



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) sistem vertikultur dengan fertigasi di lahan kering

Pakcoy (Brassica rapa subsp. Chinensis) Growth in Verticulture System With Fertigation on Dry Land

Eduardus Yosef Neonbeni¹, Wilda Lumban Tobing^{1*}, Asep Ikhsan Gumelar¹, Maria Angelina Tuas¹, Rolinus Sabuna¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor

*Email korespondensi: wildatobing@unimor.ac.id

ABSTRACT

Article history

Received : February 25, 2022

Accepted : Juni 10, 2022

Published : September 30, 2022

Keyword

Fertigation; growing media; the growth of pakcoy; spacing of planting hole; verticulture

Introduction: This study aimed to determine the growth of pakcoy at the time of fertigation and the composition of the verticulture system planting media with different spacing of planting holes and their interactions on dry land. **Methods:** The method used is an experiment using a Split Plot Design using 3 plots. The main plot is the spacing of the planting holes consisting of 15 cm, 20 cm, and 25 cm. The subplot is the composition of the growing media consisting of soil:sand, soil:biochar; sand:biochar; and soil:sand:biochar. The sub-sub plot is fertigation time which consists of 60 seconds, 90 seconds, and 120 seconds. A total of 36 treatments were repeated 2 times for a total of 72 treatments. **Results:** Results: The results of this study showed that the interaction of fertigation time significantly affected the growth of plant height, number of leaves and fresh weight of crown with the best combination treatment of 120 seconds of fertigation time with soil:biochar growing media. Fertigation time has a significant effect on all observation parameters, with the best treatment being fertigation for 120 seconds. The composition of the growing media had a significant effect on the observations of plant height, the number of leaves, and the fresh weight of the crown with the best results found in soil: biochar growing media (1:1). **Conclusion:** The best combination result is a fermentation time of 120 seconds and the composition of soil and biochar (W3M2).

ABSTRAK

Riwayat artikel

Dikirim : 25 Februari 2022

Disetujui : 10 Juni 2022

Diterbitkan : 30 September 2022

Kata Kunci

Fertigasi; jarak lubang; media tanam; pertumbuhan pakcoy; vertikultur

Pendahuluan: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pakcoy pada waktu fertigasi dan komposisi media tanam sistem vertikultur dengan jarak lubang tanam yang berbeda serta interaksinya di lahan kering. **Metode:** Metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) menggunakan 3 petakan. Petak utama adalah jarak lubang tanam terdiri dari 15 cm, 20 cm dan 25 cm. Anak petak utama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari tanah:pasir, tanah:biochar; pasir:biochar; dan tanah:pasir:biochar. Anak anak petak adalah waktu fertigasi yang terdiri dari 60 detik, 90 detik dan 120 detik. Total perlakuan sebanyak 36 perlakuan yang diulang sebanyak 2 kali sehingga totalnya 72 perlakuan. **Hasil:** Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi waktu fertigasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot segar tajuk dengan perlakuan kombinasi terbaik waktu fertigasi 120 detik dengan media tanam tanah:biochar. Waktu fertigasi berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan dengan perlakuan terbaik dengan fertigasi selama 120 detik. Komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar tajuk dengan hasil terbaik terdapat pada media tanam tanah:biochar (1:1). **Kesimpulan:** hasil kombinasi terbaik adalah waktu fertigasi 120 detik dan komposisi tanah dan biochar (W3M2).

Sitasi: Neonbeni, E. Y., Tobing, W. L., Gumelar, A. I., Tuas, M. A., & Sabuna, R. (2022). Pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) sistem vertikultur dengan fertigasi di lahan kering. *Agromix*, 13(2), 159-167. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.2961>

PENDAHULUAN

Vertikultur merupakan budidaya tanaman yang dilakukan secara vertikal. Penerapannya banyak dilakukan di pekarangan rumah yang tidak luas seperti di perkotaan. Oleh karena itu, vertikultur juga dikenal sebagai terapan dari sistem *urban farming*. Budidaya tanaman sistem vertikultur banyak memanfaatkan tanaman sayuran sebagai objeknya, salah satunya Pakcoy. Tanaman ini memiliki batang dan daun yang lebih besar dan tebal dari jenis sawi lainnya sehingga sering digunakan dalam banyak jenis masakan. Permintaan pasar yang cukup tinggi menyebabkan pakcoy memberikan keuntungan bagi petani sawi pakcoy (Wibowo, 2017). Budidaya pertanian pada lahan kering

membutuhkan pengelolaan yang lebih baik karena bersolum dangkal dan berbatu tetapi tetap dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya walaupun produktivitasnya lebih rendah. Menurut Ritung dkk. (2015), lahan kering dikelompokkan menjadi lahan kering beriklim basah seluas 133,7 juta ha dan lahan kering beriklim kering seluas 10,8 juta ha. Dari 10,8 juta lahan kering beriklim kering, sekitar 5,2 juta ha (48,2%) berada di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT). Dengan kondisi demikian, penggunaan vertikultur dengan fertigasi perlu mengkaji jarak lubang tanam dan komposisi media tanam.

