Jurnal Agri Nauli (JAG) Penelitian Pertanian E-ISSN : 3063-2390
LPPM Universitas Graha Nusantara Volume 2 Nomor 1 Juli 2025
DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

Jurnal Agri Nauli
Agroteknologi, Agribisnis, Peternakan dan Teknologi Hasil Pertanian
https://jurnal.ugn.ac.id/index.php/jag

Pengaruh Lama Perendaman Benih Cabai *(Capsicum annum L.)* Dengan Kultur Cair *Trichoderma harzianum* Terhadap Penekanan Patogen Tular Benih *Collectrichum*

Atika[1*], Dini Puspita Yanty[2], Siti Hardianti Wahyuni[3]

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UniversitasGrahaNusantaraPadangsidimpuan

Email : atikaborotan@gmail.com[1*] , dinipuspita2189@gmail.com[2] , sitihardiantiw@yahoo.com[3]

Abstract

This study aims to determine the best soaking time for chili seeds using liquid culture of Trichoderma harzianum in suppressing seed-borne pathogen Colletotrichum. The study was conducted in the laboratory and field of the Faculty of Agriculture, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan at an altitude of 450 meters above sea level from March to April 2025. Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments (control without soaking, soaking for 3 hours, 6 hours, 9 hours, and 12 hours) and 3 replications were applied. Each germination tub contained 36 chili seeds, so that a total of 540 seeds were observed. The results showed that the soaking time for chili seeds with liquid culture of T. harzianum had a significant effect on seed viability, as well as the initial growth of chili plants (plant height and number of leaves). The 9-hour soaking treatment (P3) consistently gave the best results, with the highest growth percentage on the 7th day (98.00%), and the highest growth percentage on the 14th day (90.00%), as well as the highest plant height and number of leaves up to 35 Days After Planting (DAP). The use of T. harzianum is biologically effective in suppressing early disturbances of seed-borne pathogen Colletotrichum while increasing plant growth through symbiosis and physiological stimulation.

***Keywords**: Presence OfTrichoderma harzianum, soaking time, chili seeds, seed-borne pathogens*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu perendaman benih cabai terbaik menggunakan kultur cair Trichoderma harzianum dalam menekan patogen tular benih Colletotrichum. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan lahan Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan pada ketinggian 450 mdpl dari bulan Maret hingga April 2025. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan (kontrol tanpa perendaman, perendaman 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam) dan 3 ulangan diterapkan. Setiap bak kecambah berisi 36 benih cabai, sehingga total terdapat

DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

540 benih yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama perendaman benih cabai dengan kultur cair T. harzianum berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih, serta pertumbuhan awal tanaman cabai (tinggi tanaman dan jumlah daun). Perlakuan perendaman selama 9 jam (P3) memberikan hasil terbaik secara konsisten, dengan persentase tumbuh tertinggi di hari ke-7 (98,00%), dan persentase tumbuh tertinggi di hari ke-14 (90,00%), serta tinggi tanaman dan jumlah daun tertinggi hingga 35 Hari Setelah Tanam (HST). Penggunaan T. harzianum secara biologis efektif dalam menekan gangguan awal patogen tular benih Colletotrichum sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui simbiosis dan stimulasi fisiologis.
Kata Kunci : Trichoderma harzianum, waktu perendaman, benih cabai, patogen tular benih

PENDAHULUAN

Tanaman Cabai (Capsicum annum L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak di budidayakan dan mendapat perhatian dari masyarakat. Kandungan gizi yang dimiliki cabai cukup lengkap seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, dan vitamin B1 (Direktorat Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2004). Cabai juga memiliki nilai ekonomis tinggi untuk konsumsi rumah tangga seperti bahan masakan dan rempah-rempah, sehingga permintaan konsumen terus bertambah terhadap cabai dari tahun ke tahun seiring bertambahnya penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai (Soelaiman dan Ernawati, 2013).

