

Fortifikasi Media Tanam dengan Fermentasi Akar Bambu dan Kompos Kulit Kopi untuk Meningkatkan Pertumbuhan Pakcoi (*Brassica rapa L.*)

Improvement of pakchoi (Brassica rapa L.) growth by enrichment of culture media with fermented bamboo root and coffee husk compost

Kuswati*, Kusnul R Sa'diyah, Imam Mudakir, Pujiastuti

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember, Indonesia

INFORMASI

Riwayat naskah:

Accepted: 28 - 11 - 2023

Published: 31 - 12 - 2023

Keyword:

Kompos

Pertumbuhan

PGPR

POC

Corresponding Author:

Kuswati

Universitas Jember

*email: kuswati.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Pakcoi (*Brassica rapa L.*) merupakan sayuran Indonesia dengan nilai ekonomi tinggi. Sampai saat ini, hasil pakcoi belum mengimbangi permintaan pasar disebabkan rendahnya produktivitas lahan. Fortifikasi media tanam bahan organik diharapkan dapat menjadi alternatif solusi. Tujuan penelitian ini adalah investigasi efek kombinasi kompos kulit kopi dan POC fermentasi akar bambu terhadap pertumbuhan pakcoi. Pengamatan karakter morfologi meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering, berat basah dan berat layak konsumsi pakcoi dan dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, menunjukkan hasil yang tidak signifikan diantara kedua faktor. Namun, pada pengamatan berat kering, berat segar, dan berat layak konsumsi menunjukkan kedua faktor menunjukkan interaksi yang signifikan. Kombinasi perlakuan terbaik adalah kompos kopi 50 g/tanaman dan fermentasi akar bambu dalam 6 mL/L air. Kedua faktor tersebut memperkaya tanah dengan menambahkan mineral esensial meliputi unsur makro N,P,K, dan C-Organik. Selanjutnya, fermentasi akar bambu terbukti memiliki bakteri PGPR yaitu *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* yang menstimulasi pertumbuhan tanaman. Hasil riset ini dapat menjadi salah satu rujukan dalam aplikasi pertanian berkelanjutan.

ABSTRACT

*Pakcoi (Brassica rapa L.) is an Indonesian vegetable crop with a high commercial value. To date, the yield of pakcoi has yet to catch up with the market demand due to the low productivity of the land. Fortification of planting media with organic matter is expected to be an alternative solution. This study objectives to investigate the effect of a combination of coffee husk compost and bamboo root fermentation (liquid organic fertilizer) on pakcoi growth. Observations of morphological characters include plant height, number of leaves, dry weight, wet weight, and consumable weight of pakcoi and analyzed with a factorial completely randomized design (CRD). The results of observations on plant height and number of leaves showed nonsignificant results between the two factors. However, the two factors showed a significant interaction in observing dry, fresh, and consumable weight. The most favorable treatment combination was 50 g/plant coffee compost and bamboo root fermentation in 6 mL/L water. Both factors enriched the soil by adding essential minerals, including the macro-elements N, P, K, and organic C. In addition, bamboo root fermentation has been proven to possess PGPR bacteria, specifically *Bacillus sp.* and *Pseudomonas sp.*, which stimulate plant growth. The results of this research can be one of the clues in the application of sustainable agriculture.*

PENDAHULUAN

Pakcoi (*Brassica rapa* L.) merupakan komoditas hortikultura dengan nilai jual tinggi, memiliki nutrisi lengkap sehingga menjadi pilihan sayuran sehat (Mahessa, 2022). Berdasarkan BPS (2020), permintaan pakcoi dua tahun terakhir (2018-2019) mengalami peningkatan sebesar 635,982 ton dan 652,723 ton, namun tidak diimbangi dengan produktivitas hasil yang memadai. Salah satu penyebab belum optimalnya produktivitas tanaman pakcoi adalah rendahnya kualitas kesuburan tanah. Degradasi ini disebabkan antara lain terganggunya komunitas mikroba tanah akibat aplikasi pupuk dan pestisida kimia secara berlebihan (Datta et al., 2018; Tripathi et al., 2020). Improvisasi kualitas tanah dapat dilakukan dengan aplikasi pertanian organik (Charanjit et al., 2022)

