

Efektivitas *Trichoderma atroviride* dalam Pengendalian Penyakit dan Peningkatan Pertumbuhan Bibit Cengkeh

Dina Istiqomah^{1*}, Ruth Feti Rahayuniati¹

¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

*dinaistiqomah@unsoed.ac.id

Abstrak

Produksi cengkeh di Indonesia sering terhambat oleh berbagai penyakit pada fase pembibitan. Ketergantungan pada fungisida kimia memicu kekhawatiran lingkungan dan resistensi patogen. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *Trichoderma atroviride* sebagai agen biokontrol untuk mengendalikan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan bibit cengkeh. Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap non faktorial sebanyak 6 ulangan. Metode melibatkan aplikasi *T. atroviride* dengan variasi dosis pada bibit cengkeh, diikuti pengamatan intensitas kerusakan serta parameter pertumbuhan seperti tinggi dan diameter batang. Hasil menunjukkan bahwa aplikasi *T. atroviride* secara signifikan menurunkan intensitas serangan penyakit, dengan perlakuan dosis optimal 10 ml/ tanaman menghasilkan efektivitas sangat tinggi. Selain itu, *T. atroviride* mampu mendorong peningkatan tinggi dan diameter batang bibit, menghasilkan bibit yang lebih sehat dan sesuai standar siap tanam.

Kata kunci: Agens Hayati, Biokontrol, Cengkeh, Pembibitan, *Trichoderma atroviride*

Abstract

Clove production in Indonesia is frequently encounters significant impediments from pathogenic diseases during the crucial nursery stage. Reliance on chemical fungicides raises environmental concerns and contributes to pathogen resistance. This study aimed to evaluate the effectiveness of *Trichoderma atroviride* as a biocontrol agent for disease management and growth promotion in clove seedlings. This research was conducted using a non-factorial Completely Randomized Design with 6 replications. The method involved applying *T. atroviride* at varying dosages to clove seedlings, followed by observations of disease intensity and growth parameters such as plant height and stem diameter. The results demonstrated that *T. atroviride* application significantly reduced disease intensity, with an optimal dosage of 10 ml/plant exhibiting very high effectiveness. Moreover, *T. atroviride* consistently led to significant increases in seedling height and stem diameter, resulting in more robust and physiologically well-developed planting material suitable for transplantation.

Keyword: Biological Agent, Biocontrol, Clove, Nursery, *Trichoderma atroviride*

Pendahuluan

Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L Merr & Perr.) merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Kepulauan Maluku (Laba & Ramayani, 2021) dan komoditas perkebunan vital bagi perekonomian Indonesia. Sebagai produsen cengkeh terbesar di dunia, Indonesia memasok lebih dari 70% kebutuhan cengkeh global (Sari & Rofiatin, 2023) dan menempati peringkat ketiga di dunia setelah Madagaskar dan Tanzania (Wijayanti & Rachmanto, 2023). Tanaman ini tumbuh subur di iklim tropis dengan kondisi tanah dan ketinggian tertentu, dan berkembang secara optimal pada daerah dengan ketinggian kurang dari 900 meter di atas permukaan laut (Wakim & Salakory, 2022). Cengkeh memiliki berbagai manfaat dalam industri pangan, minuman, kosmetik, farmasi, hingga rokok. Untuk meningkatkan produksi dan kualitas cengkeh, petani disarankan menggunakan benih unggul, menerapkan teknik pascapanen yang tepat, serta mengoptimalkan proses pembungaan (Sari & Rofiatin, 2023).