Beberapa patogen utama yang menyerang tanaman cabai adalah Sclerotium rolfsii penyebab penyakit rebah kecambah (Hermeria et al., 2021), Phytophthora capsici penyebab penyakit busuk daun, Ralstonia syzygii subsp. Indonesiensis penyebab penyakit layu bakteri, virus Gemini penyebab penyakit kuning keriting, Cercosporasp. Penyebab penyakit bercak daun (Piay et al., 2010), dan Fusarium oxysporum f.spcapsici penyebab penyakit layu fusarium (Arsensi,2014). Colletotrichum spp penyebab penyakit busuk buah antraknosa.

Patogen penyebab penyakit antraknosa salah satunya adalahColletotrichum sp. (Fitriani et al., 2013). Serangan dapat terjadi kapan saja baik pada buah yang masih kecil ataupun buah yang akan di panen (Suwardani et al., 2014). Serangan yang paling parah dapat terjadi di saat curah hujan tinggi (Firdhausi, 2014). Banyak spesies yang tergolong penyebab penyakit antraknosa, diantaranya Colletotrichum capsici, Colletotrichum gloeosporioides dan Colletotrichum acutatum (Liu et al., 2016).

Antraknosa merupakan salah satu penyakit tular benih yang penting pada tanaman cabai karena penyakit ini mampu menurunkan kuantitas dan kualitas buah cabai dan menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup besar. Kerusakan yang disebabkan oleh jamur ini adalah pada bagian buah. Buah yang terserang menjadi busuk, penyakit ini bisa menurunkan hasil panen 45-60% (Wiratama et al., 2013). Kehilangan hasil akibat penyakit antraknosa pada musim hujan mencapai 80%, sedangkan pada musim kemarau 20-35% (Widodo, 2007).

Saat ini pengendalian antraknosa masih mengandalkan pestisida yang secara kimiawi dapat dengan cepat mematikan fungi tetapi tidak ramah lingkungan (Salim, 2012). Pengendalian menggunakan

DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

fungisida pun masih belum bisa mengendalikan antraknosa 100% karena masih adanya resistesi terhadap fungisida konsentrasi chorothalonil, mancozeb dan propinep (Widodo dan Hidayat, 2017).

Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan keberhasilan jamur T. harzianum dalam mengendalikan patogen tanaman. (Yanty dan Wahyuni, 2019) melaporkan bahwa aplikasi suspensi T. harzianum mampu menurunkan persentase serangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur Colletotrichum capsici pada buah cabai lokal sebesar 36,67%.

METODE PENELITIAN

Metode Penilitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan dengan ketinggin tempat 450 Mdpl pada bulan Maret sampai April 2025. Alat yang digunakan adalah gelas piala, *hand spayer*, spatula, *erlenmeyer*, gelas ukur, batang pengaduk, pisau, pinset, bak kecambah, tabung reaksi, gunting, kamera, dan alat-alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai varietas lokal Padang Sumatera Barat, akuades, kertas label, *wrapping*, plastik, *tissue*, tanah steril dan kultur cair *Trichoderma harzianum.*

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Masing- masing bak kecambah berisi 36 benih cabai. Total seluruh yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari 540 benih atau 5 perlakuan x 3 ulanagan x 36/bak cembah =540 benih.

P0= Kontrol (Tanpa perendaman *T. harzianum*)
P1= Perendaman cabai dengan *T. harzianum* selama 3 jam
P2= Perendaman cabai dengan *T. harzianum* selama 6 jam
P3= Perendaman cabai dengan *T. harzianum* selama 9 jam
P4= Perendaman cabai dengan *T. harzianum* selama 12 jam

Model linear yang digunakan untuk RAL adalah

$Y\ ij = \mu + Ti + €ij$

Y*ij* = Hasil pengamatan pada perlakuan ke – *i* dan ulangan ke- *j*
μ = Rata- rata umum
τi = Pengaruh perlakuan- *i*
€ij = Galat percobaan

Data pengamatan dianalisis secara sidik ragam, apabila hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak LSD pada taraf 5%.