Implementasi budidaya organik pada tanaman sayuran antara lain dengan pemberian pupuk hayati. Kelebihan bertani secara organik selain memulihkan kesuburan tanah, juga menghasilkan tanaman yang lebih aman dan sehat, dapat menekan biaya operasional serta harga jual tanaman yang lebih tinggi (Suputra et al., 2018; Charanjit et al., 2022; Rejeki et al., 2022). Penggunaan pupuk organik sebagai tambahan nutrisi dalam tanah dapat menstimulasi peningkatan mikroflora tanah, memperbaiki struktur fisika tanah, selanjutnya mendukung pertumbuhan tanaman. Penambahan pupuk hayati dan media tanam organik dilaporkan meningkatkan pertumbuhan vegetatif berupa jumlah daun, berat segar tajuk, berat segar akar hingga berat kering akar (Damayanti et al., 2019; Novita et al., 2019). Pupuk organik dengan nutrisi lengkap contohnya adalah kompos limbah kulit kopi yang memiliki kandungan hara N (1,68%), P₂O₅ (0,11%), K₂O (1,70%), C-organik (25,48%) dan C/N ratio sebesar (15%) (Novita et al., 2019). Keseluruhan komponen tersebut merupakan hara esensial yang menunjang proses pertumbuhan tanaman dan didukung dengan kandungan nutrisi lainnya (Fatoni et al., 2020; Stylianou et al., 2018). Selain itu, kompos limbah buah kopi juga memiliki kandungan kation alkalin yang tinggi yaitu 97,01 berfungsi meningkatkan pH tanah asam (Valentia et al., 2015).

Pupuk organik selain berbentuk padat juga terdapat pupuk yang berbentuk cair salah satunya yaitu PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). PGPR merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang hidup bersimbiosis dengan akar tanaman dan membentuk koloni. Mikroorganisme yang terkandung pada akar tanaman bambu memiliki berbagai macam peran seperti dapat menekan penyakit (*disease suppressive soil*) dan meningkatkan ketersediaan unsur hara (Anjardita et al., 2018; Asyiah et al., 2020). Menurut Kandel et al., (2017) bakteri PGPR dapat dijumpai pada akar bambu dikarenakan akar bambu yang berada di lapisan topsoil tanah. Selain itu, akar bambu mengeluarkan eksudat seperti asam amino, asam organik dan protein yang dapat mengundang mikroorganisme yang menguntungkan seperti *Pseudomonas* dan *Rhizobium* (Iswati, 2008). Peningkatan pertumbuhan akibat aktivitas mikroorganisme PGPR antara lain melalui mekanisme peningkatan fiksasi nitrogen, ketersediaan fosfat dan hormon asam indol asetat (AIA) (Jannah et al., 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, riset ini ingin mengetahui efek kombinasi dari kompos kulit kopi dan PGPR dari fermentasi akar bambu terhadap pertumbuhan tanaman pakcoi sebagai rekomendasi dalam bertanam secara organik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan (Maret-Mei 2022) di *Glass House* dengan suhu harian 28°C - 30°C dan pencahayaan yang cukup. Desain penelitian yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL) terdiri atas 2 faktor (kompos kulit kopi dan fermentasi akar bambu). Total kombinasi perlakuan adalah 9 dengan pengulangan sebanyak 3. Data hasil pengamatan morfologi dianalisis dengan uji Anova dua arah (SPSS 20), dan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%.

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penyediaan Bibit Pakcoi

Benih pakcoi Nauli F1 (Easwest Seed Indonesia) direndam dan dikecambahkan dalam tray yang mengandung media. Bibit berusia 14 hari dengan jumlah daun 4-5 dan tinggi 5-10 cm dipindahkan ke polybag (20x20 cm) yang berisi media campuran tanah dan pupuk kompos kopi. Proses pemindahan bibit dilakukan pada sore hari.