Produksi cengkeh kerap mengalami permasalahan di tahap budidaya, terutama oleh ancaman beragam penyakit biotik, baik di fase pembibitan maupun setelah pindah tanam. Beberapa penyakit biotik utama yang menjadi momok serius bagi petani cengkeh adalah Dieback atau mati bujang, Penyakit Sumatera dan penyakit bercak daun. Dieback, yang sering disebabkan oleh jamur *Cryptosporella eugeniae* (Nutman & Roberts, 1952), mengakibatkan matinya ranting dan cabang dari ujung, sementara Penyakit Sumatera, yang terkait dengan bakteri *Ralstonia syzygii* subsp. *syzygii* (Safni *et al.*, 2018), dapat menyebabkan layu dan kematian pohon secara massal. Bibit cengkeh juga sangat rentan terhadap penyakit bercak daun, yang seringkali disebabkan oleh beberapa patogen seperti *Colletotrichum* sp. dan *Phyllosticta* sp. (Semangun, 2000; Satari., 2024). Meskipun tidak menyebabkan kematian bibit secara langsung secepat Dieback atau Penyakit Sumatera, infeksi bercak daun pada tahap awal pertumbuhan dapat menghambat proses fotosintesis, mengurangi luas permukaan daun yang efektif, dan secara signifikan menurunkan vigor serta kualitas bibit. Daun yang terinfeksi akan menunjukkan bercak cokelat hingga hitam, mengering, dan gugur sebelum

waktunya, yang pada akhirnya akan memperlambat pertumbuhan bibit dan membuatnya lebih rentan terhadap serangan patogen lain setelah pindah tanam. Ketiga penyakit tersebut menimbulkan kerugian ekonomi yang besar dan menjadi tantangan signifikan dalam budidaya cengkeh berkelanjutan.

Mengacu pada pentingnya komoditas cengkeh dan ancaman penyakit yang ada, pendekatan inovatif yang mudah dilakukan dalam pengelolaan tanaman cengkeh menjadi sangat krusial, terutama pada fase pembibitan. Memastikan bibit cengkeh dalam kondisi prima sejak dini adalah investasi jangka panjang yang akan menentukan produktivitas dan profitabilitas kebun. Bibit yang sehat memiliki sistem perakaran yang kuat, batang yang kokoh, dan ketahanan alami yang lebih baik terhadap cekaman lingkungan serta serangan penyakit di masa mendatang. Oleh karena itu, penelitian mengenai strategi pengendalian penyakit yang efektif dan aman, sekaligus mampu merangsang pertumbuhan bibit cengkeh, sangat diperlukan.

Selama ini, pengendalian penyakit sering mengandalkan penggunaan fungisida dan bakterisida kimia. Namun, praktik ini menimbulkan kekhawatiran akan dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, serta potensi resistensi patogen. Oleh karena itu, pencarian solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi sangat krusial. Dalam konteks ini, agens hayati menawarkan prospek yang cerah.

Trichoderma atroviride, salah satu spesies jamur mikoparasit yang dikenal luas, telah menunjukkan potensi yang baik sebagai agen pengendali hayati. Kemampuannya dalam menekan berbagai patogen tanaman melalui mekanisme mikoparasitisme, kompetisi nutrisi, antibiosis, dan induksi ketahanan tanaman menjadikannya kandidat ideal. Hasil penelitian McLean *et al.* (2005) menunjukkan bahwa aplikasi *T. atroviride* mampu meningkatkan persentase tanaman sehat pada tanaman bawang merah yang terinfeksi *Sclerotium cepivorum*. Ketika diaplikasikan sebelum infeksi patogen pada bibit karet, *T. atroviride*, dapat memperpanjang masa inkubasi dan menekan penyakit akar putih hingga 78,36% (Amaria & Wardiana, 2014). Selain perannya dalam pengendalian penyakit, spesies *Trichoderma* juga diketahui dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan merangsang pertumbuhan tanaman (Ji *et al.*, 2020; Novianti *et al.*, 2021), faktor krusial untuk vigor bibit sebelum pindah tanam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas *T. atroviride* dalam menjaga kesehatan terhadap ancaman penyakit dan meningkatkan pertumbuhan bibit cengkeh, demi mendukung pengembangan strategi pengelolaan tanaman cengkeh yang lebih sehat dan berkelanjutan di masa depan.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2024– April 2025 di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman dan *screenhouse* di Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden, Kabupaten Banyumas.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa bibit cengkeh Zanzibar umur 1 tahun yang telah dipersiapkan terhindar dari stress, sehat dan tidak memiliki kerusakan akibat patogen, isolat *T. atroviride* indigenus tanaman cengkeh sehat umur >30 tahun di Desa Watukumpul, Kabupaten Pemalang (koordinat: -7.1561216, 109.4144300), medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), medium *Potato Dextrose Broth* (PDB). Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, *petridish*, bunsen, timbangan digital, gelas ukur, erlenmeyer 250 ml, *orbital shaker* (DAIKI KBLee 3001, Korea Selatan), *haemocytometer*, mikroskop, *steel step rule*, jangka sorong dan *polybag* ukuran 20 cm x 20 cm.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 4 perlakuan. Adapun perlakuannya yaitu:

