



Serapan dan Efisiensi Penyerapan Hara N dan P Pada Pakcoy (*Brassica rapa* L. Ssp. *Chinensis*) Sistem Vertikultur di Lahan Kering

Uptake and Efficiency of N and P Nutrient Uptake in Pakcoy (Brassica rapa L. Ssp. Chinensis) Vertical System in Dry Land

Wilda Lumban Tobing*, Eduardus Yosef Neonbeni, Asep Ikhsan Gumelar, Maria Angelina Tuas, Rolinus Sabuna
Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Timor, Kefamenanu, East Nusa Tenggara, Indonesia

*Corresponding author: wildatob14@gmail.com

ABSTRACT

Pakcoy cultivation in dry land is still not optimal due to the growing environment that requires technology. Fertigation verticulture is used as an effort to increase pakcoy production in dry land. The purpose of this study was to determine the fertigation time, composition of planting media and the distance between planting holes and their interactions in increasing nutrient uptake and efficiency of N and P absorption for pakcoy plants on the vertical fertigation system. This research was carried out in the agricultural garden of the Main Seed Center of the North Central Timor Regency Agriculture Office from June to December 2021. The study used an experimental method with a Separate Plot Design with 3 plots where the main plot was the fertigation time which consisted of 3 levels, namely W1 (60 seconds), W2 (90 seconds), and W3 (120 seconds). The main subplot is the composition of the growing media which consists of 4 levels, namely: M1 (Soil: Sand (1:1)); M2 (Soil: Biochar (1:1)); M3 (Soil: Biochar (1:1)); and M4 (Soil: Sand: Biochar (1:1:1)). The subplots are the spacing of the planting holes consisting of 3 levels, namely: J1 (15 cm); J2 (20 cm); and J3 (25 cm). There were 36 treatments which were repeated 4 (four) times in order to obtain a total of 144 treatments. Data analysis used a comparative test using the Duncan Multiple Range Test method at 5% level. The results showed that the fertigation time of 120 seconds (W3) and the composition of the growing media: biochar (1:1) (M2) and their interactions increased the N and P uptake of pakcoy plants grown in a verticulture system on dry land by treatment. The fermentation time of 120 seconds (W3) and the composition of the growing media: biochar (1:1) (M2) also increased the efficiency of N and P nutrient absorption.

Keywords: biochar; fertigation time; nutrient uptake efficiency; planting media composition.

Cite this as: Tobing, W, L., Neonbeni, E, Y., Gumelar, A, I., Tuas, M, A., Sabuna, R. (2022). Serapan dan Efisiensi Penyerapan Hara N dan P Pada Pakcoy (*Brassica rapa* L. Ssp. *Chinensis*) Sistem Vertikultur di Lahan Kering. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 50-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.59912>

PENDAHULUAN

Sistem vertikultur semakin banyak diterapkan kalangan masyarakat. Teknologi ini banyak digunakan pada budidaya tanaman sayuran seperti pakcoy. Dibandingkan jenis sawi lainnya, pakcoy memiliki batang dan daun yang lebih tebal dan besar serta banyak digunakan pada banyak jenis makanan. Hal ini membuat sayuran ini banyak disukai oleh masyarakat. Budidaya dengan vertikultur biasanya banyak menggunakan lahan pekarangan untuk bercocok tanam karena kondisi lahan pertanian yang terbatas. Penerapannya di lahan kering seperti Nusa Tenggara Timur (NTT) telah memberikan manfaat karena tidak perlu mengolah tanah lebih berat. NTT memiliki sekitar 3 juta ha lahan kering iklim kering dengan curah hujan < 2.000 mm/tahun, bulan kering 5-10 bulan, lahan memiliki ciri bersolum tanah dangkal dan berbatu ((Mulyani et al., 2014; Mulyani & H.S., 2019). Lahan ini cukup peka terhadap kerusakan lahan seperti erosi sehingga kandungan karbon organik tanahnya rendah (1,47 – 2,24 %), begitu juga kandungan hara

utama (N dan P) yang relatif rendah (Matheus et al., 2017). Kendala lainnya mencakup minimnya teknologi sehingga memerlukan ketepatan pengelolaan lahan kering untuk meningkatkan produksi yang berkelanjutan (Lasmini et al., 2017).

Penggunaan vertikultur semakin berkembang sesuai dengan modifikasinya. Penggunaan vertikultur dapat dimodifikasi dengan sistem fertigasi. Fertigasi merupakan teknologi memberikan air maupun pupuk dalam bentuk cair dengan sistem irigasi. Dalam mendukung adaptasi iklim lahan kering yang digunakan sebagai lahan pertanian dapat menggunakan teknik irigasi (Haryati, 2014). Fertigasi mikro di lahan sempit dapat meningkatkan produksi tanaman cabai sebesar 61,23 % jika dibandingkan dengan sistem siram (Naswir et al., 2009). Ketepatan waktu fertigasi menjadi kajian penting terkait ketersediaan air maupun hara pada tanah dan tanaman. Hasilnya diharapkan dapat menunjukkan waktu yang paling tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan tingkat efisiensi penyerapan maupun

penggunaan hara yang diberikan.

