

PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI MEDIA PERBANYAKAN *Trichoderma brevicompactum* UNTUK MENDUKUNG PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI DALAM CEKAMAN BIOTIK

Rezka Lamatenggo¹, Delvirawati Isami¹, Rida Iswati^{1*}, Siska Irhamnawati Pulogu¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

*Email korespondensi: rida_iswati@ung.ac.id

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Penurunan produktivitas cabai di Provinsi Gorontalo dalam beberapa tahun terakhir dipengaruhi oleh serangan penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, patogen tular tanah yang dapat menurunkan hasil hingga 50%. Pengendalian penyakit ini umumnya masih mengandalkan fungisida sintesis yang berisiko menimbulkan resistensi patogen dan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi limbah pertanian, yaitu ekstrak kulit kopi dan kulit singkong, sebagai media perbanyakan *Trichoderma brevicompactum* serta efektivitasnya sebagai pemacu pertumbuhan dan pelindung benih cabai terhadap infeksi *F. oxysporum*. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan, mencakup kontrol, infeksi patogen, perlakuan fungisida, serta biopestisida berbasis ekstrak limbah pertanian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *F. oxysporum* menurunkan daya berkecambah dan indeks vigor secara signifikan, dengan nilai terendah pada perlakuan P1 (30% dan 0%). Sebaliknya, perlakuan fungisida (P2) dan biopestisida *T. brevicompactum* (P3–P6) mampu mempertahankan daya berkecambah tinggi (93,33–96,67%). Indeks vigor tertinggi setelah kontrol ditunjukkan oleh perlakuan ekstrak kulit singkong + *F. oxysporum* (P6) sebesar 93,33%, mengindikasikan adanya sinergi antara *T. brevicompactum* dan senyawa bioaktif kulit singkong dalam menekan patogen. Secara keseluruhan, ekstrak limbah pertanian terutama kulit singkong berpotensi sebagai media perbanyakan *T. brevicompactum* sekaligus sebagai biopestisida hayati ramah lingkungan untuk meningkatkan viabilitas benih cabai dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Limbah Pertanian, Media, *Trichoderma brevicompactum*, Pertumbuhan, Cabai

ABSTRACT

The decline in chili productivity in Gorontalo Province in recent years has been largely influenced by Fusarium wilt disease caused by Fusarium oxysporum, a soil-borne pathogen capable of reducing yields by up to 50%. Disease management still relies heavily on synthetic fungicides, which pose risks of pathogen resistance and environmental contamination. This study aimed to evaluate the potential of agricultural waste extracts coffee husk and cassava peel as growth media for

Trichoderma brevicompactum and to assess their effectiveness as growth promoters and protective agents for chili seeds against *F. oxysporum* infection. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with seven treatments and three replications, including control, pathogen infection, fungicide application, and biopesticides derived from agricultural waste extracts.

The results showed that *F. oxysporum* significantly reduced germination and vigor indices, with the lowest values observed in treatment P1 (30% and 0%). In contrast, fungicide (P2) and biopesticides containing *T. brevicompactum* (P3–P6) maintained high germination percentages (93.33–96.67%). The highest vigor index after the control was observed in cassava peel extract + *F. oxysporum* (P6), reaching 93.33%, indicating a synergistic interaction between *T. brevicompactum* and bioactive compounds in cassava peel. Overall, agricultural waste extracts particularly cassava peel show strong potential as growth media for *T. brevicompactum* and as environmentally friendly biopesticides to enhance chili seed viability and support sustainable horticultural production.

