

## Optimalisasi Pertumbuhan dan Kualitas Buah Pepaya California (*Carica pepaya* L.) melalui Kombinasi Vermikompos dan Bakteri Fotosintesis

### *Optimization of Growth and Fruit Quality of California Pepaya (Carica pepaya L.) through the Combination of Vermicompost and Photosynthetic Bacteria*

Yovi Avianto\*, Alan Handru

Submitted: 30 November 2024, Review: 9 Desember 2024, Accepted: April 2025

\*) Email korespondensi: [yovi@instiperjogja.ac.id](mailto:yovi@instiperjogja.ac.id)

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian STIPER, Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55282

#### ABSTRAK

Pepaya California merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat. Namun produktivitasnya sering terkendala oleh penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia berlebihan. Substitusi pupuk kimia dengan vermikompos dan bakteri fotosintesis dilaporkan efektif meningkatkan kesuburan tanah dan ketahanan tanaman. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan pertumbuhan dan kualitas buah pepaya California melalui kombinasi vermikompos dan bakteri fotosintesis. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2023 – November 2024 di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Institut Pertanian STIPER Yogyakarta. Perlakuan yang diuji di penelitian ini yaitu vermikompos dan bakteri PSB *Rhodopseudomonas palustris* yang diaplikasikan ke lubang tanam dengan kontrol. Data sifat fisik, sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan produksi pepaya dianalisis menggunakan uji-T independen dan dicari hubungannya dengan analisis korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian vermikompos dan bakteri fotosintetik (PSB) secara signifikan memperbaiki sifat fisik yaitu kapasitas penahanan air. Vermikompos dan PSB meningkatkan kandungan bahan organik, C-organik, KTK, dan unsur hara (N dan K) tanah, serta menurunkan kadar klorida (Cl). Kombinasi vermikompos dan PSB memperbaiki fisiologis tanaman pepaya, seperti kadar air nisbi, serta meningkatkan tinggi tanaman, jumlah bunga, dan kadar brix buah, meskipun bobot dan panjang buah menurun.

**Kata kunci:** bakteri fotosintesis; fisiologis; kapasitas tahanan lengas; kascing; papaya.

#### ABSTRACT

*California pepaya is a highly popular fruit among Indonesian consumers. However, its productivity is often hindered by declining soil fertility caused by excessive use of chemical fertilizers. Substituting chemical fertilizers with vermicompost and photosynthetic bacteria has been reported to effectively improve soil fertility and enhance plant resilience. This study aims to optimize the growth and fruit quality of California pepaya through the combination of vermicompost and photosynthetic bacteria. The research was conducted from August 2023 to November 2024 at the Education and Research Farm (KP2) of the STIPER Agricultural Institute, Yogyakarta. The treatments tested in this study included vermicompost and the photosynthetic bacterium *Rhodopseudomonas palustris*, applied to planting holes, along with a control. Data on soil physical and chemical properties, as well as pepaya growth and production, were analyzed using an independent t-test, and their relationships were evaluated through correlation analysis. The results showed that the application of vermicompost and photosynthetic bacteria significantly improved soil physical properties of water-holding capacity. Vermicompost and photosynthetic bacteria also enhanced soil organic matter, C-organik, cation exchange capacity (CEC), and the availability of nutrients (N and K) while reducing chloride (Cl) levels. The combination of vermicompost and photosynthetic bacteria improved physiological parameters of pepaya plants, such as relative water*

content, and increased plant height, number of flower, and fruit brix levels, although fruit weight and length decreased.

**Keywords:** *photosynthetic bacteria; physiological; water holding capacity; vermicompost; papaya.*

## I. PENDAHULUAN

Pepaya California (*Carica pepaya* L.) merupakan salah satu komoditas buah yang sangat digemari di Indonesia. Cita rasa yang manis, kaya kandungan gizi seperti vitamin A, vitamin C, serat, dan berbagai mineral menyebabkan buah ini digemari baik dikonsumsi secara langsung maupun diolah menjadi berbagai macam produk. Buah ini paling banyak dibudidayakan di Indonesia dan menempati posisi ke-4 setelah mangga, pisang dan durian. Sayangnya, tingkat kebutuhan pepaya yang tinggi tidak diimbangi dengan produksi yang mencukupi. Produksi pepaya tahun 2021 sampai 2023 mengalami fluktuasi penurunan sebanyak 78.688 ton dan meningkat kembali menjadi 149.114 ton pada tahun 2024 (BPS, 2024). Produktivitas dan kualitas buah pepaya di tingkat petani sering kali masih belum optimal. Hal ini disebabkan oleh berbagai tantangan agronomis, seperti kesuburan tanah yang rendah, dan teknik budidaya yang kurang tepat. Penurunan produksi pepaya di Indonesia sering dikaitkan dengan menurunnya kesuburan lahan (Campostrini & Glenn, 2007; Cruz *et al.*, 2014), yang mempengaruhi kualitas pepaya terutama tingkat kemanisan (Ruiz-Coutiño *et al.*, 2019).