Media tumbuh tanaman dapat diatur melalui penggunaan komposisi media di dalamnya. Komposisi media tanam dalam sistem vertikultur menjadi faktor penting untuk meningkatkan pertumbuhan pakcoy. Pasir dan (Obia et al., 2020) biochar dapat dijadikan campuran dengan tanah untuk dijadikan media tumbuh tanaman. Walaupun kemampuan retensinya rendah namun dapat diatasi dari sistem irigasi (Hassan et al., 2013). Penggunaan pasir diharapkan mampu meningkatkan sistem perakaran tanaman yang sehingga menghasilkan efisiensi hara yang sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, penggunaan biochar sebagai pembenah tanah di lahan kering menjadi salah satu cara meningkatkan produktivitas tanah. Hasil beberapa kajian dari biochar diketahui dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta meningkatkan hasil panen (Agyarko-Mintah et al., 2017; Karbout et al., 2019; Luo et al., 2017). Aplikasi biochar juga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah agregat di daerah semi-kering, meningkatkan stabilitas tanah, serta meningkatkan bahan organik tanah (Cen et al., 2021). Berdasarkan kajian-kajian inilah diharapkan diperoleh komposisi media tanah yang paling tepat untuk budidaya pakcoy pada vertikultur sistem fertigasi.

Pengaturan jarak tanam pada media vertikultur akan mempengaruhi jumlah populasi tanaman. Kepadatan populasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan persaingan hara, air dan cahaya pada masing-masing tanaman (Sitepu et al., 2013). Hal ini malah tidak efisien dan tidak efektif dalam persediaan nutrisi bagi tanaman. Hasil penelitian bahwa jarak antar lubang tanam 15 cm pada media vertikultur diketahui meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy pada media vertikultur (Khanif, 2018). Adanya hal ini, perlu kajian ketepatan jarak lubang tanam yang tepat pada budidaya pakcoy pada vertikultur sistem fertigasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui waktu fertigasi, komposisi media tanam dan jarak antar lubang tanam serta interaksinya dalam meningkatkan serapan hara dan efisiensi penyerapan N dan P bagi tanaman pakcoy.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di kebun pertanian Balai Benih Utama Dinas Pertanian Kabupaten Timor Tengah Utara pada bulan Juni sampai Desember 2021. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah teh kompos, biochar, pasir, tanah, air, kain flanel, benih pakcoy, ember ukuran 180 L dan 20 liter. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa paralon 4 dim dan 0,5 dim, *heat gun*, gurinda, *solder*, elbow, mesin air, keran.

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Petak Terpisah dengan 3 petak dimana petak utama adalah waktu fertigasi yang terdiri dari 3 aras yaitu W1 (60 detik), W2 (90 detik), dan W3 (120 detik). Anak petak utama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari 4 aras yaitu: M1 (Tanah : Pasir (1:1)); M2 (Tanah : Biochar (1:1)); M3 (Tanah : Biochar (1:1)); dan M4 (Tanah: Pasir: Biochar (1:1:1)). Anak anak petak adalah jarak lubang tanam yang terdiri dari 3 aras yaitu: J1 (15 cm); J2 (20 cm); dan J3 (25 cm). Terdapat 36 perlakuan yang diulang sebanyak 4 (empat) kali sehingga diperoleh jumlah perlakuan sebanyak 144. Analisis data menggunakan uji pembandingan rata-rata

metode *Duncan Multiple Range Test* taraf 5 %.

Penelitian dilakukan diawali dengan mempersiapkan lahan yang diratakan dan dibersihkan. Tahap pembuatan media vertikultur sesuai dengan perlakuan jarak tanam menggunakan gurinda dan *heat gun*. Tahap pembuatan instalasi fertigasi menggunakan pipa 0,5 dim yang disolder dan diberi kain flanel pada bagian dalam pipa sebagai media resapan nutrisi dan sumbu pada bagian dasar media, instalasi ini akan disambungkan menggunakan elbow pada masing-masing pipa. Tahap pembuatan biochar dengan membakar sekam padi secara tidak sempurna menggunakan seng bekas yang dibentuk melingkar dan dilubangi menggunakan paku kemudian diberi api pada bagian dalam seng untuk membakar sekam yang diletakkan melingkar pada bagian luar seng. Tahap pembuatan teh kompos sebagai pupuk cair dengan bahan dasar daun gamal, dedak, kotoran ternak dan EM4 yang dicampur merata dan ditutup menggunakan terpal selama 14 hari, kompos yang sudah jadi teh akan diseduh saat akan dilakukan pemupukan pada 1 hari sebelumnya dengan dosis 1 kg/10 liter air. Tahap pengisian media tanam sesuai komposisi perlakuan dengan total media tanam dalam 1 pipa sebanyak 15 kg. Pada M1 tanah 7,5 kg dan pasir 7,5 kg, media M2 tanah 7,5 kg dan biochar 7,5 kg, M3 pasir 7,5 kg dan biochar 7,5 kg, serta M4 tanah 5 kg, pasir 5 kg, dan biochar 5 kg. Persemaian dilakukan 2 minggu sebelum tanam (MST). Pemeliharaan dilakukan dengan mencabut gulma yang ada di sekitar tanaman dan melakukan penyiraman 2 kali (pagi dan sore) sehari. Pemanenan dilakukan saat umur tanaman 28 MST.