C0: Kontrol

C1: 2,5 ml kultur cair *T. atroviride*

C2: 5 ml kultur cair *T. atroviride*

C3: 10 ml kultur cair *T. atroviride*

C4: 15 ml kultur cair *T. atroviride*

Setiap perlakuan diulang 6 kali sehingga terdapat 30 unit percobaan (*polybag*) di mana setiap unit percobaan terdapat satu tanaman.

Prosedur Kerja

Pembuatan kultur cair *T. atroviride* dengan cara ditumbuhkan pada medium PDB, kemudian dilakukan penggojokan dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang menggunakan *orbital shaker* selama 1 minggu, kemudian dihitung kerapatan menggunakan *haemocytometer* di bawah mikroskop untuk mendapatkan kerapatan $10^6 - 10^8$ sel jamur *T. atroviride* yang digunakan untuk aplikasi. Aplikasi *T. atroviride* dilakukan dengan cara penyiraman di sekitar perakaran setiap 2 minggu sesuai perlakuan. Media tanam bibit cengkeh terdiri dari tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 serta tanpa pemupukan tambahan ketika perlakuan.

Intensitas kerusakan (IK) diamati dengan menghitung jumlah tanaman yang sakit dalam setiap perlakuan. Pengamatan IK dilakukan setiap satu bulan sekali selama enam bulan. IK dihitung dengan rumus sebagai berikut (Natawigena, 1989):

$$IK = \frac{\Sigma(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IK = Intensitas Kerusakan (%)

n = Jumlah tanaman yang terserang tiap kategori serangan

N = Jumlah tanaman yang diamati

v = Skala setiap kategori serangan

Z = Nilai skala kategori serangan tertinggi

Adapun nilai skala dan kategori serangan penyakit pada tanaman cengkeh didasarkan pada modifikasi penelitian Luanmasa *et al.* (2023), sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai skala dan kategori serangan penyakit pada tanaman cengkeh

Skala	Intensitas Kerusakan (%)	Deskripsi	Kategori Serangan
0	0	Pohon sehat tidak ditemukan kerusakan	Sehat
1	$0 < x \leq 25$	Ditemukan gejala kerusakan ranting kering dan adanya bercak pada daun	Ringan
2	$25 < x \leq 50$	Ditemukan gejala kerusakan ranting kering dan adanya bercak pada daun	Sedang
3	$50 < x \leq 75$	Ditemukan gejala kerusakan ranting kering dan adanya bercak pada daun	Berat
4	$75 < x \leq 100$	Ditemukan gejala kerusakan ranting kering dan adanya bercak pada daun dan tanaman mati	Sangat Berat

Untuk mengetahui kemampuan *T. atroviride* dalam menekan atau mengeliminasi penyakit tanaman cengkeh, maka dihitung Efektivitas Pengendalian (EP) dengan rumus berikut (Sukanto, 2003):

$$EP = \left(\frac{IK_k - IK_p}{IK_k} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

EP = Efektivitas Pengendalian (%)

IK_k = Intensitas kerusakan kontrol

IK_p = Intensitas kerusakan perlakuan

Kategori efektivitas pengendalian berdasarkan Maysixteen & Haryadi (2022), sebagai berikut:

Tidak mampu = EP 0%

Sangat kurang mampu = EP 1-20%

Kurang mampu = EP >20-40%

Cukup mampu = EP >40-60%

Sangat mampu = EP >80%

Selain melakukan pengamatan pada variabel patosistem, variabel pertumbuhan yang diamati terdiri dari pertambahan tinggi tanaman dan diameter batang. Pengukuran pertambahan tinggi tanaman dilakukan setiap satu bulan sekali selama enam bulan, dengan membandingkan tinggi tanaman ketika

pengamatan dengan tinggi tanaman pada awal aplikasi *T. atroviride*, kemudian menghitung selisih tinggi tanaman pada awal pengamatan dengan tinggi tanaman di akhir pengamatan. Pengukuran tinggi tanaman dimulai 1 cm di atas permukaan media tanam yang diberikan tanda pada batang, hingga ujung daun tertinggi dengan menggunakan *steel step rule*. Pengukuran diameter batang bibit cengkeh dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.

