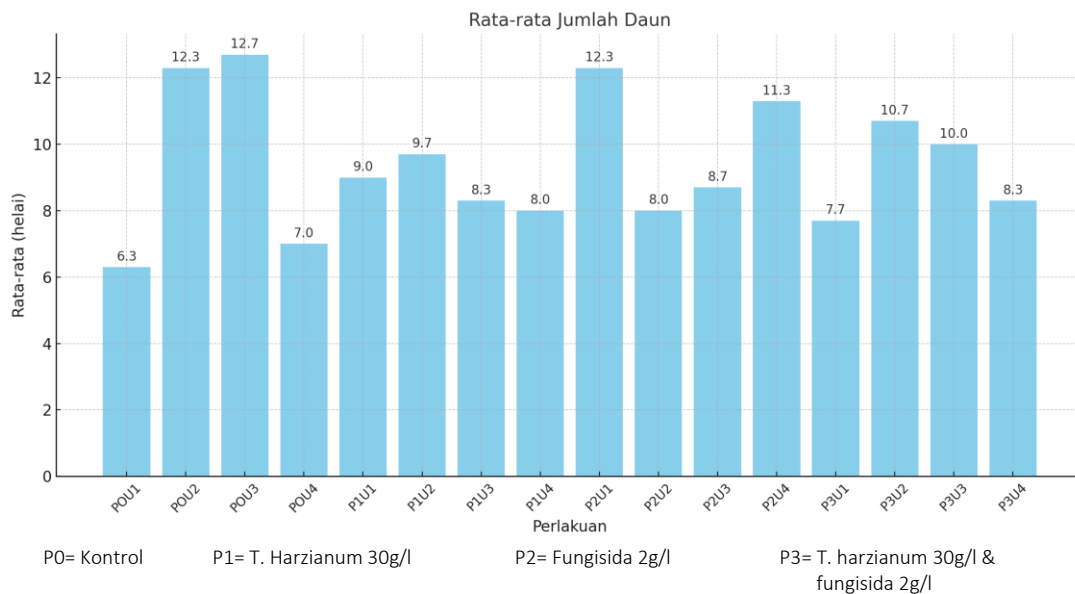


HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Jumlah Daun

Data hasil pengamatan jumlah daun tanaman bibit kakao disajikan pada (Tabel Lampiran 1a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa *Trichoderma harzianum* dan fungisida Ziflo 75 WP serta interaksi antar keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun pada sambung pucuk bibit kakao. (Tabel Lampiran 1b).



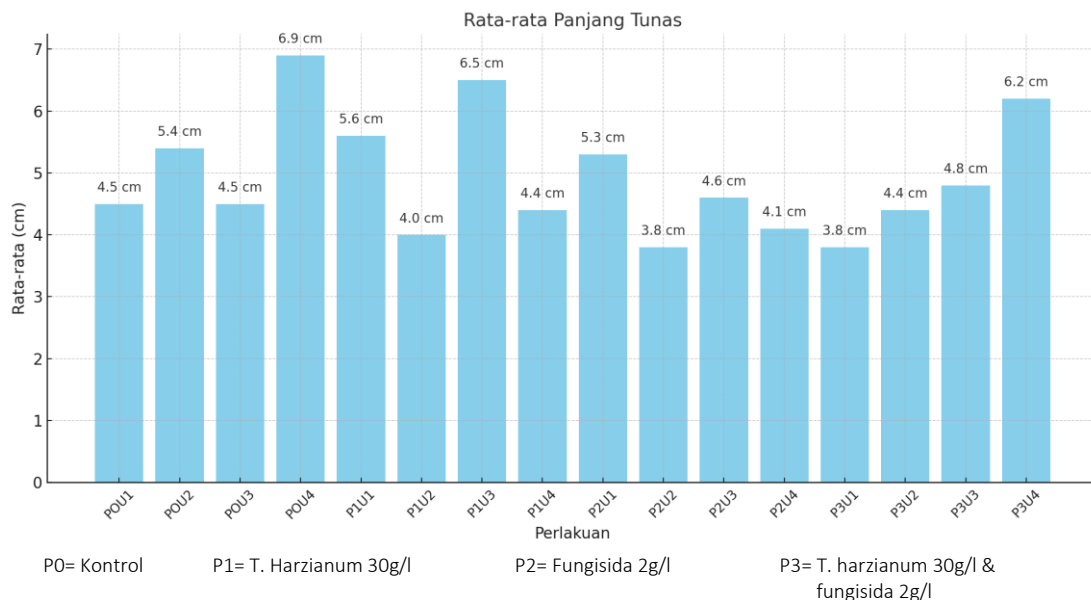
Gambar 2. Rata-rata jumlah daun sambung pucuk bibit kakao perlakuan *Trichoderma harzianum*, fungisida, dan kombinasi antara keduanya.

