

Perbandingan Efektivitas Formulasi Biopestisida FOBIO dengan Fungisida Kimia dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Melon

Comparative Effectiveness of FOBIO Biopesticide Formulations and Chemical Fungicides in Controlling Fusarium Wilt Disease in Melon

Derri Ardi, *Sri Wiyatiningsih, Hery Nirwanto

Program Studi Agroteknologi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

KATA KUNCI

Biopesticide,
Fusarium oxysporum,
Fusarium wilt,
Melon,
PGPR.

HISTORI ARTIKEL

Diterima : 04-12-2025

Direvisi : 01-06-2026

Diterbitkan: 31-8-2026



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution
4.0 International
License.

ABSTRAK

Layu *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* merupakan penyakit penting yang menurunkan produktivitas melon di lapangan. Penelitian ini bertujuan menilai kinerja biopestisida FOBIO sebagai agens hayati yang berpotensi berperan sebagai PGPR, serta membandingkannya dengan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dalam menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan performa tanaman. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan empat perlakuan, yaitu konsentrasi pestisida FOBIO 7,5 mL/L, konsentrasi pestisida FOBIO 10 mL/L, fungisida kimia mancozeb 2 g/L, dan kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FOBIO 10 mL/L memperpanjang fase inkubasi hingga 62,33 HST, menurunkan insidensi penyakit menjadi 15,55%, dan mencapai tingkat pengendalian 63,16%. Perlakuan ini juga menghasilkan pertumbuhan vegetatif. Secara keseluruhan, FOBIO 10 mL/L menunjukkan efektivitas paling optimal dalam menekan layu Fusarium serta meningkatkan hasil dan mutu buah melon.

ABSTRACT

Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* is a major constraint in melon cultivation due to its rapid progression and impact on plant productivity. This study aimed to evaluate the performance of different biopesticide concentrations of FOBIO, functioning as a potential PGPR-based biological agent, compared with the chemical fungicide mancozeb in suppressing disease development and enhancing plant growth and yield. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with four treatments: biopesticide concentration of FOBIO at 7.5 mL/L, biopesticide concentration of FOBIO at 10 mL/L, mancozeb at 2 g/L, and an untreated control. FOBIO at 10 mL/L extended the incubation period to 62.33 days after transplanting, reduced disease incidence to 15.55%, and achieved the highest control efficacy of 63.16%. This concentration also resulted in the highest vegetative growth. Overall, the biopesticide concentration of FOBIO at 10 mL/L demonstrated superior effectiveness in mitigating Fusarium wilt and improving melon yield and fruit quality.

How to Cite:

Ardi, D., Wiyatiningsih, S., Nirwanto, H. (2026). Perbandingan Efektivitas Formulasi Biopestisida FOBIO dengan Fungisida Kimia dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Melon. *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 14(2), 67-77. <https://doi.org/10.33005/plumula.v14i2.282>

*Author Correspondent:

Email: sri.wiyatiningsih@upnjatim.ac.id

PENDAHULUAN

Melon (*Cucumis melo* L.) adalah salah satu komoditas buah hortikultura dengan taraf ekonomi penting dan diminati konsumen karena cita rasanya yang manis serta kandungan gizinya yang beragam. Produksi nasional tanaman ini cenderung fluktuatif, dengan permintaan pasar yang relatif stabil. Catatan dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa volume produksi melon pada tahun 2020 mencapai lebih dari 138 ribu ton, namun angka tersebut menurun hingga sekitar 117 ribu ton pada tahun 2023. Penurunan produksi tersebut berkaitan dengan berbagai kendala budidaya, termasuk faktor iklim, kesuburan tanah, hingga gangguan organisme pengganggu tanaman. Permasalahan dalam budidaya melon salah satunya adalah Layu Fusarium disebabkan oleh faktor serangan patogen *Fusarium oxysporum*.

Patogen tanah ini memiliki kemampuan dormansi pada lingkungan yang ekstrem dan kurang mendukung, sehingga tetap infeksi meskipun tidak terdapat tanaman inang. Infeksi patogen tersebut dapat menghambat fungsi fisiologis tanaman, menurunkan vigor, serta mengakibatkan kerugian hasil dalam skala yang signifikan. Kerugian akibat serangan patogen *F. oxysporum* dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan. Berdasarkan laporan Susanto dkk. (2023) bahwa serangan penyakit layu Fusarium dapat menyerang 40% dari jumlah populasi tanaman melon di lahan produksi. Layu Fusarium menyebabkan gangguan fisiologi tanaman, mengurangi hasil panen, dan berdampak signifikan pada produktivitas.

Pengendalian penyakit layu pada tanaman melon masih bergantung pada fungisida kimia dengan risiko pencemaran lingkungan melalui residu pestisida dan potensi resistensi patogen (Wang dkk., 2019). Senyawa kimia seperti karbendazim dan mancozeb umumnya memberikan respons pengendalian yang cepat, namun pemakaiannya secara berulang dapat menimbulkan masalah baru seperti residu pestisida pada lingkungan dan meningkatnya potensi resistensi patogen. Perhatian yang meningkat terhadap residu pestisida dan risiko resistensi patogen, mendesak pengembangan metode pengendalian yang lebih ramah lingkungan namun tetap efektif (Suhita dkk., 2024). Oleh sebab itu, setiap pengembangan metode atau produk alternatif memerlukan pengujian yang cermat, terutama terkait tingkat efektivitasnya dalam menekan penyakit tanaman. Efektivitas pengendalian menunjukkan sejauh mana suatu agen atau bahan pengendali penyakit, seperti biopestisida atau fungisida kimia, mampu mengurangi atau mencegah perkembangan penyakit secara signifikan dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan.

