

## Identifikasi *Trichoderma* sp. dari Rizosfer Tanaman Kanonang (*Chordia dichotoma*. G. Forst) dan Karakteristik Pemacu Pertumbuhan serta Daya Antagonismenya Terhadap *Fusarium oxysporum*

(*Identification of Trichoderma sp. from The Rhizosphere of Kanonang Plant (Chordia Dichotoma. G. Forst) and Characteristics of Growth Stimulants and The Antagonism Against Fusarium oxysporum*)

Billy David Rawis<sup>1)</sup>, Dylan R Pahlevi<sup>2)</sup>, Parluhutan Siahaan<sup>1)</sup>, Marina Singkoh<sup>1)</sup>  
Agustina Tangapo<sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup>Program Studi Magister Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNSRAT

<sup>2)</sup>Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura,  
Kalasey Sulawesi Utara

\*Email korespondensi: billydavidrawis@gmail.com

### ABSTRAK

Pemanfaatan agen pengendali hayati dalam menghambat pertumbuhan patogen dalam hal ini *Fusarium* pada tanaman pertanian sangat penting agar bisa mengurangi dampak kerusakan lingkungan. *Trichoderma* sp. adalah jamur yang bisa diperoleh dari rhizosfer tanaman yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan menghambat jamur patogen penyebab kerusakan pada tanaman pertanian. Pemanfaatan isolat lokal jamur antagonis dalam hal ini dari rizosfer tanaman Kanonang memberikan hasil dimana ditemukannya spesies *Trichoderma* yang mampu mengendalikan patogen tanaman dalam hal ini *Fusarium oxysporum* melalui mekanisme antagonisme seperti penghambatan, antibiosis dan mikroparasitisme. Untuk mengetahui spesies dari *Trichoderma* sp ini, maka dilanjutkan dengan uji molekuler menggunakan gen penanda ITS dan hasil pengujian tersebut memberikan konfirmasi bahwa spesies *Trichoderma* pada rizosfer tanaman Kanonang adalah jenis *Trichoderma asperellum*. Jenis *Trichoderma* ini juga setelah diuji karakteristiknya dalam memacu pertumbuhan memberikan hasil positif baik uji pelarut fosfat dan penghasil auksin (IAA).

**Kata kunci:** *Trichoderma*; Rizosfer; molekuler; Tanaman Kanonang; *Fusarium oxysporum*

### ABSTRACT

The use of biological control agents to inhibit the growth of pathogens in this case *Fusarium* in agricultural plants is very important in order to reduce the impact of environmental damage. *Trichoderma* sp. is a fungus that can be obtained from the rhizosphere of plants that can increase soil fertility and inhibit pathogenic fungi that cause damage to agricultural plants. The use of local isolates of antagonistic fungi in this case from the rhizosphere of the Kanonang plant gave results where the discovery of *Trichoderma* species that are able to control plant pathogens in this case *Fusarium oxysporum* through antagonism mechanisms such as inhibition, antibiosis and microparasitism. To find out the species of *Trichoderma* sp, it was continued with a molecular test using the ITS marker gene and the results of the test confirmed that the *Trichoderma* species in the rhizosphere of the Kanonang plant was the *Trichoderma asperellum* type. This type of *Trichoderma* also after being tested for its characteristics in stimulating growth gave positive results for both phosphate solvent and auxin producer (IAA) tests.

**Keywords:** *Trichoderma*; Rhizosphere; molecular; Kanonang Plant; *Fusarium oxysporum*

### PENDAHULUAN

Daerah rizosfer tanaman merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Rizosfer didefinisikan sebagai zona tanah di sekitar akar tanaman yang dipengaruhi langsung oleh akar tanaman (Prashar *et al.*, 2014). Rizosfer kaya akan nutrisi yang berasal dari eksudat-eksudat akar yang dihasilkan oleh tanaman sehingga populasi mikroorganisme di daerah rizosfer melimpah. Akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya menstimulir pertumbuhan mikroba. (Wulandari *et al.*, 2020).

*Trichoderma* sp. sangat besar peluangnya menjadi salah satu agen hayati, dimana terdapat pada semua ekosistem/habitat, mudah untuk diisolasi dan ditumbuhkan, sangat cepat tumbuh dalam tanah dan substrat yang berbeda, bersifat mikoparasit, penghasil antibiotik dan sangat baik berkompetisi tempat hidup dan makanan. *Trichoderma* sp. diketahui menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel dengan konsentrasi yang tinggi seperti  $\beta$ -(1-3) glukonase dan kitinase yang berperan dalam degradasi dinding sel jamur.

Genus *Trichoderma* sp., telah banyak diteliti sebagai agensia hayati untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman tertentu. *T. harzianum* dan *T. viride* telah banyak dikomersialkan untuk mengendalikan penyakit busuk akar, dan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh jamur *Fusarium*, *Rhizoctonia* dan *Pythium* (Anggraeni & Usman, 2015). Jamur antagonis asal rizosfer beberapa tanaman telah dilaporkan memiliki kemampuan dalam menekan penyakit tanaman. Putri *et al.* (2015) menemukan jamur genus *Trichoderma*, *Penicillium*, dan *Chaetomium* asal tanaman karet yang memiliki kemampuan menekan 18,07– 51,08% perkembangan penyakit lapuk *Fusarium* tanaman karet (Adhi & Suganda, 2020).