Salah satu tantangan dalam budidaya tanaman hortikultura, termasuk tanaman pepaya, adalah degradasi kesuburan lahan yang disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia berlebihan. Penggunaan pupuk nitrogen terutama urea dalam jangka waktu lama dan dosis berlebihan menyebabkan penurunan pH tanah akibat akumulasi ion  $H^+$  (Liu *et al.*, 2014). Kondisi pH yang rendah juga dapat menurunkan populasi mikroba bermanfaat terutama dekomposer. Selain itu menurut Mangalassery *et al.* (2019), pupuk kimia berlebihan dapat merusak agregat tanah, sehingga tanah menjadi padat dan sulit untuk ditembus akar. Akibatnya, tanaman menjadi kurang efisien dalam menyerap nutrisi. Imbasnya, terjadi gangguan dalam pertumbuhan vegetatif, produksi hasil, hingga kualitas (Adimassu *et al.*, 2014; Lal, 2015).

Solusi yang mulai diterapkan oleh petani untuk mengatasi masalah ini adalah substitusi penggunaan pupuk kimia dengan pupuk organik dengan imbalan yang lebih tinggi, salah satunya adalah vermikompos yang dihasilkan dari dekomposisi limbah organik dengan bantuan cacing tanah (Setiawan *et al.*, 2015). Vermikompos adalah limbah berupa kascing yang kaya akan unsur hara dan senyawa bioaktif. Menurut Ravindran *et al.* (2016), vermikompos mengandung berbagai zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin, dan auksin. Selain zat pengatur tumbuh, vermikompos juga mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) maupun hara mikro besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (Bo), dan molibdenum (Mo) (Demir & Kiran, 2020).

Vermikompos juga dilaporkan dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme bermanfaat penambat nitrogen seperti *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., dan *Nitrobacter* sp.

(Gopal *et al.*, 2009) maupun mikroorganisme antagonis seperti *Trichoderma* sp. (Yatoo *et al.*, 2021), *Pseudomonas* spp. (Karnwal, 2021), dan *Bacillus* sp. (Syarif *et al.*, 2019). Bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik mampu memperkaya kandungan nitrogen di dalam tanah sedangkan mikroba antagonis dapat menekan pertumbuhan pathogen tular tanah. Kelimpahan mikroorganisme ini secara alami dapat berpotensi mengurangi penggunaan pupuk nitrogen sintetis dan pestisida kimiawi (Ichwan *et al.*, 2022; Sulaiman & Mohamad, 2020; Wihartati *et al.*, 2022).

Vermikompos dapat diperkaya dengan mikroorganisme bermanfaat lainnya yang dapat berperan sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Salah satu bakteri yang bisa berperan dan bersinergi adalah *Rhodopseudomonas palustris* yang juga memiliki kemampuan fotosintesis. Bakteri ini dilaporkan mampu meningkatkan kehijauan daun, jumlah daun, jumlah bunga, jumlah buah, dan tinggi tanaman pepaya California dengan cara aplikasi foliar (Avianto *et al.* 2024b). Tanaman cabai rawit juga dilaporkan mengalami peningkatan jumlah buah, bobot buah, dan produktivitas setelah PSB diaplikasikan foliar (Avianto *et al.*, 2024a). Tanaman sawi hijau yang diaplikasikan PSB secara foliar mengalami peningkatan kadar klorofil A dan B, aktivitas nitrat reduktase, jumlah daun, lebar daun, biomassa akar, biomassa tajuk, kadar air relatif dan indeks konsumsi (Avianto, 2023). Beberapa penelitian menunjukkan aplikasi PSB dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman abiotik, seperti: salinitas pada tanaman jagung (Feng *et al.*, 2019); salinitas pada tanaman buncis (Talaat, 2019) dan cekaman genangan pada kedelai (Kang *et al.*, 2021).

PSB juga dilaporkan dapat mengurangi tingkat stress tanaman saat mengalami cekaman biotik. Penelitian yang dilakukan oleh Su *et al.* (2019), menunjukkan bahwa daun tanaman tembakau yang diinokulasikan bakteri *Rhodopseudomonas palustris* GJ-22 dapat meningkatkan resistensi terhadap virus mosaik tembakau. Kombinasi antara vermikompos dan bakteri fotosintesis merupakan pendekatan inovatif yang belum banyak diterapkan pada budidaya pepaya di Indonesia. Kombinasi ini diharapkan dapat memberikan efek sinergis dalam memperbaiki kesuburan tanah dan menghasilkan buah dengan kualitas yang lebih baik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji optimalisasi pertumbuhan dan kualitas buah pepaya California melalui kombinasi vermikompos dan bakteri fotosintesis.

## II. METODE PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Agustus 2023 – November 2024. Lokasi penelitian terbagi menjadi dua yaitu di lapangan yang dilakukan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Institut Pertanian STIPER Yogyakarta dengan koordinat -7.761334363797017, 110.42580614738998. Pengamatan parameter fisiologis dan tanah dilakukan di UPT Laboratorium Instiper Yogyakarta. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berjenis regosol dengan tekstur dominan pasir dan masuk ke dalam kategori pasir berlempung.

### 2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkul, sekop, polybag berukuran 15 × 20 cm, ember, gelas ukur, timbangan analitik, mortar, kertas saring Whatman nomor

80, kuvet, spektrofotometer, oven, plastik perendam sampel daun, Photosynthesis Analyzer Li-COR 6400, meteran kain, serta refraktometer untuk mengukur tingkat kemanisan buah atau Brix.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih pepaya California, tanah sebagai media tanam, vermikompos, bakteri PSB *Rhodopseudomonas palustris*, pupuk NPK 16:16:16 granul, air, aseton 80%, serta sampel tanah dan daun pepaya untuk analisis sifat tanah dan fisiologi tanaman.