Keywords: *Agricultural Waste, Media, Trichoderma brevicompactum, Growth, Chili Peppers.*

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan komoditas hortikultura penting yang menjadi bagian tidak terpisahkan dari konsumsi pangan lokal masyarakat Indonesia, termasuk Provinsi Gorontalo. Selain sebagai bahan utama berbagai hidangan Nusantara, cabai juga mengandung vitamin C, provitamin A, dan senyawa antioksidan yang berperan dalam pemenuhan pangan lokal bergizi. Namun, produktivitas cabai di Gorontalo mengalami penurunan signifikan dari 93,43 kuintal/ha pada 2018 menjadi 55,05 kuintal/ha pada 2022–2023 (BPS Provinsi Gorontalo, 2023). Penurunan ini banyak dipengaruhi oleh serangan penyakit layu Fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, patogen tular tanah yang mampu bertahan lama dan menurunkan hasil hingga 50% (Ihkwanisa *et al.*, 2023).

Selama ini pengendalian penyakit Fusarium pada cabai masih mengandalkan pestisida sintetis yang memiliki kelemahan seperti biaya tinggi, risiko resistensi patogen,

dan dampak negatif terhadap lingkungan (Suyanto *et al.*, 2024). Untuk mendukung ketersediaan cabai sebagai pangan lokal yang aman dan bergizi, penggunaan agen hayati seperti *Trichoderma* sp. menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan. *Trichoderma brevicompactum* asal Gorontalo mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai (Wartabone *et al.*, 2024). Selain itu, agen hayati ini juga konsisten menunjukkan aktivitas antagonisnya terhadap patogen *R. solani* serta mampu meningkatkan pertumbuhan dan menginduksi resistensi pada tanaman jagung (Iswati *et al.*, 2024).

Trichoderma sp. memiliki kemampuan antagonis terhadap *Fusarium oxysporum*, memperbaiki kesehatan tanah, dan merangsang pertumbuhan tanaman (Firlandiana *et al.*, 2024). Perbanyak *Trichoderma* sp. secara ekonomi lebih efisien menggunakan media cair (Mbiyu *et al.*, 2012), sehingga diperlukan sumber media alternatif bernutrisi tinggi untuk mendukung produksinya dalam skala besar.

Provinsi Gorontalo memiliki potensi limbah pertanian melimpah seperti kulit kopi dan kulit singkong yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut kaya karbohidrat (hingga 69,7%) dan senyawa organik yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme (Maysixteen & Haryadi, 2022). Dengan menjadikannya sebagai media perbanyak *Trichoderma* sp., limbah pertanian dapat diberi nilai tambah sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan (Purnamasari & Wahyuni, 2021). Pendekatan ini mendukung produksi agens hayati lokal yang murah, ramah lingkungan, dan efektif dalam mengendalikan layu Fusarium, sehingga secara tidak langsung membantu memperkuat ketersediaan cabai sebagai pangan lokal bergizi yang aman dan berkelanjutan bagi masyarakat. Tujuan untuk menguji kemampuan ekstrak limbah pertanian sebagai media alternatif perbanyak *Trichoderma brevicompactum* dalam mendukung pertumbuhan benih cabai.

METODE

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen untuk menguji potensi ekstrak limbah pertanian (kulit kopi dan kulit singkong) sebagai media tumbuh *Trichoderma brevicompactum* dan potensinya untuk pertumbuhan pada benih cabai secara *In Vivo*. Adapun prosedur pelaksanaan yaitu peremajaan isolat *Trichoderma brevicompactum*, pembuatan media limbah pertanian (kulit kopi dan kulit singkong), perbanyak *Trichoderma brevicompactum* pada ekstrak limbah pertanian (kulit kopi dan kulit singkong), dan uji efektivitas limbah pertanian sebagai pemicu

pertumbuhan tanaman cabai. Pengujian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P0 = benih cabai direndam dalam Aquadest steril selama 6 jam (Tanpa Fusarium)

P1 = Benih cabai direndam dalam suspensi Fusarium selama 1 jam

P2 = benih cabai direndam dalam pestisida sintetik selama 30 menit dan dalam suspensi Fusarium selama 1 jam

P3 = benih cabai direndam dalam biopestisida ekstrak kulit kopi selama 6 jam

P4 = benih cabai direndam dalam biopestisida ekstrak kulit kopi selama 6 jam dan dalam suspensi Fusarium selama 1 jam