Analisis Data

Data dari variabel yang diamati dianalisis menggunakan aplikasi pengolahan data DSASTAT. Analisis dilakukan melalui uji sidik ragam (ANOVA), kemudian apabila hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji pembandingan menggunakan

Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Cengkeh adalah salah satu komoditas perkebunan utama Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Menjaga kesehatan tanaman cengkeh menjadi kunci untuk memastikan produktivitas berkelanjutan dan keberlanjutan usaha tani. Dalam upaya ini, fase pembibitan adalah titik krusial yang tidak boleh diabaikan. Bibit yang sehat sejak awal akan menjadi fondasi bagi pohon cengkeh dewasa yang kokoh dan berproduksi tinggi. Bibit cengkeh umur 1 tahun umumnya sudah memasuki fase siap untuk dipindahkan ke lahan permanen. Pada usia ini, bibit telah melewati masa-masa awal pertumbuhan yang sangat rentan, namun masih berada dalam tahap adaptasi sebelum terpapar langsung dengan kondisi lingkungan yang lebih ekstrim di lapangan. Hal ini merepresentasikan fase kritis sebelum penanaman permanen, memungkinkan pengukuran yang akurat dan relevan dengan tantangan yang dihadapi petani kaitannya dengan intensitas kerusakan akibat penyakit dan pertumbuhan tanaman.

Intensitas Kerusakan (%) dan Efektivitas Pengendalian (EP) Intensitas kerusakan akibat

serangan penyakit biotik diamati pada setiap perlakuan. Pengamatan gejala meliputi bercak pada daun, kelayuan, ranting yang mengering hingga kematian bibit. Data ini mencakup tingkat keparahan penyakit yang disajikan secara komprehensif pada Tabel 2. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan C2, C3, dan C4 memberikan pengaruh yang nyata dalam mengurangi intensitas serangan penyakit dibandingkan dengan kontrol (C0). Pengukuran intensitas kerusakan memberikan gambaran kuantitatif mengenai sejauh mana *T. atroviride* mampu menekan perkembangan penyakit dibandingkan dengan kontrol, sehingga memungkinkan evaluasi yang lebih akurat terhadap efektivitasnya.

Intensitas kerusakan pada bibit cengkeh yang diperlakukan dengan *T. atroviride* memiliki rentang dari ringan hingga sedang. Sedangkan pada perlakuan kontrol, bibit cengkeh terserang penyakit dengan kategori berat. Penampilan bibit cengkeh dengan serangan ringan terlihat lebih subur dengan memiliki banyak daun dan ranting. Sementara, pada bibit dengan serangan berat, kebanyakan ranting mongering dan kemudian patah sehingga hanya tersisa sedikit bagian ranting dan daun yang masih hijau (Gambar 1). Hal ini menunjukkan perlakuan C3 (10 ml) dan C4 (15 ml) adalah dosis aplikasi *T. atroviride* yang dapat direkomendasikan untuk pengendalian penyakit cengkeh di pembibitan. Dosis yang cukup bagi *T. atroviride* akan mengoptimalkan mekanismenya sebagai agens pengendali hayati. *T. atroviride* merupakan spesies dominan di tanah rizosfer, yang menunjukkan toleransi terhadap stres dan kemampuan pengendalian yang sangat baik. Spesies ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, memperbesar ketersediaan nutrisi tanah, serta memperkuat ketahanan tanaman terhadap patogen (Liu *et al.*, 2023), melalui mekanisme fisik seperti kompetisi dan mikoparasitisme, serta produksi antibiotik volatil (Sudantha, 2009). Karakteristik tersebut menjadikan spesies ini sangat mendukung kesehatan tanaman di bidang pertanian dan kehutanan.