Gambar 2 menunjukkan rata-rata jumlah helai daun pada sambung pucuk bibit kakao dengan berbagai perlakuan. Dari grafik jumlah daun, perlakuan fungisida 2 g/L (P2) menghasilkan jumlah daun tertinggi, yaitu rata-rata 10,08 helai. Perlakuan kontrol (P0) memiliki rata-rata 9,58 helai, diikuti perlakuan kombinasi (P3) dengan 9,27 helai,

dan perlakuan *Trichoderma harzianum* 30 g/L (P1) menghasilkan jumlah daun paling sedikit, yaitu 8,75 helai.

2. Panjang Tunas

Data hasil pengamatan panjang tunas tanaman bibit kakao disajikan pada (Tabel Lampiran 2a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa *Trichoderma harzianum* dan fungisida merek dagang Ziflo 75 WP serta interaksi antar keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun pada sambung pucuk bibit kakao. (Tabel Lampiran 2b).

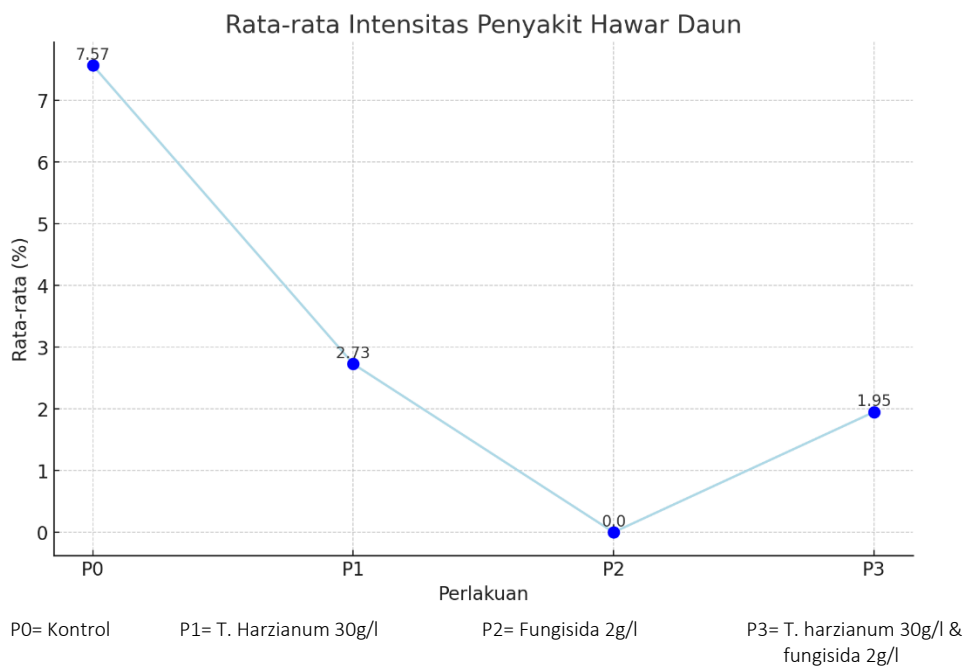


Gambar 3. Rata-rata panjang tunas sambung pucuk bibit kakao perlakuan *Trichoderma harzianum*, fungisida, dan kombinasi antara keduanya.