P5 = benih cabai direndam dalam biopestisida ekstrak kulit singkong selama 6 jam

P6 = benih cabai direndam dalam biopestisida ekstrak kulit kopi selama 6 jam dan dalam suspensi Fusarium selama 1 jam

Parameter pengamatan berupa daya berkecambah dan indeks vigor benih cabai. Data dianalisis menggunakan *analisis of variance* (ANOVA) dan uji lanjut BNJ 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Berkecambah

Pengaruh berbagai perlakuan terhadap kemampuan benih untuk berkecambah diuji dengan mengamati persentase daya berkecambah pada masing-masing perlakuan. Hasil pengamatan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan terhadap Daya Berkecambah

Perlakuan	Daya Berkecambah
P0	96.67b
P1	30.00a
P2	96.67b
P3	93.33b
P4	96.67b
P5	93.33b
P6	93.33b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada BNJ 5%

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih cabai. Perlakuan kontrol (P0) memberikan daya berkecambah tertinggi yaitu 96,67%, yang menunjukkan bahwa benih dalam kondisi fisiologis optimal tanpa gangguan patogen. Sebaliknya, perlakuan P1 yang hanya diinokulasi *F. oxysporum* menghasilkan nilai terendah sebesar 30%, berbeda nyata dengan perlakuan lain. Penurunan drastis ini menegaskan bahwa *F. oxysporum* merupakan patogen tular tanah yang sangat virulen dan mampu menginfeksi benih sejak fase awal melalui radikula, menyerang jaringan vaskular, serta menghasilkan toksin yang mengganggu proses metabolisme dan menyebabkan kegagalan perkecambahan (Hutauruk, 2018).

Perlakuan P2, P4, dan P6 menunjukkan daya berkecambah tinggi dan tidak berbeda nyata dengan kontrol, yaitu berkisar antara 93,33% hingga 96,67%. Hal ini menunjukkan bahwa baik fungisida sintetis maupun agen hayati berbasis *Trichoderma* sp. efektif dalam menekan infeksi patogen dan mempertahankan viabilitas benih. *Trichoderma* sp. diketahui memproduksi enzim litik seperti kitinase, glukonase, dan protease, serta metabolit

antifungal seperti gliotoksin dan peptaibol, yang mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* di sekitar permukaan benih dan zona rizosfer (Ihkwanisa *et al.*, 2023). Selain itu, kemampuan *Trichoderma* sp. dalam menginduksi ketahanan tanaman melalui mekanisme *Induced Systemic Resistance* (ISR) turut membantu meningkatkan toleransi benih terhadap tekanan patogen tanpa menurunkan daya kecambahnya.

Sementara itu, perlakuan P3 dan P5 yang menunjukkan daya berkecambah 93,33% juga mengindikasikan bahwa ekstrak kulit kopi maupun kulit singkong baik dengan maupun tanpa kehadiran patogen mampu memberikan perlindungan yang cukup terhadap benih. Kandungan senyawa bioaktif seperti fenol, tanin, dan saponin pada kedua limbah pertanian tersebut berperan sebagai agen antijamur alami yang mampu merusak membran sel patogen dan mengganggu sistem enzimatisnya. Nilai yang relatif tinggi dan tidak berbeda nyata dengan kontrol memperkuat bahwa biopestisida hayati berbasis limbah pertanian dapat menjadi alternatif yang ramah lingkungan serta setara efektivitasnya dengan fungisida kimia dalam mempertahankan viabilitas benih. Hal ini sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan yang mendorong pengurangan penggunaan pestisida sintetis melalui pemanfaatan mikroba antagonis dan bahan organik lokal bernilai tambah.