Biopestisida merupakan bahan pengendali hama atau penyakit tanaman yang berasal dari organisme alami seperti mikroorganisme (bakteri, jamur, atau virus), senyawa bioaktif dari tumbuhan, atau bahan alami lainnya. Biopestisida dapat menjadi pilihan alternatif menjaga agroekosistem dan mengecilkan ketergantungan penggunaan bahan berbasis kimia yang sering kali berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Biopestisida FOBIO merupakan salah satu jenis biopestisida alami yang dapat memicu ketahanan tanaman alami tanaman dengan merespons senyawa yang dapat berasal dari tumbuhan, mikroorganisme, mineral, serta senyawa bioaktif yang dapat mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Biopestisida FOBIO mampu menekan infeksi patogen layu Fusarium pada tanaman umbi contohnya jenis bawang dengan variasi taraf konsentrasi lebih baik dibandingkan pengaplikasian fungisida kimia berbahan aktif mancozeb (Farisa dkk., 2023). Sedangkan pada penelitian yang lain dosis fungisida kimia dengan berbahan aktif mancozeb dengan konsentrasi 2 g/L mampu memperlama masa inkubasi hingga 29 hari dengan intensitas penyakit paling tinggi 4,2% dibandingkan dengan pengaplikasian FOBIO dengan 10 mL/L dengan masa inkubasi selama 29 hari dan intensitas serangan tertinggi 8,93% (Sukmaningrum dkk., 2023). Beberapa studi membandingkan kinerja FOBIO dengan fungisida berbahan aktif mancozeb dan melaporkan bahwa masing-masing perlakuan memiliki keunggulan tersendiri, baik dalam memperpanjang masa inkubasi, menurunkan intensitas serangan, maupun mempertahankan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan tingkat efektivitas antara penggunaan biopestisida FOBIO dengan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb pada tanaman melon, khususnya dalam pengendalian penyakit layu Fusarium.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Juli hingga September 2025. Kegiatan budidaya dan pengamatan penyakit dilakukan di Desa Pandanwangi, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, Indonesia, yang berada pada ketinggian sekitar 100 m dpl dengan suhu harian 25–31°C dan kelembapan 60–80%. Identifikasi patogen dilakukan di Laboratorium Kesehatan Tanaman. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK)

dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Setiap petak perlakuan memiliki luas 15 m² dengan jarak tanam 50 × 50 cm sehingga terdapat 60 tanaman per perlakuan. Bahan yang digunakan meliputi benih melon varietas Action 434, biopestisida FOBIO, fungisida mancozeb 70%, media tanam, pupuk dasar dan susulan, serta perlengkapan budidaya melon. Perlakuan terdiri atas variasi konsentrasi biopestisida FOBIO dan fungisida kimia, yaitu: A (7,5 mL/L), B (10 mL/L), C (mancozeb 70% 2 g/L), dan D (kontrol tanpa perlakuan). Aplikasi biopestisida menggunakan produk FOBIO dilakukan secara penyemprotan daerah perakaran dan pangkal batang serta daun (*foliar spray*) pada tanaman melon sesuai dengan fase pertumbuhannya. Penyemprotan dilakukan dengan menggunakan hand sprayer kapasitas 1 liter yang telah dikalibrasi sebelumnya agar volume semprot per petak perlakuan seragam. Volume larutan semprot disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Volume Larutan (VI)} = \text{La} \times \text{Vs}$$
$$\text{Dosis Aplikasi Biopestisida (Vp)} = \text{C} \times \text{VI}$$

Keterangan:

Vp = Dosis aplikasi biopestisida/fungisida yang dibutuhkan

VI = Volume larutan semprot yang digunakan

La = Luas areal perlakuan

C = Konsentrasi perlakuan biopestisida FOBIO atau fungisida kimia

Vs = Volume semprot yang disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman melon (fase bibit 0-14 HST 500 L/ha, fase vegetatif 1000 L/ha, fase berbunga dan pembuahan 1500 L/ha).

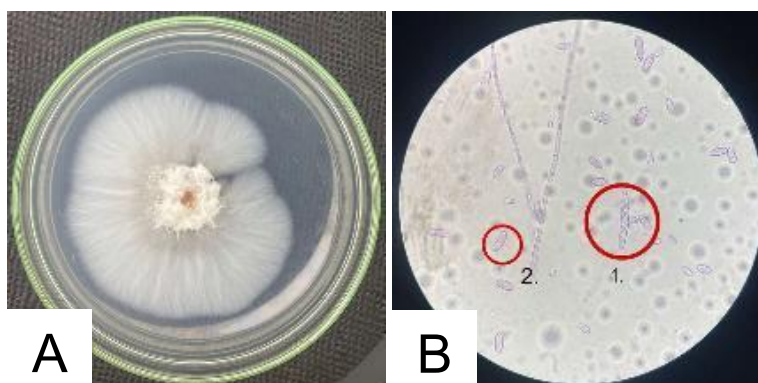
Aplikasi fungisida kimia dilakukan dengan konsentrasi anjuran dari yang tertera pada label kemasan, yaitu 2 g/L air. Waktu aplikasi fungisida kimia berbahan aktif mancozeb 70% ,sesuai dengan anjuran yang tertera pada kemasan produk yaitu pada saat tanaman menunjukkan gejala awal penyakit tanaman dengan interval penyemprotan satu minggu. Parameter yang diamati meliputi masa inkubasi penyakit, insidensi penyakit, efektivitas pengendalian dan pertumbuhan vegetatif (panjang tanaman dan jumlah daun). Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) sesuai model RAK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Patogen *Fusarium oxysporum* sp. *f. melonis*

Pengamatan makroskopis dilakukan dengan mengamati koloni jamur yang terbentuk, pewarnaan, serta karakter tepi koloni yang muncul pada media pertumbuhan. Sementara itu, identifikasi mikroskopis memanfaatkan mikroskop elektrik untuk mengamati struktur sporanya secara lebih detail. Hasil pengamatan morfologi jamur patogen diperlihatkan melalui Gambar 1.