### 3. Pelaksanaan Penelitian

Persiapan yang dilakukan sebelum memulai penelitian adalah dengan menyemai benih tanaman pepaya California ke dalam polybag berukuran 15 × 20 cm. Benih disemaikan hingga umur 60 hari untuk siap dipindahtanam. Sebelum pindah tanam, bibit diseleksi secara visual untuk mendapatkan pertumbuhan yang merata. Lubang tanam pepaya digali sedalam 30 cm × 30 cm × 30 cm. Perlakuan utama yaitu vermikompos dan bakteri PSB *Rhodopseudomonas palustris*, dicampurkan terlebih dahulu dengan perbandingan 10 kg dan 500 mL. Campuran pupuk ini kemudian dimasukkan ke dalam lubang tanam. Untuk perlakuan kontrol, lubang tanam tidak diberi perlakuan apapun. Jumlah tanaman yang ditanam untuk masing-masing perlakuan adalah 60 tanaman, dengan jumlah sampel masing-masing sebanyak 10 tanaman. Perawatan yang dilakukan untuk semua tanaman adalah penyiraman setiap 1 minggu sekali, pemupukan dengan NPK 16:16:16 granul sebanyak 200 gram per bulan, pemangkasan, dan pengendalian OPT.

### 4. Pengambilan dan Analisis Data

Data sifat fisik dan kimia tanah diambil pada umur tanaman 1 bulan, data fisiologis diambil saat tanaman berumur 6 bulan, dan data panen dilakukan secara rutin hingga tanaman berumur 1 tahun. Sifat fisik tanah yang diamati dalam penelitian ini adalah berat jenis, densitas partikel, porositas, dan kapasitas penahanan air. Untuk sifat kimia yang diamati yaitu pH, C-organik, bahan organik, KTK, N-total, P tersedia, K tersedia, Ca, Mg, Cl dan Rasio C/N. Tanah diambil sebanyak 500 gram dengan kedalaman 20 cm untuk dilakukan preparasi dan analisis sifat fisik dan kimia sebelumnya. Variabel fisiologis yang diamati dalam jaringan daun tanaman pepaya adalah kadar air nisbi, kandungan klorofil dan laju fotosintesis. Pengamatan kadar air nisbi (KAN) dilakukan dengan mengambil 3 daun pepaya pada bagian tengah tajuk. Selanjutnya daun ditimbang bobot segarnya, direndam di dalam kantong plastik berisi air hingga seluruh bagian daun terendam selama 24 jam. Daun ditiriskan, ditimbang bobot jenuhnya dan dioven hingga bobotnya stabil. Bobot kering ditimbang dan dimasukkan menurut Persamaan I (Turner, 1981).

$$KAN (\%) = \frac{\text{Bobot Segar} - \text{Bobot Kering}}{\text{Bobot Jenuh} - \text{Bobot Kering}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Pengukuran laju fotosintesis tanaman dilakukan menggunakan alat *Photosynthesis Analyzer* Li-COR 6400, sedangkan kadar klorofil di dalam daun berdasarkan metode dari (Arnon, 1949). Daun pepaya diambil sebanyak 1 g tanpa tulang daun, kemudian ditumbuk di dalam mortar hingga lembut. Ke dalam mortar ditambahkan cairan aseton 80% sebanyak 20 mL dan diratakan ke seluruh bagian tumbukan. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan disaring terlebih dahulu ampasnya menggunakan kertas saring Whatman

nomor 80. Hasil saringan (filtrat) diambil sebanyak 2 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet dan diamati absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer. Panjang gelombang yang digunakan adalah 645 dan 663 nm dan blanko menggunakan aseton 80%. Selanjutnya, hasil absorbansi menurut Persamaan II (Arnon, 1949).

$$Chl = ((0,0127 \times A_{663} - 0,00269 \times A_{645}) \times 20) + ((0,0229 \times A_{645} - 0,00468 \times A_{663}) \times 20).. (2)$$

Variabel pertumbuhan yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga total dan jumlah buah yang terbentuk. Pengamatan pertumbuhan dilakukan di akhir saat tanaman berumur 1 tahun. Selanjutnya, variabel produksi dan kualitas buah antara lain Panjang buah, lebar buah, bobot buah, ketebalan daging buah, Tingkat kemanisan (Brix) dan produksi per pohon.

Semua data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan uji-T independent. Sebelum melakukan uji-T, dilakukan terlebih dahulu uji-F untuk mengetahui homogenitas varians antara perlakuan kontrol dan pupuk organik. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel yang berisi rerata, standar error, beserta keterangan signifikansi berdasarkan uji-T. Variabel yang berpengaruh terhadap brix dan produksi buah dianalisis lebih lanjut menggunakan analisis korelasi Pearson dan disajikan dalam bentuk korelogram menggunakan perangkat lunak R versi 4.4.2.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian vermikompos dan bakteri fotosintetik (PSB) secara signifikan memengaruhi sifat fisik tanah sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Semua variabel sifat fisik tanah menunjukkan perbedaan nyata antara perlakuan vermikompos + PSB dan kontrol. Berat volume tanah meningkat dari 1,07 g cm<sup>-3</sup> pada kontrol menjadi 1,37 g cm<sup>-3</sup> pada perlakuan, sedangkan berat jenis partikel meningkat dari 1,68 g cm<sup>-3</sup> menjadi 2,54 g cm<sup>-3</sup>. Sebaliknya, porositas tanah menurun dari 77,90% pada kontrol menjadi 53,20% pada perlakuan. Namun, kapasitas penahanan air meningkat signifikan dari 24,00% menjadi 38,70%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian vermikompos + PSB tidak memperbaiki seluruh sifat fisik tanah secara seragam, tetapi terutama meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Porositas kontrol yang sangat tinggi kemungkinan berkaitan dengan karakter tanah bertekstur pasir, yang umumnya memiliki pori makro lebih dominan sehingga air lebih mudah hilang dari zona perakaran. Setelah pemberian vermikompos + PSB, porositas total menurun, tetapi kapasitas penahanan air meningkat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bahan organik dari vermikompos berperan dalam memperbaiki distribusi pori dan meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air.