Penyakit layu fusarium merupakan penyakit tular tanah yang disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium oxysporum* dan menyerang sistem vaskular yaitu xylem tanaman inang. Spora *F.oxysporum* masuk ke dalam tanaman melalui penetrasi propagul spora melewati luka pada akar. Mikrokonidia akan tumbuh berkecambah membentuk hifa dan melanjutkan proses kolonisasi (Okungbowa & Shittu, 2014 ; Ulya *et al.*, 2020). Keberadaan fungi *F. oxysporum* menyebabkan kerugian yang cukup signifikan terhadap hasil pertanian dan hortikultura. Fungi ini menyebabkan sebagian besar kelayuan yang terjadi pada tanaman hortikultura (Ulya *et al.*, 2020). Tanaman yang paling rentan terhadap penyakit ini termasuk pisang (Sari *et al.*, 2018), tomat, kapas, dan cabai (Syarifah *et al.*, 2024).

Dalam upaya mengatasi kerugian yang disebabkan oleh *F. oxysporum*, penggunaan agen biokontrol seperti *Trichoderma* sp. menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, *Trichoderma* sp dapat memparasiti *F. oxysporum* dengan menembus hifa patogen dan menghancurkannya melalui sekresi enzim lisis seperti chitinase dan glukonase, yang mengurangi jumlah patogen di tanah dan pada tanaman (Manzar *et al.*, 2022). *Trichoderma* sp dapat meningkatkan akses tanaman terhadap nutrisi penting seperti fosfat dan mikronutrien melalui produksi enzim yang memobilisasi nutrisi dari bahan organik dan anorganik di dalam tanah (Altomare *et al.*, 1999). Selain itu, jamur ini memproduksi hormon tanaman seperti auxin, gibberellin, dan cytokinin yang merangsang pertumbuhan tanaman, terutama dalam perkembangan akar, sehingga tanaman lebih mampu menyerap air dan nutrisi (Contreras-Cornejo *et al.*, 2009). Jamur ini mampu mengendalikan berbagai patogen tanaman melalui mekanisme seperti mikoparasitisme, kompetisi untuk nutrisi dan ruang, serta produksi antibiotik dan enzim lisis, yang secara signifikan mengurangi populasi patogen di tanah (Sood *et al.*, 2020).

Penggunaan agen hayati dari isolat lokal menawarkan sejumlah keuntungan signifikan, termasuk adaptasi yang optimal terhadap lingkungan setempat seperti iklim, jenis tanah, dan patogen spesifik, yang meningkatkan efektivitas kontrol penyakit dan hasil pertanian (Harman *et al.*, 2004). Isolat lokal juga mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, yang dapat mencemari tanah, air, dan udara, serta membantu menjaga kesehatan ekosistem dengan meningkatkan mikrobiota

tanah dan proses dekomposisi (Harman, 2006). Selain itu, agen hayati lokal sering kali lebih ekonomis dalam hal produksi dan distribusi, mendukung ekonomi lokal dan mengurangi biaya bagi petani (Lange et al., 2020).

Salah satu lokasi yang perlu dilakukan untuk tempat eksplorasi *Trichoderma* sp adalah di daerah rizosfer tanaman kanonang (*Cordia dichotoma*). Berdasarkan pengalaman empiris, tumbuhan yang ada sekitar tanaman ini biasanya tumbuh subur. Tumbuhan yang subur tersebut diduga disebabkan karena disekitar rizosfer tumbuhan kanonang hidup melimpah mikroorganisme yang berinteraksi atau bersimbiosis saling menguntungkan dengan tumbuhan kanonang tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi *Trichoderma* sp. dari rizosfer Tanaman Kanonang (*Cordia dichotoma*).

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksplorasi dan eksperimen. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Lanjut, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium Terpadu Universitas Sam Ratulangi dan Laboratorium BPPMTPH (Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura) Kalasey Sulawesi Utara. Sampel tanah dan daun pohon Kanonang diambil dari Perkebunan di Desa Kanonang, Kecamatan Kawangkoan Barat, Minahasa.