Hasil pengamatan mikroskopis yang disajikan pada Gambar 1B. menunjukkan bahwa isolat konidia berbentuk oval dan elips, berdinding tipis, satu sel (*aseptate*), dan tersebar sangat melimpah. Bentuk konidia yang ditunjukkan merupakan ciri morfologi khas *Fusarium oxysporum*. Koloni jamur pada suatu media tumbuh buatan dapat berkembang secara cepat sekitar 4,5 cm dalam empat hari (Nawananda & Mahendranathan, 2024). Jamur tumbuh membentuk miselium dan klamidospora ketika miselium sudah tua. Spora jamur yang terdiri dari mikrokonidia dan makrokonidia memiliki bentuk yang bervariasi. Mikrokonidia berbentuk elips, sedangkan bentuk dari makrokonidia seperti sabit. Makrokonidia memiliki tiga sekat dengan ujung yang melengkung.



Gambar 1. Morfologi Jamur Patogen *Fusarium oxysporum* sp. *melonis*: (A) morfologi makroskopis, (B) struktur mikronidia dan makronidia



Gambar 2. Gejala tanaman layu (A) Tanaman layu secara keseluruhan, (B) Akar yang busuk dan vaskular menguning

Selain mikrokonidia, pengamatan awal menunjukkan kemungkinan adanya makrokonidia berukuran lebih panjang, meskipun tidak dominan pada gambar tersebut (Gambar 1B). Makrokonidia umumnya berbentuk sabit (*sickle-shaped*), sedikit melengkung, dengan 3–5 sekat. Keberadaan makrokonidia yang lebih sedikit dibanding mikrokonidia merupakan ciri khas *F. oxysporum*, berbeda dengan *Fusarium solani* yang makrokonidianya lebih besar dan dominan. Berdasarkan hasil isolasi pada media PDA (Gambar 1A), koloni jamur menunjukkan pertumbuhan cepat dengan tekstur kapas (*cottony*) hingga floccose, berwarna putih krem di bagian tengah dan semakin memadat ke arah tepi. Morfologi seperti ini sangat khas bagi *Fusarium oxysporum*, yang secara umum membentuk koloni berwarna putih hingga ungu pucat dengan hifa aerial yang tebal (Nuraeni & Adhi, 2025). Koloni yang terbentuk juga menunjukkan adanya pigmentasi keunguan kecoklatan pada bagian dasar media (*reverse colony*). Pigmentasi tersebut sering ditemukan pada isolat *F. oxysporum* yang berasal dari tanaman hortikultura, termasuk melon dan cabai di Indonesia (Harish dkk., 2023). Pertumbuhan koloni yang menyebar merata dengan batas yang tidak tegas semakin memperkuat ciri khas kelompok *Fusarium*. Dengan demikian, karakter koloni secara makroskopis konsisten dengan deskripsi *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* maupun kelompok *Fusarium* lainnya yang menyebabkan penyakit layu pada tanaman cucurbitaceae.

Hasil pengamatan di lapang, tanda kejadian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman melon dapat diperlihatkan melalui Gambar 2A. Tanda serangan layu *Fusarium* paling jelas ditunjukkan adalah tanaman mengalami layu, yang dapat dilihat pada Gambar 2B. Keberadaan patogen *Fusarium oxysporum* di rhizosfer tanaman melon memungkinkan terjadinya infeksi melalui celah pada akar maupun pada akar bagian ujung, kemudian berkembang di dalam jaringan xilem. Kehadiran patogen di dalam pembuluh tersebut menghambat aliran air sehingga suplai air dan proses fotosintesis menjadi terganggu (Sinaga & Zahara, 2022). Kondisi ini menyebabkan tanaman mengalami gejala layu karena tekanan turgor sel menurun secara signifikan.

Insidensi Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Melon

Hasil yang telah di analisis memperlihatkan bahwa perlakuan biopestisida FOBIO dan fungisida kimia dengan dosis rekomendasi 2 g/L berpengaruh nyata terhadap parameter insidensi atau kejadian penyakit layu pada tanaman melon. Rata-rata kejadian penyakit selama sembilan minggu tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Insidensi Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Melon

