

Perunutan Serapan Fosfor (P) Tanaman Sorgum Berasal dari 2 Jenis Pupuk yang Berbeda Menggunakan Teknik Isotop (^{32}P)

Phosphorus (P) Uptake by Sorghum Plant Derived from 2 types of P Fertilizers Traced by Isotopic Technique (^{32}P)

Anggi Nico Flatian*, Sudono Slamet, dan Ania Citraresmini

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440, Indonesia
* E-mail: anggi.nico@batan.go.id

ABSTRAK

Perunutan Serapan Fosfor (P) Tanaman Sorgum Berasal dari 2 Jenis Pupuk yang Berbeda Menggunakan Teknik Isotop (^{32}P). Jumlah hara fosfor (P) berasal dari pupuk yang diserap oleh tanaman dapat diketahui dengan teknik perunutan menggunakan isotop ^{32}P . Informasi ini memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme penyerapan P oleh tanaman, sehingga dapat bermanfaat untuk menentukan pengelolaan pemupukan yang tepat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah serapan P tanaman sorgum berasal dari dua jenis pupuk P yang berbeda. Serapan P dirunut menggunakan isotop ^{32}P metode tidak langsung. Pupuk P yang diuji pada penelitian ini yaitu pupuk P kimia sintetis (SP-36) dan pupuk P alami berasal dari fosfat alam yang ditingkatkan kelarutannya menggunakan pendekatan biologis (Eco-Fos). Percobaan pot dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah pemupukan SP-36 dengan dosis 20 ppm P (P 25%), 40 ppm P (P 50%), 60 ppm P (P 75%) dan 80 ppm P (P 100%) serta pemupukan Eco-Fos dengan dosis 80 ppm P. Perlakuan tanpa pemupukan P dijadikan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar P yang diserap tanaman sorgum umur 46 hari setelah tanam (HST) berasal dari tanah. Pada perlakuan SP-36, sebanyak 5.7%-45.7% serapan P berasal dari pupuk dan 54.3%-94.3% lainnya berasal dari tanah. Serapan P dari perlakuan pupuk Eco-Fos adalah 24.7% dan 75.3% lainnya berasal dari tanah. Perlakuan SP-36 dosis tertinggi (80 ppm P) menyumbang P terbesar bagi tanaman, secara statistik berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali perlakuan SP-36 dosis 60 ppm P. Meskipun pemberian 2 jenis pupuk P berkontribusi terhadap P yang diserap tanaman, namun pemberian pupuk tersebut tidak menyebabkan peningkatan berat kering tanaman secara signifikan. Pemupukan dengan nilai efisiensi tertinggi adalah SP-36 dosis 40 ppm P (P 50%). Penyerapan hara P dari perlakuan tersebut adalah sebesar 5.4%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan pupuk Eco-Fos lebih tinggi dibandingkan SP-36 dosis 20 ppm P.

Kata kunci: Fosfor, Isotop ^{32}P , Pemupukan, Serapan P, Sorgum

ABSTRACT

Phosphorus (P) Uptake by Sorghum Plant Derived from 2 types of P Fertilizers Traced by Isotopic Technique (^{32}P). Phosphorus (P) nutrient uptake by the plant can be determined quantitatively by ^{32}P isotopic tracing technique. This information provides a better understanding of P uptake mechanisms by the plant, so it can be useful to choose appropriate fertilizer management. A study was conducted to quantify P uptake by sorghum plant derived from 2 different types of P fertilizer. P uptake by the plant was traced using isotopic ^{32}P indirect method. Two different fertilizers were synthetic chemical fertilizer (SP-36) and nature P fertilizer which made from rock phosphate and its solubility has increased using a biological approach (Eco-Fos). A pot experiment was designed using Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replications. The experimental treatments were SP-36 fertilizer doses 20 ppm P (P 25%), 40 ppm P (P 50%), 60 ppm P (P 75%), 80 ppm P (P 100%) and Eco-Fos fertilizer doses 80 ppm P. Non P fertilization treatment was used as a control. The results showed that the largest proportion P uptake by sorghum plant was derived from soil. In the SP-36 treatment, about 5.7%-45.7% of P uptake was derived from fertilizer and 54.3%-94.3% others derived from the soil. While, in the Eco-Fos treatment, about 24.7% of P uptake was derived from fertilizer and 75.3% was derived from the soil. The highest dose (80 ppm P) of SP-36 treatment was contributed the biggest P for plants which statistically different from other treatments except for the doses 60 ppm P of SP-36 treatment. Although the 2 types of P fertilizers contributed P to plants, these fertilizers did not significantly increase the dry weight of plants. Fertilizer efficiency of SP-36 dose 40 ppm P (P 50%) was highest efficiency value. The P nutrient absorption from these treatment was 5.4%. The results also shown that efficiency of Eco-Fos fertilizer higer than SP-36 doses 40 ppm P.