PELAKSANAANPENELITIAN

Penyediaan Benih Cabai

Varietas yang digunakan andalah varietas lokal Padang Sumatera Barat, benih yang diambil adalah benih dari buah yang secara fisik terlihat terserang Antraknosa. Benih yang diambil hanya benih pada 2/3 bagian tengah dari buah. Benih tersebut dikering anginkan. Benih dipilih secara acak untuk masing-masing perlakuan.

DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

Penyiapan Media Tumbuh

Tanah dan pupuk kandang dicampur rata dengan perbandingan 2:1,lalu dimasukkan kedalam kantong plastik dan disterilkan dalam dandang dengan uap panas 100^{o}C, selama 60 menit kemudian didinginkan selama 24 jam.

Pengisian Polibag

Polibag diisi dengan media tanam yang terdiri dari campuran tanah dan pupuk kandang, dengan perbandingan 2:1. Campuran media tersebut diayak terlebih dahulu agar halus dan bebas dari kerikil atau kotoran, kemudian diaduk merata sebelum dimasukkan ke dalam polibag hingga 3/4 bagian penuh. Setelah itu, media disiram secukupnya untuk menjaga kelembapan sebelum benih cabai ditanam.

Perlakuan Benih

Benih cabai sebelum diberi perlakuan terlebih dahulu disinfeksi dengan merendam benih dalam larutan NaOCl 3% selama 5 menit selanjutnya benih dicuci sebanyak 3x dengan akuades steril, kemudian benih dikering-angınkan. Selanjutnya benih direndam dalam suspensi *Trichoderma harzianum* sesuai masing-masing waktu perlakuan. Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikering anginkan sebelum ditanam.

Penyemaian

Setiap bak kecambah disemai 36 polibag benih cabai yang telah diberi perlakuan dan yang tidak diberi perlakuan. Penyemaian dilakukan dengan cara menanam benih tersebut kedalam lubang sedalam kira-kira 1cm dan diatur dengan jarak yang sama kemu dian ditutup dengan tanah dan diamati hingga berumur 5 minggu.

Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan yaitu dengan cara melakukan penyiraman setiap hari, pagi dan sore. Ini dilakukan bertujuan untuk menjaga kelembapan tanah dan unsur hara sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan sekali seminggu, ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang signifikan atau tidak pada setiap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Persentase Daya Kecambah Benih Normal (%)

1. **Persentase Daya Kecambah Benih Normal 7 HST (%)**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi berbagai perlakuan kultur cair *Trichoderma harziaum* diperoleh hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Hasil uji lanjut persentase benih cabai lokal dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persentase perkecambahan benih cabai lokal terhadap perendaman dengan menggunakan kultur cair *Trichoderma harzianum* (%)

Perlakuan	Persentase Tumbuh (%)
P0	92.67
P1	83.33
P2	92.67
P3	98.00
P4	94.67

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan Uji LSD pada taraf $\alpha = 0,05$)

Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa P3 menunjukkan persentase tumbuh tertinggi (98%), yang mengindikasikan bahwa perlakuan ini paling efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman. P1 memiliki persentase tumbuh terendah (83,33%), yang mungkin menunjukkan bahwa perlakuan ini kurang optimal dibandingkan lainnya. P0 dan P2 memiliki hasil yang sama (92,67%), yang bisa berarti bahwa keduanya memberikan efek yang serupa terhadap pertumbuhan tanaman. P4 (94,67%) juga memberikan hasil yang baik, mendekati P3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih cabai (*Capsicum annuum* L.) dengan kultur cair *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh terhadap viabilitas benih yang diindikasikan oleh persentase tumbuh. Persentase tumbuh tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (98,00%), diikuti oleh P4 (94,67%), P0 dan P2 (masing-masing 92,67%), serta terendah pada P1 (83,33%). Perlakuan P3 yang menunjukkan hasil paling optimal mengindikasikan bahwa durasi perendaman tertentu memberikan kondisi yang mendukung aktivitas antagonis *T. harzianum* terhadap patogen tular benih seperti *Colletotrichum*, tanpa mengganggu fisiologi benih.Ini selaras dengan temuan (Harman *et al.* 2004) yang menyatakan bahwa *T. harzianum* mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman sekaligus menekan infeksi patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, serta produksi metabolit antifungal.