Fertigasi merupakan teknologi memberikan pupuk dan air pada tanaman. Namun perlu dikaji mengenai waktu fertigasi yang tepat. Hasil penelitian lainnya oleh (Pamungkas dkk., 2013), pertumbuhan dan hasil selada merah yang terbaik dipengaruhi oleh fertigasi selama 15 menit. Penelitian ini menggunakan pupuk kompos. Teh kompos sebagai bahan dasar pada fertigasi digunakan sebagai pupuk cair pada budidaya tanaman pakcoy. Teh kompos berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman dan penekanan penyakit (Saxena dkk., 2015; Suárez-Estrella dkk., 2013; dkk, 2012), berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, sebagai pengkhelat yang kuat sehingga menyediakan hara bagi tanaman dan berkontribusi dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta kandungan antioksidan pada tanaman (Abbasi dkk., 2002; Welke, 2005; Siddiqui dkk., 2011).

Penggunaan media tanam dan jarak lubang menjadi hal penting untuk diketahui. Media yang mampu menyediakan hara bagi tanaman dan kondisi fisik yang dapat mendukung perkembangan akar tanaman merupakan media tumbuh yang baik bagi tanaman. Dalam sistem vertikultur perlu dikaji komposisi media tanam yang tepat untuk meningkatkan produksi pakcoy. Ukuran partikel pasir 0,5 – 2 mm (Poerwanto, 2003) yang umumnya dicampurkan dengan tanah untuk meningkatkan porositas tanah. Hasil yang dilaporkan oleh (Vina, 2016) menunjukkan bahwa kombinasi tanah:pasir:sekam meningkat tinggi tanaman, bobot segar tajuk dan bobot segar akar (*Chrysanthemum Sp.*). Putra dkk. (2013) menyatakan bahwa hasil penelitian tomat dengan menggunakan pasir menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Selain pasir, biochar juga sangat baik untuk dijadikan media tanam. Biochar merupakan bahan pertanian melalui pirolisis (di bawah kondisi oksigen rendah dan panas tinggi) sangat baik dijadikan amandemen tanah karena dapat meminimalkan kerusakan lingkungan (polusi udara, polusi air atau pencucian kehilangan nutrisi), memiliki kemampuan untuk retensi air dalam tanah dan meningkatkan nutrisi pada tanah (Mahato dkk., 2020).

Penggunaan jarak lubang dalam budidaya tanaman yang terlalu rapat akan menyebabkan tanaman bersaing untuk mendapatkan cahaya, air dan hara. Pengaturan jarak lubang tanam diharapkan dapat menghasilkan jarak tanam yang tepat dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi pakcoy. Persaingan hara, air dan cahaya matahari dapat terjadi akibat dari tinggi kerapatan populasi tanaman (Sitepu dkk., 2013). Penelitian Kusmarwiyah dkk. (2021), tanaman bawang merah yang ditanam vertikultur pada jarak antar lubang sebesar 20 cm berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada pengamatan jumlah anakan dan panjang umbi bawang Tuk-Tuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pakcoy pada waktu fertigasi dan komposisi media tanam sistem vertikultur dengan jarak lubang tanam yang berbeda serta interaksinya di lahan semi kering.

METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa paralon 4 dim dan 0,5 dim, pipa air, selang, *heat gun*, gerinda, besi penyangga, linggis, sekop, mesin air, plat besi, neraca analitik, gelas ukur, oven, parang, ayakan tanah dan alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ember 25 L dan 250 L, benih sayur pakcoy, EM4, daun gamal, limbah rumah tangga, pasir, tanah, sekam padi, terpal, karung, EM4, dan air.

Tempat pelaksanaan

Penelitian telah dilakukan di kebun percobaan Balai Benih Utama (BBU) Kilo 6 Dinas Pertanian Kabupaten Timor Tengah Utara yang akan dilakukan pada bulan September – November 2021. Analisis dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor.

Metode yang digunakan

Metode penelitian ini adalah eksperimen. Benih yang digunakan disemaikan selama 2 minggu kemudian dipindahkan ke masing-masing lubang tanam. Penggunaan biochar berbahan dasar sekam sedangkan penggunaan teh kompos berbahan dasar daun gamal, limbah rumah tangga, dan EM4. Biochar sekam padi dicampurkan sesuai perlakuan sedangkan teh kompos diberikan saat dilakukan pemupukan yaitu 1 kali dalam seminggu.

Rancangan percobaan

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan 3 petakan. Petak utama adalah waktu fertigasi yang terdiri dari: W1 = Fertigasi 60 detik; W2 = Fertigasi 90 detik; dan W3 = Fertigasi 120 detik. Anak petak utama adalah media tanam yang terdiri dari: M1 = Tanah : Pasir (1:1); M2 = Tanah : Biochar (1:1); M3 = Pasir : Biochar (1:1); dan M4 = Tanah : Pasir : Biochar (1:1:1). Anak anak petak adalah jarak lubang tanam per paralon yang

terdiri dari J1 = 15 cm, J2 = 20 cm dan J3 = 25 cm. Sehingga diperoleh 36 kombinasi perlakuan (Tabel 1) yang diulang sebanyak 3 (tiga) kali, total percobaan sebanyak 108. Masing-masing perlakuan memiliki 6 (enam) sampel tanaman.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

Petak Utama	Anak Petak Utama	Anak-Anak Petak	Kombinasi
W1	M1	J1	W1M1J1
		J2	W1M1J2
		J3	W1M1J3
	M2	J1	W1M2J1
		J2	W1M2J2
		J3	W1M2J3
	M3	J1	W1M3J1
		J2	W1M3J2
		J3	W1M3J3
	M4	J1	W1M4J1
		J2	W1M4J2
		J3	W1M4J3
W2	M1	J1	W2M1J1
		J2	W2M1J2
		J3	W2M1J3
	M2	J1	W2M2J1
		J2	W2M2J2
		J3	W2M2J3
	M3	J1	W2M3J1
		J2	W2M3J2
		J3	W2M3J3
	M4	J1	W2M4J1
		J2	W2M4J2
		J3	W2M4J3
W3	M1	J1	W3M1J1
		J2	W3M1J2
		J3	W3M1J3
	M2	J1	W3M2J1
		J2	W3M2J2
		J3	W3M2J3
	M3	J1	W3M3J1
		J2	W3M3J2
		J3	W3M3J3
	M4	J1	W3M4J1
		J2	W3M4J2
		J3	W3M4J3

Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam. Untuk mengetahui perbedaan respon antar perlakuan digunakan uji pembandingan rerata metode DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5 % dengan menggunakan perangkat lunak SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa interaksi waktu fertigasi dengan komposisi media tanam, waktu fertigasi, dan komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Tabel 2). Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (W3M2) berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan interaksi lainnya. Waktu fertigasi 60 detik (W1) dan 120 detik (W3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan waktu fertigasi 90 detik (W2). Perlakuan komposisi media tanam tanah: biochar (M2) berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media tanam lainnya.

Tabel 2. Pertumbuhan tinggi tanaman 28 HST

Perlakuan	Waktu fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanamcm.....			
M1 (Tanah : Pasir)	15,87cd ± 0,11	13,40de ± 0,38	14,53de ± 0,47	14,60c ± 0,32
M2 (Tanah : Biochar)	18,10b ± 0,26	16,91bc ± 0,21	20,92a ± 0,59	18,64a ± 0,35
M3 (Pasir : Biochar)	15,71d ± 0,14	16,27bcd ± 0,10	16,63bc ± 0,12	16,20b ± 0,05
M4 (Pasir : Tanah : Biochar)	16,46bc ± 0,01	16,05cd ± 0,07	17,34bc ± 0,00	16,62b ± 0,02
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	17,12 ± 0,10	15,94 ± 0,05	17,13 ± 0,04	16,73 ± 0,04
J2 (20 cm)	16,31 ± 0,04	15,27 ± 0,06	17,23 ± 0,02	16,27 ± 0,04
J3 (25 cm)	16,18 ± 0,06	15,76 ± 0,02	17,58 ± 0,04	16,51 ± 0,00
Interaksi WxMxJ				
M1J1	16,80 ± 0,04	13,68 ± 0,33	14,19 ± 0,53	14,89 ± 0,27
M1J2	15,55 ± 0,16	13,31 ± 0,39	14,90 ± 0,41	14,59 ± 0,32
M1J3	15,26 ± 0,21	13,20 ± 0,41	14,51 ± 0,47	14,33 ± 0,36
M2J1	18,21 ± 0,28	16,50 ± 0,14	20,41 ± 0,51	18,38 ± 0,31
M2J2	17,21 ± 0,11	16,55 ± 0,15	20,73 ± 0,56	18,16 ± 0,27
M2J3	18,88 ± 0,39	17,68 ± 0,34	21,61 ± 0,71	19,39 ± 0,48
M3J1	17,23 ± 0,11	16,85 ± 0,20	16,78 ± 0,10	16,95 ± 0,07
M3J2	15,46 ± 0,18	15,30 ± 0,06	16,40 ± 0,16	15,72 ± 0,13
M3J3	14,45 ± 0,35	16,65 ± 0,17	16,73 ± 0,10	15,94 ± 0,10
M4J1	16,25 ± 0,05	16,73 ± 0,18	17,65 ± 0,05	16,88 ± 0,06
M4J2	17,01 ± 0,08	15,91 ± 0,04	16,90 ± 0,07	16,61 ± 0,02
M4J3	16,13 ± 0,07	15,51 ± 0,02	17,48 ± 0,02	16,37 ± 0,02
Rataan	16,54a ± 0,00	15,66b ± 0,14	17,35a ± 0,14	

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5% menurut DMRT.

Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah dan biochar memberikan tinggi tanaman terbaik dibanding interaksi lainnya. Hal ini diduga karena kemampuan biochar dalam meningkatkan pori tanah membuat drainase tanah lebih baik sehingga dengan waktu 120 detik fertigasi teh kompos memudahkan nutrisi tersedia di dalam media tanam. Selain itu biochar mampu menyediakan karbon pada tanah dan mampu membantu ketersediaan hara dalam tanah.