Keywords: Fertilizer, Isotope ^{32}P , P Uptake, Phosphorous, Sorghu

PENDAHULUAN

Sorgum merupakan tanaman yang prospektif untuk dikembangkan di Indonesia karena memiliki banyak manfaat dan memiliki daya adaptasi yang luas [1]. Tepung dari sorgum dapat dimanfaatkan sebagai pengganti tepung terigu [2]. Batang dan daun segar sorgum dapat dijadikan sebagai pakan ternak [3], sedangkan akar sorgum dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioherbisida dan obat herbal [4-5].

Pemupukan merupakan salah satu hal penting dalam budi daya tanaman sorgum. Pemupukan merupakan upaya yang dilakukan untuk mengatasi kekurangan hara, terutama unsur-unsur hara makro yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman [1]. Salah satu unsur hara makro tersebut adalah fosfor (P).

Seperti tanaman lain pada umumnya, fosfor (P) merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman sorgum. Unsur P dibutuhkan antara lain untuk proses fotosintesis, respirasi, menghasilkan energi, biosintesis asam nukleat dan sebagai komponen penyusun dari beberapa struktur tanaman seperti fosfolipid [6]. Karena perannya yang sangat penting maka tanaman yang kekurangan unsur P tidak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Unsur P merupakan faktor pembatas utama produksi tanaman sorgum di daerah tropis, kedua setelah nitrogen (N) [7].

Pemupukan P biasanya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hara P tanaman, khususnya pada tanah-tanah dengan kandungan P yang rendah. Penggunaan pupuk ini sering kali tidak efisien. Rata-rata hanya sekitar 10-30% saja yang dapat diserap oleh tanaman [8]. Sebagian besarnya teradsorpsi dan terpresipitasi menjadi bentuk yang tidak tersedia karena di dalam tanah terjebak oleh mineral liat dan unsur-unsur seperti Ca, Fe dan Al [9-10]. Agar lebih efisien pemupukan harus memperhatikan dosis, jenis, waktu pemberian dan penempatan pupuk yang tepat [11]. Pemupukan yang lebih efisien dapat lebih menguntungkan dari segi ekonomi, sosial, dan lingkungan [11].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merunut penyerapan pupuk P oleh tanaman adalah menggunakan isotop ^{32}P . Teknik ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan teknik lainnya, diantaranya adalah memberikan informasi lebih jelas mengenai asal hara P yang diserap oleh tanaman. Hara P yang diserap tanaman dapat berasal dari tanah, pupuk atau sumber lainnya [12]. Oleh karena itu, dengan menggunakan teknik

isotop dapat diketahui dengan lebih jelas berapa efisiensi pemupukan P yang dilakukan.

Teknik perunutan menggunakan isotop ^{32}P dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung [13]. Pada metoda langsung, isotop sebagai perunut digabungkan ke dalam material pupuk atau sumber P lainnya dan jumlah perunut yang diserap tanaman diukur secara langsung. Pada beberapa kondisi, seperti sumber yang tidak bisa dilabel (contohnya fosfat alam), maka dapat digunakan metode tidak langsung [14]. Pada metode tidak langsung pelabelan dilakukan tidak pada pupuk, tapi pada sumber P lainnya seperti tanah.

Teknik isotop ^{32}P telah digunakan untuk mengukur secara kuantitatif serapan P berasal dari tanah, fosfat alam, SP-36 dan aktivitas mikroba pelarut fosfat pada tanaman jagung [14]. Teknik ini juga dapat menghitung kontribusi P dari SP-36 dan pupuk organik pada tanaman padi [12]. Penelitian lain melaporkan bahwa teknik isotop ^{32}P dapat digunakan untuk mengetahui perakaran aktif tanaman kelapa sawit, sehingga dapat menentukan penempatan pupuk P yang paling tepat [15].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyerapan hara P berasal dari dua jenis pupuk P yang berbeda oleh tanaman sorgum menggunakan teknik isotop ^{32}P . Jenis pertama yaitu pupuk P kimia sintetis (SP-36) dan jenis kedua adalah pupuk P yang diproses secara biologis (Eco-Fos).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dan laboratorium Kelompok Tanah dan Nutrisi Tanaman, Bidang Pertanian, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional.