Pada perlakuan C1 dan C2, penurunan intensitas kerusakan menunjukkan efektivitas yang cukup mampu. Hal ini berarti bahwa kedua perlakuan tersebut telah berhasil mengurangi tingkat keparahan infeksi penyakit hingga pada taraf tertentu, namun belum mencapai potensi maksimum atau perlindungan optimal. Sebaliknya, perlakuan C3 dan C4 menunjukkan efektivitas yang sangat mampu dalam mengendalikan penyakit. Data menunjukkan penurunan intensitas kerusakan yang drastis dan signifikan pada bibit cengkeh di bawah perlakuan ini. Tingkat keparahan penyakit yang rendah dan bibit yang tampak jauh lebih sehat mengindikasikan bahwa perlakuan ini berhasil memberikan perlindungan optimal terhadap patogen. Efektivitas

yang sangat tinggi ini mencerminkan optimalisasi strategi aplikasi *T. atroviride* yang mampu menekan perkembangan penyakit secara maksimal, sehingga bibit dapat tumbuh lebih optimal tanpa beban infeksi yang berarti.

Respons Pertumbuhan Tanaman

Efektivitas *T. atroviride* tidak hanya terlihat pada penurunan intensitas kerusakan, tetapi juga pada peningkatan pertumbuhan bibit cengkeh, khususnya pertambahan tinggi tanaman dan diameter batang. Peningkatan ini sangat krusial mengingat standar bibit cengkeh siap tanam yang telah ditetapkan. Menurut Wahyuno & Martini (2015), bibit cengkeh yang ideal untuk ditanam di lapangan harus memenuhi kriteria sehat, memiliki tinggi sekitar 60 cm pada usia satu tahun atau 90 cm pada usia dua tahun, serta dilengkapi dengan 6 hingga 7 cabang. Selain itu, daun harus berwarna hijau tua, batang bersifat tunggal, dan sistem perakarannya kuat dengan akar tunggang lurus sepanjang 40–45 cm serta akar cabang sekitar 30–35 cm.

Data pengamatan tinggi tanaman dan diameter batang pada perlakuan dengan *T. atroviride* (Tabel 3 dan Gambar 1) menunjukkan bahwa aplikasi agen pengendali hayati ini mampu mendorong pertumbuhan bibit mendekati atau bahkan melebihi standar yang direkomendasikan, yaitu berkisar 70–90 cm. Peningkatan tinggi dan diameter batang mengindikasikan vigor bibit yang lebih baik dan akumulasi biomassa yang lebih optimal (Candra, 2020). Hal ini kemungkinan besar merupakan hasil dari dua mekanisme utama, yaitu: pengendalian patogen yang mengurangi stres pada bibit, dan stimulasi pertumbuhan langsung oleh *T. atroviride* melalui mekanisme seperti produksi fitohormon, peningkatan penyerapan nutrisi, atau solubilisasi fosfat. Hal ini ditunjukkan dengan data intensitas kerusakan yang semakin menurun dan pertambahan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi seiring dengan penambahan dosis *T. atroviride*. Bibit yang lebih tinggi dan berbatang lebih besar pada usia satu tahun menunjukkan potensi adaptasi dan kelangsungan hidup yang lebih tinggi setelah pindah tanam ke lahan permanen.