Penelitian identifikasi *Trichoderma* pada tumbuhan kanonang, antagonisnya terhadap *Fusarium*, Karakteristik pemacu pertumbuhan yaitu uji produksi auksin (IAA) dan uji pelarutan fosfat dimulai dari tahap persiapan yaitu mengambil sampel tanah sekitar rizosfer tanaman kanonang sedalam 10-15 cm. Tanah diencerkan sampai empat kali. ( $10^{-4}$ ). Setiap kali pengenceran 2 tetes dari sampel di taruh dalam media rose bengal sebanyak 2 cawan petri begitu seterusnya sampai cairan pada pengenceran ke empat. Setelah itu diinkubasikan pada suhu kamar (24–28°C) selama 5-7 hari. Jamur yang diperoleh kemudian dimurnikan, selanjutnya jamur yang diduga *Trichoderma* dipindahkan ke media PDA dan diamati karakteristiknya baik secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan harian selama tujuh hari terhadap kultur jamur *Trichoderma* sp. dilakukan secara makroskopis terhadap penampakan dan pertumbuhan koloni. Pengamatan warna koloni, bentuk koloni dan diameter pertumbuhan. Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap konidiofor, fialid, dan bentuk konidia isolat *Trichoderma* sp. dengan menggunakan metode kultur slide. (Susila et al., 2023 ; Gusnawaty et al., 2014). Hasil pengamatan identifikasi dicocokkan dengan menggunakan buku kunci identifikasi jamur Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Jufri et al. 2015 ; Syarifah et al., 2024)

Selanjutnya dilakukan uji molekuler menggunakan gen ITS untuk mengetahui jenis jamur *Trichoderma* yang diperoleh. Urutan basa dari primer ITS1 adalah 5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3', dan ITS 4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') (Taribuka et al., 2017 ; Susila et al., 2023 ; Khalid & Ramadan, 2018).

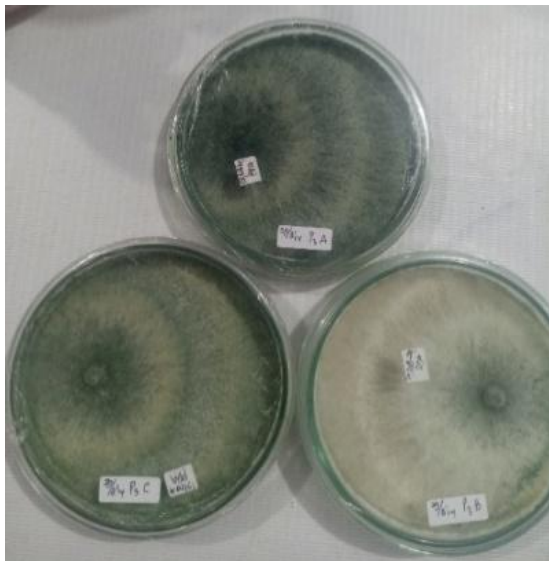
Pengujian selanjutnya adalah melihat daya antagonisnya yaitu: pertama, penghambatannya terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* dengan mengukur jari-jari jamur patogen tanpa jamur antagonis/kontrol (r1) dikurangi jari-jari *Fusarium* dengan *Trichoderma* (r2) selanjutnya dimasukkan dalam persamaan  $Z = \frac{(r1-r2)}{r1} \times 100\%$  tingkat hambatan ditentukan berdasarkan persentase inhibition of radial growth (PIRG) dan Bell Rating. Level antagonis dari PIRG digolongkan sebagai berikut: PIRG  $\leq$  50% rendah, 50% < PIRG  $\leq$  60% sedang, 60% < PIRG  $\leq$

75% tinggi, dan PIRG > 75%: sangat tinggi (Picardal *et al.*, 2019). Kedua, uji antibiosis yaitu peristiwa terjadinya penghambatan satu patogen oleh jasad antagonistik dengan terbentuknya zona bening dan ketiga, uji mikroparasitisme dimana apabila kedua koloni sudah saling bertemu, dilakukan pengamatan di bawah mikroskop untuk melihat adanya hifa *Trichoderma* sp. yang melilit pada hifa jamur patogen dan kemudian akan diikuti dengan terjadinya lisis pada hifa jamur patogen (Badan Standarisasi Nasional, 2014).

Karakteristik pemacu pertumbuhan adalah tahap pengamatan yang terakhir yaitu mengetahui kemampuan jamur dalam melarutkan fosfat dan produksi auksin (IAA). Uji pelarut fosfat ini dilakukan dengan menumbuhkan jamur pada media *Pikovskaya* dengan penambahan tri-kalsium fosfat sebagai sumber fosfat, kemudian diinkubasi pada suhu  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 7 hari. Zona solubilisasi dapat terlihat dari pengamatan zona bening disekitar jamur pada media *Pikovskaya*. Untuk melihat produksi auksin, isolat jamur yang telah dikultur pada media PDA dengan penambahan 0,5 g/L L-triptofan disentrifugasi dengan sentrifuge pada kecepatan 13.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dari kultur PDA dimasukkan dalam kuvet dengan *reagen Salkowski* melalui perbandingan 1:2 (1 mL supernatan + 2 mL *reagen*), diinkubasi selama 25 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan pada panjang gelombang 530 nm (Mohite, 2013) dengan sebelumnya telah dibuat kurva standar IAA terlebih dahulu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

