

Pertumbuhan, Hasil dan Serapan Fosfor (^{32}P) Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L. saccharata* Sturt) akibat Pemberian Biochar dan SP-36

*Growth, Yield and Phosphorus (^{32}P) Uptake by Sweet Corn (*Zea mays L. saccharata* Sturt) Affected by Biochar and SP-36*

C. Melati¹, B. M. P. Prawiranegara¹, A.N. Flatian^{2*}, E. Suryadi¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, UNPAD

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

² Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440, Indonesia

*E-mail: nico.flatian@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian pengaruh biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kimia fosfor (P) terhadap produksi dan serapan hara tanaman perlu dieksplorasi lebih lanjut, terutama pada tanah tropis. Unsur hara P merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi tanaman di daerah tropis. Jumlah P yang tersedia jarang melebihi 0,01% dari total P tanah karena sebagian besar P berada dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Pemberian pupuk P menjadi tidak efisien karena dalam tanah sebagian besar P teradsorpsi dan terpresipitasi sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar yang dikombinasikan dengan SP-36 (superfosfat) terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan P tanaman jagung manis di tanah latosol Pasar Jumat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk SP-36 yang terdiri dari 4 taraf perlakuan: 0 ppm, 42 ppm P, 46 ppm P, dan 53 ppm P dengan faktor kedua adalah dosis biochar yang terdiri dari 3 taraf perlakuan: tanpa biochar 37,5 g/pot, dan 75 g/pot. Teknik isotop ^{32}P digunakan untuk merunut P yang diserap oleh tanaman. Hasil penelitian menggunakan teknik isotop ^{32}P menunjukkan bahwa pemberian pupuk SP-36 disertai pemberian biochar meningkatkan penyerapan P berasal dari pupuk SP-36 (%P-bdp) sebesar 6,7% - 8,8% dibanding tanpa pemberian biochar, tetapi tidak signifikan ($P>0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian biochar dengan dosis 37,5 - 75 g/pot (ekuivalen dengan 2 - 4 ton/ha) menyebabkan penyerapan pupuk SP-36 oleh tanaman lebih besar. Namun, hal tersebut tidak menyebabkan pertumbuhan, hasil dan serapan P total tanaman meningkat secara signifikan. Pemberian pupuk SP-36 dengan dosis 43 - 53 ppm P (ekuivalen dengan 200 - 250 kg SP-36/ha) secara mandiri menyebabkan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan bobot kering tanaman meningkat secara signifikan bila dibandingkan tanpa pemupukan SP-36. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar P yang diserap tanaman adalah berasal dari tanah, yaitu sebesar 188,4 - 199,4 mg/tanaman. P berasal dari pupuk yang diserap tanaman adalah sebesar 16,3 - 20,5 mg/tanaman.

Kata kunci : biochar, fosfor, isotop ^{32}P , jagung manis, superfosfat

ABSTRACT

Studies on the effect of biochar combined with phosphorus chemical fertilizer on plant growth, plant yield, and nutrient uptake has not been widely reported, especially on the tropical soils. Phosphorus is one of the most limiting factors for plant production in tropical soils. Amount of available P in the soil rarely exceeds 0.01% of the total P because most are not in available form to be uptaken by plants. Most of P element in the soil is adsorbed and precipitated, so it can not be absorbed by plants that leading an inefficiency in the application of P fertilizer. A research was conducted to study the effect of biochar combined with SP-36 (superphosphate) on the production and P-uptake of sweet corn plants on Pasar Jumat latosol soil. This research was designed using factorial Randomized Block Design with factorial pattern was applied, contain of 2 treatments factor and 3 replications. The first factor was the rate of SP-36 fertilizer doses which divided into 4 levels treatment: without SP-36 fertilizer (1); 42 ppm P (2); 46 ppm P (3); 53 ppm P (4). The second factor was the rate of biochar doses which divided into 3 levels treatment: without biochar (1); 37.5 g / pot (2); 75 g / pot (3). Phosphorus uptake by plant was traced with ^{32}P isotopic technique. The results showed that the application of SP-36 fertilizer combined with biochar

caused the percentage of SP-36 fertilizer absorption to be greater than 6.7% - 8.8% compared to without biochar addition, but not significant ($P>0.05$). It indicated that the addition of rate biochar 37,5 – 75 g/pot (equivalent to 2 - 4 ton/ha) increase of chemical fertilizers absorption by plant. However, the responses of plant growth, yield and P uptake in total plants are not significantly increased. The application of SP-36 fertilizer alone increase plant height, number of leaves, stem diameter, and plant dry matter significantly compared without SP-36 fertilization. The results of this study also showed that most of the P absorbed by plants derived from the soil, which were 188.4 - 199.4 mg/plant. P derived from fertilizers that are absorbed by plants were about 16.3 - 20.5 mg/plant.