2. Pembuatan Kompos Kulit Kopi

Proses pengomposan kulit buah kopi mengikuti metode Berlian et al., 2015 yaitu sebanyak 5 kg kulit buah kopi dicacah kecil ($\pm 0,5$ cm) dan kemudian dicampurkan dengan $\frac{1}{2}$ kg dedak. Sebanyak 100 mL larutan EM4 dan 2 sdm gula pasir dicampurkan ke dalam 5 L air. Selanjutnya, larutan tersebut dituangkan pada tumpukan kulit kopi dan dedak hingga diperoleh kadar air 30-40%. Campuran diaduk hingga merata, disimpan dalam karung dan ditempatkan pada kondisi kering dan teduh selama 14 hari. Pengadukan campuran dilakukan setiap tiga hari. Fermentasi kompos kulit kopi ditandai dengan tekstur gembur, berwarna hitam, tidak panas, dan berbau seperti tanah. Selanjutnya, dilakukan perhitungan unsur hara kompos yang meliputi rasio C organik, persentase unsur N-total dan persentase unsur P dan K dengan metode masing-masing *Walkley and Black* (SNI 19-7030-2004), Kjeldah (IKA-B.005), SNI 7763:2018.

3. Pembuatan Fermentasi Akar Bambu Betung

Fermentasi akar bambu *D. asper* diambil di daerah rhizosfer pada kedalaman tanah 20 cm. Proses fermentasi akar bambu dilakukan dengan metode Rachmat et al., (2021) yaitu sebanyak 100 g akar bambu direndam pada 1 L air dan didiamkan selama 2-4 hari. Selanjutnya, menyiapkan campuran 200 g gula merah, 100 g terasi, $\frac{1}{2}$ kg dedak, dan 1 sdt kapur dalam 20 L air dan direbus hingga mendidih (20 menit). Hasil rebusan didinginkan dan dicampur dengan rendaman akar bambu, kemudian disimpan pada ember plastik selama 15 hari dengan pengadukan setiap hari. Fermentasi akar bambu memiliki karakteristik antara lain berwarna coklat kekuningan dengan bau khas masam. Selanjutnya, pada fermentasi akar bambu dilakukan identifikasi bakteri dengan media selektif kultur *Bacillus* agar dan *KingsB*.

4. Aplikasi Fermentasi Akar Bambu dan Kompos

Fermentasi akar bambu diaplikasikan dengan teknik kocor sebanyak 3 kali pada usia pakcoi 7, 14, dan 21 HST pada sore hari. Serial konsentrasi yang digunakan yaitu 0 mL/L (kontrol), 6 mL/L, dan 12 mL/L. Sedangkan, pupuk kompos kulit kopi diaplikasikan sebagai campuran media tanam dengan dengan dosis 0 g/tanaman (kontrol), 50 g/tanaman, dan 100 g/tanaman. Pemeliharaan dilakukan sampai 30 hari HST dengan penyiraman sebanyak 2 kali sehari dan pemberian pestisida. Pengamatan karakteristik morfologi dilakukan setiap minggu meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, berat kering, dan berat segar layak konsumsi. Tinggi tanaman pakcoi diukur dengan penggaris dari pangkal sampai ujung daun. Jumlah daun dihitung secara langsung. Berat segar dan berat layak konsumsi ditimbang dengan timbangan digital. Sedangkan berat kering ditimbang dari sampel tanaman yang telah dioven (60°C , 3 hari) (Pratiwi et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