Pengamatan pada penelitian ini serapan hara tanaman dihitung menggunakan rumus berat kering tanaman (mg/pot) x kadar hara dalam jaringan (%) (Adeli et al., 2005), efisiensi penyerapan hara menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi Penyerapan Hara} = \frac{\text{Total Serapan Hara}}{\text{Berat Kering Akar}}$$

(m g g⁻¹ BKA) (Elliott & Läuchli, 1985). Analisis tanah awal diketahui bahwa N total tanah sebesar 0,26 % (sedang) dan P total tanah sebesar 63,55 mg/100g (sangat tinggi) (Balai Penelitian Tanah, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serapan Hara N dan P Tanaman

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui interaksi waktu fertigasi dengan komposisi media tanam, faktor tunggal waktu fertigasi dan komposisi media tanam memberikan pengaruh yang nyata pada serapan N dan P. Perlakuan lainnya tidak memberikan pengaruh yang nyata. Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (1:1) menunjukkan serapan N dan P tanaman yang berbeda nyata dibandingkan dengan interaksi lainnya. Perlakuan waktu fertigasi 120 detik memberikan serapan N dan P yang berbeda nyata dengan waktu fertigasi lainnya. Pengaruh komposisi media tanam tanah : biochar (1:1) memberikan hasil yang berbeda nyata pada serapan N dan P dibandingkan dengan komposisi media tanam lainnya.

Pengaruh waktu fertigasi 120 detik, komposisi media tanam tanah:biochar (1:1) dan interaksi kedua perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Faktor waktu fertigasi menunjukkan semakin

lama waktu fertigasi maka semakin menunjukkan peningkatan pada serapan N dan P. Peningkatan serapan dipengaruhi oleh ketersediaan kadar hara di dalam tanah. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa kadar N pada akhir penelitian diperoleh sebesar

0,60 % (tinggi) dan kadar P sebesar 123,77 mg/100g (sangat tinggi) (Balai Penelitian Tanah, 2009). Pemberian teh kompos yang diberikan selama 120 detik (W3) diduga memberi kecukupan nutrisi pada tanaman dibanding dengan waktu fertigasi lainnya.

Tabel 1. Serapan N tanaman pakcoy sistem vertikultur

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Komposisi Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	13.39cde	7.24e	9.34de	9.99c
M2 (Tanah : Biochar)	30.91b	23.21bcd	50.67a	34.93a
M3 (Pasir : Biochar)	18.75bcde	16.51bcde	19.09bcde	18.12b
M4 (Pasir : Tanah : Biochar)	12.20cde	21.75bcde	24.98bc	19.64b
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	19.47	13.91	23.89	19.09
J2 (20 cm)	19.50	17.49	31.19	22.73
J3 (25 cm)	17.47	20.13	25.26	20.95
WxMxJ				
M1J1	11.68	9.60	7.59	9.62
M1J2	19.19	7.37	11.87	12.81
M1J3	9.32	4.76	8.55	7.54
M2J1	25.87	18.44	49.68	31.33
M2J2	22.84	26.66	41.73	30.41
M2J3	44.01	24.54	60.60	43.05
M3J1	27.38	16.11	14.42	19.30
M3J2	20.95	12.96	20.96	18.29
M3J3	7.92	20.45	21.89	16.75
M4J1	12.94	11.50	14.78	13.07
M4J2	15.04	22.97	50.18	29.39
M4J3	8.63	30.77	9.99	16.46
Rataan	18.81b	17.18b	26.14a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Teh kompos akan berkontribusi terhadap mineralisasi hara N dan P pada budidaya pak choi (Pant et al., 2012). Teh kompos juga mampu menyediakan makronutrien bagi tanaman (Eudoxie & Martin, 2019). Aplikasi teh kompos diketahui juga meningkatkan bakteri tanah dan populasi jamur secara signifikan juga meningkatkan serapan N dan P (150,90 mg/100g) pada tanaman lobak (Taha et al., 2018). Hal ini diduga terjadinya mekanisme supresif dan biostimulator gabungan serta ditopang oleh komunitas mikroba yang menjadi dasar peningkatan serapan hara pada tanaman. Sistem fertigasi dengan adanya kain flanel yang diletakkan pada bagian dalam pipa menjadi sumbu yang berfungsi sebagai media resapan nutrisi melalui irigasi. Pot sebagai dasar tempat berdirinya pipa vertikultur juga diberi tempat penampungan nutrisi yang diberikan melalui irigasi, saat nutrisi berlebih maka tersimpan di dalam tempat penampungan yang dihubungkan dengan sumbu tersebut. Sistem fertigasi dengan *wick system* ini dianggap lebih efektif bagi tanaman pakcoy. Sistem ini diketahui dapat menyediakan nutrisi pada media tanam yang digunakan sehingga efektif untuk menyediakan hara bagi tanaman (Lukmanul, 2021).