Vermikompos diketahui mengandung bahan organik yang dapat mendukung pembentukan agregat tanah dan meningkatkan retensi air. Menurut Castellini *et al.* (2024), vermikompos memiliki kemampuan menyerap dan menahan air, sehingga tanah dapat menjadi lebih lembap dan mampu menyediakan air lebih lama bagi tanaman. Dengan demikian, pengaruh utama perlakuan pada sifat fisik tanah lebih tepat dijelaskan sebagai peningkatan kapasitas penahanan air, bukan sebagai perbaikan menyeluruh terhadap berat volume dan porositas tanah. Peningkatan ketersediaan air ini berpotensi mendukung

perkembangan akar dan memudahkan penyerapan hara yang tersedia di tanah maupun yang berasal dari vermikompos.

**Tabel 1.** Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Pemberian Bahan Organik dan Kontrol

Variabel	Kontrol	PSB +Vermikompos	Keterangan
Berat Jenis ( $\text{g cm}^{-3}$ )	$1,07 \pm 0,03$	$1,37 \pm 0,04$	*
PD ( $\text{g cm}^{-3}$ )	$1,68 \pm 0,05$	$2,54 \pm 0,06$	*
Porositas (%)	$77,90 \pm 1,25$	$53,2 \pm 1,37$	*
Kapasitas Penahanan Air (%)	$24,00 \pm 0,88$	$38,7 \pm 1,05$	*
pH H <sub>2</sub> O	$6,59 \pm 0,32$	$6,37 \pm 0,19$	ns
C-organik (%)	$1,79 \pm 0,85$	$6,75 \pm 1,18$	**
Bahan Organik (%)	$3,07 \pm 0,70$	$11,61 \pm 0,75$	**
KTK ( $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ )	$14,98 \pm 0,45$	$30,19 \pm 1,67$	**
N-Total (%)	$0,38 \pm 0,13$	$0,83 \pm 0,14$	*
P tersedia (%)	$0,18 \pm 0,12$	$0,38 \pm 0,13$	ns
K tersedia (%)	$0,78 \pm 0,05$	$1,32 \pm 0,06$	*
Ca (%)	$0,31 \pm 0,21$	$0,50 \pm 0,14$	ns
Mg (%)	$0,44 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,13$	ns
Cl (ppm)	$316 \pm 7,22$	$175 \pm 5,67$	**
Rasio C/N	$4,73 \pm 1,12$	$8,11 \pm 1,15$	*

**Keterangan:** Angka merupakan rerata  $\pm$  standar error. \*= signifikan pada taraf 5%, \*\*= signifikan taraf 1% dan ns = tidak signifikan

Menurut Tabel 1, sifat kimia tanah menunjukkan beda nyata pada variabel C-organik, bahan organik, KTK, N-total, K tersedia, kadar klor tanah, dan Rasio C/N. Dengan pemberian vermikompos dan bakteri fotosintesis ke dalam lubang tanam, kandungan C-organik meningkat signifikan dari 1,79% menjadi 6,75%, begitu pula bahan organik yang naik dari 3,07% menjadi 11,61%. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas vermikompos sebagai sumber bahan organik yang mampu memperbaiki kesuburan kimiawi tanah (Wihartati *et al.*, 2022). Kapasitas tukar kation (KTK) juga meningkat tajam dari 14,98 meq/100 g menjadi 30,19 meq/100 g. Peningkatan nilai KTK terjadi akibat pelepasan kation dari bahan organik yang tersedia di dalam vermikompos (Demir, 2020).

Kadar unsur hara (Tabel 1), yaitu andungan N-total dalam tanah yang diaplikasikan vermikompos dan PSB meningkat signifikan dari 0,38% menjadi 0,83%. Hal ini disebabkan oleh kandungan N yang tinggi dalam vermikompos dan meningkatnya aktivitas bakteri fotosintetik. Bakteri *R. palustris* memiliki kemampuan menghasilkan siderofor yang meningkatkan ketersediaan ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  (Avianto & Susila, 2024). Kalium tersedia di dalam tanah naik signifikan dari 0,78% menjadi 1,32% dengan pemberian vermikompos dan PSB. Hasil penelitian ini sesuai dengan Arthur *et al.* (2012), dimana kandungan K dalam vermikompos tergolong tinggi sehingga bisa digunakan untuk mengatasi efisiensi hara K pada bibit tomat. Konsentrasi klorida (Cl) menunjukkan seberapa banyak ion  $\text{Cl}^-$  yang ada dalam tanah. Semakin tinggi konsentrasi Cl akan menyebabkan tanaman mudah mengalami cekaman. Pemberian vermikompos dan PSB dapat menurunkan Cl secara signifikan dari 316 ppm menjadi 175 ppm. Menurut Arifiani *et al.* (2018), cekaman salinitas menyebabkan tanaman kesulitan menyerap air dan nutrisi dari tanah, karena tingginya kadar garam yang

menurunkan potensial osmotik tanah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa vermicompos mampu menahan kehilangan air, sehingga dapat menetralkan ion garam termasuk  $\text{Cl}^-$  (Akhzari *et al.*, 2016; Jabeen & Ahmad, 2017). Menurut tabel 1, pemberian vermicompos dan PSB tidak memberikan efek terhadap variabel pH tanah, P tersedia, Ca dan Mg tanah.