Key words: biochar, phosphorus, isotope ^{32}P , sweet corn, superphosphate

PENDAHULUAN

Penelitian biochar semakin diminati beberapa tahun terakhir ini. Pada awalnya terinspirasi oleh studi mengenai tanah Terra Peta yang ada di Amazon, Brazil. Istilah Biochar sendiri dapat didefinisikan sebagai material padat berasal dari biomasa seperti kayu, kotoran hewan, dedaunan dan lainnya yang merupakan produk dari proses pirolisis dalam kondisi rendah atau tanpa oksigen [1]. Sifat biochar yang lambat terdekomposisi dan tahan lama di dalam tanah sampai ribuan tahun, merupakan potensi yang cukup baik untuk menyimpan karbon di dalam tanah [2]. Biochar juga merupakan potensi yang baik untuk alternatif pengelolaan limbah biomasa [3] dan mitigasi perubahan iklim [4].

Biochar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, di antaranya adalah meningkatkan kapasitas memegang air, meningkatkan aktivitas mikroba, memperbaiki pH [5], [6], meningkatkan kapasitas tukar kation, meningkatkan konsentrasi K dan Ca tersedia dalam tanah [7], meningkatkan porositas mikro, meningkatkan ketersediaan hara [8] dan menurunkan tingkat pencucian hara [9], [10]. Biochar yang diaplikasikan ke dalam tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman [11]. Namun, para peneliti berpendapat bahwa perkembangan teknologi biochar masih dalam tahap awal sehingga masih memerlukan banyak konfirmasi, walaupun di antara riset yang dilaporkan menunjukkan hasil yang positif [2].

Pemberian biochar bersamaan dengan pupuk kimia juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman [12], [13]. Namun belum banyak dilaporkan secara kuantitatif seberapa besar pengaruh pemberian biochar dalam membantu peningkatan serapan pupuk kimia, khususnya pupuk P. Unsur hara P merupakan salah satu pembatas utama produksi tanaman. Unsur P yang tersedia dalam tanah jarang melebihi 0,01% dari total P karena sebagian besar P diikat oleh koloid tanah yang menyebabkan P

terjerap dalam mineral tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman [14]. Oleh sebab itu, pemberian pupuk kimia P sering kali menjadi tidak efisien karena sesaat setelah ditambahkan dalam tanah sebagian besar hara P dari pupuk tersebut teradsorpsi dan terpresipitasi menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman [14].

Pemberian biochar dilaporkan dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui perbaikan pH tanah dan selanjutnya dapat mengurangi adsorpsi dan presipitasi P oleh Fe dan Al sehingga dapat diserap oleh tanaman [15],[16]. Pemberian biochar juga dapat menstimulus aktivitas mikoriza sehingga memfasilitasi penyerapan P oleh tanaman [17]. Pemberian biochar diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P ketika diaplikasikan bersamaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dikombinasikan dengan pemberian pupuk kimia SP-36 terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan P tanaman jagung manis di tanah latosol Pasar Jumat. Teknik isotop ^{32}P digunakan untuk melacak P yang diserap oleh tanaman dan menghitung secara kuantitatif kontribusi biochar dalam peningkatan serapan P tanaman. Teknik ini telah banyak digunakan untuk mengetahui dinamika hara P dalam tanah dan tanaman [18], [19], [20]. Besarnya P berasal dari pupuk atau berasal dari tanah dapat diketahui secara kuantitatif dengan teknik ini [18] sehingga peran biochar terhadap efektifitas pemupukan P diharapkan dapat diketahui dengan lebih jelas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret s.d. Oktober 2018 di *Greenhouse* dan Laboratorium Kelompok Pemupukan dan Nutrisi Tanaman, Bidang Pertanian, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR-BATAN), Pasar Jumat, Lebak Bulus, Jakarta Selatan.

Bahan dan alat

Percobaan pot menggunakan tanah latosol yang diambil dari sekitar kebun percobaan, Bidang Pertanian PAIR-BATAN Pasar Jumat. Tanaman jagung manis varietas Talenta digunakan sebagai tanaman percobaan. Biochar yang digunakan adalah biochar berbahan dasar sekam padi produksi Kelompok Tanah, Bidang Pertanian, PAIR-BATAN. Pupuk kimia P yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk SP-36 (superfosfat) dengan kandungan 36% P₂O₅. Dosis pemupukan P disesuaikan dengan perlakuan. Sedangkan pupuk K (KCl) dan N (Urea) digunakan pada seluruh perlakuan dengan dosis masing-masing sebesar 107 ppm K₂O (1,5 g KCl/pot) dan 185 ppm N (2,6 g urea/pot). Isotop ³²P dalam bentuk larutan Na₂H³²PO₄ digunakan untuk merunut serapan P tanaman. Aktivitas isotop yang digunakan adalah sebesar 0,58 mCi/pot.

Penimbangan berat kering tanaman menggunakan neraca analitik (Shimadzu seri BX22KH). Analisis kandungan P dalam sampel tanaman menggunakan metode pengabuan basah [21] dan diukur menggunakan spektrofotometer (Agilent-Cary seri UV Vis) dan untuk mengukur aktivitas ³²P sampel tanaman menggunakan *Liquid Scintillation Counter* (Becman LS 6500).

Rancangan percobaan

Percobaan pot dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Terdapat 2 faktor perlakuan yang diuji pada penelitian ini. Faktor pertama adalah dosis SP-36 yang terdiri dari 4 taraf perlakuan. Faktor kedua adalah dosis biochar yang terdiri dari 3 taraf perlakuan (Tabel 1). Total kombinasi perlakuan adalah 12 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan.