Aplikasi biochar ke tanah mampu menyerap karbon sekaligus memperbaiki sifat dan fungsi tanah (Gamage dkk., 2016), memiliki potensi tinggi untuk menyerap CO₂ atmosfer menjadi karbon organik tanah yang lebih stabil (Liang dkk., 2010 dan Zimmerman, 2010). Selain itu, biochar berpotensi sebagai amandemen tanah untuk meningkatkan fisikokimia tanah, efektif mempertahankan bahan organik tanah, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan meningkatkan hasil panen (Chan dkk., 2007; van Zwieten dkk., 2010; Deenik dkk., 2011). Adanya fertigasi 120 detik pada media tanah dan biochar mampu meningkatkan fungsi tanah dalam menyediakan hara yang berasal dari fertigasi teh kompos sehingga mampu meningkatkan tinggi tanaman. Fertigasi 120 detik memberikan pupuk yang lebih banyak. Hal ini diduga bahwa pupuk yang berada di pot (bawah) lebih tersimpan banyak. Adanya sumbu di tengah pipa fertigasi digunakan sebagai *wick system* untuk menyediakan pupuk ke bagian akar tanaman dari bagian bawah ke atas, sehingga media tumbuh tanaman tidak kekurangan air dan nutrisi yang akan berpengaruh pada tinggi tanaman. Fertigasi dengan *wick system* dapat menyediakan nutrisi dengan media tanam dan nutrisi dapat tersedia bagi akar tanaman (Lukmanul, 2021). Hal ini juga menyebabkan perlakuan fertigasi saja selama 120 detik (W3) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy. Tersedianya nutrisi dengan bahan teh kompos yang mencukupi kebutuhan tanaman pada media ini menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Teh kompos ini mampu memperbaiki struktur tanah, retensi air, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Scheuerell, 2003; Kelley, 2004; Grobe, 2003). Pengamatan pada media tanam diketahui bahwa media tanam tanah:biochar (M2) meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Campuran media ini diduga adanya kemampuan daya serap oleh biochar sehingga dapat menyediakan hara bagi tanaman. Biochar memiliki daya serap yang tinggi (Atkinson dkk., 2010) yang dapat menyebabkan hara lebih tersedia khususnya N termineralisasi atau P tersedia bagi tanaman (Vandecasteele dkk., 2016; DeLuca dkk., 2015). Diduga tersedianya N dan P bagi pakcoy mengakibatkan peningkatan tinggi tanaman dimana kedua hara tersebut esensial bagi tanaman dalam pembelahan dan pembesaran sel pada tanaman.

Jumlah daun

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa interaksi waktu fertigasi dengan komposisi media tanam, waktu fertigasi, dan komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun (Tabel 3). Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (W3M2) berpengaruh nyata dibandingkan

dengan perlakuan interaksi lainnya. Waktu fertigasi 120 detik (W3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan waktu fertigasi 60 detik (W1) dan 90 detik (W2). Perlakuan komposisi media tanam tanah: biochar (M2) berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media tanam lainnya.

Sama halnya dengan pengamatan tinggi tanaman, interaksi waktu dan media tanam W3M2 juga memberi pengaruh yang nyata dan berbeda dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini karena campuran media tanah dengan biochar membentuk tanah lebih berpori. Verheijen dkk. (2010) menyatakan bahwa biochar merupakan bahan berpori dan kaya akan karbon yang dihasilkan dari pemanasan bahan organik dalam lingkungan oksigen terbatas maupun tanpa oksigen. Adanya pori dari biochar membentuk ruang drainase dalam tanah untuk masuknya air dan hara melalui fertigasi. Lamanya waktu fertigasi selama 120 detik membuat banyaknya nutrisi yang tersedia bagi tanaman. Sekalipun banyak tersisa di bagian bawah namun adanya sumbu di dalam pipa fertigasi mengakibatkan nutrisi yang ada di bawah dapat terserap sampai bagian atas melalui sistem sumbu. Melalui sistem ini nutrisi dapat teraliri ke setiap lubang tanaman melalui akar dengan prinsip kapilaritas (Elisa, 2018).

Tabel 3. Pertumbuhan jumlah daun 28 HST

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanamhelai.....			
M1 (Tanah : Pasir)	8,13d ± 0,15	6,58e ± 0,33	8,13d ± 0,27	7,61c ± 0,25
M2 (Tanah : Biochar)	9,96b ± 0,16	9,25bcd ± 0,12	11,58a ± 0,31	10,26a ± 0,20
M3 (Pasir : Biochar)	8,67cd ± 0,06	9,21bcd ± 0,11	9,71bc ± 0,00	9,19b ± 0,02
M4 (Pasir: Tanah : Biochar)	9,25bcd ± 0,04	9,17bcd ± 0,10	9,42bc ± 0,05	9,28b ± 0,03
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	9,16 ± 0,03	8,72 ± 0,03	10,08 ± 0,06	9,32 ± 0,04
J2 (20 cm)	9,16 ± 0,03	8,69 ± 0,02	9,81 ± 0,02	9,22 ± 0,02
J3 (25 cm)	8,69 ± 0,05	8,25 ± 0,05	9,38 ± 0,06	8,77 ± 0,05
Interaksi WxMxJ				
M1J1	8,13 ± 0,15	7,00 ± 0,26	8,00 ± 0,29	7,71 ± 0,23
M1J2	8,50 ± 0,08	6,75 ± 0,30	8,50 ± 0,20	7,92 ± 0,20
M1J3	7,75 ± 0,21	6,00 ± 0,43	7,88 ± 0,31	7,21 ± 0,31
M2J1	10,50 ± 0,25	8,88 ± 0,05	12,13 ± 0,40	10,50 ± 0,24
M2J2	9,63 ± 0,10	9,38 ± 0,14	11,50 ± 0,30	10,17 ± 0,18
M2J3	9,75 ± 0,13	9,50 ± 0,16	11,13 ± 0,23	10,13 ± 0,17
M3J1	9,50 ± 0,08	9,25 ± 0,12	10,13 ± 0,07	9,63 ± 0,09
M3J2	8,63 ± 0,06	9,13 ± 0,10	9,25 ± 0,00	9,00 ± 0,01
M3J3	7,88 ± 0,19	9,25 ± 0,12	9,75 ± 0,01	8,96 ± 0,02
M4J1	8,50 ± 0,08	9,75 ± 0,20	9,50 ± 0,04	9,25 ± 0,03
M4J2	9,88 ± 0,15	9,50 ± 0,16	10,00 ± 0,05	9,79 ± 0,12
M4J3	9,38 ± 0,06	8,25 ± 0,05	8,75 ± 0,16	8,79 ± 0,05
Rataan	9,00b ± 0,01	8,55b ± 0,09	9,72a ± 0,10	

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5% menurut DMRT.