Gambar 3 menunjukkan rata-rata panjang tunas pada sambung pucuk bibit kakao dengan berbagai perlakuan. Perlakuan kontrol (P0) menghasilkan panjang tunas tertinggi dengan rata-rata 5,31 cm, diikuti oleh *Trichoderma harzianum* 30 g/L (P1) dengan 5,11 cm, perlakuan kombinasi (P3) dengan 4,80 cm, dan perlakuan fungisida 2 g/L (P2) dengan panjang tunas terpendek, yaitu 4,47 cm.

3. Intensitas Penyakit Hawar Daun *Phytpthora palmivora*

Data hasil pengamatan intensitas penyakit hawar daun *Phytpthora palmivora* pada sambung pucuk bibit kakao. Disajikan pada (Tabel Lampiran 3a). Dari hasil pengamatan data intensitas serangan menunjukkan bahwa tidak terjadi serangan *Phytpthora palmivora* pada perlakuan fungisida 2g/l (P2) tetapi terjadi serangan *Phytpthora palmivora* pada perlakuan kontrol (P0), perlakuan *Trichoderma harzianum* 30 g/l (P1) dan perlakuan *Trichoderma harzianum* 30 g/l + fungisida 2 g/l.



Gambar 4. Intensitas serangan *Phytpthora palmivora* sambung pucuk bibit kakao perlakuan *Trichoderma harzianum*, fungisida, dan kombinasi antara keduanya.

Gambar 4 menunjukkan rata-rata intensitas serangan *Phytpthora palmivora* yang terjadi pada sambung pucuk bibit kakao. Intensitas serangan tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol (P0) dengan 7,57% daun terinfeksi, diikuti oleh *Trichoderma harzianum* 30 g/L (P1) dengan 2,73%, dan kombinasi fungisida 2 g/L & *Trichoderma*

harzianum 30 g/L (P3) dengan 1,95%. Namun, pada perlakuan fungisida 2 g/L (P2), tidak ditemukan serangan *Phytophthora palmivora*.

Pembahasan

Hasil penelitian jumlah daun terhadap beberapa perlakuan, penggunaan fungisida 2 g/l (P2) meningkatkan jumlah helai daun yaitu rata-rata 10,08 helai, hal ini dikarenakan pengendalian penyakit menggunakan fungisida cukup efektif, yang dapat mengurangi kerusakan pada bibit kakao. Sehingga proses metabolisme tanaman berjalan dengan baik dan pertumbuhan tanaman menjadi lebih maksimal. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa fungisida bekerja dengan mempengaruhi berbagai jalur biokimia dalam tanaman yang berkaitan dengan pertahanan tanaman, seperti peningkatan produksi enzim pertahanan atau induksi reaksi stres pada tanaman. Respon ini dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, sehingga meningkatkan efektivitas fungisida yang diterapkan (Tietjen, 2017).

Pada perlakuan *Trichoderma harzianum*, data hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma harzianum* 30 g/l (P1) menghasilkan jumlah daun paling sedikit yaitu rata-rata 8,75 helai. Salah satu kemungkinan adalah bahwa meskipun dapat membantu mengendalikan penyakit, *Trichoderma harzianum* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Tetapi pada dosis yang lebih tinggi atau pada kondisi tertentu mungkin dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Meskipun *Trichoderma harzianum* dikenal sebagai agen biokontrol yang efektif dalam meningkatkan kesehatan tanaman dengan mengendalikan patogen, namun belum dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam jangka pendek. Sebuah penelitian mengenai pengaruh beberapa dosis

Trichoderma, yaitu 10, 15 dan 20 g tidak menunjukkan efek positif yang signifikan pada pertumbuhan bibit kakao. Hal itu bisa disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi lingkungan, media tanam dan atau perlakuan *Trichoderma harzianum* (Felieza, 2022).