Hasil pada perlakuan P0 (kontrol) dan P2 memiliki nilai sama (92,67%), mengindikasikan bahwa durasi perendaman pada P2 belum memberikan kontribusi lebih terhadap viabilitas, kemungkinan karena durasi atau konsentrasi inokulum belum optimal dalam menginduksi resistensi atau menekan inokulum patogen. Sementara itu, penurunan signifikan pada P1 (83,33%) dapat disebabkan oleh stres fisiologis benih akibat perlakuan awal yang belum memberikan cukup waktu bagi *T. harzianum* untuk berkolonisasi secara efektif, atau adanya interaksi negatif antara benih dan residu metabolit sekunder oleh T. *harzianum* juga dapat memengaruhi daya tumbuh benih.

Sementara itu, peningkatan yang terjadi pada perlakuan P3 dan P4 mengindikasikan bahwa lama perendaman optimal berada pada kisaran waktu perlakuan tersebut, dimana *Trichoderma harzianum* telah mencapai aktivitas biologis yang efisien namun belum menimbulkan fitotoksisitas (efek racun) pada benih. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Gholami *et al.,* (2018) yang melaporkan bahwa perlakuan benih dengan agen hayati dapat meningkatkan viabilitas dan vigor apabila dilakukan pada waktu dan konsentrasi yang tepat.Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lama perendaman benih cabai dalam kultur cair *Trichoderma harzianum* berpengaruh terhadap persentase tumbuh, dan durasi perendaman pada perlakuan P3 merupakan titik optimum untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman

sekaligus potensi penekanan patogen tular benih.

1. Persentase Daya Kecambah Benih Normal 14 HST (%)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi berbagai perlakuan kultur cair *Trichoderma harziaum* diperoleh hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Hasil uji lanjut persentase benih cabai lokal dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Persentase perkecambahan benih cabai lokal terhadap perendaman dengan menggunakan kultur cair *Trichoderma harzianum* (%)

Perlakuan	Persentase Tumbuh (%)
P0	66,67
P1	70,00
P2	73,00
P3	90,00
P4	76,00

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan Uji LSD pada taraf $\alpha = 0,05$)

Data hasil pengamatan terhadap persentase daya kecambah 14 HST Cabai menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dengan kultur cair *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh yang nyata. Perlakuan P3 menunjukkan persentase daya kecambah tertinggi (90,00%), disusul oleh P4 (76,00%), P2 (73,00%), P1 (70,00%), dan terendah adalah P1 (66,67%). Persentase daya kecambah hari ke-14 pada perlakuan P3 mengindikasikan bahwa durasi perendaman tertentu memungkinkan kolonisasi *T. harzianum* secara optimal pada permukaan benih tanpa menimbulkan stres fisiologis.*T. harzianum* dikenal mampu melindungi benih dari infeksi awal patogen tular benih seperti *Collectrichum* melalui mekanisme antagonistik, termasuk mikoparasitisme dan produksi enzim litik (Harman *et al.,* 2004).Perlakuan ini juga memungkinkan benih untuk tumbuh lebih sehat dan kuat sehingga meningkatkan keberhasilan.