Tabel 1. Perlakuan percobaan pengaruh Biochar dan SP-36 terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan P tanaman jagung manis

No	Perlakuan	Keterangan
<i>Dosis SP-36</i>		
1.	Tanpa SP-36 (kontrol)	-
2.	42 ppm P	Ekuivalen dengan dosis 200 kg SP-36/ha (berdasarkan populasi tanaman dalam 1 ha)
3.	46 ppm P	Ekuivalen dengan dosis 220 kg SP-36/ha
4.	53 ppm P	Ekuivalen dengan dosis 250

		kg SP-36/ha
<i>Dosis biochar</i>		
1.	Tanpa biochar (Kontrol)	
2.	37,5 g/pot	Ekuivalen dengan dosis 2 ton/ha
3.	75 g/pot	Ekuivalen dengan dosis 4 ton/ha

Perunutan menggunakan isotop ³²P

Teknik isotop metode tidak langsung digunakan untuk merunut serapan P oleh tanaman. Pelabelan isotop ³²P pada metode ini tidak dilakukan pada material pupuk (SP-36 atau biochar), namun dilakukan pada tanah penelitian. Pelabelan dilakukan dengan mengaduk tanah percobaan dengan larutan isotop Na₂H³²PO₄ hingga merata. Aktivitas isotop ³²P yang diberikan dalam setiap pot adalah sebesar 0,58 mCi. Aktivitas ³²P sampel tanaman di akhir penelitian (μCi) diukur menggunakan *Liquid Scintillation Counter*. Untuk mengetahui sumbangan P berasal dari pupuk dan sumbangan P berasal dari tanah menggunakan rumus sebagai berikut [20]:

$$\text{Specific Radioactivity (Bq/mg P)} = \frac{\text{Aktivitas } ^{32}\text{P dalam contoh tanaman (Bq)}}{\text{Total P dalam contoh tanaman (mg P)}} \quad (1)$$

$$\% \text{P berasal dari tanah (\%P-bdt)} = \left(\frac{\text{Specific Radioactivity tanaman}}{\text{Specific Radioactivity tanaman control}} \right) \times 100 \quad (2)$$

$$\% \text{P berasal dari pupuk (\%P-bdp)} = 1 - (\% \text{P-bdt}) \times 100 \quad (3)$$

Tata kerja

Tanah percobaan diambil pada kedalaman lapisan olah (0 sampai 20 cm). Tanah dibersihkan dari kerikil dan sisa-sisa akar, dikeringkan dan selanjutnya diaduk agar homogen. Tanah yang digunakan adalah sebanyak 14 kg berat kering udara (BKU) per pot. Sebelum penanaman, dilakukan aplikasi biochar dan pelabelan menggunakan isotop ³²P. Aplikasi biochar dilakukan dengan mencampurkan biochar dengan tanah secara merata saat 10 hari sebelum tanam. Dosis pemberian biochar disesuaikan dengan

perlakuan, sedangkan pelabelan isotop dilakukan 2 hari sebelum penanaman.

Penanaman dilakukan dengan memasukkan benih jagung ke dalam tanah dengan kedalaman 5 cm. Sebanyak 4 lubang dibuat dalam setiap pot, masing-masing lubang berisi 1 butir benih jagung. Sebanyak 1 tanaman dalam setiap pot dipilih sebagai tanaman percobaan saat 6 HST. Tanaman yang dipilih adalah tanaman yang tumbuh seragam.

Pemupukan N (Urea) dan pemupukan K (KCl) diberikan dengan dosis masing-masing sebesar 107 ppm K₂O (1,5 g KCl/pot) dan 185 ppm N (2,6 g urea/pot), sedangkan dosis pupuk P disesuaikan dengan perlakuan. Pemupukan dilakukan pada saat tanaman umur 8 HST dengan disebar di sekitar perakaran tanaman.

Selama percobaan dilakukan pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dan pemberian pestisida ketika terlihat gejala serangan hama (47 HST) serta pemberantasan gulma. Pengamatan pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang dilakukan setiap satu minggu sampai tanaman berumur 42 HST.

Tanaman jagung manis dipanen pada umur 72 HST. Setiap sampel tanaman dipisahkan antara sampel biji dan sampel brangkasan (daun, batang, tongkol dan kelobot). Sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 1 minggu. Setelah 1 minggu, sampel ditimbang, digiling, analisis kandungan P dan pengukuran aktivitas isotop ³²P.

Pengaruh perlakuan diuji menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Apabila uji ANOVA signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah awal

Hasil analisis tanah latosol Pasar Jumat ditunjukkan pada Tabel 2. Menurut kriteria penilaian hasil analisis tanah, tanah latosol Pasar Jumat bersifat masam dan bertekstur liat berdebu dengan kandungan liat mencapai 40% [21]. Kandungan C organik dan N total tanah latosol Pasar Jumat tergolong rendah. Sementara itu, nilai kapasitas tukar kation tergolong rendah. Hal tersebut diduga disebabkan oleh kandungan bahan organik yang rendah. Kandungan P₂O₅ potensial tergolong tinggi, namun ketersediaan P tergolong sedang. Kandungan kation-kation (Ca, Mg, K dan

Na) tanah latosol Pasar Jumat tergolong sangat rendah sampai sedang. Kejenuhan basa tanah latosol pasar jumat tergolong sangat tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tanah latosol pasar jumat relatif subur. Nilai kejenuhan basa (KB) tanah adalah presentase dari total KTK yang diduduki oleh kation-kation basa, seperti Ca, Mg, Na, dan K. Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah semua kation (kation asam dan kation basa) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman [22].

