahwa ³²P hanya sedikit mengalami pengenceran oleh sumber P lain yang ada dalam media. Dengan kata lain, sumber P menyumbangkan sedikit P ke dalam tanah. Adapun hal sebaliknya terjadi apabila sumber P melepaskan banyak P tersedia ke dalam tanah, mengakibatkan tingkat pengenceran isotop yang tinggi. Dalam kondisi ini aktivitas jenis ³²P dalam sampel tanah atau tanaman menjadi lebih kecil.¹⁶

Respons kandungan P-berasal dari ³²P dalam jerami terhadap perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi secara statistik menunjukkan adanya perbedaan (Tabel 3). Umumnya peningkatan dosis pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Perlakuan Pupuk SP-36 dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Kandungan P-berasal dari Tanah dalam Jerami dan Gabah.

Dosis Pupuk	Rata-rata Kandungan P-berasal dari tanah dalam jerami (mg P/tanaman)	Rata-rata Kandungan P-berasal dari tanah dalam gabah (mg P/tanaman)
Pupuk SP-36		
0 kg/ha	15,20 ^a	187,75 ^a
30 kg/ha	11,88 ^b	160,64 ^b
60 kg/ha	11,78 ^b	117,36 ^c
90 kg/ha	10,86 ^b	115,11 ^c
Pupuk Kandang Sapi		
0 ton/ha	14,62 ^a	144,87 ^a
5 ton/ha	11,75 ^b	164,21 ^a
10 ton/ha	12,13 ^b	143,15 ^a
15 ton/ha	11,20 ^b	128,62 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

menyebabkan penurunan kandungan P-berasal dari ^{32}P dalam jerami dan gabah. Namun, pada gabah perbedaan respons hanya disebabkan perlakuan pupuk SP-36. Kondisi ini disebabkan besarnya tingkat pengenceran isotop dalam tanah. Semakin besar dosis pupuk yang diberikan maka semakin besar P-tersedia yang mengakibatkan terjadinya pengenceran isotop.

Semakin banyak sumber P terdapat dalam tanah, semakin besar faktor yang memengaruhi “pengenceran” isotop ^{32}P di dalam tanah sehingga jumlah isotop ^{32}P yang diserap tanaman semakin kecil.⁹ Namun, secara statistik terdapat penurunan kandungan P-berasal dari ^{32}P yang tidak berbeda nyata, diduga disebabkan kandungan P dalam sumber P tidak cukup tinggi. Hal ini terlihat pada respons dalam gabah terhadap perlakuan pupuk kandang sapi. Pada jerami peningkatan dosis pupuk SP-36 tidak menyebabkan perbedaan kandungan P-berasal dari ^{32}P diduga disebabkan tingkat distribusi P ke dalam gabah yang cukup tinggi. Gabah sebagai bagian generatif tanaman memiliki respons yang cukup tinggi terhadap bentuk P tersedia dalam jerami sehingga P tersedia segera didistribusikan pada bagian ini. Hal ini juga menjelaskan kondisi yang sama pada responsnya terhadap pemberian pupuk kandang sapi.

Hasil pengujian statistik terhadap respons kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam

jerami (Tabel 4) dan gabah (Tabel 5) disajikan dalam tabel terpisah. Respons kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam jerami dipengaruhi oleh interaksi perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi (Tabel 4). Secara umum kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk SP-36 dan berinteraksi dengan pupuk kandang sapi. Diduga hal ini disebabkan terjadinya peningkatan P-tersedia dalam tanah akibat penambahan dari pupuk SP-36 dan ketersediaannya terjaga karena keberadaan bahan organik yang berasal dari pupuk kandang sapi.

Kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 tertinggi (5,89 mg P/tanaman) diperoleh pada interaksi 60 kg/ha pupuk SP-36 dan 15 ton/ha pupuk kandang sapi, namun secara statistik tidak berbeda nyata dengan kandungan P pada interaksi 90 kg/ha pupuk SP-36 dan 15 ton/ha pupuk kandang sapi. Dengan demikian, perlakuan 60 kg/ha pupuk SP-36 dan 15 ton/ha pupuk kandang sapi telah dapat meningkatkan kandungan P-berasal dari pupuk SP-36.

Perlakuan pupuk SP-36 secara mandiri memengaruhi kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 di dalam gabah. Hasil pengujian statistik dapat dilihat pada Tabel 5.

Peningkatan dosis pupuk SP-36 telah meningkatkan kandungan P-berasal dari pupuk

Tabel 3. Pengaruh Mandiri Perlakuan Pupuk SP-36 dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Kandungan P-berasal dari ^{32}P dalam Jerami dan Gabah.