Pemberian bahan organik berupa PSB dan vermicompos memberikan pengaruh signifikan terhadap beberapa variabel fisiologis, pertumbuhan, dan produksi pepaya jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Secara fisiologis, kadar air nisbi tanaman lebih baik pada perlakuan PSB dan vermicompos dibandingkan perlakuan kontrol. Hasil ini didukung oleh data kemampuan penahanan lengas tanah oleh vermicompos menurut Tabel 1. Dengan lebih tersedianya air, kemampuan penyerapan air tanaman pepaya mengalami perbaikan, terlebih pada tanah pasir berlempung seperti pada lokasi penelitian. Hasil penelitian didukung oleh studi Mohkami *et al.* (2024) dimana vermicompos dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanaman quinoa yang tercekam oleh kekeringan. Studi lain di tanaman kacang arab juga menunjukkan hasil yang serupa (Amiri *et al.*, 2017). Meskipun kadar air dalam jaringan tanaman mengalami perbaikan, fungsi air ini tidak menyebabkan perbedaan nyata pada laju fotosintesis tanaman menurut Tabel 2. Hal yang sama juga tercermin pada variabel kadar klorofil total ( $2,065 \mu\text{g g}^{-1}$  pada kontrol dan  $2,375 \mu\text{g g}^{-1}$  pada perlakuan).

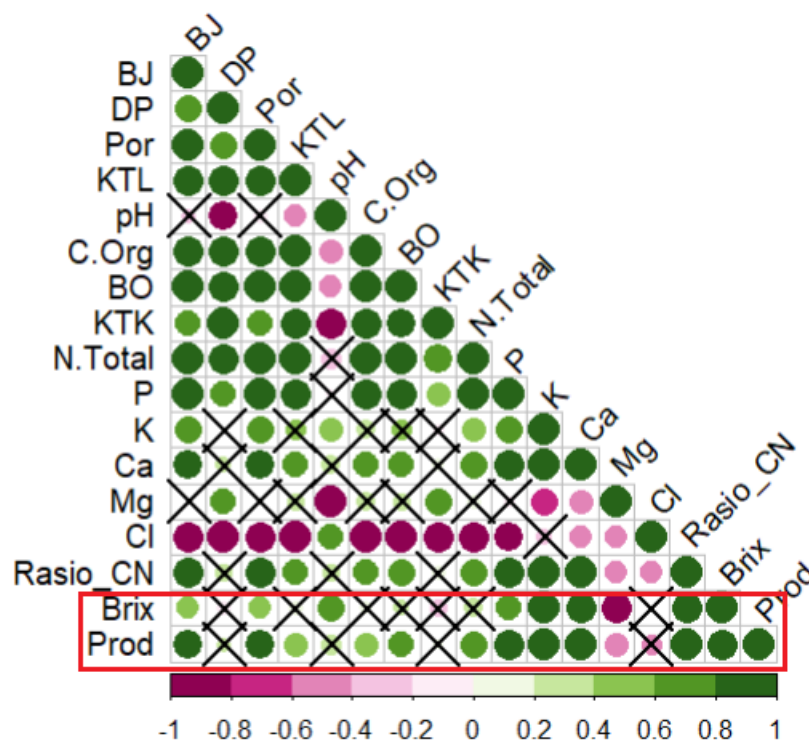
Pada pertumbuhan pepaya, terdapat beda nyata dalam variabel tinggi tanaman dan jumlah bunga, sedangkan jumlah daun menunjukkan sebaliknya (Tabel 2). Tanaman pepaya kontrol memiliki rerata tinggi 172,50 cm sedangkan tanaman pepaya yang diberi vermicompos dan PSB 210,11 cm. Untuk jumlah bunga, terjadi peningkatan yang signifikan dari 104,35 menjadi 118 bunga. Perbedaan tinggi tanaman dan jumlah bunga ini mengindikasikan bahwa kombinasi bahan organik ini mendukung pertumbuhan vegetatif dan generative tanaman pepaya. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Avianto *et al.* (2024b), bahwa pepaya yang disemprot dengan PSB mengalami peningkatan pertumbuhan tinggi dan jumlah bunga. Hanya saja dalam penelitian ini, PSB tidak diaplikasikan sendirian tetapi dikombinasikan dengan vermicompos.