Perlakuan media tanam tanah:biochar (1:1) memberikan efek positif terhadap serapan N dan P dibandingkan dengan media lainnya. Biochar sebagai amandemen tanah (Wu et al., 2016) juga berperan dalam mengurangi kehilangan hara (Kammann et al., 2015; Wang et al., 2017) sehingga potensial dalam membantu ketersediaan hara. Diketahui dari hasil pengamatan N dan P pada tanah pada akhir penelitian adalah 1,05 (sangat tinggi) dan 146,41 (sangat tinggi)

(Balai Penelitian Tanah, 2009). Kemampuan serapan yang tinggi ini juga diduga akibat adanya biochar membuat KTK tanah juga tinggi sehingga mampu menahan dan mengikat kation hara tanaman. Oleh karena itu, hara dipertahankan dan lebih banyak diperoleh untuk serapan tanaman (Agegnehu et al., 2017). Komposisi media tanam lain yang bercampur dengan pasir tidak menunjukkan hasil yang baik pada penelitian ini. Hal ini diduga adanya pasir tersebut tidak mampu mengikat hara di dalam tanah yang juga dapat disebabkan rendahnya etensi pada pasir.

Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan media tanam tanah:biochar (1:1) mampu memberikan serapan N (Tabel 1) dan P (Tabel 2) pada tanaman pakcoy tertinggi. Hal ini diduga karena adanya interaksi teh kompos dengan biochar memberi peningkatan hara N sebesar 1,07 (sangat tinggi) P sebesar 146,67 (sangat tinggi) pada tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009). Gabungan biochar dan bahan organik seperti teh kompos diketahui mampu meningkatkan kandungan N dan P tanah (Qayyum et al., 2017; Cao et al., 2018). Selain itu, biochar dengan the kompos menghasilkan banyak nutrisi terutama anion nitrat dan fospat sehingga mampu menyediakan hara di dalam tanah (Kammann et al., 2015). Pelepasan P yang tinggi pada kompos juga berkurang sejak diberinya biochar sehingga mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah (Liang et al., 2014; Hong & Lu, 2018). Penelitian (Oldfield et al., 2018), biochar dapat mendaur ulang C dan P, sedangkan kompos dapat mendaur ulang C, N, P, dan K, jadi perpaduan keduanya menghasilkan daur ulang unsur hara makro dan mikro tanaman. Gabungan penggunaan biochar dan kompos dapat berdampak

positif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman.

Perlakuan jarak tanam maupun jarak tanam secara tunggal maupun interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa jarak berapapun

baik secara tunggal maupun diinteraksikan dengan perlakuan lainnya yang diterapkan pada penelitian ini menghasilkan serapan yang sama secara statistik ($P>0,05$).

Tabel 2. Serapan P tanaman pakcoy sistem vertikultur

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	4.65cde	2.54e	3.21de	3.47c
M2 (Tanah : Biochar)	12.28b	8.27bcd	18.16a	12.91a
M3 (Pasir : Biochar)	6.43cde	5.72cde	6.73cde	6.29b
M4 (Pasir : Tanah: Biochar)	4.22cde	6.95cde	9.00bc	6.73b
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	6.97	4.94	8.44	6.79
J2 (20 cm)	6.76	5.96	11.14	7.95
J3 (25 cm)	6.96	6.71	9.03	7.57
WxMxJ				
M1J1	3.98	3.25	2.68	3.31
M1J2	6.72	2.63	4.09	4.48
M1J3	3.25	1.73	2.87	2.62
M2J1	9.99	6.74	17.54	11.42
M2J2	7.92	9.55	14.67	10.71
M2J3	18.94	8.53	22.27	16.58
M3J1	9.47	5.76	5.11	6.78
M3J2	7.19	4.37	7.33	6.29
M3J3	2.64	7.02	7.75	5.80
M4J1	4.45	4.01	5.27	4.57
M4J2	5.21	7.29	18.49	10.33
M4J3	3.02	9.55	3.25	5.27
Rataan	6.90b	5.87b	9.32a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Efisiensi Penyerapan N dan P