Dosis Pupuk	Rata-rata Kandungan P-berasal dari ^{32}P dalam jerami (mg ^{32}P /tanaman)	Rata-rata Kandungan P-berasal dari ^{32}P dalam gabah (mg ^{32}P /tanaman)
Pupuk SP-36		
0 kg/ha	0,0016 ^a	0,1541 ^a
30 kg/ha	0,0013 ^b	0,1316 ^b
60 kg/ha	0,0013 ^b	0,0963 ^c
90 kg/ha	0,0012 ^b	0,0947 ^c
Pupuk Kandang Sapi		
0 ton/ha	0,0015 ^a	0,1191 ^a
5 ton/ha	0,0013 ^b	0,1346 ^a
10 ton/ha	0,0013 ^b	0,1174 ^a
15 ton/ha	0,0012 ^b	0,1057 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

SP-36 dalam gabah, disebabkan kandungan P dalam pupuk SP-36 cukup tinggi dan bentuk ion P dari pupuk SP-36 lebih mudah diserap oleh tanaman sehingga dapat segera ditranslokasikan ke dalam gabah. Ketersediaan ion P semakin meningkat seiring peningkatan dosis pupuk SP-36 yang diberikan. Hal ini semakin meningkatkan kandungannya di dalam gabah, ditunjukkan oleh tercapainya kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam gabah yang tertinggi (105,46 mg P/tanaman) pada perlakuan 90 kg/ha pupuk SP-36.

Hasil pengujian statistik terhadap respons kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi dalam jerami dan gabah dapat dilihat pada Tabel 6. Pupuk SP-36 tidak menyebabkan perbedaan respons yang nyata dalam jerami, namun menyebabkan perbedaan respons yang nyata dalam gabah pada dosis pemberian 60 kg/ha dan 90 kg/ha. Peningkatan dosis pupuk SP-36 telah menurunkan kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi di dalam gabah. Hal ini terjadi disebabkan bentuk ion P dalam pupuk SP-36 adalah ion P yang mudah diserap oleh tanaman dan segera didistribusikan ke dalam gabah. Oleh sebab itu, respons kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi dalam jerami tidak berbeda nyata, dan dalam gabah kandungan ini semakin menurun pada saat dosis pemberian pupuk SP-36 ditingkatkan.

Pemberian pupuk kandang sapi menyebabkan peningkatan respons kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi dalam jerami dan gabah. Meskipun kandungan P dalam pupuk kandang

sapi lebih rendah dibandingkan kandungan P dalam pupuk SP-36, namun efektivitas pupuk SP-36 rendah karena mudah larut dan mudah terserap dalam koloid tanah atau unsur Al dan Fe. Oleh karena itu, unsur P yang berasal dari pupuk kandang sapi lebih terjaga ketersediaannya dalam tanah sehingga kandungannya dalam tanaman meningkat seiring dengan peningkatan dosis pemberiannya. Adanya perbedaan peningkatan kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi yang tidak berbeda nyata dalam gabah diduga lebih disebabkan oleh rendahnya kandungan P dalam pupuk kandang sapi sehingga translokasi dari jerami terbatas.

KESIMPULAN

Komposisi kandungan P dalam jerami dan gabah memperlihatkan perubahan pada saat ke dalam tanah ditambahkan pupuk SP-36, pupuk kandang sapi, dan bahkan isotop ^{32}P itu sendiri. Kandungan P dalam tanaman berasal dari salah satu sumber P menurun apabila ditambahkan sumber P lainnya ke dalam tanah.

Pupuk kandang sapi berperan dalam meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah, ditunjukkan oleh respons bobot kering jerami dan gabah yang cenderung meningkat pada dosis pemberian pupuk kandang sapi. Selain itu, pupuk kandang sapi dapat menjaga ketersediaan P anorganik yang berasal dari pupuk SP-36 dan isotop ^{32}P sehingga keberadaannya dapat mencapai stadia pembentukan gabah dan memengaruhi respons

Tabel 4. Interaksi Antara Perlakuan Pupuk SP-36 dengan Pupuk Kandang Sapi terhadap Kandungan P-berasal dari Pupuk SP-36 pada Jerami.

Pupuk Kandang Sapi	Pupuk SP-36			
	0 kg/ha	30 kg/ha	60 kg/ha	90 kg/ha
----- Kadar P (mg P/tanaman) -----				
0 ton/ha	0 a A	4,27 b A	5,52 b A	5,77 b A
5 ton/ha	0 a A	2,10 b B	4,56 c A	5,08 d A
10 ton/ha	0 a A	2,76 b AB	3,13 bc A	4,81 c A
15 ton/ha	0 a A	2,18 b A	5,89 c A	5,62 c A

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama (huruf besar arah vertikal dan huruf kecil arah horizontal) tidak berbeda nyata.

Tabel 5. Pengaruh mandiri perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi terhadap kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam gabah.

Dosis Pupuk SP-36	Rata-rata Kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam gabah	Dosis Pupuk Kandang Sapi	Rata-rata Kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam gabah
----- mg P/tanaman -----			
0 kg/ha	0 ^a	0 ton/ha	63,61 ^a
30 kg/ha	40,10 ^b	5 ton/ha	54,69 ^a
60 kg/ha	74,03 ^c	10 ton/ha	49,79 ^a
90 kg/ha	105,46 ^d	15 ton/ha	51,49 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

Tabel 6. Pengaruh mandiri perlakuan pupuk SP-36 dan pupuk kandang sapi terhadap kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi pada jerami dan gabah.