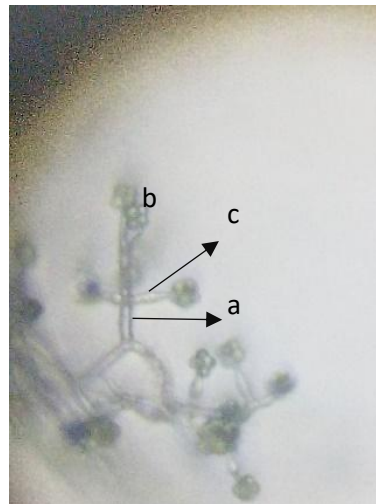
Tanah dari daerah rizosfer tanaman kanonang diambil dan diencerkan kemudian ditumbuhkan pada media rose bengal. Kultur murni diperoleh dan isolat tersebut menyajikan miselium putih kehijauan dan hijau kekuningan dengan konsistensi seperti spons yang menyebar keseluruh plat, dua sampai tiga cincin konsentris. (**Gambar 1**). Warna putih merupakan warna hifa seperti kumpulan benang sedangkan warna hijau merupakan warna spora/konidium (Molebila *et al.*, 2020). Pertumbuhan koloni *Trichoderma* memenuhi seluruh permukaan cawan petri pada 5-6 hari setelah inokulasi.



**Gambar 1.** Jamur *Trichoderma* hasil pemurnian yang tumbuh pada media PDA untuk pengamatan makroskopis

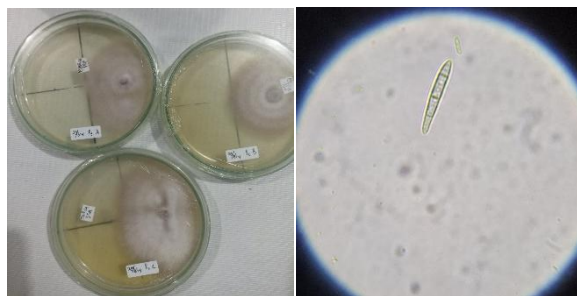
Karakteristik lain yang mendefinisikan genus *Trichoderma* sp. adalah pertumbuhan cepat dan agresif dalam media kultur dan perkembangan konidia dengan warna hijau-kuning. Karakteristik ini sangat mirip dengan beberapa *Trichoderma* sp. sehingga sulit untuk mengidentifikasi isolat hanya berdasarkan data morfologi (Matas-baca et al., 2022).

Untuk identifikasi mikroskopis diambil sedikit jamur *Trichoderma* sp kemudian dipindahkan ke water agar sebanyak dua buah secara septik di LAF. Untuk water agar di buat blok terlebih dahulu untuk mempermudah pengamatan. Setelah dua hari dilakukan pengamatan pada konidiofor (a), bentuk konidia (b), dan fialid (c) diperoleh konidiofor bercabang dan berpasangan dengan fialid radial dan konidia rapat berbentuk bulat hingga subbulat dengan pigmentasi hijau kekuningan (**Gambar 2**).



**Gambar 2.** Bentuk mikroskopis *Trichoderma* sp isolat.

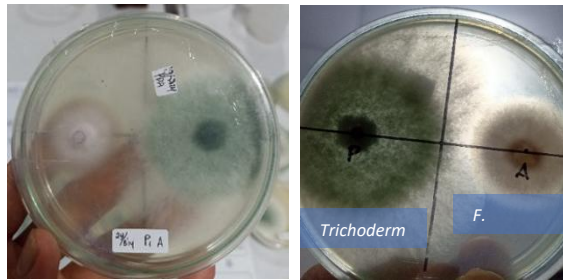
Setelah dilakukan identifikasi terhadap *Trichoderma* sp. dilanjutkan dengan mencari jamur *Fusarium oxysporum* pada tanaman cabai yang telah terinfeksi diperoleh hasil setelah ditanam pada media PDA seperti pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** *Fusarium oxysporum* yang diperoleh dari tanaman cabai terinfeksi.

Setelah kedua jamur diperoleh kemudian dilakukan Uji antagonisme yaitu uji penghambatan, Antibiosis dan Mikroparasitisme). Uji penghambatan dilakukan dengan menempatkan jamur patogen dan antagonis pada satu media dengan diberi jarak seperti pada **Gambar 4**. Pengamatan uji penghambatan ini dilakukan selama tiga hari.





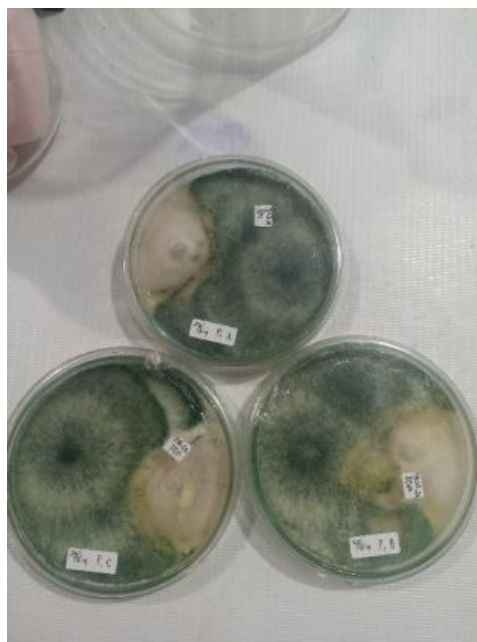
**Gambar 4.** Uji penghambatan awal.