Efisiensi penyerapan hara diperoleh dengan membandingkan total serapan tanaman dengan kadar hara pada akar tanaman. Efisiensi penyerapan hara diartikan sebagai kemampuan tanaman menyerap hara melalui akar dan menggunakannya untuk pembentukan biomassa. Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 diketahui bahwa waktu fertigasi dan komposisi media tanam memberikan pengaruh yang nyata pada efisiensi penyerapan N dan P. Perlakuan lainnya baik interaksi maupun faktor tunggal (jarak lubang tanam) tidak memberikan pengaruh yang nyata pada efisiensi penyerapan N dan P. Waktu fertigasi selama 90 detik dan 120 detik (Tabel 3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan waktu fertigasi 60 detik. Semakin lama waktu fertigasi maka semakin tinggi efisiensi penyerapan hara pada tanaman akibat banyaknya nutrisi yang diberikan. Sistem fertigasi menggunakan sumbu (*wick system*) ini membuat nutrisi mampu meningkatkan keefektifan penyerapan karena sumbu menjadi media resapan yang letaknya dengan daerah perakaran. Efek positif adanya teh kompos mampu memperbaiki kualitas tanah, menjaga keseimbangan hara dan air pada zona akar sehingga akar mampu menyerap nutrisi yang berpengaruh pada peningkatan efisiensi penyerapan hara N dan P pada tanaman (Siddiqui et al., 2011; Fouda & Ali, 2016).

Tingginya hasil efisiensi penggunaan P (Tabel 4) yang dipengaruhi oleh waktu fertigasi juga disebabkan oleh nutrisi yang diberikan. Teh kompos mampu meningkatkan efisiensi penggunaan P pada tanaman pakcoy. Hal ini diduga karena teh kompos mampu mengubah tingkat keasaman tanah yang digunakan

menjadi lebih rendah. Diketahui bahwa tanah dengan tipe kering di Nusa Tenggara Timur memiliki ciri dengan kejenuhan basa yang sangat tinggi dan pH cenderung alkalis dan berkapur (Mulyani & Sarwani, 2013). Hal ini mengakibatkan terjadi peningkatan ketersediaan P yang diserap tanaman. Penurunan pH pada tanah akibat adanya teh kompos dapat memudahkan fiksasi P di tanah berkapur dan meningkatkan penyerapan P pada tanaman serta mengurangi pembentukan Ca fosfat yang kurang larut di tanah berpasir berkapur (Luo et al., 2021; Eissa, 2019).

Perlakuan komposisi media tanam tanah: biochar (1:1) menunjukkan nilai efisiensi penyerapan N dan P yang berbeda nyata dibandingkan dengan komposisi media tanam lainnya. Komposisi yang dipengaruhi oleh pasir tidak mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara yang tinggi. Hal ini diduga karena retensi dari pasir yang rendah mengakibatkan rendahnya efisiensi penyerapan hara. Namun, adanya biochar pada perlakuan komposisi media tanam masih menghasilkan nilai efisiensi yang lebih tinggi dibanding tanpa adanya biochar walaupun hanya komposisi media tanam tanah:biochar (1:1) yang berbeda nyata dibanding lainnya.

Efisiensi penyerapan N akan dipengaruhi oleh siklus N di tanah yang dikendalikan oleh mikroorganisme. Biochar mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan mempengaruhi proses mineralisasi N organik dalam tanah (Maestrini et al., 2014; Prayogo et al., 2014; Prommer et al., 2014). Pada penelitian lain biochar diketahui mampu menghasilkan N bersih hasil mineralisasi sebesar 35 % (Gul & Whalen, 2016). Pada lahan dengan tesktur pasir yang tinggi, biochar mampu

meningkatkan amonium dan dan mengurangi retensi nitrat karena pencucian (Yao et al., 2012; Sun et al., 2017). Sehingga, adanya biochar diketahui telah banyak meningkatkan efisiensi penyerapan N pada tanaman (Van Zwieten et al., 2010).

Hidrolisis P diduga terjadi karena adanya enzim ekstraseluler yang diproduksi di akar tanaman dan mikroorganisme tanah. Hal ini akan menentukan mineralisasi P. Pada beberapa penelitian, media tanam menggunakan biochar telah meningkatkan mineralisasi P karena adanya peningkatan biomassa mikroba dan

penggunaannya juga diketahui meningkatkan aktivitas fosfatase setelah 20 hari (Masto et al., 2013). Biochar juga dapat digunakan sebagai ganti pupuk fosfat saat reklamasi tanah berpasir berkapur karena kandungan P yang tinggi (Shenbagavalli, S. & Mahimairaja, 2012). Adanya teh kompos juga signifikan meningkatkan ketersediaan P pada tanah berkapur sehingga secara langsung diketahui meningkatkan efisiensi penyerapan P pada tanaman (Pizzeghello et al., 2011; Yang et al., 2019).