Pada aspek produksi (Tabel 2), beberapa variabel menunjukkan hasil yang beragam. Jumlah buah tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu 72,40 (kontrol) dengan 78,10 buah per tanaman (Vermikompos + PSB). Ketebalan daging buah tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Panjang buah mengalami penurunan signifikan dari 32,76 cm pada kontrol menjadi 22,45 cm pada perlakuan, begitu pula bobot buah yang menurun signifikan dari 2104,18 g menjadi 1789,05 g. Hal ini menunjukkan bahwa justru buah yang dihasilkan dari tanaman pepaya yang diberi vermicompos dan PSB lebih kecil dibandingkan kontrol. Pengaruh dari vermicompos dan PSB tampak terlihat pada kandungan Brix buah yang meningkat signifikan dari 10,5% menjadi 12,7%. Produksi total per pohon tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara perlakuan dan kontrol, yaitu 151,48 kg untuk kontrol dan 139,54 kg untuk perlakuan. Hasil ini sesuai dengan penelitian di tanaman stroberi yang mengalami peningkatan kandungan TSS akibat pemberian vermicompos dan vermileachate (Čabilovski *et al.*, 2023). Hasil serupa juga dilaporkan di tanaman semangka yang diberi kombinasi vermicompos dan PGPR (Widodo *et al.*, 2024).

**Tabel 2.** Variabel Fisiologis, Pertumbuhan dan Produksi Pepaya pada Pemberian Bahan Organik dan Kontrol

Variabel	Kontrol	PSB +Vermikompos	Keterangan
Kadar Air Nisbi (%)	56,84 ± 3,75	69,28 ± 6,14	*
Klorofil (µg g <sup>-1</sup> )	2,065 ± 0,90	2,375 ± 0,61	ns
Laju Fotosintesis (µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	7,54 ± 0,72	7,89 ± 0,74	ns
Tinggi Tanaman (cm)	172,50 ± 5,12	210,11 ± 6,38	*
Jumlah Daun	53,20 ± 7,15	56,00 ± 2,33	ns
Jumlah Bunga	104,35 ± 4,89	118 ± 5,12	*
Jumlah Buah	72,40 ± 3,25	78,10 ± 8,45	ns
Panjang Buah (cm)	32,76 ± 1,12	22,45 ± 0,87	**
Lebar Buah (cm)	15,43 ± 3,55	13,98 ± 2,52	ns
Bobot Buah (g)	2104,18 ± 73,25	1789,05 ± 65,45	*
Ketebalan Daging Buah (cm)	3,27 ± 0,92	4,08 ± 1,14	ns
Brix Buah (%)	10,5 ± 0,43	12,7 ± 0,56	*
Produksi per Pohon (kg)	151,48 ± 15,32	139,54 ± 14,98	ns

**Keterangan:** Angka merupakan rerata ± standar error. \*= signifikan pada taraf 5%, \*\*= signifikan taraf 1% dan ns = tidak signifikan

**Gambar 1.** Korelasi antara variabel produksi dan sifat fisik serta kimia tanah pada tanaman pepaya dengan perlakuan vermikompos dan bakteri fotosintetik.

Untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi produksi dan brix tanaman pepaya, dilakukan uji korelasi Pearson dan disajikan dalam korelogram di Gambar 1. Variabel brix berkorelasi kuat secara positif dengan berat jenis tanah, porositas, pH, P, K dan Ca serta berkorelasi negatif dengan Mg. Variabel produksi lebih banyak berkorelasi positif dengan berat jenis, porositas, kemampuan tahanan lengas, C organik, bahan organik, N total, P, K, Ca dan berkorelasi negatif juga dengan Mg. Secara garis besar, vermikompos

dan PSB berperan dalam memperbaiki beberapa aspek kesuburan tanah, terutama kandungan bahan organik, C-organik, KTK, N-total, K tersedia, serta kapasitas penahanan air. Perbaikan ini berkaitan dengan peningkatan status air tanaman, tinggi tanaman, jumlah bunga, dan kadar Brix buah pepaya. Namun, peningkatan tersebut tidak diikuti oleh peningkatan produksi per pohon. Bahkan, panjang dan bobot buah menurun secara signifikan pada perlakuan vermikompos + PSB. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat menunjukkan bahwa kombinasi vermikompos dan PSB meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas kemanisan buah, tetapi belum mampu meningkatkan produksi total pepaya California. Peningkatan berat jenis dan porositas tanah dengan aplikasi vermikompos memperbaiki aerasi dan infiltrasi air. Sementara itu, peningkatan kemampuan tahanan lengas membantu tanah untuk menyediakan air bagi tanaman. Kandungan hara dalam vermikompos terutama N, P, K, dan Ca, meningkatkan kesuburan kimia tanah. Sebaliknya, pengurangan kadar Mg yang berlebih dapat mencegah antagonisme hara, sehingga penyerapan unsur-unsur esensial oleh tanaman menjadi lebih optimal.

Selain itu, penggunaan PSB juga berpotensi mendukung perbaikan kualitas tanah, pertumbuhan tanaman, dan kualitas buah pepaya, terutama melalui peningkatan ketersediaan hara dan aktivitas mikroba rizosfer. PSB berperan dalam menyediakan nitrogen serta melarutkan fosfat yang terikat di dalam tanah sehingga tersedia bagi tanaman. Fosfat yang lebih tersedia ini menyebabkan sistem perakaran pepaya lebih berkembang. Dampaknya, terjadi peningkatan efisiensi penyerapan hara untuk mendukung proses fotosintesis dan pembentukan buah. Kombinasi vermikompos dan PSB menunjukkan pengaruh positif terhadap kesuburan kimia tanah dan kapasitas penahanan air. Namun, pengaruhnya terhadap sifat fisik tanah tidak sepenuhnya mengarah pada perbaikan, karena berat jenis meningkat dan porositas menurun. Dengan demikian, aplikasi vermikompos dan PSB perlu dievaluasi lebih lanjut, terutama terkait dosis, waktu aplikasi, dan kesesuaiannya dengan karakter tanah pasir.