Sedangkan perlakuan kombinasi (P3) menunjukkan hasil yang rendah yaitu rata-rata 9,27 helai dibandingkan dengan fungisida tunggal (P2), yang menunjukkan bahwa meskipun keduanya memiliki manfaat dalam mengendalikan penyakit, interaksi antara *Trichoderma harzianum* dan fungisida mungkin mengurangi efektivitas keduanya dalam mendukung pertumbuhan daun. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyebutkan bahwa interaksi antara agen hayati dan fungisida kadang-kadang dapat mengurangi efektivitas keduanya karena sifat kompetitif atau antagonistik yang mungkin muncul (Baker *et al.*, 2019; Zain *et al.*, 2020).

Hasil penelitian parameter panjang tunas terhadap beberapa perlakuan, yang memberikan data panjang tunas terbanyak, yaitu pada perlakuan kontrol (P0) dengan panjang rata-rata 5,31 cm. Salah satu kemungkinan karena pada perlakuan kontrol memungkinkan tanaman tumbuh lebih baik disebabkan tidak adanya gangguan dari agen biologi dan fungisida yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan sebuah penelitian yang menjelaskan bahwa, hasil kontrol pada penelitannya menunjukkan bahwa tanpa adanya perlakuan (seperti *Trichoderma* atau fungisida), bibit kakao tumbuh optimal dengan panjang tunas tertinggi. Ini menunjukkan bahwa dalam kondisi alami, tanaman kakao mungkin dapat tumbuh lebih baik, mengingat tidak ada faktor eksternal seperti bahan kimia atau agen biologi yang mempengaruhi pertumbuhannya (Arida, 2019).

Adapun rata-rata panjang tunas pada perlakuan *Trichoderma harzianum* 30 g/l (P1) dan perlakuan fungisida 2 g/l (P2) yang tidak terlalu jauh berbeda dari kontrol yaitu 5,11 cm dan 4,80 cm. Hal ini bisa saja disebabkan oleh kondisi lingkungan, media tanam atau perlakuan itu sendiri hal ini sesuai dengan pendapat Felieza (2022) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan bisa disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi lingkungan, media tanam dan atau perlakuan yang diberikan. Hal ini juga berlaku terhadap perlakuan kombinasi (P3) yang menunjukkan hasil yang paling rendah, yaitu 4,47 cm.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, intensitas serangan penyakit hawar daun pada bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* cukup rendah hal ini disebabkan oleh lingkungan yang cukup terkontrol di dalam *green house*. penelitian oleh Setiawan *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *green house* dapat melindungi tanaman hortikultura dari pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti suhu udara yang terlalu rendah, curah hujan yang tinggi, dan tiupan angin kencang. Hal ini sangat berdampak positif dalam mengurangi serangan hama dan penyakit pada bibit kakao karena pada dasarnya penyebaran penyakit hawar daun *Phytophthora palmivora* berasal dari percikan air hujan, angin, dan serangga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan fungisida 2 g/l (P2) memberikan perlindungan terbaik terhadap serangan *Phytophthora palmivora* pada sambung pucuk bibit kakao, dengan tidak adanya infeksi yang terdeteksi. Perlakuan kombinasi fungisida 2 g/l dan *Trichoderma harzianum* 30 g/l (P3) juga efektif, dengan rata-rata daun terinfeksi hanya 1,95%. Sementara itu, perlakuan *Trichoderma*

harzianum 30 g/l (P1) menurunkan infeksi menjadi 2,53% dibandingkan kontrol (P0) yang mencapai 7,57%.

Efektivitas fungisida dalam mengendalikan *Phytophthora palmivora* telah banyak dilaporkan. Namun, penggunaan fungisida secara terus-menerus dapat menyebabkan resistensi patogen dan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan agen hayati seperti *Trichoderma harzianum* menjadi alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian oleh Arida *et al.* (2019) menunjukkan bahwa aplikasi formulasi cair *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma virens* efektif menekan kejadian dan keparahan penyakit hawar daun pada bibit kakao.