Tabel 3. Efisiensi penyerapan N pada tanaman pakcoy.

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	20.66	18.72	36.39	25.26c
M2 (Tanah : Biochar)	38.73	66.91	55.39	53.68a
M3 (Pasir : Biochar)	27.45	33.77	54.16	38.46b
M4 (Pasir : Tanah: Biochar)	19.99	43.77	32.42	32.06bc
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	21.22	33.28	43.42	32.64
J2 (20 cm)	31.45	39.89	47.07	39.47
J3 (25 cm)	27.46	49.20	47.17	41.28
WxMxJ				
M1J1	21.72	14.42	36.93	24.35
M1J2	23.33	19.36	46.94	29.88
M1J3	16.95	22.38	25.31	21.55
M2J1	22.18	53.80	36.40	37.46
M2J2	48.38	75.28	78.10	67.25
M2J3	45.64	71.65	51.69	56.33
M3J1	24.35	29.84	56.93	37.04
M3J2	31.36	20.91	40.96	31.07
M3J3	26.65	50.56	64.61	47.27
M4J1	16.64	35.08	27.89	26.54
M4J2	22.73	44.00	22.29	29.67
M4J3	20.62	52.21	47.09	39.97
Rataan	26.71b	40.79a	44.80a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 4. Efisiensi penyerapan P pada tanaman pakcoy

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	7.35	6.48	12.66	8.83b
M2 (Tanah : Biochar)	14.17	22.62	19.54	18.78a
M3 (Pasir : Biochar)	9.73	12.28	18.92	13.64b
M4 (Pasir : Tanah: Biochar)	6.95	14.76	11.52	11.08b
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	7.54	11.37	15.23	11.38
J2 (20 cm)	11.02	13.10	16.09	13.40
J3 (25 cm)	10.08	17.63	17.03	14.92
WxMxJ				
M1J1	7.53	4.78	12.62	8.31
M1J2	8.50	6.48	16.47	10.48
M1J3	6.01	8.18	8.90	7.70
M2J1	7.64	18.14	12.66	12.81
M2J2	16.91	23.86	27.41	22.73
M2J3	17.97	25.86	18.54	20.79
M3J1	9.17	10.24	20.41	13.28
M3J2	10.91	7.05	13.47	10.48
M3J3	9.10	19.54	22.88	17.17
M4J1	5.83	12.33	9.75	9.30
M4J2	7.77	15.00	7.01	9.92
M4J3	7.25	16.95	17.79	14.00
Rataan	9.55b	14.03a	15.73a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