#### **IV. KESIMPULAN**

Pemberian vermikompos dan bakteri fotosintetik (PSB) secara signifikan mengubah sifat fisik tanah, terutama berat jenis, porositas, dan kapasitas penahanan air. Perlakuan vermikompos + PSB meningkatkan kapasitas penahanan air, tetapi juga meningkatkan berat jenis dan menurunkan porositas tanah dibandingkan kontrol. Dari aspek kimia tanah, perlakuan ini meningkatkan kandungan bahan organik, C-organik, KTK, N-total, dan K tersedia, serta menurunkan kadar klorida. Pada tanaman pepaya, kombinasi vermikompos dan PSB meningkatkan kadar air nisbi, tinggi tanaman, jumlah bunga, dan kadar Brix buah. Namun, perlakuan ini tidak meningkatkan produksi per pohon dan justru menurunkan panjang serta bobot buah.

#### **V. REFERENSI**

Adimassu, Z., Mekonnen, K., Yirga, C., & Kessler, A. (2014). Effect Of Soil Bunds On Runoff, Soil And Nutrient Losses, And Crop Yield in The Central Highlands Of

- Ethiopia: Effect Of Soil Bunds On Runoff, Losses Of Soil, And Nutrients. *Land Degradation & Development*, 25(6), 554–564. <https://doi.org/10.1002/ldr.2182>
- Akhzari, D., Pessarakli, M., & Khedmati, M. (2016). Effects of vermicompost and salinity stress on growth and physiological traits of *Medicago rigidula* L. *Journal of Plant Nutrition*, 39(14), 2106–2114. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1193609>
- Amiri, H., Ismaili, A., & Hosseinzadeh, S. R. (2017). Influence of Vermicompost Fertilizer and Water Deficit Stress on Morpho-Physiological Features of Chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). *Compost Science & Utilization*, 25(3), 152–165. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1249313>
- Arifiani, F. N., Kurniasih, B., & Rogomulyo, R. (2018). Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) Tercekam Salinitas. *Vegetalika*, 7(3), 30. <https://doi.org/10.22146/veg.38133>
- Arnon, D. I. (1949). Copper Enzymes In Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1–15. <https://doi.org/10.1104/Pp.24.1.1>
- Arthur, G. D., Aremu, A. O., Kulkarni, M. G., & Van Staden, J. (2012). Vermicompost Leachate Alleviates Deficiency of Phosphorus and Potassium in Tomato Seedlings. *HortScience*, 47(9), 1304–1307. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.9.1304>
- Avianto, Y. (2023). Peningkatan pertumbuhan dan hasil sawi hijau (*Brassica chinensis*) oleh bakteri fotosintetik dalam kondisi lapangan. *Techno: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 9(2), 77–88.
- Avianto, Y., Sari, N. K., & Pratama, A. B. (2024a). Synergistic Effects of Photosynthetic Bacteria and Endophytes: A Novel Approach to Enhance Cayenne Pepper Productivity. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 6(3). <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i3.3673>
- Avianto, Y., & Susila, W. A. (2024). Application Techniques of Photosynthesis Bacteria and Its Effect on The Growth and Yield of Local Bantul Shallot Variety (*Allium cepa* var. *Aggregatum* cv. Crok Kuning). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 6(2). <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i2.3577>
- Avianto, Y., Wisnubroto, M. P., Setyaningsih, F., & Rahmawati, L. (2024b). Sosialisasi dan Aplikasi PSB untuk Peningkatan Produksi Pepaya di Kelompok Tani Mulyo, Bandongan, Magelang. *Buletin Dharmas Andalas*, 1(1), 26–32.
- Čabilovski, R., Manojlović, M. S., Popović, B. M., Radojčin, M. T., Magazin, N., Petković, K., Kovačević, D., & Lakićević, M. D. (2023). Vermicompost and Vermicompost Leachate Application in Strawberry Production: Impact on Yield and Fruit Quality. *Horticulturae*, 9(3), 337. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030337>
- Campostrini, E., & Glenn, D. M. (2007). Ecophysiology of pepaya: A review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 413–424. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400010>
- Castellini, M., Bondi, C., Giglio, L., & Iovino, M. (2024). Impact of vermicompost addition on water availability of differently textured soils. *Heliyon*, 10(15), e35699. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35699>
- Cruz, J. L., Da Silva Souza, L., Dos Santos De Souza, N. C., & Pelacani, C. R. (2014). Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with pepaya (*Carica pepaya* L.). *Scientia Horticulturae*, 172, 82–85. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.045>