Banyaknya nutrisi berbahan teh kompos ini juga memberikan dampak baik bagi pertumbuhan jumlah daun. Hasil penelitian irigasi dengan teh kompos meningkatkan jumlah daun bawang merah dibandingkan dengan irigasi tanpa teh kompos (Shaheen dkk., 2013). Hal ini juga diduga mengakibatkan waktu fertigasi selama 120 detik (W3) menghasilkan jumlah daun terbanyak dan berbeda nyata dibanding W1 dan W2. Perlakuan komposisi media tanam tanah:biochar (M2) meningkatkan jumlah tanaman yang paling banyak dibandingkan perlakuan media lainnya. Penambahan biochar pada tanah diduga telah memperbaiki tanah sehingga dapat memberikan pertumbuhan jumlah daun yang paling tinggi dan berbeda nyata dibanding lainnya. Penggunaan biochar pada lahan pertanian direkomendasikan untuk memperbaiki fungsi tanah (Lehmann dkk., 2006), sehingga memberi efek positif pada pertumbuhan tanaman bayam dan sawi (Zemanová dkk., 2017).

Bobot segar tajuk

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa interaksi waktu fertigasi dengan komposisi media tanam, waktu fertigasi dan komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot segar tajuk (Tabel 4). Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (W3M2) berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan interaksi lainnya. Waktu fertigasi 120 detik (W3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan waktu fertigasi 90 detik (W2) namun tidak berbeda nyata dengan waktu fertigasi 60 detik (W1). Perlakuan komposisi media tanam tanah: biochar (1:1) (M2) berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media tanam lainnya.

Tabel 4. Pertumbuhan bobot segar tajuk

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	27,29cd ± 3,05	18,15d ± 3,39	26,66cd ± 7,50	24,03c ± 3,79
M2 (Tanah : Biochar)	78,26b ± 5,44	53,93bc ± 2,57	110,01a ± 8,96	80,73a ± 5,66
M3 (Pasir : Biochar)	39,90cd ± 0,95	35,03cd ± 0,58	44,94cd ± 1,89	39,96b ± 1,14
M4 (Pasir : Tanah: Biochar)	36,99cd ± 1,44	46,83cd ± 1,39	42,50cd ± 2,29	42,11b ± 0,78
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	40,94 ± 0,78	34,26 ± 0,70	54,25 ± 0,34	43,15 ± 0,61
J2 (20 cm)	43,84 ± 0,29	37,75 ± 0,12	56,02 ± 0,04	45,87 ± 0,15
J3 (25 cm)	52,05 ± 1,07	43,44 ± 0,83	62,31 ± 1,01	52,60 ± 0,97
WXXMJ				
M1J1	28,72 ± 2,82	20,87 ± 2,94	23,01 ± 5,54	24,20 ± 3,76
M1J2	28,84 ± 2,79	18,67 ± 3,30	31,12 ± 4,19	26,21 ± 3,43
M1J3	24,33 ± 3,55	14,91 ± 3,93	25,85 ± 5,07	21,69 ± 4,18
M2J1	50,20 ± 0,77	47,72 ± 1,54	100,50 ± 7,37	66,14 ± 3,23
M2J2	62,67 ± 2,84	52,51 ± 2,34	92,23 ± 5,99	69,13 ± 3,72
M2J3	121,91 ± 12,72	61,56 ± 3,85	137,31 ± 13,51	106,92 ± 10,02
M3J1	48,08 ± 0,41	35,37 ± 0,52	39,23 ± 2,84	40,89 ± 0,98
M3J2	45,00 ± 0,10	31,50 ± 1,16	42,81 ± 2,24	39,77 ± 1,17
M3J3	26,62 ± 3,16	38,22 ± 0,04	52,79 ± 0,58	39,21 ± 1,26
M4J1	36,77 ± 1,47	33,10 ± 0,90	36,28 ± 3,33	35,38 ± 1,90
M4J2	38,86 ± 1,12	48,32 ± 1,64	57,93 ± 00,28	48,37 ± 0,26
M4J3	35,34 ± 1,71	59,07 ± 3,43	33,30 ± 3,83	42,57 ± 0,70
Rataan	45,61ab ± 0,20	38,48b ± 1,38	56,26a ± 1,58	

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5% menurut DMRT.

Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (W3M2) menghasilkan bobot segar tajuk paling baik. Hal ini diduga adanya penambahan biochar pada tanah dan waktu fertigasi teh kompos selama 120 detik mampu meningkatkan bobot segar tajuk dengan tersedianya dan tercukupinya kebutuhan tanaman. Interaksi campuran biochar dengan fertigasi berbahan teh kompos ini memberi efek positif bagi pertumbuhan bobot segar tajuk pakcoy. Interaksi ini mampu memperbaiki fisik tanah dan membantu tersedianya hara bagi tanaman. Penggunaan biochar dengan teh kompos mengubah aktivitas mikroba tanah dan perubahan ini berhubungan dengan peningkatan pertumbuhan tanaman (Edenborn dkk., 2018). Perlakuan waktu fertigasi selama 120 detik secara mampu menyediakan nutrisi bagi tanaman sehingga dapat menghasilkan bobot segar tajuk tertinggi. Kandungan nutrisi pada teh kompos mampu memperbaiki fisik tanah yang mendukung ketersediaan hara bagi tanaman untuk proses metabolisme tanaman. Teh kompos diketahui mampu mengkelat hara mikro dan membuatnya mudah terserap bagi tanaman, meningkatkan aerasi, dan keasaman tanah (Edris dkk., 2003; El-sherbeny dkk., 2008; Ebid dkk., 2008; Ezz El-Din & Hendawy, 2010). Selain itu, teh kompos mampu meningkatkan pertumbuhan bobot segar tanaman wijen (Khaled dkk., 2012), memberi efek positif pada pertumbuhan tanaman bawang merah (Shaheen dkk., 2013) dan meningkatkan pertumbuhan pakcoy (Pant dkk., 2012). Komposisi media tanam tanah: biochar (M2) memberikan hasil tertinggi pada pengamatan bobot segar tajuk. Hal ini diduga karena pemberian dari biochar sebagai campuran media tumbuh tanam meningkatkan pertumbuhan bobot segar tajuk tanaman pakcoy. Biochar mampu menyediakan hara, mencegah pencucian hara, dan mendukung pertumbuhan tanaman. Gryze & Cullen (2010) menyatakan bahwa biochar mampu meningkatkan unsur hara dan mendaur ulangnya sehingga memberi dampak positif bagi pertumbuhan tanaman terlebih dalam jangka yang panjang dengan *slow release system*. Selain itu, hal ini juga telah didukung oleh pertumbuhan tinggi tanaman (Tabel 1) dan jumlah daun (Tabel 2) pada penelitian ini dimana interaksi yang nyata dan memberikan pertumbuhan paling baik terdapat pada perlakuan W3M2, begitu juga dengan perlakuan waktu fertigasi terbaik pada W2 dan perlakuan komposisi media tanam yang terbaik pada M2. Oleh karena itu, hal ini berkorelasi positif pada bobot segar tajuk tanaman pakcoy.

Bobot segar akar

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa waktu fertigasi, berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot segar akar namun tidak berpengaruh nyata pada komposisi media tanam, jarak lubang tanam, dan interaksi antar semua perlakuan (Tabel 5).

Tabel 5. Pertumbuhan Bobot Segar Akar

Perlakuan	Waktu Fertigasi			Rataan
	W1 (60")	W2 (90")	W3 (120")	
Media Tanam				
M1 (Tanah : Pasir)	3,66 ± 0,41	2,24 ± 0,06	1,80 ± 1,67	2,56 ± 0,21
M2 (Tanah : Biochar)	4,41 ± 0,28	2,56 ± 0,00	4,82 ± 0,34	3,93 ± 0,02
M3 (Pasir : Biochar)	5,14 ± 0,16	3,13 ± 0,09	2,59 ± 0,03	3,62 ± 0,03
M4 (Pasir : Tanah : Biochar)	11,17 ± 0,85	2,45 ± 0,02	1,90 ± 0,15	5,17 ± 0,22
Jarak Lubang Tanam				
J1 (15 cm)	10,21 ± 0,69	2,80 ± 0,03	3,17 ± 0,06	5,39 ± 0,26
J2 (20 cm)	4,02 ± 0,35	2,54 ± 0,01	3,20 ± 0,07	3,25 ± 0,10
J3 (25 cm)	4,04 ± 0,34	2,44 ± 0,03	2,30 ± 0,08	2,93 ± 0,15
WXXMJ				
M1J1	4,71 ± 0,23	3,40 ± 0,13	1,37 ± 0,24	3,16 ± 0,11
M1J2	3,79 ± 0,38	2,10 ± 0,08	2,20 ± 0,10	2,69 ± 0,19
M1J3	2,47 ± 0,60	1,21 ± 0,23	1,85 ± 0,16	1,84 ± 0,33
M2J1	5,58 ± 0,09	2,55 ± 0,01	6,38 ± 0,60	4,84 ± 0,17
M2J2	3,11 ± 0,50	2,42 ± 0,03	4,27 ± 0,25	3,27 ± 0,09
M2J3	4,53 ± 0,26	2,73 ± 0,02	3,82 ± 0,17	3,69 ± 0,02
M3J1	6,20 ± 0,02	2,83 ± 0,04	1,76 ± 0,17	3,59 ± 0,04
M3J2	4,85 ± 0,21	3,11 ± 0,09	3,83 ± 0,17	3,93 ± 0,02
M3J3	4,37 ± 0,29	3,46 ± 0,14	2,19 ± 0,10	3,34 ± 0,08
M4J1	24,36 ± 3,04	2,44 ± 0,03	1,83 ± 0,16	9,54 ± 0,95
M4J2	4,35 ± 0,29	2,53 ± 0,01	2,50 ± 0,05	3,12 ± 0,12
M4J3	4,81 ± 0,21	2,37 ± 0,04	1,36 ± 0,24	2,85 ± 0,16
Rataan	6,09a ± 0,38	2,59b ± 0,21	2,80b ± 0,17	

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5% menurut DMRT.