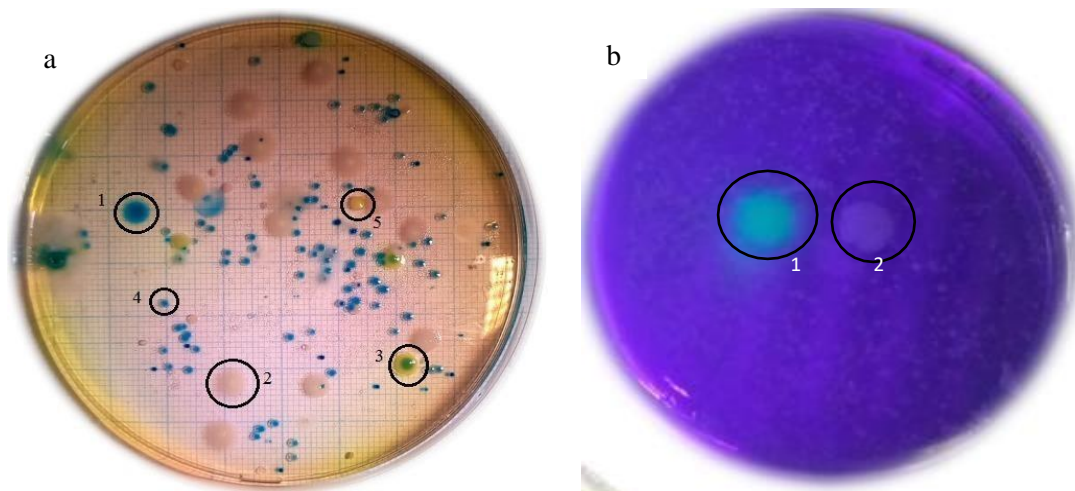
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, eksperimen perlakuan dan analisis data. Tahap persiapan pada penelitian ini, dilakukan uji kandungan unsur hara pada kompos kulit kopi dan identifikasi bakteri pada fermentasi akar bambu. Hasil pengujian dipaparkan sebagai berikut.

Komposisi hara dalam Kompos kulit kopi

Berdasarkan hasil uji kandungan hara, pupuk kompos kulit kopi mengandung N-Total sebanyak 0,901%, P_2O_5 0,205%, K_2O 0,384%, dan C-Organik 9,237%. Kopi sebagai salah satu ikon minuman di Indonesia, diproduksi dalam jumlah besar. Produk samping berupa kulit kopi dapat menjadi limbah jika tidak dimanfaatkan dengan baik. Banyak upaya pengelolaan limbah kulit kopi salah satunya dengan fermentasi menghasilkan kompos. Kulit kopi terbukti memiliki beragam nutrisi (Fatoni et al., 2020; Stylianou et al., 2018). Menurut Hartati et al., (2019) pupuk kompos kulit buah kopi memiliki kandungan unsur hara makro terdiri dari N 4,73%, P 0,21%, dan K 2,89%, Ca, Mn, Mg, Fe, Cu, dan Zn. Dalam riset ini nutrisi makro yang diperlukan tanaman tersedia dalam limbah kopi meskipun belum memenuhi standar pupuk organik (Kementerian Pertanian, 2019). Nitrogen dan Fosfor diperlukan tanaman untuk sintesis asam amino dan protein, serta penyusun banyak molekul penting dalam tanaman. Kalium memiliki peran penting dalam proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis, translokasi, dan transportasi (Taiz, L. and Zeiger, E., 2010; Hermiyanto et al., 2016).

Identifikasi Bakteri dalam POC

Adapun hasil identifikasi bakteri pada larutan fermentasi akar bambu didapatkan dua jenis koloni yaitu *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. dengan kerapatan koloni masing-masing yaitu $1,42 \times 10^6$ CFU/mL dan $8,56 \times 10^8$ CFU/mL. Adapun karakter morfologi koloni pada media pertumbuhan selektif disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1. Kedua jenis bakteri merupakan kelompok bakteri PGPR (Dorjey et al.,2017;Hardiansyah et al., 2021).



Gambar 1. Morfologi koloni a) hichrome bacillus agar medium; b) KingsB di bawah sinar UV

Uji identifikasi bakteri dilakukan untuk mengetahui jenis bakteri yang terdapat dalam larutan fermentasi akar bambu. Hasil uji identifikasi bakteri membuktikan terdapat bakteri dari kelompok PGPR yaitu *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Hal serupa disebutkan bahwa pada fermentasi akar bambu ditemukan dua jenis bakteri tersebut (Kuswana., 2017; Hardiansyah et al., 2021). *Bacillus* sp. berperan dalam pertumbuhan tanaman karena memiliki kemampuan sebagai penghasil hormon auksin (Cahyani et al., 2017; Istiqomah et al., 2017). Adapun spesies yang memiliki kemampuan tertinggi menghasilkan hormon auksin jenis IAA adalah *Bacillus subtilis*. *Pseudomonas* sp. sebagai PGPR memiliki banyak peran antara lain biokontrol alami, melarutkan fosfat, menghasilkan *siderophore*, ammonia, dan indole-3-acetic acid (Dorjey et al., 2017; Qessaoui et al., 2019). Aktivitas tersebut menjadikan *Pseudomonas* sangat potensial sebagai PGPR dan mampu menstimulasi parameter pertumbuhan banyak tanaman.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Koloni