- Demir, Z. (2020). Alleviation of Adverse Effects of Sodium on Soil Physicochemical Properties by Application of Vermicompost. *Compost Science & Utilization*, 28(2), 100–116. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2020.1789011>
- Demir, Z., & Kiran, S. (2020). Effect of Vermicompost on Macro and Micro Nutrients of Lettuce (*Lactuca Sativa* Var. Crispa) Under Salt Stress Conditions. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 33–43. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.579695>
- Feng, K., Cai, Z., Ding, T., Yan, H., Liu, X., & Zhang, Z. (2019). Effects of potassium-solubilizing and photosynthetic bacteria on tolerance to salt stress in maize. *Journal of Applied Microbiology*, 126(5), 1530–1540. <https://doi.org/10.1111/jam.14220>
- Gopal, M., Gupta, A., Sunil, E., & Thomas, G. V. (2009). Amplification of Plant Beneficial Microbial Communities During Conversion of Coconut Leaf Substrate to Vermicompost by *Eudrilus* sp. *Current Microbiology*, 59(1), 15–20. <https://doi.org/10.1007/s00284-009-9388-9>
- Ichwan, B., Setiaji, H., Armando, Y. G., Eliyanti, E., Zulkarnain, Z., & Ayuandriani, L. (2022). Aplikasi Vermikompos dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Media Pertanian*, 7(2), 66. <https://doi.org/10.33087/jagro.v7i2.145>
- Jabeen, N., & Ahmad, R. (2017). Growth response and nitrogen metabolism of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to vermicompost and biogas slurry under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 40(1), 104–114. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1201495>
- Kang, S.-M., Adhikari, A., Khan, M. A., Kwon, E.-H., Park, Y.-S., & Lee, I.-J. (2021). Influence of the Rhizobacterium *Rhodobacter sphaeroides* KE149 and Biochar on Waterlogging Stress Tolerance in *Glycine max* L. *Environments*, 8(9), 94. <https://doi.org/10.3390/environments8090094>
- Karnwal, A. (2021). *Pseudomonas* spp., a zinc-solubilizing vermicompost bacteria with plant growth-promoting activity moderates zinc biofortification in tomato. *International Journal of Vegetable Science*, 27(4), 398–412. <https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1812143>
- Lal, R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Liu, X., Zhou, J., Li, W., Xu, J., & Brookes, P. C. (2014). The combined effects of urea application and simulated acid rain on soil acidification and microbial community structure. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(10), 6623–6631. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-2573-9>
- Mangalassery, S., Kalaivanan, D., & Philip, P. S. (2019). Effect of inorganik fertilisers and organik amendments on soil aggregation and biochemical characteristics in a weathered tropical soil. *Soil and Tillage Research*, 187, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.008>
- Mohkami, A., Yazdanpanah, N., & Saeidnejad, A. H. (2024). Vermicompost-based amendment compensated for the reducing effect of water stress on growth and yield of quinoa by improving soil moisture characteristic. *Paddy and Water Environment*, 22(1), 155–171. <https://doi.org/10.1007/s10333-023-00959-1>

- Ravindran, B., Wong, J. W. C., Selvam, A., & Sekaran, G. (2016). Influence of microbial diversity and plant growth hormones in compost and vermicompost from fermented tannery waste. *Bioresource Technology*, 217, 200–204. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.032>
- Reynolds, W. D., Bowman, B. T., Drury, C. F., Tan, C. S., & Lu, X. (2002). Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. *Geoderma*, 110(1–2), 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00228-8](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00228-8)
- Ruiz-Coutiño, P., Adriano-Anaya, L., Salvador-Figueroa, M., Gálvez-López, D., Rosas-Quijano, R., & Vázquez-Ovando, A. (2019). Organik Management of ‘Maradol’ Pepaya (*Carica pepaya* L.) Crops: Effects on the Sensorial and Physicochemical Characteristics of Fruits. *Agriculture*, 9(11), 234. <https://doi.org/10.3390/agriculture9110234>
- Setiawan, I. G. P., Niswati, A., Hendarto, K., & Yusnaini, S. (2015). Pengaruh Dosis Vermikompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) Dan Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Taman Bogor. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.2009>
- Su, P., Zhang, D., Zhang, Z., Chen, A., Hamid, M. R., Li, C., Du, J., Cheng, J., Tan, X., Zhen, L., Zhai, Z., Tang, W., Chen, J., Zhou, X., & Liu, Y. (2019). Characterization of *Rhodopseudomonas palustris* population dynamics on tobacco phyllosphere and induction of plant resistance to *Tobacco mosaic virus*. *Microbial Biotechnology*, 12(6), 1453–1463. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13486>
- Sulaiman, I. S. C., & Mohamad, A. (2020). The Use of Vermiwash and Vermicompost Extract in Plant Disease and Pest Control. In *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control* (pp. 187–201). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00016-6>
- Syarief, N. W., Jati, W. N., & Zahida, F. (2019). Daya Bunuh Insektisida Hayati Vermileachate dan Teh Vermikompos Terhadap Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada Tanaman Mint (*Mentha piperita* L.). *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 104–110. <https://doi.org/10.24002/biota.v3i3.1899>
- Talaat, N. B. (2019). Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production. *Scientia Horticulturae*, 250, 254–265. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.052>
- Turner, N. C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58(1–3), 339–366. <https://doi.org/10.1007/BF02180062>
- Widodo, D. A., Santoso, J., & Kusumaningrum, N. A. (2024). Pengaruh Pemberian Vermikompos dan PGPR terhadap Pertumbuhan dan Kadar Gula Semangka (*Citrullus vulgaris*). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 538–545. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i1.3901>
- Wihartati, E., Purnawanto, A. M., & Santosa, A. P. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Vermikompos dan Pupuk N, P, K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 4, 247–255. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.508>
- Yatoo, A. M., Ali, Md. N., Baba, Z. A., & Hassan, B. (2021). Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review.

*Agronomy for Sustainable Development*, 41(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00657-w>