Indeks Vigor

Indeks vigor benih digunakan untuk menilai kualitas benih secara menyeluruh, mencakup kecepatan dan keseragaman

perkecambahan serta pertumbuhan awal yang dihasilkan. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap indeks vigor benih diamati, dan hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Indeks Vigor

Perlakuan	Indeks Vigor
P0	96.67b
P1	0.00a
P2	96.67b
P3	66.67ab
P4	70.00ab
P5	83.33ab
P6	93.33ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada BNJ 5%

Hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh nyata terhadap indeks vigor benih cabai. Perlakuan kontrol (P0) menghasilkan nilai tertinggi yaitu 96,67%, mencerminkan kekuatan tumbuh maksimum benih dalam kondisi fisiologis normal tanpa tekanan patogen. Sebaliknya, perlakuan infeksi tunggal *F. oxysporum* (P1) menunjukkan nilai indeks vigor 0,00%, berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Penurunan drastis ini menunjukkan bahwa *F. oxysporum* merupakan patogen tular tanah yang sangat virulen, mampu menyerang benih sejak fase awal melalui radikula, mengkolonisasi jaringan vaskular, serta menghasilkan toksin seperti fusaric acid dan enzim pektinase yang merusak jaringan embrio sehingga menghambat respirasi, pembentukan radikula, dan menyebabkan kematian kecambah (Afriani *et al.*, 2019)

Perlakuan fungisida + *F. oxysporum* (P2) memberikan nilai indeks vigor yang sama dengan kontrol (96,67%), menunjukkan bahwa

penggunaan fungisida efektif dalam menekan aktivitas patogen dan menjaga kemampuan tumbuh awal benih. Perlakuan berbasis biopestisida hayati seperti P4 dan P5 juga menghasilkan indeks vigor yang cukup tinggi (70,00–83,33%), yang menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. berperan aktif dalam meningkatkan vigor benih. Efektivitas ini dikaitkan dengan kemampuan *Trichoderma* menghasilkan enzim litik seperti kitinase, β -glukanase, dan protease, serta metabolit antifungal seperti peptaibol dan gliotoksin yang menekan pertumbuhan *F. oxysporum* di zona rizosfer. Selain itu, *Trichoderma* juga dapat menginduksi mekanisme Induced Systemic Resistance (ISR) sehingga meningkatkan ketahanan fisiologis benih meskipun berada dalam kondisi terpapar patogen (Harman *et al.*, 2004)

Perlakuan yang menggunakan ekstrak nabati limbah pertanian seperti ekstrak kulit kopi (P3) dan ekstrak kulit singkong (P5 dan P6) menunjukkan respons vigor yang bervariasi (66,67–93,33%). Variasi tersebut diduga dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif alami seperti polifenol, tanin, saponin, asam klorogenat, dan flavonoid, yang memiliki sifat antijamur namun juga dapat bersifat fitotoksik ringan pada konsentrasi tertentu (Sukmawati *et al.*, 2025). Menariknya, nilai vigor tertinggi setelah kontrol muncul pada perlakuan ekstrak kulit singkong + *F. oxysporum* (P6) sebesar 93,33%, mengindikasikan terjadinya sinergi antara aktivitas antagonistik *Trichoderma* sp. dan kemampuan ekstrak nabati dalam menekan patogen serta menetralkan senyawa penghambat. Secara keseluruhan, hasil ini