Perlakuan	Insidensi Penyakit (%) $\pm$ SE	Efektivitas Pengendalian (%)
A (Biopestisida FOBIO 7,5 mL/L)	18,91 $\pm$ 3,27 b	55,21 b
B (Biopestisida FOBIO 10 mL/L)	15,55 $\pm$ 2,95 b	63,16 b
C (Fungisida Kimia Mancozeb 2 g/L)	20,22 $\pm$ 3,40 b	31,55 b
D (Kontrol Negatif)	42,22 $\pm$ 5,29 a	0,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut Tukey/LSD pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Sumber: Data Diolah (2026)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap insidensi penyakit layu tanaman melon ($p < 0,05$). Nilai *Mean Square Error* yang diperoleh sebesar 154,444 dengan derajat bebas galat 15. Berdasarkan perhitungan uji lanjut LSD pada taraf nyata 5% diperoleh nilai LSD sebesar 15,29. Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata insidensi penyakit layu *Fusarium* tertinggi dijumpai pada perlakuan kontrol negatif dengan nilai 42,22%. Perlakuan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan konsentrasi rekomendasi 2 g/L menunjukkan nilai insidensi sebesar 20,22%, tidak berbeda nyata dengan perlakuan biopestisida FOBIO pada konsentrasi 7,5 mL/L yang memiliki nilai 18,91%. Nilai insidensi terendah diperoleh pada perlakuan biopestisida FOBIO dengan konsentrasi 10 mL/L dengan rata-rata sebesar 15,55%. Berdasarkan uji LSD taraf 5%, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, sementara antar perlakuan biopestisida dan fungisida kimia tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata insidensi penyakit layu *Fusarium* terbanyak dijumpai di perlakuan kontrol negatif dengan nilai 42,22%. Perlakuan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan dosis rekomendasi 2 g/L menunjukkan nilai insidensi sebesar 20,22%, nilai yang tidak nyata berbeda dari perlakuan biopestisida FOBIO pada konsentrasi 7,5 mL/L yang memiliki nilai 18,91%. Nilai insidensi terendah diperoleh dari perlakuan biopestisida FOBIO pada taraf konsentrasi 10 mililiter per liter air, dengan rata-rata sebesar 15,55%. Berdasarkan uji lanjut menggunakan LSD tingkat 5%, perlakuan kontrol berbeda nyata dibandingkan ketiga perlakuan lainnya, sementara antar perlakuan biopestisida dan fungisida kimia tidak berbeda nyata. Penurunan nilai insidensi penyakit baik pada perlakuan biopestisida FOBIO maupun fungisida kimia menunjukkan bahwa kedua jenis bahan pengendali penyakit tanaman tersebut mampu menekan perkembangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* pada tanaman melon. Proses penurunan terjadi karena biopestisida FOBIO mengandung mikroorganisme antagonis dan metabolit aktif berperan melalui beberapa mekanisme seperti kompetisi ruang dan nutrisi di daerah rizosfer dan juga induksi ketahanan. Kandungan beberapa bakteri dalam formulasi FOBIO seperti bakteri asam laktat, bakteri proteolitik, dan bakteri amilolitik memiliki kemampuan dalam menghasilkan metabolit sekunder seperti enzim amilase dan protease yang berperan dalam perlindungan adanya infeksi penyakit (Wiyatiningsih dkk., 2020).

Berdasarkan Tabel 1, nilai efektivitas pengendalian yang mencapai 63,16% pada taraf biopestisida FOBIO 10 mL/L air, menunjukkan jika biopestisida mampu menurunkan tingkat penyakit layu *Fusarium* sp. tanaman melon dengan baik. Penggunaan biopestisida FOBIO memberikan indikasi kuat sebagai pilihan pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman melon yang lebih berkelanjutan. Berdasarkan hasil pengujian, formulasi ini pada konsentrasi 7,5 mL/L mampu menunjukkan efektivitas sebesar 55,21%, dan kinerjanya menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan nilai efektivitas sebesar 31,55%. Dari hasil percobaan, penggunaan biopestisida FOBIO dengan konsentrasi lebih tinggi (10 mL/L pada perlakuan B) memberikan tingkat efektivitas pengendalian penyakit layu *Fusarium* yang lebih baik dibandingkan konsentrasi 7,5 mL/L pada perlakuan A secara nyata meningkatkan efektivitas pengelolaan pengelolaan infeksi *F. oxysporum* yang mengakibatkan kelayuan pada tanaman melon. Insidensi penyakit menurun dari 18,91% menjadi 15,55%, dan nilai efektivitas pengendalian meningkat dari 55,21% menjadi 63,16%. Hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi FOBIO dan kemampuan pengendalian patogen, di mana peningkatan konsentrasi mampu memperkuat aktivitas mikroorganisme antagonis di daerah perakaran tanaman.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menjelaskan jika penggunaan biopestisida FOBIO terutama pada konsentrasi 10 mL/L memberikan efek penekanan insidensi penyakit layu *Fusarium* yang paling tinggi, diikuti oleh perlakuan fungisida kimia dan biopestisida dosis lebih rendah. Efektivitas ini mengindikasikan bahwa FOBIO memiliki potensi sebagai alternatif pengendali hayati yang ramah lingkungan dalam menekan infeksi *Fusarium oxysporum* pada budidaya melon.

Berdasarkan Tabel 2, periode inkubasi penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada tanaman melon menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Perlakuan biopestisida FOBIO 10 mL/L menghasilkan periode inkubasi terpanjang, yaitu 62,33 HST, perlakuan biopestisida FOBIO dengan konsentrasi yang lebih rendah yaitu 7,5 mL/L tidak berbeda nyata dengan perlakuan biopestisida FOBIO 10 mL/L di mana periode inkubasi penyakit mampu dihambat hingga 56,67 HST. Fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan konsentrasi 2 g/L berbeda nyata dengan kedua perlakuan biopestisida FOBIO. Periode inkubasi terendah terdapat pada perlakuan kontrol negatif yaitu 33,17 HST, menunjukkan bahwa gejala penyakit muncul paling cepat tanpa perlakuan pengendalian

Tabel 2. Rata-rata Periode Inkubasi Penyakit Layu *Fusarium* pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Rata-rata Periode Inkubasi (HST) $\pm$ SE	Keterangan
A (Biopestisida FOBIO 7,5 mL/L)	56,67 $\pm$ 2,08 a	Tidak berbeda nyata dengan konsentrasi biopestisida FOBIO 10 mL/L
B (Biopestisida FOBIO 10 mL/L)	62,33 $\pm$ 2,36 a	Periode inkubasi terpanjang, paling efektif memperlambat munculnya gejala penyakit
C (Fungisida Kimia Mancozeb 2 g/L)	44,67 $\pm$ 1,94 b	Berbeda nyata dengan perlakuan perlakuan biopestisida
D (Kontrol Negatif)	33,17 $\pm$ 1,25 c	Terendah, gejala muncul paling awal