Tabel 2. Hasil analisis tanah latosol Pasar Jumat

No	Parameter	Hasil analisis	Status dalam tanah
1.	Tekstur tanah		
	- Pasir (%)	3	Liat berdebu
	- Debu (%)	57	
	- Liat (%)	40	
2.	pH		
	- H ₂ O	5,3	Masam
	- KCl	4,7	
3.	Bahan organik		
	- C-Organik (%)	1,1	Rendah
	- N-total (%)	0,16	Rendah
	- C/N	6,9	Rendah
4.	P ₂ O ₅		
	- HCl 25% (mg/100g)	61	Sangat tinggi
	- Olsen (ppm)	21	Sedang
5.	K ₂ O		
	- HCl 25% (mg/100g)	11	Sangat tinggi
	- Morgan (ppm)	103	Sangat tinggi
6.	Kation-kation		
	- Ca (Cmol _c /kg)	6,91	Sedang
	- Mg (Cmol _c /kg)	1,80	Sedang
	- K (Cmol _c /kg)	0,2	Rendah
	- Na (Cmol _c /kg)	0,08	Sangat rendah
7.	Kapasitas tukar kation (Cmol _c /kg)	10,95	Rendah
8.	Kejenuhan basa (%)	82	Sangat tinggi
9.	Kadar air (%)	19,13	-

Pertumbuhan tanaman

Pengaruh pemberian berbagai dosis SP-36 dan biochar terhadap pertumbuhan tanaman jagung ditampilkan pada Tabel 3. Secara statistik

tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan SP-36 dan biochar pada parameter pertumbuhan yang diamati (tinggi tanaman, jumlah daun dan

diameter batang). Pemupukan SP-36 memberikan pengaruh mandiri terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter tanaman jagung manis.

Tabel 3. Pengaruh SP-36 dan biochar terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter tanaman jagung manis

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (HST)					
	7	14	21	28	35	42
Tinggi tanaman (cm)						
<i>Dosis</i>						
Kontrol	20,9 a	41,6 a	63,5 a	94,6 a	120,5 a	142,4 a
42 ppm P	21,5 a	45,4 a	71,0 a	101,6 a	130,6 a	148,3 ab
46 ppm P	20,9 a	45,4 a	69,5 a	100,6 a	133,2 a	153,3 b
53 ppm P	19,6 a	43,3 a	69,9 a	99,3 a	130,6 a	146,6 ab
<i>Biochar</i>						
Kontrol	20,8 a	43,1 a	67,4 a	99,0 a	130,5 a	150,3 a
37,5 g/pot	20,2 a	43,7 a	67,5 a	96,3 a	125,2 a	146,8 a
75 g/pot	21,2 a	44,9 a	70,5 a	101,8 a	129,2 a	145,8 a
Jumlah daun (helai)						
<i>Dosis</i>						
Kontrol	3,2 a	5,2 a	5,9 a	9,3 a	11,1 a	12,0 a
42 ppm P	3,2 a	5,6 a	6,4 ab	9,8 ab	11,9 b	12,4 a
46 ppm P	3,3 a	5,6 a	6,7 b	10,0 ab	11,8 ab	12,4 a
53 ppm P	3,1 a	5,7 a	7,0 b	10,6 b	12,1 b	12,2 a
<i>Biochar</i>						
Kontrol	3,3 a	5,5 a	6,5 a	10,2 a	11,6 a	12,3 a
37,5 g/pot	3,2 a	5,5 a	6,5 a	9,8 a	11,9 a	12,3 a
75 g/pot	3,3 a	5,5 a	6,5 a	9,8 a	11,7 a	12,2 a
Diameter batang (cm)						
<i>Dosis</i>						
Kontrol			0,81 a	1,54 a	1,74 a	1,98 a
42 ppm P			1,01 b	1,79 ab	1,97 b	2,19 b
46 ppm P			0,92 ab	1,63 ab	1,89 ab	2,13 b
53 ppm P			1,00 b	1,88 b	2,09 b	2,17 b
<i>Biochar</i>						
Kontrol			0,90 a	1,69 a	1,90 a	2,08 a
37,5 g/pot			0,98 a	1,69 a	1,88 a	2,13 a
75 g/pot			0,94 a	1,75 a	2,00 a	2,15 a

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

Pemupukan SP-36 meningkatkan tinggi tanaman umur 42 HST sebesar 2,9% - 7,7% dibanding kontrol. Pemupukan SP-36 dosis 46 ppm menyebabkan peningkatan tinggi tanaman paling besar. Pemupukan SP-36 juga berpengaruh

signifikan terhadap jumlah daun tanaman jagung. Pemupukan SP-36 secara signifikan meningkatkan jumlah daun pada umur 21, 28 dan 35 HST. Pengaruh pemupukan SP-36 juga terlihat pada parameter diameter batang. Pemupukan SP-36

meningkatkan secara nyata diameter tanaman pada umur 21, 28, 35 dan 42 HST. Pada akhir pengamatan, yaitu pada 42 HST, peningkatan diameter tanaman akibat pemupukan adalah sebesar 7,6% - 10,6 %. Pemberian biochar tidak berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter tanaman jagung. Penambahan biochar hanya menyebabkan sedikit peningkatan terhadap diameter tanaman dan tidak berbeda nyata secara statistik.