Penghambatan dihitung menggunakan rumus dengan mengukur jari-jari dari jamur patogen pada perlakuan 1 (antagonis dan patogen) dengan jari-jari perlakuan 2 (patogen). Untuk pengamatan pada hari terakhir dengan tiga ulangan diperoleh hasil seperti pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Perhitungan penghambatan jamur antagonis terhadap jamur patogen

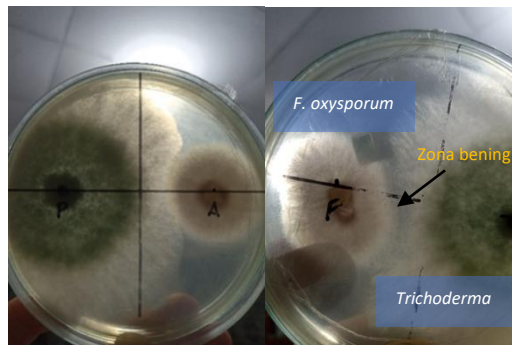
R1 (Perlakuan 1)	R2 (Perlakuan 2)	Z (penghambatan %)
Kontrol		
4,1 cm	1 cm	75,60
4 cm	0,7 cm	82,5
4,4 cm	0,8 cm	81,81

Berdasarkan hasil pada **Tabel 1**, perbandingan penghambatan pada hari pertama dengan tiga kali ulangan diperoleh rata-rata sebesar 50,63%, hari kedua 70,98% dan hari ketiga rata-ratanya 79,97%. Berdasarkan PIRG (Persentase Inhibition of Radial Growth) level antagonis hari pertama sedang dengan skala pemeringkatan Bell pada peringkat 2, untuk hari kedua level antagonisnya tinggi dengan skala Bell 2 dan pada hari terakhir pengamatan level antagonisnya sudah sangat tinggi melebihi 75% dan skala Bell nya tetap 2 (**Gambar 5**).



**Gambar 5.** Penghambatan *Trichoderma asperellum* terhadap *Fusarium oxysporum*

Selanjutnya dilakukan uji Antibiosis. Pada uji ini ketika jamur *Trichoderma* (antagonis) dan jamur *Fusarium* (patogen) diletakan pada media agar secara bersama-sama. Terlihat setelah beberapa hari baik *Trichoderma* maupun *Fusarium* tumbuh dan kemudian terbentuk zona bening antara kedua jamur ini. Ini menunjukkan terjadinya proses antibiosis yaitu peristiwa terjadinya penghambatan satu patogen oleh jasad antagonistik dengan terbentuknya zona bening. Setelah lima hari dari proses perlakuan diperoleh ukuran zona bening pada perlakuan pertama ulangan A, B dan C masing-masing 0,3 cm, 0,3 cm dan 0,1 cm seperti terlihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Uji antibiosis *Trichoderma asperellum* terhadap *Fusarium oxysporum*

Uji selanjutnya adalah mikroparasitisme yang hampir mirip dengan antibiosis. Jamur antagonis dan patogen di letakan dalam gelas objek yang telah di lelehkan media PDA dengan menggunakan bor gabus dengan jarak diatur kemudian diletakkan pada cawan petri (**Gambar 7**).



**Gambar 7.** Proses pengujian mikroparasitisme

Setiap hari dilakukan pengamatan sampai pada akhirnya terjadi kontak antara hifa patogen (*Fusarium oxysporum*) dan antagonis (*Trichoderma* sp) setelah diamati maka diperoleh masing-masing hifa berkembang sejak awal pengujian karena terdapat nutrisi. Koloni hifa baik *Trichoderma* maupun *Fusarium* terlihat pada mikroskop seperti pada **Gambar 8**. Setelah beberapa hari proses mikroparasitisme mulai terlihat. Mikroparasitisme yang dilakukan *Trichoderma* dilakukan dengan cara menempel pada jamur patogen, kemudian membentuk hifa yang melekat dan menggulung jamur tersebut hingga mati, selain itu juga jamur antagonis ini dapat memproduksi enzim ekstraseluler yang dapat merusak dinding sel jamur *Fusarium* (**Gambar 9**).



Gambar 8. Koloni *Trichoderma* di bawah mikroskop (kiri), perbandingan dengan buku identifikasi jamur *Trichoderma* (tengah); hifa jamur antagonis dan patogen (kanan)



Gambar 9. Proses Mikroparasitisme pada Jamur

Pada akhirnya dilakukan uji molekuler Jamur *Trichoderma* sp. yang diperoleh dari rizosfer tanaman kanonang meliputi preparasi sampel, ekstraksi DNA, amplifikasi DNA ITS jamur dengan PCR, elektroforesis gel agarose dan sekuensi gen ITS untuk analisis variasi genetik. Urutan basa dari primer ITS1 adalah 5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3', dan ITS 4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3''.