Bahan dan alat

Dua macam pupuk P digunakan dalam penelitian ini yaitu SP-36 dan Eco-Fos. Pupuk Eco-Fos adalah pupuk berbahan dasar fosfat alam dan biochar yang ditingkatkan kelarutannya menggunakan proses biologi. Fosfat alam yang digunakan sebagai bahan dasar pupuk Eco-Fos memiliki kandungan total P_2O_5 sebesar 28.4%, P_2O_5 larut dalam 2% asam sitrat sebesar 11.7 % dan P_2O_5 larut dalam air sebesar 0.04%. Pupuk urea dan pupuk KCl digunakan sebagai pupuk dasar. Sorgum varietas pahat yang merupakan varietas mutan hasil mutasi radiasi digunakan

sebagai tanaman percobaan. Tanah Latosol Cikabayan, Dramaga, Bogor digunakan sebagai tanah percobaan. Isotop yang digunakan adalah dalam bentuk larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$.

Penimbangan berat kering tanaman menggunakan neraca analitik (Shimadzu seri BX22KH). Pengukuran kandungan P tanaman menggunakan spektrofotometer (Agilent-Cary seri UV Vis) dan untuk mengukur aktivitas ^{32}P menggunakan *Liquid Scintillation Counter* (Perkin Elmer seri Tri-Carb 2910 TR).

Rancangan percobaan

Percobaan ini merupakan percobaan pot yang dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 3 ulangan. Total satuan percobaan berjumlah 18. Perlakuan pada percobaan ini dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan percobaan pemupukan P pada tanaman sorgum

No.	Perlakuan	Keterangan
1.	Kontrol	Tanpa penambahan pupuk P
2.	P 25%	SP-36 dosis 20 ppm P
3.	P 50%	SP-36 dosis 40 ppm P
4.	P 75%	SP-36 dosis 60 ppm P
5.	P 100%	SP-36 dosis 80 ppm P
6.	Eco-Fos	Eco-Fos dosis setara 80 ppm P

Tata kerja

Tanah Latosol Dramaga diambil pada kedalaman 0 sampai 20 cm (lapisan olah tanah). Tanah dibersihkan dari sampah, kerikil dan sisa-sisa akar. Selanjutnya tanah dikeringudarkan dan diaduk hingga homogen. Tanah yang digunakan adalah sebanyak 5 kg berat kering udara (BKU) per pot.

Penelitian ini menggunakan metode peruntutan P secara tidak langsung atau *indirect method* [13]. Pelabelan isotop tidak dilakukan pada material pupuk (SP-36 atau Eco-Fos) tetapi dilakukan pada tanah percobaan. Pelabelan dilakukan dengan cara mengaduk tanah dengan larutan isotop hingga merata. Aktivitas isotop ^{32}P yang diberikan adalah sebesar 4.5 MBq/pot atau sebesar 0.12 mCi/pot.

Penanaman sorgum dilakukan 2 hari setelah pelabelan tanah menggunakan isotop. Sebanyak 4 benih sorgum ditanam langsung pada masing-masing pot percobaan dengan kedalaman 5 cm dari permukaan tanah. Setelah muncul

kecambah yaitu pada 5 hari setelah tanam (HST), dilakukan penjarangan tanaman. Dipilih 1 tanaman yang seragam pada masing-masing pot untuk digunakan sebagai tanaman percobaan.

Pemupukan N (Urea) dan pemupukan K (KCl) diberikan dengan dosis masing-masing sebesar 75 ppm N dan 80 ppm K. Sedangkan dosis pupuk P disesuaikan dengan perlakuan. Dosis pupuk Eco-Fos disetarakan dengan perlakuan 100% P. Perhitungan didasarkan kepada kandungan total P_2O_5 fosfat alam sebagai bahan dasar pupuk Eco-Fos. Pemupukan dilakukan pada saat tanaman umur 8 HST dengan cara disebar disekitar perakaran tanaman.