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut Tukey/LSD pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Sumber: Data Diolah (2026)

Berdasarkan Tabel 2, periode inkubasi penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada tanaman melon menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Perlakuan biopestisida FOBIO 10 mL/L menghasilkan periode inkubasi terpanjang, yaitu 62,33 HST, perlakuan biopestisida FOBIO dengan konsentrasi yang lebih rendah yaitu 7,5 mL/L tidak berbeda nyata dengan perlakuan biopestisida FOBIO 10 mL/L di mana periode inkubasi penyakit mampu dihambat hingga 56,67 HST. Fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan konsentrasi 2 g/L berbeda nyata dengan kedua perlakuan biopestisida FOBIO. Periode inkubasi terendah terdapat pada perlakuan kontrol negatif yaitu 33,17 HST, menunjukkan bahwa gejala penyakit muncul paling cepat tanpa perlakuan pengendalian.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi biopestisida FOBIO mampu memperpanjang waktu muncul gejala penyakit dibandingkan dengan kontrol negatif ataupun aplikasi fungisida kimia. Perbandingan kemampuan dua bahan pengendali dapat dipengaruhi oleh mekanisme pengendalian kedua bahan. Mekanisme pengendalian biopestisida FOBIO berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam formulasi biopestisida, seperti metabolit hasil fermentasi mikroba antagonis, yang dapat menekan perkembangan patogen *F. oxysporum* di rizosfer melalui kompetisi ruang dan nutrisi serta produksi antibiotik (Heo dkk., 2022). Kandungan beberapa bakteri dalam formulasi FOBIO seperti bakteri asam laktat, bakteri proteolitik, dan bakteri amilolitik memiliki kemampuan dalam menghasilkan metabolit sekunder seperti enzim amilase dan protease yang berperan dalam perlindungan adanya infeksi penyakit (Wiyatiningsih dkk., 2020).

Mekanisme pengendalian fungisida kimia berbahan aktif mancozeb dengan menghambat system enzim jamur, hal ini akan berdampak pada proses sintesis protein dan respirasi yang terganggu. Mekanisme kerja fungisida bahan aktif mancozeb dengan menghambat aktivitas enzim dengan kandungan logam yang berperan dalam pembentukan ATP (Emara dkk., 2021).

Panjang Tanaman Melon

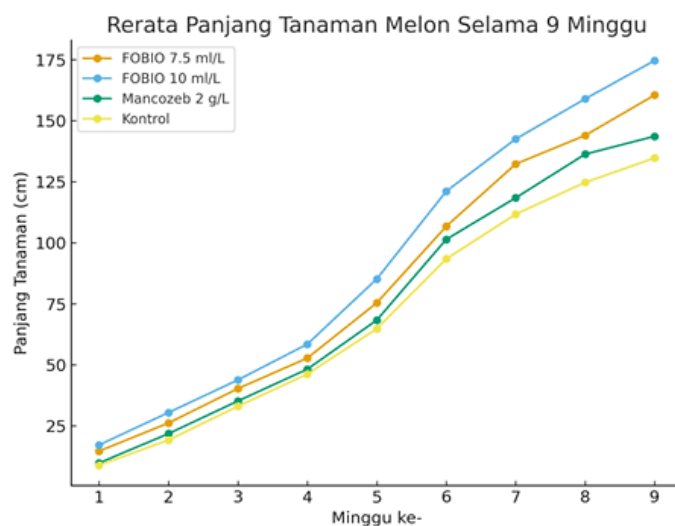
Analisis varians mengonfirmasi bahwa perlakuan yang diberikan menghasilkan perbedaan nyata pada parameter panjang tanaman melon di setiap waktu pengamatan ($p < 0,05$). Artinya, masing-masing perlakuan mempunyai peran tersendiri dalam mempengaruhi pola pertumbuhan tanaman. Rataan panjang tanaman tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Panjang Tanaman Melon selama Sembilan Minggu Setelah Tanam

Minggu Setelah Tanam (MST)	Rerata Panjang Pertumbuhan Melon $\pm$ SE (cm)			
	A	B	C	D
1	14,68 $\pm$ 0,19 b	17,20 $\pm$ 0,16 a	9,82 $\pm$ 0,10 c	8,90 $\pm$ 0,19 d
2	26,21 $\pm$ 0,36 b	30,49 $\pm$ 0,23 a	21,84 $\pm$ 0,28 c	19,22 $\pm$ 0,34 d
3	40,30 $\pm$ 0,32 b	43,86 $\pm$ 0,62 a	35,23 $\pm$ 0,49 c	33,04 $\pm$ 0,69 d
4	52,80 $\pm$ 0,26 b	58,51 $\pm$ 0,56 a	48,26 $\pm$ 0,49 c	46,27 $\pm$ 0,77 d
5	75,43 $\pm$ 0,34 b	85,22 $\pm$ 1,18 b	68,36 $\pm$ 0,58 c	64,83 $\pm$ 0,96 d
6	106,76 $\pm$ 0,98 b	121,14 $\pm$ 1,54 a	101,42 $\pm$ 0,86 c	93,42 $\pm$ 1,12 d
7	132,29 $\pm$ 1,91 b	142,55 $\pm$ 2,57 a	118,44 $\pm$ 1,83 c	111,75 $\pm$ 1,03 d
8	144,00 $\pm$ 2,59 b	158,97 $\pm$ 1,35 a	136,31 $\pm$ 1,11 c	124,76 $\pm$ 1,09 d
9	160,53 $\pm$ 1,07 b	174,68 $\pm$ 1,33 a	143,64 $\pm$ 1,09 c	134,74 $\pm$ 0,70 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut Tukey/LSD pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Sumber: Data Diolah (2026)