Sebaliknya, rendahnya persentase daya kecambah benih normal pada P0 (66,67%) dapat dikaitkan dengan dua kemungkinan: pertama, durasi perendaman yang terlalu singkat belum cukup bagi *T. harzianum* untuk berkolonisasi dan menghasilkan metabolit bioaktif; kedua, aktivitas patogen masih mendominasi permukaan benih. Hal ini sejalan dengan pernyataan Benítez *et al.* (2004) bahwa efektivitas *Trichoderma* sangat bergantung pada waktu kolonisasi awal dan interaksinya dengan mikrobioma benih.

Hasil yang hampir setara antara P1 (kontrol, 70,00 %) dan P2 (73,00%) menunjukkan bahwa durasi perendaman pada P1 belum memberikan efek nyata yang berbeda dari perlakuan tanpa inokulasi. Namun, peningkatan jelas mulai terlihat pada P4 (76,00%) dan mencapai puncaknya di P3, yang menegaskan pentingnya optimasi waktu perendaman untuk memperoleh manfaat maksimal dari kultur cair *T. harzianum*.Dengan demikian, perlakuan P3 merupakan durasi yang paling efektif dalam meningkatkan persentase daya kecambah cabai. Ini

DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

menunjukkan bahwa penggunaan agen hayati seperti *T. harzianum* berpotensi menggantikan fungisida sintetis dalam pengendalian penyakit tular benih sekaligus mendukung pertumbuhan awal tanaman.

Tinggi Tanaman Cabai (cm)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih cabai lokal dengan menggunakan kultur cair *Trichoderma harzianum*terhadap tinggi tanaman cabai terdapat hasil yang berbeda pada setiap perlakuan.

Tabel 3 Rata-rata Tinggi Tanaman cabai dengan menggunakan kultur cair *Trichoderma harzianum* (cm).

Perlakuan	Umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
P0	1,78	$4,09_{ab}$	$4,40_{ab}$	$4,82_{ab}$	$5,67_{ab}$
P1	0,97	$2,73_{a}$	$2,75_{a}$	$2,86_{a}$	$3,49_{a}$
P2	0,94	$3,39_{ab}$	$3,91_{ab}$	$4,28_{ab}$	$5,43_{ab}$
P3	1,43	$4,67_{b}$	$5,47_{b}$	$6,02_{b}$	$8,02_{b}$
P4	1,11	$3,81_{ab}$	$4,69_{b}$	$5,26_{b}$	$6,67_{ab}$

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan Uji LSD pada taraf $\alpha = 0,05$)

Data tinggi tanaman cabai dari 7 hingga 35 Hari Setelah Tanam (HST) menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dengan kultur cair *Trichoderma harzianum* berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Secara umum, perlakuan P3 menunjukkan hasil tertinggi secara konsisten di semua waktu pengamatan, dengan nilai akhir pada 35 HST mencapai 8,02 cm, jauh lebih tinggi dibandingkan P0 (5,67 cm) dan P1 (3,46 cm).

Pada fase pertumbuhan awal (7 HST) semua perlakuan belum menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun perbedaan antar perlakuan mulai terlihat secara nyata sejak 14 HST, di mana P3 dan P0 mulai menunjukkan nilai pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan P1 dan P2 pada 21 HST hingga 35 HST, keunggulan P3 semakin menonjol, mencerminkan efektivitas perlakuan tersebut dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman.

Hal ini diduga berkaitan erat dengan kemampuan *T. harzianum* sebagai agen hayati yang tidak hanya menekan patogen tular benih seperti *Colletotrichum*, tetapi juga meningkatkan fisiologi tanaman melalui stimulasi hormonal (seperti auxin dan gibberellin), pelarutan fosfat, dan peningkatan serapan nutrisi (Harman *et al*., 2004; Woo *et al.*, 2014). Perlakuan P3 kemungkinan memberikan durasi optimum bagi *T. harzianum* untuk berkolonisasi pada benih, menstimulasi pertumbuhan akar, dan meningkatkan sistem pertahanan tanaman secara sistemik (ISR :*Induced Systemic Resistance*).