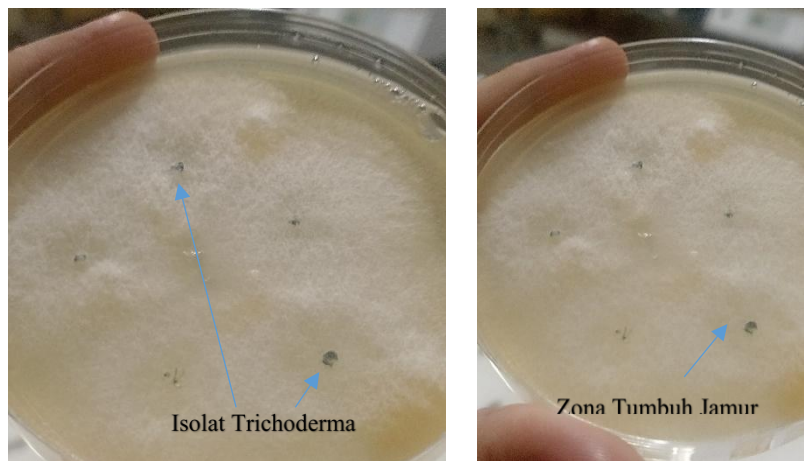
Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate C23505 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	642	MN783048.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate C2W501 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	620	MN783048.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate C3G406 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	619	MN783026.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate s01 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spac...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	606	CP703549.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> strain KUFA0755 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gen...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	551	CR827880.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> strain CK2-F small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed sp...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	584	CR821799.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma</i> sp. voucher YU 2206 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene, com...	<i>Trichoderma sp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	502	CR807970.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma azevedoi</i> isolate BRIP 74286 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA ge...	<i>Trichoderma aze...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	562	CR787381.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma yunnanense</i> strain MB02 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed sp...	<i>Trichoderma yun...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	602	CR775709.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> strain CRT-4 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	575	CR770586.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma</i> sp. TCD 006 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene, complete seq...	<i>Trichoderma sp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	522	KJ873088.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma</i> sp. CC-2016 strain 57 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spac...	<i>Trichoderma sp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	628	KX344997.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal tra...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	582	KU745860.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate A19 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	576	CR134337.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate A16 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	583	CR134238.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate A14 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	576	CR134094.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate A13 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	577	CR134022.1
<input checked="" type="checkbox"/> <i>Trichoderma asperellum</i> isolate A12 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene, co...	<i>Trichoderma asp...</i>	857	857	100%	0.0	100.00%	545	CR134019.1

Gambar 10. Hasil BLASTn Sampel Molekuler *Trichoderma* sp. dari Rizosfer Tanaman Kanonang



Pada metrik BLASTn (**Gambar 10**) skor tertinggi dimiliki oleh *Trichoderma asperellum* yaitu 857 dari 857. Hal tersebut menunjukkan bahwa sekuen yang dimilikinya memiliki homogenitas yang paling mirip dengan sekuen yang kita cari. *Query coverage* (presentasi dari panjang nukleotida yang selaras dengan database yang terdapat pada BLAST) juga tertinggi pada *Trichoderma asperellum* yang menunjukkan nilai 100%. Semua nilai *E-Value* dari sekuen bernilai 0, itu artinya sekuen tersebut identik dengan sekuen yang kita cari. Terakhir, nilai identifikasi tertinggi yang menunjukkan kecocokan antara sekuen *query* dengan sekuen database yang tersejajarkan dimiliki oleh *Trichoderma asperellum* yaitu sebesar 100%.

Karakteristik pemacu pertumbuhan pada uji pelarut fosfat diperoleh setelah dua hari setelah pemindahan isolat *T. asperellum* ke media koloni jamur telah menyebar ke media dan membentuk seperti lingkaran yang merupakan kumpulan hifa berwarna putih. Terlihat juga disekitar isolat seperti ada zona warna coklat keputihan (**Gambar 11**). Hal ini menunjukkan bahwa dengan pertumbuhan yang cepat dari jamur *T. asperellum* ini pada media pikovskaya merupakan indikasi bahwa jamur ini dapat melarutkan fosfat tidak larut sehingga secara tidak langsung meningkatkan ketersediaan fosfat bagi tanaman khususnya pada permukaan akar tanaman.