Selama percobaan dilakukan pemeliharaan tanaman meliputi; penyiraman, pemberian pestisida ketika terlihat gejala serangan hama (16 HST) serta pemberantasan gulma. Pemanenan tanaman sorgum dilakukan pada saat fase vegetatif akhir (46 HST).

Parameter yang diamati meliputi; tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering tanaman, serapan P dan *Spesific radioactivity* ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$) dalam sample tanaman. Analisis kandungan P tanaman menggunakan metode pengekstrak HNO_3 [16]. *Spesific radioactivity* dihitung dengan rumus sebagai berikut [13]:

$$\text{Spesific Radioactivity (Bq/mg P)} = \frac{\text{Aktivitas } ^{32}\text{P dalam contoh tanaman (Bq)}}{\text{Total P dalam contoh tanaman (mg P)}}$$

Perhitungan P berasal dari sumber P (tanah, pupuk) menggunakan rumus sebagai berikut [13]:

$$\%P \text{ berasal dari tanah (\%P-bdt)} = \left(\frac{\text{Spesific Radioactivity tanaman}}{\text{Spesific Radioactivity (kontrol)}} \right) \times 100$$

$$\%P \text{ berasal dari pupuk (\%P-bdp)} = \left(1 - \frac{\text{Spesific Radioactivity tanaman}}{\text{Spesific Radioactivity (kontrol)}} \right) \times 100$$

Analisis data dilakukan menggunakan metode sidik ragam, apabila terdapat perbedaan respons yang nyata akibat perlakuan, dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. *Software* yang digunakan untuk uji statistik adalah Microsoft Excel dan SPSS 16.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi dan jumlah daun tanaman sorgum

Pemupukan P secara nyata mempengaruhi pertumbuhan tanaman sorgum. Respon

pemupukan P lebih terlihat pada parameter tinggi tanaman dibanding jumlah daun. Pengaruh pemupukan P terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman sorgum ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh pemupukan P terhadap tinggi, jumlah daun tanaman sorgum

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)					Jumlah daun (helai)				
	Pada <i>n</i> hari setelah tanam (HST)					Pada <i>n</i> hari setelah tanam (HST)				
	14	21	28	35	42	14	21	28	35	42
P 25%	29.0 a	47.0 a	73.0 a	89.5 a	108.0 a	5.0 a	5.7 a	7.0 a	8.0 a	9.0 a
P 50%	35.3 a	55.3 b	78.3 b	100.3 a	113.3 a	5.0 a	6.3 ab	7.7 a	8.3 a	9.0 a
P 75%	34.7 a	58.0 b	86.3 b	106.0 a	115.3 a	5.0 a	6.7 ab	8.0 a	8.7 a	9.3 a
P 100%	34.7 a	55.7 b	81.7 b	102.7 a	117.3 a	5.0 a	6.0 a	7.7 a	9.3 a	9.7 a
Eco-Fos	36.0 a	57.0 b	78.7 b	102.3 a	117.0 a	5.0 a	7.3 b	8.0 a	9.3 a	10.3 a
Eco-Fos	34.3 a	55.7 b	76.7 ab	98.3 a	112.7 a	5.0 a	6.7 ab	7.3 a	8.7 a	8.7 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Pemupukan P tidak meningkatkan tinggi dan jumlah daun pada awal pertumbuhan (14 HST). Pemberian SP-36 dengan dosis terkecil 20 ppm P (25% P) secara signifikan menyebabkan tinggi tanaman lebih besar dibanding kontrol saat 21 dan 28 HST. Peningkatan dosis SP-36 dari 20 ppm P sampai 80 ppm P tidak menyebabkan peningkatan tinggi tanaman secara signifikan, sedangkan pemberian pupuk P jenis Eco-Fos meningkatkan tinggi tanaman saat 21 HST. Pemupukan SP-36 meningkatkan tinggi tanaman sebesar 17.7%-23.4% saat 21 HST dan sebesar 7.3%-17.8% saat 28 HST. Pemupukan Eco-Fos meningkatkan tinggi tanaman sebesar 18.5% saat 21 HST.

Perbedaan respon pemupukan P pada jumlah daun terlihat saat 21 HST. Pemupukan SP-36 dosis 80 ppm P secara signifikan meningkatkan jumlah daun bila dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan tersebut meningkatkan jumlah daun sebesar 28.1%.