Gambar 3. Grafik pertumbuhan panjang tanaman melon selama 9 MST

Hasil uji lanjut Tukey menginformasikan jika setiap perlakuan berbeda nyata satu dengan yang lain pada semua minggu pengamatan. Perlakuan B yang merupakan konsentrasi biopestisida FOBIO 10 mL/L menghasilkan nilai tertinggi, yang diikuti perlakuan B (Biopestisida FOBIO 7,5 mL/L), C (Fungisida Kimia Mancozeb dosis 2 g/L), dan D (kontrol negatif). Perbedaan rerata panjang tanaman yang sangat jelas setiap perlakuan membuktikan jika antar perlakuan menghasilkan respons fisiologis yang tidak sama terhadap tanaman melon. Perlakuan biopestisida FOBIO 10 mL/L menunjukkan pertumbuhan tertinggi pada seluruh minggu pengamatan.

Biopestisida yang berbasis mikroba perakaran seperti FOBIO selain berperan sebagai komponen biokontrol yang menekan perkembangan patogen juga dapat berfungsi sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) melalui beberapa mekanisme biologis langsung dan tidak langsung. Hal tersebut sependapat dengan penjelasan (Ramakrishna dkk., 2019) tentang peran PGPR dalam biopestisida yang lebih baik dibandingkan dengan fungisida kimia karena PGPR dapat berpengaruh terhadap tanaman dalam memproduksi dan melepaskan metabolit sekunder, yang digunakan selain memperkuat perlindungan tanaman terhadap patogen juga digunakan untuk penyerapan nutrisi

Secara umum, terlihat bahwa penggunaan biopestisida FOBIO dosis 7,5 mL/L (perlakuan A) maupun 10 mL/L (perlakuan B) menginformasikan laju pertumbuhan yang lebih cepat daripada aplikasi mancozeb dan kontrol negatif (Gambar 3). Pertumbuhan telah tampak berbeda sejak minggu pertama dan semakin melebar pada minggu-minggu berikutnya, menunjukkan respons fisiologis tanaman yang lebih baik pada perlakuan dengan agen hayati dibandingkan perlakuan kimia maupun tanpa perlakuan. Tren kurva juga mengindikasikan bahwa dosis FOBIO 10 mL/L memberikan pengaruh pertumbuhan paling tinggi, diikuti oleh FOBIO 7,5 mL/L, mancozeb 2 g/L, dan kontrol negatif. Kombinasi kandungan mikroba dan unsur hara pada formulasi biopestisida FOBIO memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Biopestisida FOBIO mengandung bakteri amilolitik, bakteri amonifikasi, dan bakteri nitrifikasi (Wiyatiningsih dkk., 2020). Secara mekanistik, mikroorganisme yang terkandung dalam formulasi biopestisida FOBIO dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan membantu proses penyerapan unsur hara. PGPR umumnya memiliki sifat luar biasa dalam memproduksi amonia untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Fanai dkk., 2024). Amonia memasok nitrogen ke jaringan tanaman, yang akan berdampak pada pemanjangan akar dan pucuk, peningkatan biomassa yang secara tidak langsung meningkatkan pertumbuhan tanaman (Bhattacharyya dkk., 2020).

Perlakuan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb (perlakuan C) menunjukkan pertumbuhan tanaman melon yang lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif (perlakuan D) pada seluruh minggu pengamatan. Meskipun mancozeb bukan agen perangsang pertumbuhan seperti PGPR, penggunaannya mampu menekan tekanan patogen baik di permukaan tanah maupun di permukaan tanaman. Mekanisme tersebut selaras dengan penjelasan hasil Walia dkk. (2014) yang menjelaskan jika penggunaan mancozeb efektif menghentikan perkembangan spora patogen melalui gangguan sistem enzimatis berbasis gugus sulfhidril.

Tabel 4. Rerata Jumlah Daun Tanaman Melon dan Nilai Standard Error

Minggu Tanam (MST)	Setelah	Rerata Jumlah Daun Melon $\pm$ SE (cm)			
		A	B	C	D
1		6,90 $\pm$ 0,28 b	7,63 $\pm$ 0,42 b	6,03 $\pm$ 0,10 b	5,53 $\pm$ 0,29 b
2		12,90 $\pm$ 0,54 b	13,83 $\pm$ 0,79 b	10,77 $\pm$ 0,39 b	10,47 $\pm$ 0,48 b
3		24,83 $\pm$ 0,61 a	22,40 $\pm$ 0,51 b	18,77 $\pm$ 0,26 c	17,10 $\pm$ 0,50 c
4		30,87 $\pm$ 0,37 b	36,73 $\pm$ 0,56 a	27,40 $\pm$ 0,37 c	24,19 $\pm$ 0,64 c
5		39,50 $\pm$ 0,43 b	48,53 $\pm$ 0,62 a	35,67 $\pm$ 0,88 c	31,92 $\pm$ 0,48 d
6		39,50 $\pm$ 0,43 b	47,57 $\pm$ 0,60 a	34,40 $\pm$ 0,79 c	27,97 $\pm$ 0,77 d
7		38,50 $\pm$ 0,43 b	46,57 $\pm$ 0,60 a	33,40 $\pm$ 0,79 c	27,07 $\pm$ 0,71 d
8		36,90 $\pm$ 0,38 b	44,57 $\pm$ 0,60 a	32,33 $\pm$ 0,74 c	26,07 $\pm$ 0,71 d
9		34,90 $\pm$ 0,38 b	42,50 $\pm$ 0,56 a	30,50 $\pm$ 0,67 c	25,00 $\pm$ 0,67 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut Tukey/LSD pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Sumber: Data Diolah (2026)