Media	Kode	Warna	Ukuran Koloni	Bentuk Koloni	Elevasi	Permukaan	Bentuk	Gram	Prediksi Bakteri
A	1	Biru	Sedang	Circular	Flat	Smooth	Basil	+	<i>Bacillus</i> sp.
	2	Pink	Sedang	Irregular	Convex	Mucoid	Basil	+	<i>Bacillus</i> sp.
	3	Kuning center biru	Sedang	Circular	Convex	Smooth	Basil	+	<i>Bacillus</i> sp.
	4	Biru	Kecil	Circular	Convex	Smooth	Basil	+	<i>Bacillus</i> sp.
	5	Kuning	Sedang	Circular	Convex	Mucoid	Basil	+	<i>Bacillus megaterium</i>
B	1	Kuning kehijauan	Besar	Irregular	Flat	Smooth	Basil	-	<i>Pseudomonas</i> sp.*
	2	Putih	Besar	Irregular	Flat	Smooth	Basil	+	<i>Bacillus</i> sp.

* *Pseudomonas* sp. Menunjukkan fluoresensi pada visualisasi sinar UV

Tabel 2. Data pengamatan parameter pertumbuhan pakchoi

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		Jumlah Daun		Berat Basah (g)		Berat Kering (g)		Berat Konsumsi (g)	
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
P ₀ R ₀	18,67	1,53	15	1,15	45,00	5,00	2,63	0,51	38,67	3,79
P ₀ R ₁	19,83	2,75	14	2,00	59,33	2,52	3,51	0,51	51,33	4,73
P ₀ R ₂	19,57	0,81	14	1,00	52,67	5,51	3,44	0,41	45,33	6,43
P ₁ R ₀	20,10	2,51	15	2,52	77,33	4,51	4,06	0,37	67,00	6,08
P ₁ R ₁	20,67	1,44	18	1,73	126,67	28,59	7,31	2,73	115,67	22,12
P ₁ R ₂	18,50	2,29	16	1,73	71,00	12,17	3,83	0,59	64,00	14,73
P ₂ R ₀	20,33	1,53	18	1,53	98,67	17,90	5,83	1,57	89,33	15,89
P ₂ R ₁	20,17	2,25	15	2,31	86,33	12,22	5,25	1,24	76,33	15,18
P ₂ R ₂	20,50	2,18	17	2,52	63,33	12,50	3,54	0,93	54,33	13,28

Keterangan:

P₀R₀ (0 g/tanaman + 0 mL/L air)

P₀R₁ (0 g/tanaman + 6 mL/L air)

P₀R₂ (0 g/tanaman + 12 mL/L air)

P₁R₀ (50 g/tanaman + 0 mL/L air)

P₁R₁ (50 g/tanaman + 6 mL/L air)

P₁R₂ (50 g/tanaman + 12 mL/L air)

P₂R₀ (100 g/tanaman + 0 mL/L air)

P₂R₁ (100 g/tanaman + 6 mL/L air)

P₂R₂ (100 g/tanaman + 12 mL/L air)

Hasil analisis uji *Two-way* Anova dari pengaruh kombinasi kompos kulit kopi dan fermentasi akara bambu terhadap karakter pertumbuhan sawi dijabarkan pada Tabel 2. Pada karakter tinggi tanaman, perlakuan tunggal maupun kombinasi menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh signifikan. Rerata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan pupuk 50 g kompos dan 6 ml/L air fermentasi akar bambu, Sedangkan rerata tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan kontrol. Hasil yang sama ditunjukkan pada hasil pengamatan jumlah daun. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa rerata jumlah daun sawi Pakcoi tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan pupuk 50 g/tanaman dan fermentasi air 6 ml/L akar bambu, sedangkan rerata jumlah sawi Pakcoi terendah daun ditemukan pada perlakuan kontrol. Karakteristik berat segar, berat kering dan berat layak konsumsi berdasarkan analisis *Two-way* Anova menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara kompos kopi dan fermentasi akar bambu. Kedua faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap parameter tersebut, dengan efek kombinasi tertinggi yaitu pada perlakuan 50 g kompos kopi/tanaman dan fermentasi akar bambu 6 ml/L air sedangkan efek terendah pada perlakuan kontrol.