KESIMPULAN

Interaksi waktu fertigasi 120 detik dan komposisi media tanam tanah:biochar (1:1) meningkatkan serapan N dan P tanaman pakcoy yang ditanam pada sistem vertikultur di lahan kering dengan masing-masing nilai sebesar 50,67 dan 18,1. Waktu fertigasi dan komposisi media tanam meningkatkan efisiensi penyerapan hara N dan P dengan perlakuan terbaik waktu fertigasi 120 detik dan komposisi media tanam tanah:biochar (1:1) dengan masing-masing nilai sebesar 44,80 % dan 15,73 pada perlakuan waktu fertigasi serta 53,68 dan 18,78 pada perlakuan komposisi media tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeli, A., Sistani, K. R., Rowe, D. E., & Tewolde, H. (2005). Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. *Agronomy Journal*, 97(1). <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0314>
- Agegnehu, G., Srivastava, A. K., & Bird, M. I. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. In *Applied Soil Ecology* (Vol. 119). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.06.008>
- Agyarko-Mintah, E., Cowie, A., Van Zwieten, L., Singh, B. P., Smillie, R., Harden, S., & Fornasier, F. (2017). Biochar lowers ammonia emission and improves nitrogen retention in poultry litter composting. *Waste Management*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.009>
- Balai Penelitian Tanah. (2009). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. In *Balai Penelitian Tanah* (Issue 2).
- Cao, Y., Gao, Y., Qi, Y., & Li, J. (2018). Biochar-enhanced composts reduce the potential leaching of nutrients and heavy metals and suppress plant-parasitic nematodes in excessively fertilized cucumber soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8). <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1061-4>
- Cen, R., Feng, W., Yang, F., Wu, W., Liao, H., & Qu, Z. (2021). Effect mechanism of biochar application on soil structure and organic matter in semi-arid areas. *Journal of Environmental Management*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112198>
- Eissa, M. A. (2019). Efficiency of P Fertigation for Drip-Irrigated Potato Grown on Calcareous Sandy Soils. *Potato Research*, 62(1). <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9399-7>
- Elliott, G. C., & Läuchli, A. (1985). Phosphorus Efficiency and Phosphate-Iron Interaction in Maize 1. *Agronomy Journal*, 77(3), 399–403. <https://doi.org/10.2134/agronj1985.00021962007700030011x>
- Eudoxie, G., & Martin, M. (2019). Compost Tea Quality and Fertility. In *Organic Fertilizers - History, Production and Applications*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86877>
- Gul, S., & Whalen, J. K. (2016). Biochemical cycling of nitrogen and phosphorus in biochar-amended soils. In *Soil Biology and Biochemistry* (Vol. 103). <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.08.001>
- Haryati, U. (2014). Teknologi Irigasi Suplemen untuk Adaptasi Perubahan Iklim pada Pertanian Lahan Kering. *Sumber Daya Lahan*, 8(1), 43–57.
- Hassan, A. Z. A., Wahab, A., & Mahmoud, M. (2013). The combined effect of bentonite and natural zeolite on sandy soil properties and productivity of some crops. In *Topclass Journal of Agricultural Research* (Vol. 1, Issue 3).
- Hong, C., & Lu, S. (2018). Does biochar affect the availability and chemical fractionation of phosphate in soils? *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1219-8>
- Kammann, C. I., Schmidt, H. P., Messerschmidt, N., Linsel, S., Steffens, D., Müller, C., Koyro, H. W., Conte, P., & Stephen, J. (2015). Plant growth improvement mediated by nitrate capture in co-composted biochar. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/10.1038/srep11080>
- Karbout, N., Brahim, N., Bol, R., Moussa, M., & Bousnina, H. (2019). Applying biochar from date palm waste residues to improve the organic matter, nutrient status and water retention in sandy oasis soils. *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences*, 7.
- Khanif, A. (2018). Pengaruh Komposisi Media Organik Dan Jarak Tanam Pada Sistem Vertikultur Terhadap Pertumbuhan Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Doctoral Dissertation, University of Muhammadiyah Malang*.
- Lasmini, S. A., Wahyudi, I., & Nurhayati. (2017). Optimalisasi Pengelolaan Lahan Kering untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Berbasis Inovasi Teknologi dan Kearifan Lokal. *Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(11).
- Liang, Y., Cao, X., Zhao, L., Xu, X., & Harris, W. (2014). Phosphorus Release from Dairy Manure, the Manure-Derived Biochar, and Their Amended Soil: Effects of Phosphorus Nature and Soil Property. *Journal of Environmental Quality*, 43(4). <https://doi.org/10.2134/jeq2014.01.0021>
- Lukmanul, A. (2021). Urban Farming Metode Teknologi Dan Inovasi Baru Pada Pertanian Perkotaan (Urban Farming Technology and Methods New Innovations in Urban Agriculture). *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3782290>
- Luo, T., Zhu, Y., Lu, W., Chen, L., Min, T., Li, J., & Wei, C. (2021). Acidic compost tea enhances phosphorus availability and cotton yield in calcareous soils by decreasing soil pH. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 71(8). <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1933161>
- Luo, Y., Lin, Q., Durenkamp, M., Dungait, A. J., & Brookes, P. C. (2017). Soil priming effects following substrates addition to biochar-treated soils after 431 days of pre-incubation. *Biology and Fertility of Soils*, 53(3). <https://doi.org/10.1007/s00374-017-1180-6>
- Maestrini, B., Herrmann, A. M., Nannipieri, P., Schmidt,