Jumlah daun tanaman melon memperlihatkan peningkatan dari minggu awal hingga minggu ke lima, kemudian dominan stabil atau menurun ketika minggu ke enam hingga minggu kesembilan. Perlakuan B (konsentrasi biopestisida FOBIO 10 mL/L) secara konsisten menghasilkan jumlah daun tertinggi pada seluruh minggu pengamatan dengan nilai rerata mencapai 48,53 daun pada minggu ke lima. Perlakuan A (konsentrasi biopestisida FOBIO 7,5 mL/L) memberikan hasil di bawah tingkat konsentrasi lain B yaitu 39,50 $\pm$ 0,43 rerata jumlah daun, dengan tetap lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan C (fungisida kimia) sejumlah 35,67 $\pm$ 0,88 dan kontrol negatif (D) yaitu sejumlah 31,92 $\pm$ 0,48. Sementara itu, kontrol negatif (D) secara konsisten membuktikan nilai rerata jumlah daun yang terendah. Uji lanjut Tukey memperlihatkan bahwa perlakuan B (Biopestisida FOBIO 10 mL/L) berbeda nyata dengan perlakuan lain pada minggu ke-3 sampai minggu ke-9 setelah tanam, sedangkan perlakuan A (Biopestisida FOBIO 7,5 mL/L) lebih baik dibandingkan dari perlakuan C (Pestisida Kimia Mancozeb) dan D (Kontrol Negatif).

Perlakuan B menunjukkan jumlah daun tertinggi pada seluruh minggu pengamatan. Hal ini kemungkinan dapat terjadi dikarenakan peran biopestisida FOBIO sebagai PGPR dan kandungan mikroba dalam formulasi biopestisida FOBIO. Salah satu kandungan mikroorganisme dalam biopestisida FOBIO yaitu *Rhizobium* sp. yang mampu mengikat NO_2 dan mengubahnya menjadi amonia. Perombakan amonia akan menghasilkan asam amino yang kemudian akan mensuplai unsur hara pokok yaitu nitrogen. Tanaman sangat memerlukan nitrogen untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan, lebih spesifik dalam memacu pertumbuhan vegetatif, termasuk batang, akar, serta daun (Rahayu dkk., 2021). Hal itu, sesuai jika dikorelasikan dengan peningkatan jumlah daun di setiap perlakuan biopestisida pada percobaan ini.

Hasil serupa ditunjukkan pada penelitian biopestisida FOBIO pada komoditas lain bawang merah selaras dengan Elvira dkk. (2023) yang melaporkan jika biopestisida FOBIO dengan konsentrasi 10 mL/L mampu mendorong pertambahan jumlah daun pada tanaman secara lebih optimal dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang menggunakan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb. Respons positif ini diperkirakan berkaitan dengan peran FOBIO sebagai PGPR. Hal tersebut sejalan dengan penjelasan Rojikin dkk. (2021) bahwa keberadaan bakteri pelarut fosfat *Rhizobium* sp. serta bakteri nitrifikasi dalam formulasi FOBIO berkontribusi dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Ketersediaan nutrisi yang lebih maksimal tersebut mendorong pertumbuhan vegetatif, terutama dalam pembentukan tunas dan peningkatan jumlah daun.