Pengaruh pemupukan P terhadap tinggi dan jumlah daun tidak terjadi setelah tanaman sorgum umur 28 HST (35 dan 42 HST). Pada pengamatan terakhir (42 HST), tanaman yang diberi perlakuan pupuk P tidak berbeda nyata secara statistik.

Pemupukan P dapat memperbaiki pertumbuhan dan perkembangan tanaman [17]. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemupukan P menyebabkan peningkatan tinggi tanaman sorgum [7, 18]. Hal tersebut dikarenakan tanaman membutuhkan P untuk pembentukan sel pada jaringan dan tunas yang sedang tumbuh [18]. Penelitian lain menyatakan bahwa P mempengaruhi tinggi tanaman karena perannya

dalam menjaga keseimbangan fitohormon seperti sitokinin [7]. Namun pada beberapa kondisi pengaruh pupuk P terhadap pertumbuhan tanaman sorgum tidak terlalu menonjol dibandingkan respon terhadap pupuk N [7, 18].

Isotop dan serapan P tanaman sorgum

Specific radioactivity atau rasio isotop ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$) adalah besarnya aktivitas ^{32}P dalam sampel tanaman dibagi total P dalam sampel tersebut. *Specific radioactivity* dinyatakan dalam satuan Bq/g P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan P (SP-36, Eco-Fos) secara signifikan menurunkan nilai *specific radioactivity* tanaman (Tabel 3). Nilai *specific radioactivity* lebih rendah dari kontrol mengindikasikan bahwa tanaman telah menyerap P selain dari sumber berlabel isotop [14]. Dalam penelitian ini sumber berlabel isotop adalah tanah dan sumber P tidak berlabel adalah pupuk P (SP-36 dan Eco-Fos). Artinya, berdasarkan data *specific radioactivity* ditunjukkan bahwa tanaman telah menyerap P berasal dari pupuk P.

Pupuk P (^{31}P) tidak berlabel ketika diberikan ke dalam tanah berlabel ^{32}P akan menambah jumlah ^{31}P dalam tanah [13]. Selanjutnya terjadi pengenceran isotop dalam tanah sehingga menurunkan nilai *specific radioactivity* ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$). Penurunan nilai ini akan tergambar dalam *specific radioactivity* sampel tanaman karena tanaman menyerap hara P dalam tanah. Semakin rendah nilai *specific radioactivity* mengindikasikan semakin besar P (^{31}P) berasal dari perlakuan pupuk yang diserap tanaman. Berdasarkan data

specific radioactivity dapat dihitung berapa proporsi serapan P tanaman yang berasal dari

pupuk (%P-bdp) dan berapa proporsi P berasal dari tanah (%P-bdt).

Tabel 3. Berat kering tanaman 46 HST, *Specific radioactivity*, serapan P berasal dari tanah dan berasal dari pupuk pada tanaman sorgum akibat pemupukan P

Perlakuan	Berat kering tanaman 46 HST (g/tan)	<i>Specific radioactivity</i> (Bq/g P)	% P berasal dari pupuk	% P berasal dari tanah	Serapan P Tanaman (mg/tanaman)			Efisiensi (%)
					Total	Berasal dari pupuk	Berasal dari tanah	
Kontrol	10.93 a	627 d	0 a	100 d	22.7	0 a	22.7	
P 25%	14.23 a	590 d	5.7 a	94.3 d	27.7	1.5 a	26.3	0.4
P 50%	14.8 a	420 b	32.9 c	67.1 b	31.4	10.3 c	21.1	5.2
P 75%	15.27 a	353 a	43.6 d	56.4 a	31.3	13.7 cd	17.6	4.6
P 100%	14.67 a	339 a	45.7 d	54.3 a	33.7	15.6 d	18.1	3.9
Eco-Fos	12.83 a	471 c	24.7 b	75.3 c	26.1	6.5 b	19.6	1.6

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Pemupukan SP-36 secara signifikan menyebabkan penurunan nilai *specific radioactivity* tanaman. Penambahan dosis SP-36 sampai 60 ppm P (75%) menyebabkan menurunnya nilai *specific radioactivity* secara signifikan. Setelah dosis tersebut, penambahan dosis (80 ppm P) hanya sedikit menurunkan nilai *specific radioactivity* dan secara statistik tidak berbeda nyata. Pemupukan SP-36 dosis 60 ppm (75% P) dan 80 ppm (100% P) menyebabkan nilai *specific radioactivity* paling rendah dibanding perlakuan lainnya. Besarnya P berasal dari SP-36 dosis 60 ppm (75% P) dan 80 ppm (100% P) masing-masing sebesar 13.7 dan 15.6 mg/tanaman, terbesar dibanding perlakuan lainnya.