- M. W. I., & Abiven, S. (2014). Ryegrass-derived pyrogenic organic matter changes organic carbon and nitrogen mineralization in a temperate forest soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.11.013>
- Masto, R. E., Kumar, S., Rout, T. K., Sarkar, P., George, J., & Ram, L. C. (2013). Biochar from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. *Catena*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.06.025>
- Matheus, R., Basri, M., Rompon, M. S., & Neonufa, N. (2017). Strategi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan Di Nusa Tenggara Timur. *Partner*, 22(2). <https://doi.org/10.35726/jp.v22i2.246>
- Mulyani, A., & H.S., M. (2019). Pengelolaan Lahan Kering Beriklim Kering untuk Pengembangan Jagung di Nusa Tenggara. *Sumber Daya Lahan*, 13(2), 41–52.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D., & Las, I. (2014). Percepatan pengembangan pertanian lahan kering iklim kering di Nusa Tenggara. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4).
- Mulyani, A., & Sarwani, M. (2013). Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1), 46–57.
- Naswir, S. H., Pandjaitan, N. H., & Pawitan, H. (2009). Efektivitas Sistem Fertigasi Mikro untuk Lahan Sempit (Naswir et al.). *Forum Pascasarjana*, 32(1).
- Obia, A., Cornelissen, G., Martinsen, V., Smebye, A. B., & Mulder, J. (2020). Conservation tillage and biochar improve soil water content and moderate soil temperature in a tropical Acrisol. *Soil and Tillage Research*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104521>
- Oldfield, T. L., Sikirica, N., Mondini, C., López, G., Kuikman, P. J., & Holden, N. M. (2018). Biochar, compost and biochar-compost blend as options to recover nutrients and sequester carbon. *Journal of Environmental Management*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.061>
- Pant, A. P., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., & Paull, R. E. (2012). Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Scientia Horticulturae*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.019>
- Pizzeghello, D., Berti, A., Nardi, S., & Morari, F. (2011). Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.011>
- Prayogo, C., Jones, J. E., Baeyens, J., & Bending, G. D. (2014). Impact of biochar on mineralisation of C and N from soil and willow litter and its relationship with microbial community biomass and structure. *Biology and Fertility of Soils*, 50(4). <https://doi.org/10.1007/s00374-013-0884-5>
- Prommer, J., Wanek, W., Hofhansl, F., Trojan, D., Offre, P., Urich, T., Schleper, C., Sassmann, S., Kitzler, B., Soja, G., & Hood-Nowotny, R. C. (2014). Biochar decelerates soil organic nitrogen cycling but stimulates soil nitrification in a temperate arable field trial. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086388>
- Qayyum, M. F., Liaquat, F., Rehman, R. A., Gul, M., ul Hye, M. Z., Rizwan, M., & Rehaman, M. Z. ur. (2017). Effects of co-composting of farm manure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33). <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0227-4>
- Sara E. Fouda* and A. S. Ali. (2016). The Effects of The Conjunctive Use of Compost Tea and Inorganic Fertilizers on Radish (*Raphanus sativus*) Nutrient Uptake and Soil Microorganisms. *Egyptian Journal of Soil Science*, 56(2). <https://doi.org/10.21608/ejss.2016.2369>
- Shenbagavalli, S. & Mahimairaja, S. (2012). Production And Characterization Of Biochar From Different Biological Wastes. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 2(1).
- Siddiqui, Y., Islam, T. M., Naidu, Y., & Meon, S. (2011). The conjunctive use of compost tea and inorganic fertiliser on the growth, yield and terpenoid content of *Centella asiatica* (L.) urban. *Scientia Horticulturae*, 130(1). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.05.043>
- Sitepu, B. H., Ginting, S., & Mariati. (2013). Respon Pertumbuhan dan Produksi Bawang MERAH (*Allium ascalonicum* L. Var. Tuktuk) Asal Biji terhadap PEMBERIAN Pupuk Kalian dan Jarak Tanam. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 711–724.
- Sun, H., Lu, H., Chu, L., Shao, H., & Shi, W. (2017). Biochar applied with appropriate rates can reduce N leaching, keep N retention and not increase NH₃ volatilization in a coastal saline soil. *Science of the Total Environment*, 575. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.137>
- Taha, S. S., Seoudi, O. A., Abdelaliem, Y. F., Tolba, M. S., & El Sayed, S. S. F. (2018). Influence of Bio-Spent Mushroom Compost Tea and Potassium Humate As a Sustainable Partial Alternate Source To Mineral-N Influence of Bio-Spent Mushroom Compost Tea and Potassium Humate As a Sustainable Partial Alternate Source To Mineral-N Fertigation on. *Egypt. J. of Appl. Sci*, 33(1), 103–122.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Downie, A., Morris, S., Petty, S., Rust, J., & Chan, K. Y. (2010). A glasshouse study on the interaction of low mineral ash biochar with nitrogen in a sandy soil. *Australian Journal of Soil Research*, 48(6–7). <https://doi.org/10.1071/SR10003>
- Wang, Q., Awasthi, M. K., Ren, X., Zhao, J., Li, R., Wang, Z., Chen, H., Wang, M., & Zhang, Z. (2017). Comparison of biochar, zeolite and their mixture amendment for aiding organic matter transformation and nitrogen conservation during pig manure composting. *Bioresource Technology*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.158>

- Wu, H., Zeng, G., Liang, J., Chen, J., Xu, J., Dai, J., Li, X., Chen, M., Xu, P., Zhou, Y., Li, F., Hu, L., & Wan, J. (2016). Responses of bacterial community and functional marker genes of nitrogen cycling to biochar, compost and combined amendments in soil. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(19). <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7614-5>
- Yang, X., Chen, X., & Yang, X. (2019). Effect of organic matter on phosphorus adsorption and desorption in a black soil from Northeast China. *Soil and Tillage Research*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.11.016>
- Yao, Y., Gao, B., Zhang, M., Inyang, M., & Zimmerman, A. R. (2012). Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere*, 89(11). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.06.002>