Kombinasi antara fungisida dan *Trichoderma harzianum* (P3) dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang baik, dengan intensitas serangan lebih rendah dibandingkan penggunaan *Trichoderma harzianum* saja. Hal ini sejalan dengan temuan Azis *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa *Trichoderma asperellum* efektif menekan perkembangan penyakit hawar daun pada bibit kakao. Dengan demikian, integrasi antara fungisida dan agens hayati seperti *Trichoderma harzianum* dapat menjadi strategi pengendalian penyakit yang efektif dan berkelanjutan pada tanaman kakao.

Terkait hasil penelitian diatas, beberapa sumber yang valid telah memberikan informasi mengenai kemampuan *Trichoderma harzianum* yang memiliki kemampuan untuk berkolonisasi secara menyeluruh pada tanaman, yang dapat berperan dalam melindungi tanaman dari patogen atau mendukung pertumbuhan tanaman melalui interaksinya di ketiga bagian tersebut. Menurut da Silva, (2022) jamur endofit adalah mikroorganisme yang hidup dalam hubungan mutualistik di dalam jaringan tanaman jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala patologis gejala penyakit, cendawan

memperoleh perlindungan dan nutrisi dari tanaman inang, dan sebagai imbalannya mereka dapat berkontribusi pada pertumbuhan dan penyerapan nutrisi, mereka juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap abiotik dan biotik stres dan meningkatkan ketahanannya terhadap serangga dan hama, jamur endofit menghasilkan senyawa aktif biologis yang mirip dengan yang ditemukan di tanaman inang, seperti kuinon, lignan, alkaloid, lakton, isocoumarin, steroid, dan fenol, senyawa-senyawa ini memiliki sifat farmakologis seperti, antivirus, antijamur, antiinflamasi, antitumor dan antiparasit, antidiabetes dan immunosupresan.

Sejalan dengan pembahasan temuan sebelumnya, *Trichoderma harzianum* mampu memberikan perlindungan yang efektif terhadap penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen. Kemampuan ini didasarkan pada mekanisme seperti kompetisi ruang dan nutrisi, produksi enzim yang dapat menghambat pertumbuhan patogen, serta induksi resistensi sistemik pada tanaman. Dengan demikian, *Trichoderma harzianum* berpotensi menjadi agen hayati yang efektif dalam pengendalian penyakit tanaman, mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hal tersebut sejalan dengan penemuan oleh Asad (2022) yang menjelaskan bahwa di antara produk pengendalian hayati yang banyak digunakan, bio-fungisida berbasis *Trichoderma* banyak digunakan di seluruh dunia untuk pengendalian penyakit yang efektif pada tanaman. Efek positif dari produk pengendalian hayati berbasis *Trichoderma* dapat diukur dari semakin banyaknya senyawa yang tersedia. Jamur endofit mencegah kerusakan pada tanaman dengan kemampuannya untuk melepaskan enzim, antibiotik, hydrogen sianida, dan senyawa

volatil yang menghambat aktivitas patogen dan menginduksi sistemik sistemik dan menginduksi resistensi (Yousif, 2023)

Aplikasi agen hayati seperti *Trichoderma harzianum* dan penggunaan fungisida mulai dikembangkan untuk mengendalikan *Phytophthora palmivora*. Penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma harzianum* efektif dalam menekan perkembangan patogen, sementara fungisida memberikan perlindungan optimal terhadap penyakit. Kombinasi keduanya berpotensi menjadi strategi pengendalian penyakit yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Arida *et al.*, 2019; Parawansa, 2024). Oleh karena itu, optimalisasi metode sambung pucuk dengan intervensi pengendalian penyakit menjadi penting untuk mendukung keberlanjutan produksi kakao di Indonesia.