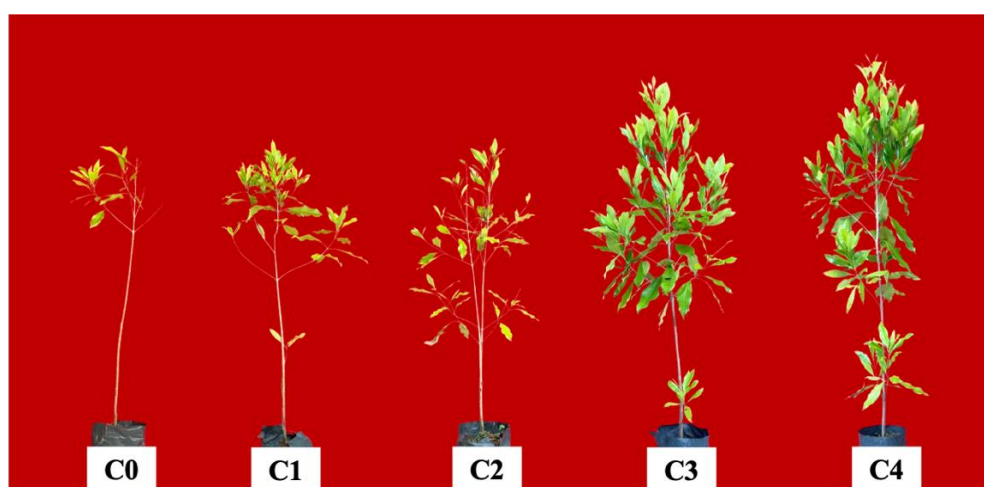
Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa strain *Trichoderma* mampu menghasilkan berbagai fitohormon penting seperti giberelin, asam absisat, asam salisilat, auksin, dan sitokinin (María Illescas *et al.*, 2021). Produksi hormon-hormon ini sangat bergantung pada jenis strain *Trichoderma* yang digunakan serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuhnya (Nieto-Jacobo *et al.*, 2017). Salah satu hormon yang paling berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman adalah auksin, terutama bentuk aktifnya yaitu indole-3-acetic acid (IAA). Selain itu, *Trichoderma* juga dapat memengaruhi profil hormon dalam tanaman, seperti meningkatkan

atau menurunkan kadar asam absisat, etilen, dan sitokinin (Martínez-Medina *et al.*, 2014).

Tabel 2. Intensitas kerusakan tanaman cengkeh akibat serangan penyakit

Perlakuan	Intensitas Kerusakan Awal (%)	Intensitas Kerusakan Akhir (%)	Kategori Serangan	Efektivitas Pengendalian (%)	Kategori Efektifitas Pengendalian
C0	0	52,74 a	Berat	0%	Tidak mampu
C1	0	25,62 b	Sedang	51,42%	Cukup mampu
C2	0	22,38 b	Ringan	57,56%	Cukup mampu
C3	0	5,28 c	Ringan	89,98%	Sangat mampu
C4	0	3,92 c	Ringan	92,57%	Sangat mampu

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kesalahan 5%.



Gambar 1. Penampilan bibit cengkeh. C0: Kontrol; C1: aplikasi 2,5 ml kultur cair *T. atroviride*; C2: aplikasi 5 ml kultur cair *T. atroviride*; C3: aplikasi 10 ml kultur cair *T. atroviride*; C4: aplikasi 15 ml kultur cair *T. atroviride*

Tabel 3. Pertambahan tinggi tanaman dan diameter batang bibit cengkeh

Perlakuan	Tinggi tanaman pada akhir pengamatan (cm)	Pertambahan tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (cm)
C0	69,3	13,6 a	0,9 a
C1	70,5	14,9 a	1,2 ab
C2	71,3	16,6 a	1,2 ab
C3	88,2	26,1 c	1,7 b
C4	91,4	28,9 c	1,6 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kesalahan 5%.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi *T. atroviride* dengan dosis 10 ml/tanaman secara signifikan menurunkan intensitas serangan penyakit pada bibit cengkeh dan mendorong peningkatan tinggi tanaman dan diameter batang.

2. *T. atroviride* dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati yang mampu menjaga kesehatan bibit cengkeh dari ancaman patogen.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sidik Nugroho, Kepala Desa Watukumpul, Kabupaten Pemalang yang telah mendukung kegiatan

penelitian komoditas cengkeh dan memfasilitasi untuk pelaksanaan penelitian pendahuluan dengan memberikan sampel tanaman sehat dan menyediakan bibit cengkeh.