Pemberian pupuk SP-36 menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih baik. Pemberian pupuk SP-36 diduga telah meningkatkan jumlah P tersedia dalam tanah yang selanjutnya dapat membuat tanaman lebih mudah menyerap hara P. Unsur P sangat dibutuhkan tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan yang sedang tumbuh [14]. Namun pada penelitian ini tidak terlihat perbedaan pengaruh yang signifikan di antara berbagai dosis SP-36 yang diberikan. Hal tersebut diduga karena dosis terkecil yang diuji pada penelitian ini sudah merupakan dosis optimum bagi pertumbuhan tanaman dan penambahan dosis 4 ppm P sampai 11 ppm P tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan.

Penambahan biochar dalam satu musim tanam tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung di tanah latosol Pasar Jumat. Penelitian lain juga melaporkan hasil yang serupa, sampai musim tanam ke-3 pemberian biochar tidak berpengaruh terhadap tinggi serta jumlah anakan padi [23]. Meskipun banyak penelitian melaporkan hasil yang positif, ada juga penelitian yang melaporkan bahwa pemberian biochar tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman [24]. Hal ini diduga disebabkan oleh jenis biochar dan jenis tanah yang digunakan dalam penelitian sangat bervariasi. Penyebab lainnya adalah karena biochar tidak secara langsung menambah hara dalam tanah [1].

Berat kering tanaman

Tabel 4 menunjukkan pengaruh tunggal dosis pupuk SP-36 dan biochar terhadap berat kering tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat pengaruh interaksi antara pemupukan berbagai dosis SP-36 dengan biochar terhadap berat kering tanaman (biji, brangkasan, tanaman). Pemupukan SP-36 berpengaruh signifikan secara mandiri terhadap berat kering brangkasan dan total tanaman, namun tidak berpengaruh terhadap berat kering biji.

Pemberian pupuk SP-36 secara signifikan meningkatkan berat kering brangkasan sebesar 7,7% - 15,7% dan berat kering total tanaman sebesar 9,5% - 15% bila dibandingkan dengan tanpa diberi SP-36. Namun antar perlakuan SP-36 tidak menyebabkan perbedaan berat kering brangkasan dan tanaman secara signifikan.

Tabel 4. Pengaruh SP-36 dan biochar terhadap berat kering

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering (g)		
	Biji	Brangkasan	Tanaman
<i>Dosis</i>			
Kontrol	23,0 ^a	78,8 a	101,8 a
42 ppm P	27,6 a	86,6 b	114,2 b
46 ppm P	25,9 a	91,2 b	117,1 b
53 ppm P	26,6 a	84,9 ab	111,5 b
<i>Biochar</i>			
Kontrol	24,7 a	86,3 a	110,9 a
37,5 g/pot	26,1 a	84,9 a	111,1 a
75 g/pot	26,6 a	84,9 a	111,5 a

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian SP-36 meningkatkan bobot brangkasan dan bobot total tanaman, namun tidak meningkatkan bobot biji secara signifikan. Hal tersebut diduga karena ketersediaan hara P yang cukup dalam tanah penelitian. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa tanah latosol Pasar Jumat memiliki status hara sedang. Fosfor (P) merupakan unsur penting bagi tanaman yang di antaranya berperan dalam pembelahan sel, pembentukan lemak, perkembangan akar, pembentukan bunga, pembentukan buah dan pembentukan biji [14]. Kekurangan unsur P akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan terhambat yang selanjutnya dapat menyebabkan produksi tanaman tidak optimal. Namun dalam beberapa kondisi, pemberian pupuk P tidak selalu secara signifikan meningkatkan hasil tanaman [25], salah satunya adalah pada kondisi ketersediaan hara P yang cukup di dalam tanah [20]. Tanah dengan kandungan P tersedia yang cukup mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman, sehingga tanpa diberi pupuk tanaman dapat tumbuh secara optimal. Penambahan pupuk

pada tanah dengan P tersedia yang cukup tidak meningkatkan produksi secara signifikan.