DOI: https://doi.org/10.64168/jag.v2i1

Rendahnya hasil pada P1 dan P2 mengindikasikan bahwa durasi perendaman pada perlakuan tersebut belum mencukupi untuk mendukung koloni *T. harzianum* berkembang secara efektif, sehingga pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman masih terbatas.Sebaliknya, P4 menunjukkan hasil menengah, mencerminkan bahwa durasi perendaman lebih panjang tidak selalu memberikan efektivitas yang baik.Hal ini dapat disebabkan oleh potensi kejenuhan atau bahkan stres benih terhadap perlakuan biologis (Mastouri *et al.,* 2010).Secara keseluruhan, perlakuan P3 memberikan pengaruh paling positif terhadap pertumbuhan tanaman cabai dari fase awal hingga 35 HST.

Jumlah Daun (helai)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih cabai lokal dengan menggunakan kultur cair *Trichodermaharzianum*terhadap jumlah daun cabai terdapat hasil yang berbeda pada setiap perlakuan.

Tabel 4 Rata-rata Jumlah Daun (helai) bibit cabai dengan menggunakan kultur cair *Trichoderma harzianum.*

Perlakuan	Umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
P0	$1,47_{ab}$	$2,26_{ab}$	$1,88_{ab}$	$2,99_{ab}$	$3,51_{ab}$
P1	$1,03_{ab}$	$1,47_{a}$	$2,35_{a}$	$1,77_{a}$	$2,60_{a}$
P2	$0,94_{a}$	$1,74_{ab}$	$2,35_{ab}$	$2,89_{ab}$	$2,60_{ab}$
P3	$1,60_{b}$	$3,04_{b}$	$3,69_{b}$	$4,07_{b}$	$5,02_{b}$
P4	$1,16_{ab}$	$2,25_{ab}$	$2,87_{ab}$	$3,33_{ab}$	$3,88_{ab}$

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan Uji LSD pada taraf $\alpha = 0,05$)

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun tanaman cabai pada berbagai waktu pengamatan (7–35 HST), terlihat bahwa perlakuan perendaman benih dengan kultur cair *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan daun. Perlakuan terbaik diperoleh pada P3, di mana jumlah daun secara konsisten lebih tinggi dari perlakuan lainnya, terutama pada pengamatan 14 HST hingga 35 HST.

Pada 7 HST, P3 menunjukkan jumlah daun tertinggi yaitu 1,60, sedangkan perlakuan lainnya masih berada di bawah angka tersebut. Selanjutnya, perbedaan makin nyata pada 14 HST hingga 35 HST, di mana P3 mencapai 5,02 daun pada akhir pengamatan (35 HST), lebih tinggi dibandingkan P0 (3,52), P1 (2,59), dan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa durasi perendaman pada P3 memberikan waktu optimal bagi *T. harzianum* untuk berinteraksi dengan benih secara efektif, baik dalam meningkatkan ketahanan terhadap patogen tular benih maupun dalam merangsang pertumbuhan awal tanaman.

Trichoderma harzianum diketahui menghasilkan metabolit bioaktif dan enzim

yang mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman, termasuk pembentukan daun, melalui produksi hormon tumbuh seperti auksin dan sitokinin (Harman et al., 2004).Selain itu, *T. harzianum* juga berperan dalam melindungi benih dari infeksi awal oleh patogen tular benih seperti *Colletotrichum*, yang biasanya menyerang pada fase perkecambahan dan awal pertumbuhan vegetatif.