Pemupukan Eco-Fos secara signifikan menyebabkan penurunan nilai *specific radioactivity* tanaman. Besarnya P berasal dari pupuk Eco-Fos adalah sebesar 6.5 mg/tanaman. Besarnya P berasal dari pupuk Eco-Fos lebih tinggi dibandingkan P berasal dari SP-36 dosis 20 ppm P, namun masih lebih rendah bila dibandingkan perlakuan SP-36 lainnya.

Sumbangan P berasal dari pupuk P belum mampu menyebabkan peningkatan signifikan serapan P total dan berat kering tanaman sorgum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa porsi terbesar P yang diserap tanaman adalah berasal dari tanah. Sebesar 54.3%-94.3% serapan P pada perlakuan pemupukan SP-36 berasal dari tanah dan P sisanya (5.7%-45.7%) berasal dari pupuk, sedangkan pada tanaman yang diberi perlakuan Eco-Fos, 24.7% P adalah berasal dari Eco-fos dan dan 75.3% berasal dari tanah. Jumlah P dalam

tanah yang digunakan kemungkinan telah cukup memenuhi kebutuhan tanaman sorgum sampai umur 46 HST. Hal tersebut juga ditunjukkan dengan tampilan visual tanaman tanpa pemupukan (kontrol) yang tidak memperlihatkan gejala kekurangan unsur P.

Pengaruh pemberian pupuk P pada pertumbuhan tanaman sorgum tidak terlalu menonjol pada beberapa kondisi [7, 18]. Salah satu contoh kondisi tersebut adalah status hara P dalam tanah yang digunakan [19]. Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa sumbangan P berasal dari SP-36 dan pupuk organik tidak mampu meningkatkan bobot kering tanaman padi (jerami dan gabah) di tanah dengan status hara P sedang [12].

Efisiensi penyerapan pupuk P oleh tanaman sorgum pada penelitian ini adalah sebesar 0.4%-5.4%. Efisiensi penyerapan pupuk artinya persentase antara pupuk yang diserap tanaman dengan pupuk yang diberikan. Pemupukan dengan nilai efisiensi tertinggi adalah SP-36 dosis 40 ppm P (P 50%). Penyerapan pupuk pada perlakuan tersebut adalah sebesar 5.4%. Efisiensi penyerapan pupuk Eco-Fos lebih tinggi dibandingkan SP-36 dosis 20 ppm P, namun masih lebih rendah bila dibandingkan perlakuan SP-36 lainnya.

KESIMPULAN

Sebagian besar P yang diserap tanaman sorgum umur 46 HST berasal dari tanah. Pada perlakuan SP-36, sebanyak 5.7%-45.7% serapan P