Dosis Pupuk	Rata-rata Kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi dalam jerami (mg P/tanaman)	Rata-rata Kandungan P-berasal dari pupuk kandang sapi dalam gabah (mg P/tanaman)
Pupuk SP-36		
0 kg/ha	1,20 ^a	27,03 ^a
30 kg/ha	1,11 ^a	24,45 ^a
60 kg/ha	1,09 ^a	15,79 ^b
90 kg/ha	0,99 ^a	14,93 ^{bc}
Pupuk Kandang Sapi		
0 ton/ha	0 ^a	0 ^a
5 ton/ha	0,72 ^b	24,80 ^b
10 ton/ha	0,92 ^{bc}	27,06 ^b
15 ton/ha	2,77 ^d	30,34 ^b

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

kandungan P-berasal dari tanah, P-berasal dari ³²P, P-berasal dari pupuk SP-36, dan P-berasal dari pupuk kandang sapi di dalam gabah.

Keberadaan bahan organik pupuk kandang sapi mampu menjaga ketersediaan P. Hal ini terbukti dengan adanya peningkatan kandungan P-berasal dari pupuk SP-36 dalam jerami pada interaksi perlakuan antara pupuk SP-36 dengan pupuk kandang sapi (60 kg/ha pupuk SP-36 dan 15 ton/ha pupuk kandang sapi).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Hj. Aisyah D. Suyono dan Prof. Riset Elsje L. Sisworo, M.S., yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian sampai tersusunnya tesis

penulis yang menjadi sumber penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih juga penulis ucapkan atas kesediaan Dr. Ir. Bambang Sunarko memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹De Datta, S.K. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. New York: John Wiley and Sons.
- ²Sisworo, W.H. dan Havid Rasjid. 1986. Pengaruh Pergiliran Tanaman terhadap Hasil dan Ketersediaan Hara. *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 1986. Hlm. 567–573. Jakarta. BATAN.

- ³Idawati dan Haryanto. 1994. Serapan Hara dan Produksi Tanaman Padi Sawah karena Pengaruh Pengelolaan Tanah dan Penempatan Pupuk. *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 1994. Hlm. 159–163. Jakarta. BATAN.
- ⁴Aisyah D. Suyono. 1992. *Prospek Sumber daya Lahan Podsolik dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung, 18 Juli 1992. Unpad.
- ⁵Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beat, and J.L. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. New York. USA: MacMillan Publ. Co.
- ⁶Foth, H.D. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. 8th Edition. New York. USA: John Wiley and Sons Inc.
- ⁷Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- ⁸IAEA. 1990. *Use of Nuclear Techniques in Studies of Soil-Plant Relationships*. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- ⁹Sisworo, E.L., K. Idris, A. Citraresmini, dan I. Sugoro. 2006. *Teknik Nuklir untuk Penelitian Hubungan Tanah-Tanaman, Perhitungan dan Interpretasi Data*. Jakarta: BATAN.
- ¹⁰Sisworo, W.H. 2006. *Swasembada Pangan dan Pertanian Berkelanjutan Tantangan Abad Dua Satu : Pendekatan Ilmu Tanah-Tanaman dalam Pemanfaatan Iptek Nuklir*. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pertanian, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi–BATAN, Jakarta, 27 April 2006. Jakarta. BATAN.
- ¹¹Hardjowigeno, S., H. Subagyo, dan M.L. Rayes. 2004. Morfologi dan Klasifikasi Tanah Sawah. Dalam F. Agus, A. Adimihardja, S. Hardjowigeno, A.M. Fagi, dan W. Hartatik (Eds.). *Tanah Sawah dan Pengelolaannya*. 2004. Hlm. 1–29. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- ¹²Citraresmini, A. 2009. *Fosfor Tersedia dan Serapan P-Tanaman yang Ditetapkan dengan Teknik Isotop 32P dan Hasil Padi Sawah (Oryza sativa L.) Akibat Pemberian Pupuk P dan Bahan Organik pada Tanah Ultisols*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran Bandung.
- ¹³Noor, Aidi. 2002. *Pengaruh Dosis Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dengan Pupuk Kandang terhadap pH, Al-dd, P tersedia, Serapan N, P, K, Nodulasi dan Hasil Kedelai pada Tanah Ultisols*. Disertasi Universitas Padjadjaran. Bandung.
- ¹⁴Brady, N.C. 1984. *The Nature and Properties of Soils* (10th Edition). New York. USA: MacMillan Publ. Co.
- ¹⁵Rosmarkam, A., dan N.W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Jogjakarta: Penerbit Kanisius.
- ¹⁶L'Annunziata, M.F. & J.O. Legg. 1984. *Isotope and Radiation in Agricultural Science*. Vol. 1. Soil–Plant–Water Relationships. New York. USA: Academic Press.