menunjukkan bahwa ekstrak kulit singkong lebih efektif dibandingkan ekstrak kulit kopi dalam mempertahankan vigor benih, dan biopestisida hayati berbasis *Trichoderma* sp. berpotensi menjadi alternatif ramah lingkungan untuk menggantikan fungisida sintetis dalam sistem pertanian berkelanjutan.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah pertanian, terutama kulit kopi dan kulit singkong, efektif sebagai media perbanyakan *T. brevicompactum* sekaligus sebagai biopestisida hayati untuk meningkatkan viabilitas benih cabai. Infeksi *Fusarium oxysporum* terbukti menurunkan daya kecambah dan vigor secara drastis, namun perlakuan fungisida dan biopestisida berbasis *T. brevicompactum* mampu mempertahankan kualitas fisiologis benih. Kulit singkong memberikan hasil terbaik, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai solusi pengendalian hayati ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdila, A. nur, & Maduratna, M. (2021). Uji Efektivitas Fungisida Nabati (Kombinasi Tepung Jagung Dan Ekstrak Daun Sirsak) Dalam Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) Pada Tanaman Cabai. *Holistic Science*, 1(1), 17–20. <https://doi.org/10.56495/hs.v1i1.17>
- Afriani, A., Heviyanti, M., Harahap, F. S., Studi, P., Fakultas, A., Universitas, P., Studi, P., Fakultas, A., Dan, S., Universitas, T., & Sumatera, L. (2019). Efektivitas gliocladium virens untuk mengendalikan penyakit Fusarium oxysporum F. sp. capsici pada tanaman cabai. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 403–411.
- BPS Provinsi Gorontalo. (2023). *Provinsi Gorontalo Dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo. <https://gorontalo.bps.go.id/Id/StatisticsTable/2/Mti3izi=/Produksi-Tanaman-Perkebunan-Menurut-Kabupaten-Kota.Html>
- Firlandiana, M., Mustikaningrum, D., Suprayitno, S., Kristiawan, K., Maimunah, M., Setyana, A. D., Prasetya, H., & Subiyanto, S. (2024). Pengenalan *Trichoderma* sp . sebagai Solusi Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Cabai di Kecamatan Grabagan , Tuban. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(02), 56–67.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* Species Opportunistic , Avirulent Plant Symbionts. *Microbiology*, 2(January), 43–56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Hutauruk, D. S. (2018). Potensi Bakteri Kitinolitik NR09 Pada Beberapa Media Pembawa Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* Pada Benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 4(2),

- 140–153.
- Ihkwanisa, N., Nugraheni, I. A., Kurniawati, T., & Fardhani, D. M. (2023). Uji antagonis *Trichoderma* spp terhadap layu Fusarium tanaman cabai (*Capsicum annuum*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 1, 244–252. <https://proceeding.unisyogyo.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/56>
- Iswati, R., Aini, L. Q., Soemarno, & Abadi, A. L. (2024). Exploration and characterization of indigenous *Trichoderma* sp. as antagonist of *Rhizoctonia solani* and plant growth promoter of maize. *Biodiversitas*, 25(4), 1375–1385. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250405>
- 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*, 5(1), 68–80.
- Mbiyu, M., Muthoni, J., Kabira, J., Muchira, C., Pwipwai, P., Ngaruiya, J., Onditi, J., & Otieno, S. (2012). Comparing Liquid and Solid Media on the Growth of Plantlets from Three Kenyan Potato Cultivars. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(1), 81–89. <https://doi.org/10.9734/ajea/2012/715>
- Purnamasari, R. T., & Wahyuni, H. (2021). Pendayagunaan Limbah Bunga Potong Krisan Dampak dari Pandemi Covid-19 untuk Pembuatan Pupuk Organik di Kota Surabaya. *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia (JAPI)*, 6(1), 39–44.
- Sukmawati, Subagja, I. I., & Tantri, E. (2025). Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Sabun Cair dari Ekstrak Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Medika Farmaka*, 3(2), 318–325. <https://doi.org/10.33482/jmedfarm.v3i2.66>
- Suyanto, A., Youlla, D., Astar, I., & Setiawan. (2024). Peningkatan Produktivitas dan Nilai Tambah Komoditi Cabai Rawit Melalui Teknologi Penggunaan Pestisida Hayati Metabolit Sekunder dari *Trichoderma* sp . dan Pengolahan Hasil Cabai Rawit. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, 4(1), 155–162.
- Wartabone, S., Matike, F. H., Pulogu, S. I., Iswati, R., & Agriani, S. (2024). Efektivitas Dosis Aplikasi *Trichoderma brevicompectum* TZ12BN2 Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Rawit. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 3(2), 180–185.