Pemberian biochar tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot kering brangkasan, biji dan total tanaman jagung manis. Selain melaporkan pengaruh positif biochar terhadap produksi tanaman, beberapa penelitian juga melaporkan bahwa penambahan biochar tidak mempengaruhi bobot tanaman. Pemberian biochar sampai 40 ton/ha yang dikombinasikan dengan pupuk dalam jangka pendek tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil tanaman jagung, namun pemberian biochar telah mampu memperbaiki sifat-sifat kimia tanah [7]. Menurut analisis metadata oleh Biederman dan Harpole menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang jelas antara produktivitas tanaman dengan dosis aplikasi biochar. Dari 20 penelitian yang dianalisis, 8 penelitian menunjukkan bahwa penambahan dosis biochar mengurangi produktivitas tanaman, 10 penelitian menunjukkan penambahan biochar meningkatkan produktivitas tanaman dan 2 penelitian lainnya menunjukkan bahwa penambahan dosis biochar tidak berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Hasil yang tidak konsisten tersebut diduga disebabkan oleh bervariasinya bahan biochar, sifat kimia dan fisik biochar, iklim dan jenis tanah yang digunakan [26].

Serapan P tanaman, serapan P berasal dari tanah dan serapan P berasal dari pupuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar tidak berpengaruh signifikan terhadap serapan P brangkasan, biji dan total tanaman, baik secara mandiri atau dikombinasikan dengan pupuk SP-36 (Tabel 5). Hal tersebut dikarenakan jumlah hara P di dalam tanah latosol Pasar Jumat telah mampu mencukupi kebutuhan tanaman untuk tumbuh secara optimal. Berdasarkan perhitungan data isotop ^{32}P terlihat bahwa sebagian besar P yang diserap tanaman adalah P yang berasal dari tanah (gambar 1). Flatian et al. (2018) melaporkan bahwa pemberian pupuk SP-36 sampai takaran 100% rekomendasi tidak menyebabkan perbedaan serapan P tanaman sorgum yang ditanam pada tanah dengan P tersedia status sedang [20]. Sedangkan Shen et al. (2016) melaporkan bahwa penambahan biochar memberikan pengaruh kecil terhadap tanaman ketika ditanam pada tanah dengan kecukupan P, sebaliknya respon terbaik adalah saat ditanam

pada tanah dengan kandungan P tersedia rendah [16].

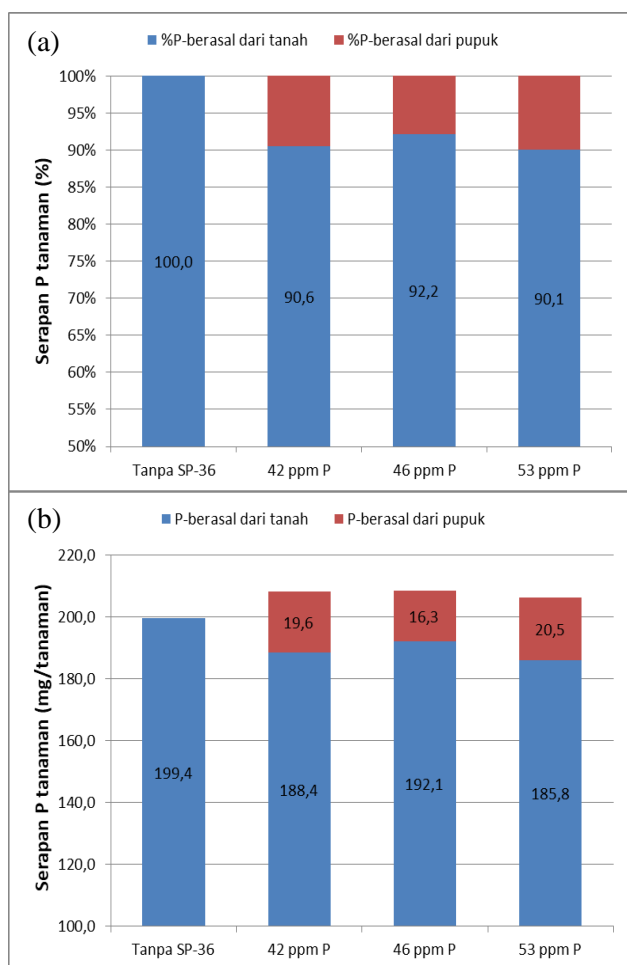
Tabel 5. Pengaruh SP-36 dan Biochar terhadap serapan P

Perlakuan	Serapan P (mgP)		
	Biji	Brangkasan	Tanaman
<i>Dosis</i>			
Kontrol	92,1	107,4	199,4
42 ppm P	104,0	104,1	208,1
46 ppm P	103,2	105,0	208,4
53 ppm P	105,2	101,1	206,3
<i>Biochar</i>			
Kontrol	97,5	103,5	201,0
37,5 g/pot	104,6	96,8	201,3
75 g/pot	101,6	112,8	214,4