**Gambar 11.** Isolat *Trichoderma asperellum* yang tumbuh pada media pikovskaya



**Gambar 12.** Jamur *Trichoderma asperellum* pada media Pikovskaya 14 hari

Menurut Pane (2022) mikroba tanah dari golongan bakteri, jamur, dan alga ditemukan dapat melarutkan fosfat. MPF (Mikroba Pelarut Fosfat) melarutkan fosfor anorganik dengan beberapa cara yaitu produksi asam organik, asam

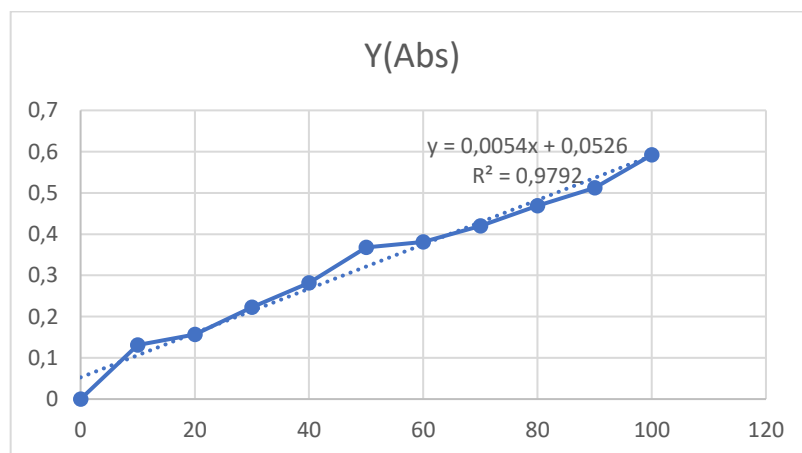
anorganik, melepas proton, produksi siderofor dan eksopolisakarida. Sementara itu, pelarutan P organik terjadi melalui proses mineralisasi yang dikatalis oleh enzim. Terlihat pada hari ke 14 didapati pada media Pikovskaya yang ditumbuhi *T. asperellum* terdapat zona bening disekitar isolat setelah diukur diameter isolatnya sebesar 0,2 cm dan diameter zona bening 0,5 cm (**Gambar 12**) sehingga diperoleh IKF/IP (Indeks Pelarutan Fosfat) sebesar 1,5 yang menunjukkan indeks kelarutannya rendah karena di bawah 2.

Untuk hasil pengujian produksi auksin (IAA) setelah diukur nilai absorbansinya dan dibandingkan dengan nilai IAA standar (**Gambar 13**). Konsentrasi IAA standar dibuat mulai dari 0 ppm sampai 100 ppm.



**Gambar 13.** Larutan Stok Indol-3-Acetic Acid (IAA) konsentrasi bertingkat (ppm) + Reagen Salkowski (Tangapo, 2020) & kultur *T. asperellum* (PDA & PDA plus Triptofan)

Hasil analisis reaksi dari kultur diambil supernatan Jamur *T. asperellum* dan direaksikan dengan reagen Salkowsky. Pembuatan kurva standar IAA bertujuan memperoleh persamaan regresi untuk perhitungan konsentrasi IAA sampel (**Gambar 14**). Pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran diolah menjadi grafik seperti pada **Gambar 14**. Persamaan regresi yang terlihat terlihat pada gambar, dimana  $y = 0,0054x + 0,0526$  dan nilai regresinya adalah 0.9792. Persamaan regresi diperoleh dari nilai absorbansi IAA standar dan sampel.



**Gambar 14.** Kurva Standar IAA

Hasil pengukuran absorbansi sampel *Trichoderma asperellum* pada media PDA dan PDA yang ditambahkan Triptofan yaitu 0,215 dan 0,21 yang diambil pada hari keempat sebagai nilai y dan dikalkulasi ke dalam persamaan regresi untuk mencari nilai x. Nilai x adalah kadar IAA yang dihasilkan oleh sampel. Sampel *Trichoderma asperellum* yang diukur memiliki kandungan IAA sebesar 29,15 ppm dan 30,07 ppm. Sampel kembali dipanen pada hari ketujuh dan kesebelas kemudian diukur absorbansinya dan diperoleh konsentrasi ppm tertinggi pada hari ketujuh sebesar 92,85 ppm dan turun pada hari kesebelas menjadi 74,89 ppm (**Tabel 2**).

**Tabel 2.** Nilai absorbansi dan konsentrasi hormon IAA

<b>Isolat Jamur (Media)</b>	<b>Absorbansi (nm)</b>	<b>Konsentrasi (ppm)</b>
(PDA + Trp) H.4	0,21	29,15
(PDA ) H.4	0,215	30,07
(PDA + Trp) H.7	0,554	92,85
(PDA + Trp) H.11	0,457	74,89

Isolat yang mampu menghasilkan IAA dapat dimanfaatkan sebagai pengendali biologi melalui kompetisi, produksi antibiotik, produksi fitohormon dan peningkatan ketersediaan hara melalui fiksasi N atau peningkatan kelarutan fosfat organik dan anorganik. Jamur yang mampu menghasilkan IAA juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman sehingga akar tanaman mampu menyerap nutrisi dari dalam tanah lebih banyak. Jamur dalam tanah dapat menempel pada akar kemudian memanfaatkan eksudat akar berupa triptofan untuk menghasilkan IAA dan senyawa IAA yang dihasilkan jamur tersebut dapat digunakan kembali oleh tanaman sebagai pemacu tumbuh (Khoirunisa, 2024).