Pertumbuhan bersifat (*irreversible*) yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara. Pemberian pupuk kompos limbah kulit buah kopi berpengaruh signifikan terhadap beberapa parameter pertumbuhan tanaman seperti pada rerata berat segar, rerata berat kering dan rerata berat konsumsi. Perlakuan tunggal kompos kulit buah kopi berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, hal ini disebabkan terpenuhinya ketersediaan unsur hara Nitrogen pada media tanam yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif (Mudakir, I., 2015) (Augustien dan Suhardjono., 2018). Penggunaan kompos kopi mengandung unsur hara lengkap yang terdiri dari 4,73% N, 0,21% P, dan 2,89% K, Ca, Mn, Mg, Fe, Cu, dan Zn (Hartati *et al.*, 2019). Hasil pengujian laboratorium juga menunjukkan bertambahnya hara N,P,K, dan C-Organik yang mendukung pertumbuhan tanaman pakcoi. Perlakuan pupuk kompos kulit/tanaman 50 g menunjukkan kebutuhan hara esensial pakcoi dapat terepenuhi. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Rizal (2017); Fitriani dan Haryanti (2016) bahwa pemberian pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat merangsang proses pembelahan dan pemanjangan sel secara cepat sehingga memberikan pertumbuhan yang optimal pada tanaman. Selanjutnya, tidak terdapat pengaruh yang nyata terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman Pakcoi pada semua perlakuan diduga faktor genetik tanaman itu sendiri yang mempengaruhi tinggi tanaman (Rahmawan *et al.*, (2019).