Interaksi waktu fertigasi 120 detik dengan komposisi media tanam tanah:biochar (W3M2) berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan interaksi lainnya. Perlakuan waktu fertigasi 120 detik (W3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan waktu fertigasi 90 detik (W2) namun tidak berbeda nyata dengan waktu fertigasi 60 detik (W1). Walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W2 (90 detik) namun secara angka bobot segar akar terbesar terdapat pada W3 (120 detik) sebesar 2,80 g. Hal ini diduga semakin lama waktu diberikan maka teh kompos yang diberikan semakin banyak dan semakin mencukupi kebutuhan tanaman dalam meningkatkan bobot segar akar. Teh kompos mampu merangsang pertumbuhan akar dan pertumbuhan vegetatif tanaman (Hibar dkk., 2006) serta mampu meningkatkan zona akar pada tanaman selada merah (Kim dkk., 2015). Perlakuan lainnya tidak berpengaruh nyata terhadap parameter bobot segar akar. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan apa saja pada komposisi media tanam, jarak lubang tanam ataupun interaksi masing-masing perlakuan termasuk interaksi dengan waktu berapa saja tetap berpengaruh terhadap pengamatan bobot segar akar namun tidak nyata secara statistik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu fertigasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan pakcoy dengan perlakuan interaksi waktu fertigasi dan komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar tajuk tanaman dengan hasil kombinasi terbaik adalah waktu fertigasi 120 detik dan komposisi tanah dan biochar (W3M2), waktu fertigasi berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan dengan perlakuan terbaik terdapat pada fertigasi selama 120 detik (W3), dan komposisi media tanam waktu fertigasi dan komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar tajuk tanaman dengan hasil kombinasi terbaik adalah kombinasi media tanah:biochar (M2). Penggunaan jarak lubang tanam 15 cm disarankan untuk diterapkan dalam penggunaan budidaya pakcoy sistem vertikultur dengan fertigasi sehingga populasi bisa lebih banyak dalam 1 (satu) media vertikultur dengan bahan pipa paralon karena semua perlakuan jarak antar lubang tidak berpengaruh nyata terhadap semua pengamatan pertumbuhan tanaman pakcoy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM Universitas Timor yang telah mendanai penelitian ini dengan Surat Kontrak Program Penelitian Kompetensi Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2021 Nomor 60/UN60/LPPM/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, P. A., Al-Dahmani, J., Sahin, F., Hoitink, H. A. J., & Miller, S. A. (2002). Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Disease*, *86*(2) 156-161. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.2.156>
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. In *Plant and Soil* (Vol. 337, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0464-5>
- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., & Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*, *45*(8), 629-634. <https://doi.org/10.1071/SR07109>
- Deenik, J. L., Diarra, A., Uehara, G., Campbell, S., Sumiyoshi, Y., & Antal, M. J. (2011). Charcoal ash and volatile matter effects on soil properties and plant growth in an acid ultisol. In *Soil Science* (Vol. 176, Issue 7). <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31821fbfea>
- DeLuca, T. H., MacKenzie, M. D., & Gundale, M. J. (2015). Biochar effects on soil nutrient transformations. In *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. <https://doi.org/10.4324/9781849770552>
- Ebid, A., Ueno, H., Ghoneim, A., & Asagi, N. (2008). Nitrogen Uptake by Radish, Spinach and "Chingensai" from Composted Tea Uptake of carbon and nitrogen derived from carbon-13 and nitrogen-15 dual-labeled maize residue compost applied to radish, komatsuna, and chingensai for three consecutive cropping. *Plant Soil*, *304*(January), 241-248. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9543-2>
- Edenborn, S. L., Johnson, L. M. K., Edenborn, H. M., Albarran-Jack, M. R., & Demetris, L. D. (2018). Amendment of a hardwood biochar with compost tea: effects on plant growth, insect damage and the functional diversity of soil microbial communities. *Biological Agriculture and Horticulture*, *34*(2), 88-106. <https://doi.org/10.1080/01448765.2017.1388847>
- Edris, A. E., Shalaby, A., & Fadel, H. M. (2003). Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plants growing in Egypt II: Sweet Marjoram (*Origanum majorana* L.) essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, *18*(4), 345-351. <https://doi.org/10.1002/ffj.1235>
- El-sherbeny, S. E., Khalil, M. Y., Hussein, M. S., & Aly, M. S. (2008). Effect of sowing date and application of foliar fertilizers on the yield and chemical composition of rue (*Ruta graveolens* L.) herb. *Herba Polonica*, *54*(1), 47-56.
- Elisa. (2018). *Panduan Lengkap dan praktis budidaya hidroponik yang paling menguntungkan*. Garuda Pustaka. Jakarta.
- Ezz El-Din, A. A., & Hendawy, S. F. (2010). Effect of dry yeast and compost tea on growth and oil content of borago officinalis plant. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, *6*(4), 424-430.
- Gamage, D. N. V., Mapa, R. B., Dharmakeerthi, R. S., & Biswas, A. (2016). Effect of rice-husk biochar on selected soil properties in tropical Alfisols. *Soil Research*, *54*(3), 302-310. <https://doi.org/10.1071/SR15102>
- Grobe, K. (2003). California landscape contractor calls it compost tea time. *BioCycle*, *44*(2), 16-26.
- Gryze, S. De, & Cullen, M. (2010). *Evaluation of the opportunities for generating carbon offsets from soil sequestration of biochar*. Climate Action Reserve.
- Hibar, K., Daami-remadi, M., & Jabnoun-khiareddine, H. (2006). Effet des extraits de compost sur la croissance mycélienne lycopersici. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, *10*(2), 101 - 108.
- Kelley, S. (2004). Building a knowledge base for compost tea. *BioCycle*, *45*(6), 32-42.
- Khaled, A. S., Mona, G. A. E. K., & Zeinab, M. K. (2012). Effect of soil amendments on soil fertility and sesame crop productivity under newly reclaimed soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, *8*(3), 1568-1575.
- Kim, M. J., Shim, C. K., Kim, Y. K., Hong, S. J., Park, J. H., Han, E. J., Kim, J. H., & Kim, S. C. (2015). Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic cultivation. *Plant Pathology Journal*, *31*(3), 259-268. <https://doi.org/10.5423/PJ.OA.02.2015.0024>
- Kusmarwiyah, R., Suheri, H., & Nurrachman, N. (2021). Pertumbuhan dan hasil dua varietas bawang dengan jarak tanam berbeda dalam sistem vertikultur. In *Prosiding SAINTEK*, *3*, 593-601.
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - A review. In *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (Vol. 11, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s11027-005-9006-5>
- Liang, B., Lehmann, J., Sohi, S. P., Thies, J. E., O'Neill, B., Trujillo, L., Gaunt, J., Solomon, D., Grossman, J., Neves, E. G., & Luizão, F. J. (2010). Black carbon affects the cycling of non-black carbon in soil. *Organic Geochemistry*, *41*(2) 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2009.09.007>
- 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>
- Mahato, B., Ghosh, C., Rahman, F. H., Biswas, P., & Mahato, D. C. (2020). Response of vermicompost and biochar as organic soil amendments on growth and yield of brinjal in red and laterite soil of Purulia District of West Bengal. *Advances in Research*, *21*(7), 44-51. <https://doi.org/10.9734/air/2020/v21i730220>
- Pamungkas, H. S., Putri, R. B. A., & Muliawati, E. S. (2013). Budidaya selada pada vertikultur hidroponik sistem karpet. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, *15*(2), 41-45. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v15i2.18998>