## **KESIMPULAN**

Pencarian agen pengendali hayati pada isolat tanaman lokal yang dekat dengan para petani sangatlah penting. Bagian rizosfer tanaman merupakan daerah yang penting dan menunjang kesuburan dan kualitas suatu tanaman. Tanaman Kanonang ternyata memiliki potensi untuk menemukan jamur antagonis yang merupakan agen pengendali hayati penting, yaitu *Trichoderma asperellum*. Penemuan ini penting mengingat kemampuan dari jamur *Trichoderma* ini yang dapat menghambat pertumbuhan dari jamur *Fusarium oxysporum* yang menjadi patogen pada tanaman pertanian. Perlu adanya penelitian selanjutnya tentang keberadaan jamur ini pada tanaman kanonang mengingat tingkat kesuburan dari tanaman pertanian yang ditanam sekitar pohon ini sangat berpengaruh bagi kualitas pertumbuhan tanaman tersebut.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adhi, S. R., & Suganda, T. (2020). Potensi jamur rizosfer bawang merah dalam menekan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*, penyebab penyakit busuk umbi bawang merah. *Kultivasi*, 19(1), 1015.  
<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.22877>
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). Agens Pengendali Hayati (APH) *Beauveria bassiana*. *Sni 8027.1:2014*.

- Gusnawaty, Taufik, M., Triana, L., & Asniah. (2014). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Spp. Indigenus Sulawesi Tenggara Morphological Characterization *Trichoderma* spp. Indigenous Southeast of Sulawesi. *J. Agroteknos*, 4(2), 88–94.
- Khalid, S. A., & Ramadan, A. B. (2018). Internal transcribed spacers (ITS) based identification of *Trichoderma* isolates and biocontrol activity against *Macrophomina phaseolina*, *Aspergillus niger* and *Meloidogyne incognita*. *African Journal of Microbiology Research*, 12(30), 715–722. <https://doi.org/10.5897/ajmr2018.8915>
- Khoirunisa, F. R., A. W. Sektiono, S. Djauhari, and L. Q. Aini. (2024). Uji Potensi Jamur Penghasil Iaa Sebagai Pengendali Hayati Patogen Layu *Fusarium Oxysporum* Pada Tanaman Cabai: Investigating the Potential of IAA-Producing Fungus as a Biological Control of *Fusarium* Wilt On Chili. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, vol. 12, no. 1, Mar. 2024, pp. 25-41, doi:10.21776/ub.jurnalhpt.
- Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176(June 2020). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760>
- Manzar, N., Kashyap, A. S., Goutam, R. S., Rajawat, M. V. S., Sharma, P. K., Sharma, S. K., & Singh, H. V. (2022). *Trichoderma*: Advent of Versatile Biocontrol Agent, Its Secrets and Insights into Mechanism of Biocontrol Potential. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19), 1–32. <https://doi.org/10.3390/su141912786>
- Michielse, C. B., & Rep, M. (2009). Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Molecular Plant Pathology*, 10(3), 311–324. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x>
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). *Trichoderma* asal akar kopi dari Alor: Karakterisasi morfologi dan keefektifannya menghambat *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa secara in Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.2.61-68>
- Picardal, J. P., Danielle, E., Tundag, L., Picardal, M. T., & Goc-Ong, G. B. (2019). Antagonistic activity of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) against phytopathogenic *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Schlecht.) as a biological control. *CNU Journal of Higher Education*, 13(November), 25–33.
- Prashar, P., Kapoor, N., & Sachdeva, S. (2014). Rhizosphere: Its structure, bacterial diversity and significance. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 13(1), 63–77. <https://doi.org/10.1007/s11157-013-9317-z>
- Sari, W., Wiyono, S., Nurmansyah, A., Munif, A., & Poerwanto, R. (2018). Keanekaragaman dan Patogenesisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 216. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.6.216>
- Susila, E., Maulina, F., & Emilda, D. (2023). Characterization and identification of *Trichoderma* on shallots isolated from three elevation regions in West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(4), 2064–2071. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240416>
- Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiw, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: The “secrets” of a

- multitalented biocontrol agent. *Plants*, 9(6), 1–25. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
- Syarifah, S. M., Sari, O. P., & Bimantara, A. (2024). Pengendalian Hayati Patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. capsici dengan Isolat *Trichoderma* sp. Asal Rizosfer Bambu dari Kecamatan Kedu, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 29(3), 454–460. <https://doi.org/10.18343/jipi.29.3.454>
- Tangapo, A. M. (2020). Potensi Bakteri Endofit Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) dalam Menghasilkan Hormon Indole Acetic Acid (IAA) dengan Penambahan L-triptofan. *Jurnal Bios Logos*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.35799/jbl.10.1.2020.27980>
- Ulya, H., Darmanti, S., & Ferniah, R. S. (2020). Pertumbuhan Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada Umur Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 1–6.
- Wulandari, N., Irfan, M., & Saragih, R. (2020). Isolasi Dan Karakterisasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria Dari Rizosfer Kebun Karet Rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3), 57–64. [https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35\(3\).4565](https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35(3).4565)