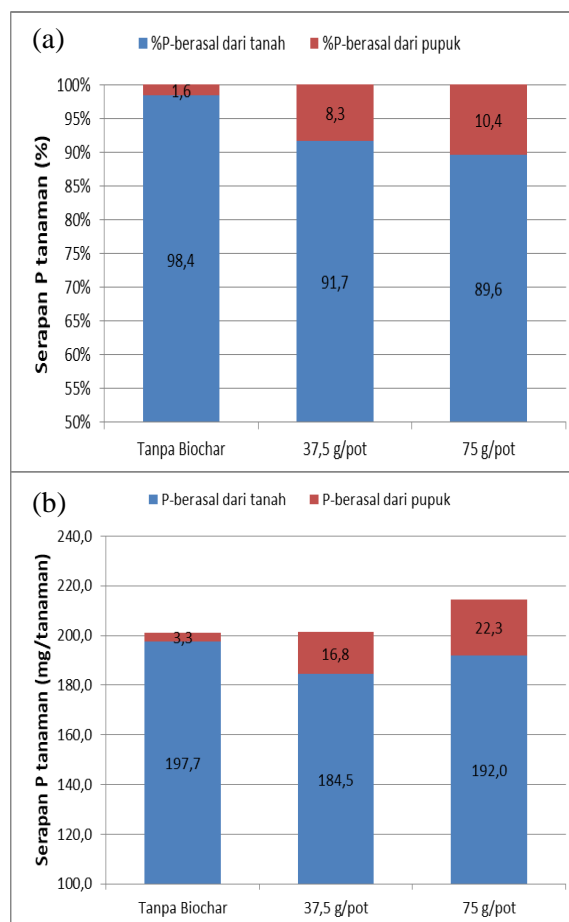
Berdasarkan perhitungan data isotop, hasil penelitian menunjukkan tanaman menyerap pupuk SP-36 yang diberikan. Namun persentase serapan P berasal dari pupuk pada perlakuan SP-36 hanya sebesar 7,81% - 9,93%, sedangkan sebesar 90,07% - 92,19% lainnya berasal dari tanah (Gambar 1). Penyerapan P berasal dari SP-36 tidak menyebabkan total serapan P tanaman meningkat signifikan bila dibanding perlakuan tanpa SP-36. Serapan P berasal dari pupuk adalah sebesar 16,3 - 20,5 mg/tanaman dan serapan P berasal dari tanah adalah sebesar 188,4 - 199,4 mg/tanaman.

Gambar 2 menunjukkan persentase P berasal dari tanah (%P-bdt) dan serapan yang berasal dari pupuk ditunjukkan dengan persentase P berasal dari pupuk (%P-bdp) dengan penambahan biochar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar menyebabkan serapan P berasal dari pupuk SP-36 lebih besar dibandingkan tanpa pemberian biochar. Persentase P berasal dari pupuk meningkat dari 1,6% menjadi 8,3% - 10,4%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian biochar bersama pupuk P menyebabkan penyerapan pupuk lebih baik bila dibandingkan tanpa pemberian biochar. Walaupun demikian, penyerapan pupuk yang lebih baik akibat pemberian biochar tidak menyebabkan total serapan P tanaman meningkat secara signifikan karena ketersediaan P dalam tanah Latosol Pasar Jumat diduga telah mencukupi kebutuhan tanaman. Pemupukan P sering kali tidak efisien karena sesaat setelah diaplikasikan

dalam tanah, sebagian besar pupuk P teradsorbsi dan terpresipitasi menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman [14]. Pemberian biochar bersama pupuk P telah menyebabkan penyerapan pupuk lebih baik, diduga karena pemberian biochar telah mampu memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga mengurangi jumlah pupuk P yang teradsorbsi dan terpresipitasi dalam tanah.



Gambar 1. Persentase serapan P berasal dari tanah dan pupuk (a) serta jumlah P berasal dari tanah dan pupuk (b) akibat pemberian SP-36 yang ditentukan menggunakan teknik isotop ^{32}P



Gambar 2. Persentase serapan P berasal dari tanah dan pupuk (a) serta jumlah P berasal dari tanah dan pupuk (b) akibat pemberian biochar yang ditentukan menggunakan teknik isotop ^{32}P