Pada penelitian ini, perlakuan kontrol menunjukkan perkembangan total daun yang terendah dari pada seluruh perlakuan lainnya. Menurut hasil pengamatan, rata-rata jumlah daun pada kontrol (D) hanya mencapai sekitar 5,53 daun pada minggu pertama, kemudian meningkat perlahan menjadi 31,92 daun pada minggu kelima, dan berakhir pada 25,00 daun pada minggu kesembilan. Nilai ini jelas berada di bawah perlakuan fungisida kimia (C) yang mencapai 35,66 daun pada minggu kelima, maupun perlakuan pestisida FOBIO, khususnya perlakuan B (10 mL/L) yang menghasilkan jumlah daun tertinggi, yaitu 48,53 daun pada minggu kelima. Rendahnya jumlah daun pada kontrol disebabkan karena tanaman tidak mendapatkan perlindungan dari patogen tular tanah maupun mikroorganisme pengganggu lainnya. Tanaman pada kontrol berpotensi mengalami infeksi awal oleh patogen seperti *Fusarium oxysporum*, patogen oportunistis di rhizosfer, maupun patogen foliar ringan yang dapat menghambat fisiologi tanaman.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopestisida FOBIO, khususnya pada konsentrasi 10 mL/L, merupakan perlakuan paling efektif dalam mengelola penyakit layu *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* pada tanaman melon. Konsentrasi ini menghasilkan insidensi penyakit terendah (15,55%), lebih baik dibandingkan fungisida kimia berbahan aktif mancozeb 2 g/L yang menunjukkan insidensi 20,22%. Selain menekan perkembangan penyakit, FOBIO 10 mL/L juga memberikan respons positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Perlakuan ini menghasilkan jumlah daun, panjang tanaman yang lebih tinggi dibandingkan FOBIO 7,5 mL/L, fungisida kimia, maupun kontrol. Efektivitas pengendalian menunjukkan bahwa FOBIO memiliki kinerja lebih baik dari fungisida kimia. Konsentrasi FOBIO 7,5 mL/L memberikan efektivitas sebesar 55,21%, sedangkan fungisida kimia hanya mencapai 31,55%. Dengan demikian, FOBIO, terutama pada konsentrasi 10 mL/L menjadi agen pengendalian hayati yang paling efektif secara keseluruhan dalam meminimalkan serangan *F. oxysporum* dan meningkatkan performa agronomis tanaman melon.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, C., Banerjee, S., Acharya, U., Mitra, A., Mallick, I., Haldar, A., Haldar, S., Ghosh, A., & Ghosh, A. (2020). Evaluation of plant growth promotion properties and induction of antioxidative defense mechanism by tea rhizobacteria of Darjeeling, India. *Scientific Reports*, 10(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72439-z>
- Elvira, N. D., Wiyatiningsih, S., & Suryaminarsih, P. (2023). Pengaruh formula biopestisida (FOBIO) sebagai PGPR terhadap pertumbuhan berbagai kultivar bawang merah. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(2), 200–205. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v19i2.3079>
- Emara, A. R., Ibrahim, H. M., & Masoud, S. A. (2021). The role of storage on Mancozeb fungicide formulations and their antifungal activity against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(10), 103322. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103322>
- Fanai, A., Bohia, B., Lalremruati, F., Lalhriatpuui, N., Lalmuanpuui, R., & Singh, P. K. (2024). Plant growth promoting bacteria (PGPB)-induced plant adaptations to stresses: An updated review. *PeerJ*, 12, e17882. <https://doi.org/10.7717/peerj.17882>
- Farisa, Megasari, D., & Wiyatiningsih, S. (2023). Pengaruh biopestisida FOBIO dan agens hayati *Trichoderma* sp. Terhadap penyakit layu *Fusarium* pada bawang merah. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(1), 50–57. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v7i1.522>
- Harish, J., Jambhulkar, P. P., Bajpai, R., Arya, M., Babele, P. K., Chaturvedi, S. K., Kumar, A., & Lakshman, D. K. (2023). Morphological characterization, pathogenicity screening, and molecular identification of *Fusarium* spp. Isolates causing post-flowering stalk rot in maize. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1121781. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1121781>
- Heo, A. Y., Koo, Y. M., & Choi, H. W. (2022). Biological Control Activity of Plant Growth Promoting Rhizobacteria *Burkholderia contaminans* AY001 against Tomato *Fusarium* Wilt and Bacterial Speck Diseases. *Biology*, 11(4), 619. <https://doi.org/10.3390/biology11040619>
- Nawananda, P. H. R. S., & Mahendranathan, C. (2024). New record of fusarium leaf spot disease of *Philodendron hastatum*, an ornamental plant. *Journal of Science*, 15(1), 16–25. <https://doi.org/10.4038/jsc.v15i1.69>
- Nuraeni, N., & Adhi, S. R. (2025). Eksplorasi dan identifikasi jamur antagonis asal limbah media jamur tiram serta dalam menekan koloni fusarium oxysporum penyebab penyakit layu fusarium cabai secara in-vitro. *Jurnal Agrotech*, 15(1), 49–54.
- Rahayu, S., Lestari, P., & Wardani, D. (2021). Induced systemic resistance in horticultural crops treated with beneficial rhizobacteria. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(2), 89–97. <https://doi.org/doi.org/10.33089/jthort.v2i1.13>
- Ramakrishna, W., Yadav, R., & Li, K. (2019). Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. *Applied Soil Ecology*, 138, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.02.016>
- Rojikin, M. K., Wiyatiningsih, S., & Harijani, W. S. (2021). Formula biopestisida sebagai pengendali dan **Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi**: Vol.14. No. 2 Juli 2026

penginduksi ketahanan kultivar jeruk pamelon (*Citrus maxima*) terhadap penyakit blendok. *Seminar Nasional Agroteknologi UPN "Veteran" Jawa Timur*, 44–54.

- Sinaga, L., & Zahara, N. (2022). Kajian patogen penyebab penyakit pada tanaman melon (*Cucumis melo* L.) di Bengkulu. *Konservasi Hayati*, 18(1), 22–25. <https://doi.org/10.33369/hayati.v18i1.21324>
- Suhita, C. P., Setyaningrum, D., Dewanti, R. P., & Wikanditha, K. (2024). Comparative efficiency analysis of organic and conventional melon farming. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1364(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012043>
- Sukmaningrum, R. A., Wiyatiningsih, S., Prasetya, E. T., & Sulistiyowati, R. (2023). Response of microorganism suspension and various kinds of organic fertilizers to the development of pathogen *Fusarium* sp. On shallots. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, 7(1), 10–18. <https://doi.org/10.30737/agrinika.v7i1.4137>
- Susanto, H. A., Himawan, A., & Kristalisasi, E. N. (2023). Kajian penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada tanaman melon (*Cucumis melo* L.) hidroponik di greenhouse. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 87–97. <https://doi.org/10.55180/agi.v7i2.838>
- Walia, A., Mehta, P., Guleria, S., Chauhan, A., & Shirkot, C. K. (2014). Impact of Fungicide Mancozeb at Different Application Rates on Soil Microbial Populations, Soil Biological Processes, and Enzyme Activities in Soil. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/702909>
- Wang, X., Zhao, Z., Chen, Q., & Hongbo, S. (2019). Identification of control agents against melon wilt disease in laboratory and field in NE-China. *Pakistan Journal of Botany*, 51(6), 1–12. <https://doi.org/10.31069/pjp.51.6.01>
- Wiyatiningsih, S., Wiwik, S. H., Wahyu, S., & Riko, S. W. (2020). *Profil Teknik Produksi dan Penggunaan Formula Biopestisida (FOBIO)*. Mitra Abisatya.