Peningkatan berat segar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar air, unsur hara, dan bahan organik yang terkandung dalam organ tanaman. Pemberian fermentasi akar bambu yang di dalamnya terdapat *Bacillus* sp, diharapkan berperan dalam produksi hormon auksin jenis IAA (*Indol Acetic Acid*). Ketersediaan hormon tersebut dapat meningkatkan kesuburan tanah secara fisik, kimia, dan biologis dengan menyediakan nutrisi dalam bentuk yang mudah diserap oleh tanaman seperti fosfat (P), meningkatkan fiksasi N₂ bebas di udara, dan mengaktifkan mikroorganisme di dalam tanah yang bermanfaat bagi akar tanaman (Hoesain *et al.*, 2021). Menurut Rosyida dan Nugroho (2017), fermentasi akar bambu dapat meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman karena inokulasi bakteri fermentasi yang dapat meningkatkan perkembangan akar, menyebabkan penyerapan air dan garam mineral lebih optimal. Peningkatan penyerapan air menyebabkan peningkatan kadar air dalam sel yang nantinya akan digunakan untuk aktivitas sel yaitu fotosintesis. Perlakuan kombinasi 100 g/tanaman kompos kulit kopi dan 12 ml/L air akar bambu terfermentasi memberikan berat segar yang lebih rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos untuk limbah buah kopi pada 100 g/tanaman dan fermentasi 12 mL/L air tidak dapat memenuhi kebutuhan sawi dalam peningkatan berat segar. Hal ini diduga dosis yang digunakan termasuk dalam dosis yang berlebihan (Sukasana *et al.* (2019). Oleh sebab itu, diperlukan pemberian nutrisi pada tanaman dalam dosis yang tepat. Pada karakteristik tinggi tanaman, perlakuan kombinasi tidak memberikan efek signifikan diduga karena faktor genetik dari tanaman pakcoi yang memiliki tinggi maksimum setelah mencapai umur tertentu. Meskipun, secara umum menunjukkan bahwa fortifikasi bahan organik dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Perlakuan kombinasi kompos kulit buah kopi dan fermentasi akar bambu berpengaruh terhadap pertumbuhan pakcoi. Karakter morfologi yang diamati (bobot basah, bobot kering, bobot segar layak konsumsi, penampakan sawi pakcoi layak konsumsi) menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan kontrol. Kombinasi limbah kulit kopi dan fermentasi akar bambu yang efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil sawi pakcoi adalah kombinasi kompos kopi 50 g/tanaman dan fermentasi akar bambu 6 mL/L. Kombinasi ini dapat dijadikan rujukan untuk riset ataupun budidaya organik pakchoi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Jember yang telah memberi bantuan dalam riset dan publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyiah, I. N., Mudakir, I., Hoesain, M., Pradana, A. P., Djunaidy, A., & Sari, R. F. (2020). Consortium of endophytic bacteria and rhizobacteria effectively suppresses the population of *pratylenchus coffeae* and promotes the growth of robusta coffee. *Biodiversitas*, 21(10), 4702–4708. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211032>
- Amilia. E., B. Joy dan Sunardi. 2016. Residu Pestisida pada Tanaman Hortikultura (Studi Kasus di Desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat). *Agrikultura*. 27 (1): 23-29.
- Anjardita. I. M. D., I. G. N. Raka., I. A. Mayun dan I. N. Sutedja. 2018. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobakteria (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agroekoteknologi Tropika*, 7 (3) : 447-456.
- Berlian, Z., Syarifah, S., & Sari, D. S. (2015). Pengaruh Pemberian Limbah Kulit Kopi (*Coffea robusta* L.) terhadap Pertumbuhan Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Biota*, 1(1), 22–32. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/biota/article/view/382>
- Cahyani, A., Putrayani, I., Hasrullah, Ersyan, M., Aulia, T., & Jaya, A. (2017). Teknologi Formulasi Rhizobakteria Berbasis Bahan Lokal dalam Menunjang Bioindustri Pertanian Berkelanjutan. *Hasanuddin Student Journal*, 1(1), 16–21.
- Charanjit Singh Aulakh, Sandeep Sharma, Manisha Thakur & Parampreet Kaur (2022) A review of the influences of organic farming on soil quality, crop productivity and produce quality, *Journal of Plant Nutrition*, 45:12, 1884-1905, DOI: [10.1080/01904167.2022.2027976](https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2027976)
- Damayanti, N. S., Widjajanto, D. W., & Sutarno, S. (2019). Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi Pakcoy (*Brassica rapa* l.) akibat dibudidayakan pada berbagai media tanam dan dosis pupuk organik. *Journal of Agro Complex*, 3(3), 142. <https://doi.org/10.14710/joac.3.3.142-150>
- Datta, S., Singh, J., Singh, J., Singh, S., & Singh, S. (2018). Assessment of genotoxic effects of pesticide and vermicompost treated soil with *Allium cepa* test. *Sustainable Environment Research*, 28(4), 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2018.01.005>
- Dorjey, S., Dolkar, D., & Sharma, R. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas*: a review. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 6(7), 1335-1344. <http://www.ijcmas.com/>
- Fatoni, A., Sujarwanta, A., & Sutanto, A. (2020). The Effectiveness of Coffee Leather Organic Fertilizer on The Productivity of Red Spinach (*Amaranthus Tricolor* L.). *Penelitian Pertanian Terapan*, 20(3), 198–203.
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., & Jaya, A. M. (2021). The Effectiveness of Giving Plant PGPR Rhizosphere Bamboo on Cocoa Seeds Germination at The Nursery Level. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2021.101.1-5>
- Hartati, Azmin, N., Andang, & Hidayatullah, M.E. (2019). Pengaruh kompos limbah kulit kopi terhadap pertumbuhan tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(2), 71-78.
- Hermiyanto, B., Winarso, S., & Kusumandaru, W. (2016). Soil Chemical Properties Index of Tobacco Plantation Land in Jember District. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.118>
- Hoesain, M., Prastowo, S., Pradana, A. P., Asyiah, I. N., Kustiawan, F., Ramadhan, F. S., ... & Nengtyas, Y. A. (2021, May). In vitro studies on *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. compatibility with botanical pesticide. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 759, No. 1, p. 012069). IOP Publishing
- Istiqomah, I., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2017). Kemampuan *Bacillus subtilis* Dan *Pseudomonas fluorescens* Dalam Melarutkan Fosfat Dan Memproduksi Hormon Iaa (Indole Acetic Acid) Untuk

- Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Buana Sains*, 17(1), 75. <https://doi.org/10.33366/bs.v17i1.580>
- Iswati, R. (2008). *Pengaruh Dosis Formula PGPR Asal Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum syn)*. 2006–2009.
- Jannah, M., Jannah, R., & Fahrunsyah. (2022). Kajian Literatur : Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Mengurangi Pemakaian Pupuk Anorganik pada Tanaman Pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 41–49.
- Kalay. A. M., R. Hindersah., I. A. Ngabalin dan M. Jamlean. 2018. Pemanfaatan Pupuk Hayati Dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *AGRIC*. 32.(2) : 129-138.
- Kandel, S. L., Joubert, P. M., & Doty, S. L. (2017). Bacterial Endophyte Colonization And Distribution Within Plants. *Microorganisms*, 5(4), 9–11. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5040077>
- Kementerian Pertanian. (2019). Persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah. In *Pub. L. No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019 (2019)*. (pp. 1–18).
- Mahessa A. R. 2022. Analisis Komparasi Keputusan Konsumen terhadap Pembelian Sayur Pakcoi(Brassica rapa L.) di Pasar Tradisional Dan Pasar Modern. *JIMTANI*, 2 (1) : 1-12.
- Mudakir, I. (2015). Pengaruh limbah kulit buah kakao dan kopi sebagai campuran media tanam terhadap produksi dan kandungan gizi jamur tiram (*Pleurotus spp.*) sebagai materi penyusunan buku budidaya jamur tiram (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- Novita, E., Fathurrohman, A., & Pradana, H. A. (2019). Pemanfaatan Kompos Blok Limbah Kulit Kopi Sebagai Media Tanam. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 2(2), 61–72. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i2.62>
- Qessaoui, R., Bouharroud, R., Furze, J. N., El Aalaoui, M., Akroud, H., Amarraque, A., Vaerenbergh, J. Van, Tahzima, R., Mayad, E. H., & Chebli, B. (2019). Applications of New Rhizobacteria *Pseudomonas* Isolates in Agroecology via Fundamental Processes Complementing Plant Growth. *Scientific Reports*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49216-8>
- Rachmat, R., Bororing, S., Ramli, R., & H., A. A. (2021). Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) Akar Bambu Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.). *Jurnal Agrisistem*, 17(1), 19–24. <https://doi.org/10.52625/j-agr.v17i1.186>
- Rejeki, S., Andriatmoko, N.D., & Toiba, H. Faktor yang Mempengaruhi Niat Beli Sayuran Organik dengan Pendekatan Theory Of Planned Behaviour. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*, 6(2), 429-441.
- Stylianou, M., Agapiou, A., Omirou, M., Vyrides, I., Ioannides, I. M., Maratheftis, G., & Fasoula, D. (2018). Converting environmental risks to benefits by using spent coffee grounds (SCG) as a valuable resource. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 35776–35790. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2359-6>
- Suputra, G.N., Antara, I.W., & Dewi, I.A.L. (2018). Analisis Usahatani Wortel (*Daucus carota L*) Organik dan Non Organik. 7(1), 1–10.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2010) *Plant Physiology*. 5th Edition, Sinauer Associates Inc., Sunderland, 782 p.
- Tripathi, S., Srivastava, P., Devi, R. S., & Bhadouria, R. (2020). Influence of synthetic fertilizers and pesticides on soil health and soil microbiology. In *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation: Pesticides and Chemical Fertilizers*. LTD. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00002-7>
- Valentiah, V.F., Listyarini, E., & Prijono, S. (2015). Aplikasi Kompos Kulit Kopi Untuk Perbaikan Sifat Kimia Dan Fisika Tanah Inceptisol Serta Meningkatkan Produksi Brokoli. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 2(1), 147–154. <http://jtsl/ub.ac.id>