berasal dari SP-36 dan 54.3%-94.3% lainnya berasal dari tanah. Pada perlakuan Eco-Fos, serapan P berasal dari Eco-Fos adalah sebesar 24.7% dan 75.3% lainnya berasal dari tanah. Pemupukan dengan nilai efisiensi tertinggi adalah SP-36 dosis 40 ppm P (P 50%), sedangkan efisiensi penyerapan pupuk Eco-Fos lebih tinggi dibandingkan SP-36 dosis 20 ppm P.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf Kelompok Pemupukan dan Nutrisi Tanaman, Bidang Pertanian, PAIR-BATAN yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Suminar, Suwanto, and H. Purnamawati, Penentuan Dosis Optimum Pemupukan N, P, dan K pada Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), *JUPI*, Vol. 22, No. 1, pp. 6-12, 2017.
- [2]. Suarni, Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan, *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 23, No. 4, pp. 145-151, 2004.
- [3]. B. B. Koten, R. D. Soetrisno, N. Ngadiyono, B. Suwignyo, "Produksi Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench) Varietas Lokal Ode sebagai Hijauan Pakan Ruminansia pada Umur Panen dan Dosis Pupuk Urea yang Berbeda," *Buletin Peternakan*, Vol. 36, No. 3, pp. 150-155, 2012.
- [4]. L. A. Weston, I. S. Alsaadawi, S.R. Baerson, *Sorghum Allelopathy - from Ecosystem to Molecule*, *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 39, No. 2, pp. 142-153, 2013.
- [5]. Q. Zhou, D. Liang, A. Deng, J. Zhang, C. Wu, Z. Nie, J. Jiang, Y. Wang, *Antitussive, Expectorant and Bronchodilating Effects of Ethanol Extract of Sorghum Bicolor (L.) Moench Roots*, *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 149, No. 1, pp. 297-302, 2013.
- [6]. T. Balemi, and K. Negisho, *Management of Soil Phosphorus and Plant Adaptation Mechanisms to Phosphorus Stress for Sustainable Crop Production a Review*, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 12, No. 3, pp. 547-561, 2012.
- [7]. R. Camacho, E. Malavolta, J. Guerrero-Alves, and T. Camacho, *Vegetative Growth of Grain Sorghum in Response to Phosphorus Nutrition*, *Scientia Agricola*, Vol. 59, No. 4, pp.771-776, 2002.
- [8]. E. J. Veneklaas, H. Lambers, J. Bragg, P. M. Finnegan, C. E. Lovelock, W. C. Plaxton, C A. Price, W. Scheible, M. W. Shane, P. J. White, and J. A. Raven, *Opportunities for Improving Phosphorus-Use Efficiency in Crop Plants*, *New Phytologist*, Vol. 195, pp. 306-320, 2012.
- [9]. J. Shen, L. Yuan, J. Zhang, H. Li, Z Bai, X. Chen, W. Zhang, and F. Zhang, *Phosphorus Dynamics from Soil To Plant*, *Plant Physiology*, Vol. 156, pp. 997-1005, 2011.
- [10]. B.C Walpola, and M. Yoon, *Prospectus of Phosphate Solubilizing Microorganisms and Phosphorus Availability in Agricultural Soils a Review*, *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 6, No. 37, pp. 6600-6605, 2012.
- [11]. A.M. Johnston, and T.W. Bruulsema, *4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency*, *Procedia Engineering*, Vol. 83, pp 365 - 370, 2014.
- [12]. A. D. Suyono, and A. Citraresmini, *Measurement Of P Contribution from Several P Sources by Using ³²P Method*, *Atom Indonesia*, Vol. 36, pp. 69-75, 2010.

- [13]. G.J. Blair, J.J. Adu-Gyamfi and F. Zapata, *Phosphorus Isotope Tracer Techniques Procedures and Safety Issues, in Use Of Phosphorus Isotopes for Improving Phosphorus Management in Agricultural Systems, IAEA Tecdoc Series, International Atomic Energy Agency, Vienna*, pp. 50-91, 2010.
- [14]. A. N. Flatian, I. Anas, A. Sutandi and Ishak, Kontribusi P Berasal dari Aktivitas Mikrob Pelarut Fosfat, Fosfat Alam dan SP-36 yang Ditentukan Menggunakan Teknik Isotop ^{32}P , *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Vol. 12, No. 1, 2016.
- [15]. E. L. Sisworo, W. H. Sisworo, H. Rasjid, Haryanto, S. Rizal, The use of ^{32}P and ^{15}N to estimate fertilizer efficiency in Oil Palm, *Atom Indonesia*, Vol. 30, n0. 1, pp. 1-4, 2004.
- [16]. Balai Penelitian Tanah, Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk, Balai Penelitian Tanah Departemen Pertanian RI, Bogor, 2005.
- [17]. M. Razaq, P. Zhang, H. Shen dan Salahuddin, *Influence of Nitrogen and Phosphorous on the Growth and Root Morphology of Acer Mono*, *Plos One*, pp. 1-13, 2017.
- [18]. R. Suminar, Suwanto, and H. Purnamawati, Pertumbuhan dan Hasil Sorgum di Tanah Latosol dengan Aplikasi Dosis Pupuk Nitrogen dan Fosfor yang Berbeda, *J. Agron. Indonesia*, Vol. 45, No. 3, pp. 271-277, 2017.
- [19]. A. Rosmarkam, N.W. Yuwono, Ilmu Kesuburan Tanah, *Kanisius*, Yogyakarta, 2002.