Daftar Pustaka

- Amaria, W., & Wardiana, E. 2014. Pengaruh waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* terhadap penyakit jamur akar putih pada bibit tanaman karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(2), 79-86.
- Candra, A. 2020. Pengaruh Konsentrasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) di Polybag'. *Jurnal Sains Agro*, 5(1).
- Illescas, M., Pedrero-Méndez, A., Pitorini-Bovolini, M., Hermosa, R., & Monte, E. 2021. Phytohormone production profiles in *Trichoderma* species and their relationship to wheat plant responses to water stress. *Pathogens*, 10(8), 991.
- Ji, S., Liu, Z., Liu, B., Wang, Y., & Wang, J. 2020. The effect of *Trichoderma* biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment. *Scientia Horticulturae*, 262, 109069.
- Laba, M. S., & Ramayani, I. 2021. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemasaran Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) di Desa Onang Utara Kecamatan Tubo Sendana Kabupaten Majene. *Jurnal e-bussiness Institut Teknologi dan Bisnis Muhammadiyah Polewali Mandar*, 1(2), 129-142.
- Liu, K., Zhang, Y. Z., Du, H. Y., Wang, Z. Y., Gu, P. W., Liu, Z. H., & Yu, Z. Y. 2023. Beneficial and biocontrol effects of *Trichoderma atroviride*, a dominant species in white birch rhizosphere soil. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1265435.
- Luanmasa, S. P., Leatemia, J. A., & Uruilal, C. 2023. Intensitas Kerusakan Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Akibat Serangan Hama dan Penyakit di Negeri Hitu Lama, Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 412-420.
- Martínez-Medina, A., Del Mar Alguacil, M., Pascual, J. A., & Van Wees, S. C. 2014. Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. *Journal of chemical ecology*, 40, 804-815.
- Maysixteen, R. A., & Haryadi, N. T. 2022. Efektivitas biopestisida berbahan aktif *Trichoderma harzianum* pada berbagai formulasi dan lama penyimpanan dalam mengendalikan penyakit damping-off tanaman kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill). *Jurnal Bioindustri (Journal of Bioindustry)*, 5(1), 68-80.
- McLean, K. L., Swaminathan, J., Frampton, C. M., Hunt, J. S., Ridgway, H. J., & Stewart, A. 2005. Effect of formulation on the rhizosphere competence and biocontrol ability of *Trichoderma atroviride* C52. *Plant pathology*, 54(2), 212-218.
- Nieto-Jacobo, M. F., Steyaert, J. M., Salazar-Badillo, F. B., Nguyen, D. V., Rostás, M., Braithwaite, M., ... & Mendoza-Mendoza, A. 2017. Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. *Frontiers in plant science*, 8, 102.
- Natawigena, H. 1989. Pestisida dan Kegunaannya. Cetakan IV. CV Armigon, Bandung.
- Novianti, D., Basyah, B., & Kesumawati, E. 2021. The effect of *trichoderma harzianum* dose and shallot population (*Allium cepa* L.) on chili production (*Capsicum annum* L.) by intercropping system. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 922, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
- Nutman, F. J., & Roberts, F. M. 1952. Acute Die-Back Of Clove Trees In The Zanzibar Protectorate. *Annals of Applied Biology*, 39(4), 599-608.
- Safni, I., Subandiyah, S., & Fegan, M. 2018. Ecology, epidemiology and disease management of *Ralstonia syzygii* in Indonesia. *Frontiers in Microbiology*, 9, 419.
- Sari, U. W., Sari, D., & Rofiatin, U. 2023. Analisis Prospek Cengkih di Indonesia (Analysis of Clove Prospects in Indonesia).

- Satari, U. S. 2024. Study histologi tanaman cengkeh (*Eugenia aromatica* OK) yang terserang *Phyllosticta* sp., penyebab penyakit cacar daun cengkeh.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-penyakit tanaman perkebunan di Indonesia*.
- Sudantha, I. M. 2009. Karakterisasi jamur saprofit dan potensinya untuk pengendalian jamur *Fusarium oxysporum* F. sp. *Vanillae* pada tanaman vanili. *Agroteksos*, 19(3), 89-100.
- Sukamto, S. 2003. Pengendalian secara hayati penyakit busuk buah kakao dengan jamur antagonis *Trichoderma harzianum*. *Prosiding Kongres XVII dan Seminar Ilmiah Nasional, 6-8 Agustus 2003*. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Wahyuno, D., E. Martini. 2015. Pedoman Budi Daya Cengkeh di Kebun Campur. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor
- Wakim, M., & Salakory, M. 2022. Identification of Potential Clove (*Syzygium aromaticum*) Areas and Their Distribution in the Petuanan Negeri Salamahu, Tehoru District, Central Maluku Regency. *GEOFORUM Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi*, 26-37.
- Wijayanti, I. K. E., & Rachmanto, A. 2023. Daya Saing dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor Cengkeh Indonesia. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*, 24(2), 126-140.