KESIMPULAN

Pemberian biochar disertai pemberian pupuk SP-36 menyebabkan penyerapan pupuk SP-36 oleh tanaman jagung manis lebih baik dibanding tanpa pemberian biochar. Pemberian biochar dengan dosis 37,5-75,0 g/pot (ekuivalen dengan 2-4 ton/ha) menyebabkan persentase penyerapan pupuk SP-36 (%P-bdp) lebih besar 6,7% - 8,8% dibanding tanpa pemberian biochar. Namun, hal tersebut tidak menyebabkan pertumbuhan, hasil dan serapan P total tanaman meningkat secara signifikan. Pemberian pupuk SP-36 dengan dosis 43 – 53 ppm P (ekuivalen dengan 200 – 250 kg SP-36/ha) secara mandiri menyebabkan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan bobot kering tanaman meningkat secara signifikan bila dibandingkan tanpa pemupukan SP-36.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kelompok Pemupukan dan Nutrisi Tanaman Bidang Pertanian PAIR – BATAN atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Lehmann, S. Joseph, "Biochar for environmental management: science and technology", 2nd ed. London: Routledge, 2012.
- [2] D. H. Goenadi, L. P. Santi, "Kontroversi aplikasi dan standar mutu biochar", *J. Sumberd. Lahan*, vol. 11, No. 1, pp. 23–32, 2017.
- [3] S. Jeffery *et al.*, "The way forward in biochar research: targeting trade-offs between the potential wins", *GCB Bioenergy*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2015.
- [4] P. Smith, "Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies", *Glob. Chang. Biol.*, vol. 22, no. 3, pp. 1315–1324, 2016.
- [5] B. Glaser, J. Lehmann, W. Zech, "Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review", *Biol. Fertil. Soils*, vol. 35, no. 4, pp. 219–230, 2002.
- [6] C. J. Atkinson, J. D. Fitzgerald, N. A. Hipps, "Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review", *Plant Soil*, vol. 337, no. 1, pp. 1–18, 2010.
- [7] B. Glaser, K. Wiedner, S. Seelig, H. P. Schmidt, H. Gerber, "Biochar organic fertilizers from natural resources as substitute for mineral fertilizers", *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 35, no. 2, pp. 667–678, 2015.
- [8] E. C. Hammer, Z. Balogh-Brunstad, I. Jakobsen, P. A. Olsson, S. L. S. Stipp, M. C. Rillig, "A mycorrhizal fungus grows on biochar and captures phosphorus from its surfaces", *Soil Biol. Biochem.*, vol. 77, pp. 252–260, 2014.
- [9] Y. Yao, B. Gao, M. Zhang, M. Inyang, A. R. Zimmerman, "Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil", *Chemosphere*, vol. 89, No. 11, pp. 1467–1471, 2012.
- [10] Widowati, Asnah, Sutoyo, "Pengaruh penggunaan biochar dan pupuk kalium terhadap pencucian dan serapan kalium pada tanaman jagung", *Buana Sains*, vol. 12, no. 1, pp. 83–90, 2012.
- [11] D. Dickinson, L. Balduccio, J. Buysse, F. Ronsse, G. van Huylbroeck, W. Prins, "Cost-benefit analysis of using biochar to improve cereals agriculture", *GCB Bioenergy*, vol. 7, no. 4, pp. 850–864, 2015, doi: 10.1111/gcbb.12180.
- [12] M. A. Verdiana, H. S. Thamrin, S. Titin, "Pengaruh berbagai dosis biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.)", *J. Produksi Tanam.*, vol. 4, no. 8, pp. 611–616, 2016.
- [13] R. Waty, Muyassir, Syamaun, Chairunnas, "Pemupukan NPK dan residu biochar terhadap pertumbuhan serta hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) musim tanam kedua", *J. Manaj. Sumberd. Lahan*, vol. 3, no. 1, pp. 383–389, 2014.
- [14] H. Marschner, *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Second. Amsterdam: Academic Press, 1995.
- [15] H. J. Cui, M. K. Wang, M. L. Fu, E. Ci, "Enhancing phosphorus availability in phosphorus-fertilized zones by reducing phosphate adsorbed on ferrihydrite using rice straw-derived biochar", *J. Soils Sediments*, vol. 11, no. 7, pp. 1135–1141, 2011.
- [16] Q. Shen, M. Hedley, M. Camps Arbestain, M. U. F. Kirschbaum, "Can biochar increase the bioavailability of phosphorus", *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, vol. 16, No. 2, pp. 268–286, 2016.
- [17] D. D. Warnock, J. Lehmann, T. W. Kuyper, M. C. Rillig, "Mycorrhizal responses to

- biochar in soil - concepts and mechanisms”, *Plant and Soil*, vol. 300, no. 1–2. pp. 9–20, 2007.
- [18] International Atomic Energy Agency, “Use of nuclear techniques in studies of soil-plant relationships”, *Train. course Ser.*, vol. 2, no. 2, 1990.
- [19] A. N. Flatian, SP, I. Anas, A. Sutandi, I. Ishak, “Kontribusi P dari mikroba pelarut fosfat, fosfat alam dan SP-36 yang ditentukan menggunakan teknik isotop ^{32}P ”, *J. Ilm. Apl. Isot. dan Radiasi*, vol. 12, no. 1, p. 57-65, 2017.
- [20] A.N. Flatian, S. Slamet, A. Citraresmini, “Peruntukan serapan fosfor (P) tanaman sorgum berasal dari 2 jenis pupuk yang berbeda menggunakan teknik isotop (^{32}P)”, *J. Ilm. Apl. Isot. dan Radiasi*, vol. 14, no. 2, pp. 110-115, 2018.
- [21] Evianti, Sulaeman, “Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk”, *2nd ed.* Bogor: Balai Penelitian Tanah Kementerian Pertanian, 2009.
- [22] S. Sudaryono, “Tingkat kesuburan tanah ultisol pada lahan pertambangan batubara Sangatta, Kalimantan Timur”, *J. Teknol. Lingkungan.*, vol. 10, no. 3, p. 337, 2009.
- [23] Mawardiana, Sufardi, H. Edi, “Pengaruh residu biochar dan pemupukan NPK terhadap dinamika nitrogen, sifat kimia tanah dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) musim tanam ketiga”, *J. Manaj. Sumberd. Lahan*, vol. 2, no. 3, pp. 255–260, 2013.
- [24] S. Jeffery, F. G. A. Verheijen, M. van der Velde, A. C. Bastos, “A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 144, no. 1. pp. 175–187, 2011.
- [25] E. J. Veneklaas *et al.*, “Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants”, *New Phytologist*, vol. 195, no. 2. pp. 306-320, 2012.
- [26] L. A. Biederman, W. S. Harpole, “Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis”, *GCB Bioenergy*, vol. 5, no. 2, pp. 202-214, 2013.