- Pane, C., Celano, G., Vilecco, D., & Zaccardelli, M. (2012). Control of *Botrytis cinerea*, *alternaria alternata* and *pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. *Crop Protection*, 38, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.012>
- 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, 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.019>
- Poerwanto., R. (2003). *Bahan ajar budidaya buah – buahan*. Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Putra, H. K., Hardjoko, D., & Widijanto, H. (2013). Penggunaan pasir dan serat kayu aren sebagai media tanam terong dan tomat dengan sistem hidroponik. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 15(2), 36-40. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v15i2.18996>
- Ritung S, Suryani E, Subardja D, Sukarman, Nugroho K, Suparto, Hikmatullah, Mulyani A, Tafakresnanto C, Sulaeman Y, Subandiono RE, Wahyunto, Ponidi, Prasojo N, Suryana U, Hidayat H, Priyono A, & Supriatna W. (2015). *Sumberdaya lahan pertanian indonesia: luas, penyebaran, dan potensi ketersediaan* (Husen dkk. Eds). Badan Penelitian dan Pengembangan Penelitian. Jakarta, IAARD Press.
- Saxena, J., Choudhary, S., Pareek, S., Choudhary, A. K., & Iquebal, M. A. (2015). Recycling of organic waste through four different composts for disease suppression and growth enhancement in mung beans. *Clean - Soil, Air, Water*, 43(7), 1066-1071. <https://doi.org/10.1002/clen.201300748>
- Scheuerell, S. (2003). Understanding how compost tea can control disease. *BioCycle*, 44(2), 20-30.
- Shaheen, Fatma, A. M., Rizk, A., Omaima, Sawan, M., & Bakry, M. O. (2013). Sustaining the quality and quantity of onion productivity complementarity treatments between compost tea and amino acids. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2(4), 108–115.
- Siddiqui, Y., Islam, T. M., Naidu, Y., & Meon, S. (2011). The conjunctive use of compost tea and inorganic fertilizers on the growth, yield and terpenoid content of *Centella asiatica* (L.) urban. *Scientia Horticulturae*, 130(1), 289-295. <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 kalia dan jarak tanam. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 711–724.
- Suárez-Estrella, F., Arcos-Nievas, M. A., López, M. J., Vargas-García, M. C., & Moreno, J. (2013). Biological control of plant pathogens by microorganisms isolated from agro-industrial composts. *Biological Control*, 67(3), 509-515. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.10.008>
- van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K. Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S., & Cowie, A. (2010). Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*, 327(1), 235-246. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0050-x>
- Vandecasteele, B., Sinicco, T., D'Hose, T., Vanden Nest, T., & Mondini, C. (2016). Biochar amendment before or after composting affects compost quality and n losses, but not p plant uptake. *Journal of Environmental Management*, 168, 200-209. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.045>
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van Der Velde, M., & Diafas, I. (2010). Biochar application to soils: a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. In *Environment* (Vol. 8, Issue 4). <https://doi.org/10.2788/472>
- Vina. (2016). Pertumbuhan dan pembungaan krisan (*chrysanthemum sp.*) pada berbagai komposisi media tanam. [Tugas Akhir] Universitas Andalas.
- Welke, S. E. (2005). The effect of compost extract on the yield of strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 25(1), 57-68. https://doi.org/10.1300/J064v25n01_06
- Wibowo, S. (2017). Aplikasi hidroponik NFT pada budidaya pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3), 159-167.
- Zemanová, V., Břendová, K., Pavlíková, D., Kubátová, P., & Tlustoš, P. (2017). Effect of biochar application on the content of nutrients(Ca, Fe, K, Mg, Na, P) and amino acids in subsequently growing spinach and mustard. *Plant, Soil and Environment*, 63(7), 322-327. <https://doi.org/10.17221/318/2017-PSE>
- Zimmerman, A. R. (2010). Abiotic and microbial oxidation of laboratory-produced black carbon (biochar). *Environmental Science and Technology*, 44(4), 1295-1301. <https://doi.org/10.1021/es903140c>