Perlakuan P1 menunjukkan hasil terendah hampir di semua tahap pengamatan, mengindikasikan bahwa durasi perendaman terlalu singkat untuk memberikan efek perlindungan dan pertumbuhan yang nyata.Hal serupa juga terlihat pada P2 yang menunjukkan hasil tidak jauh berbeda dengan kontrol (P0), mengindikasikan bahwa koloni *T. harzianum* belum berkembang optimal pada benih. Perlakuan P4 memberikan hasil pertumbuhan daun yang cukup baik namun masih di bawah P3, menunjukkan bahwa perendaman terlalu lama tidak selalu memberikan hasil lebih baik, mungkin karena stres osmotik atau kejenuhan pada permukaan benih akibat paparan terlalu lama.Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa perendaman benih dengan kultur cair *T. harzianum* pada durasi yang tepat (P3) dapat meningkatkan jumlah daun tanaman cabai sebagai indikator pertumbuhan awal yang sehat dan vigor.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Perlakuan lama perendaman benih cabai dengan kultur cair *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas benih dan pertumbuhan awal tanaman Cabai, termasuk tinggi tanaman dan jumlah daun (helai).

2. Perlakuan perendaman terbaik diperoleh pada P3, yaitu Perendaman cabai dengan *Trichoderma harzianum* selama 9 jam, yang secara konsisten menghasilkan: Persentase tumbuh tertinggi di hari ke-7 (98,00%), Persentase tumbuh tertinggi di hari ke-14 (90,00%) serta tinggi tanaman dan jumlah daun tertinggi pada semua waktu pengamatan hingga 35 HST.

3. Penggunaan *Trichoderma harzianum* secara biologis efektif menekan gangguan awal dari patogen tular benih *Colletotrichum* dan sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme simbiosis dan stimulasi fisiologis tanaman.

Saran

Perlakuan perendaman benih cabai dengan kultur cair *T. harzianum* selama durasi optimum (pada P3) dapat direkomendasikan sebagai bagian dari teknologi pengendalian hayati (*biological seed treatment*) di tingkat petani maupun pembibitan.

DAFTAR PUSTAKA

Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Codón, A. C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7(4), 249–260. https://doi.org/10.1007/s10123-004-0114-1

Direktorat Jendral Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2004. Pedoman Umum Pelaksanaan Proyek Pengembangan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Jakarta.

Fitria, E., Kesumawaty, E., dan Basyah, B. (2021). Peran Trichoderma harzianum sebagai Penghasil Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Varietas Cabai (Capsicum annum L.). Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy), 49(1): 45-52.

Gholami, A., Bakhshandeh, A., dan Pirdashti, H. (2018). Plant growth promoting bacteria affect the growth and nutrient uptake of rice. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 2(2), 509–520.

Harman, G. E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.*. *Phytopathology*, 96(2), 190–194. https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0190

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., dan Lorito, M. (2004). Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43–56. https://doi.org/10.1038/nrmicro797

Mastouri, F., Björkman, T., dan Harman, G. E. (2010). Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Plant and Soil*, 328, 129–139. https://doi.org/10.1007/s11104-009-0089-y

Salim MA. 2012. Pengaruh antraknosa (Colletotrichum capsici dan Colletotrichum acutatum) terhadap Respons Ketahanan Delapan Belas Genotipe Buah Cabai Merah (Capsicum annuum L.). Edisi JulI. 6(1):182–187.

Soelaiman, V dan A. Ernawati. 2013. Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Keriting (Capsicum annuum) secara in vitro pada Beberapa Konsentrasi BAP dan IAA. Bul. Agrohorti. 1:62-66.

Widodo, Hidayat SH. 2017. Identification of Colletotrichum Species Associated with Chili Anthracnose in Indonesia by Morphological Characteristics and Species-Specific Primers. Asian Journal of Plant Pathology. 12(1):7–15. https://doi.org/10.3923/ajppaj.2018.7.15

Yanti, D. P. (2019). Pengaruh Lama Perendaman Benih Cabai Lokal Dengan *Trichoderma Harzianum*terhadap Kemampuan Viabilitasnya. GrahaTani, 5(1), 720-727.

Yanty, D. P., dan Wahyuni, S. H. (2019). Effect of Immersion Duration of Trichoderma harzianum on Local Chili Growth. Jurnal Pertanian Tropik, 6(3): 477-481.