



Filtrate Culture of *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicilium* and *Aspergillus flavus* as Inhibitor on Downy Mildew on Maize

Nur Ilmi¹, Sogandi², & Hikmahwati^{3*}

¹Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Pare-Pare

²Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

³Agroteknologi, Fakultas Ilmu Pertanian, Universitas Al Asyariah Mandar

*Corresponding Author: hikmahwatihasen@gmail.com

Received September 11, 2024; revised November 13, 2024; accepted November 20, 2024

ABSTRACT

Controlling downy mildew caused by *Peronosclerospora philipinensis* in maize plants is currently dependent on the use of synthetic pesticides; therefore, it is necessary to develop biocontrol agents as a sustainable alternative control. Filtrate cultures of biocontrol agent fungi consist of antibiotics, enzymes, and secondary metabolites that are antimicrobial in nature. We conducted the research from July to August 2024 at the Plant Disease Laboratory of the Department of Protection, Faculty of Agriculture, and the Biochemistry Laboratory of the Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University. This study had four parts: (1) identifying the morphology of biocontrol agent isolates and pathogenic fungi; (2) measuring growth diameter of antagonist fungi; (3) testing filtrate cultures for their ability to inhibit pathogens; and (4) testing filtrate cultures for their ability in vigor of sprouting on corn seeds. Based on morphological identification, the four biocontrol agent isolates are *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, and *Aspergillus flavus*, with the best growth diameter on the *Trichoderma*, which is 8.5 cm on seven days. The filtrate cultures performed the best in the inhibition test on *P. philipinensis*, exhibiting spore damage percentages of 70-74%. The vigor test performed best on *Trichoderma* and *Aspergillus flavus*, with growth potential (GP) of 100% and 63%, respectively. Filtrate culture with biological agents has good potential for *P. philipinensis* spore inhibition and corn seed germination.

Keywords: *Peronosclerospora philipinensis*, Vigor, Konidia, Benih

Kultur Filtrat *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicilium* dan *Aspergillus Flavus* Sebagai Penghambat untuk Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung

ABSTRAK

Pengendalian penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora philipinensis* pada tanaman jagung saat ini masih tergantung pada penggunaan pestisida sintetik, sehingga diperlukan pengembangan pemanfaatan agen biokontrol sebagai alternatif pengendalian yang berkelanjutan. Kultur filtrat dari jamur agenbiokontrol terdiri dari antibiotik, enzim dan metabolit sekunder yang bersifat antimikroba. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Departemen Proteksi, Fakultas Pertanian dan di Laboratorium Biokimia, Departemen Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin pada bulan Juli-Agustus 2024. Penelitian menggunakan isolat yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Departemen Proteksi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Isolat jamur antagonis yang digunakan adalah jenis *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, dan *Aspergillus flavus*. Tahapan penelitian ini terdiri dari empat kegiatan, yaitu (1) identifikasi morfologi isolat agenbiokontrol dan jamur patogen, (2) pengukuran diameter jamur agen biokontrol (3) uji penghambatan kultur filtrat terhadap patogen dan (4) uji vigor perkecambahan biji jagung terhadap kultur filtrat Berdasarkan identifikasi morfologi ke empat isolat agens biokontrol adalah *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium* dan *Aspergillus flavus*, dengan diameter pertumbuhan terbaik pada isolat *Trichoderma* yaitu 8.5 cm pada hari ke 7. Uji penghambatan kultur filtrat terhadap *P. philipinensis* terbaik oleh kultur filtrat *Gliocladium*, *Penicilium* dan *Trichoderma* yang disemprotkan ke permukaan daun dengan gejala bulai memberikan nilai persentase kerusakan konidia 70-74%. Uji Vigor terbaik pada *Trichoderma* dan *Aspergillus flavus* dengan potensi pertumbuhan (GP) 100% dan 63%. Kultur Filtrat pada Agens hayati memiliki potensi yang baik pada penghambatan spora *P. philipinensis* dan perkecambahan biji jagung.

Kata Kunci: *Peronosclerospora philipinensis*, Vigor, Konidia, Benih

PENDAHULUAN

Penyakit bulai di Indonesia disebabkan oleh 3 spesies patogen yaitu *Peronosclerospora maydis*

(Racib.) C.G. Shaw, *Peronosclerospora philipinensis* (W. Weston) C. G. Shaw, *Peronosclerospora sorghi* (W. Weston & Uppal) C.G. Shaw (Hikmahwati et

al., 2011; Muis *et al.*, 2013). Kerugian penyakit bulai yang ditimbulkan sebesar 30–80 % di Kediri, 20–94% pada beberapa varietas di Indonesia (Pudjiwati *et al.*, 2013).

Pengendalian penyakit bulai pada tanaman saat ini masih bergantung pada penggunaan pestisida yang berdampak pada gangguan keseimbangan ekosistem, termasuk timbulnya resistensi pada patogen tanaman. Golongan cymoxanil, termasuk fungisida yang resistensinya terhadap patogen bulai telah dilaporkan seperti propamocarb hidroklorida atau fluopicolide (Keinath & Silva, 2022), sehingga diperlukan teknik pengendalian alternatif yang ramah lingkungan di antaranya dengan memanfaatkan agens biokontrol.

Beberapa agen biokontrol yang dapat menekan patogen tanaman di antaranya *Gliocladium* dengan daya hambat 74.79%, *Trichoderma* daya hambat 73.19% pada patogen *Fusarium oxysporum* (Hikmahwati *et al.*, 2021). *Trichoderma atroviride* dilaporkan berpotensi menekan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (92.11%) (Nofal *et al.*, 2021), dan *T. harzianum* memberikan perlindungan penyakit hingga 82.9% pada *Plasmopara viticola* (Kamble *et al.*, 2021).

Agen biokontrol mengendalikan patogen tanaman dengan beberapa mekanisme salah satunya adalah antibiosis. Mekanisme antibiosis terjadi karena agens biokontrol menghasilkan molekul atau metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap mikroorganisme yang ditargetkan. Berbagai strain bakteri dan jamur mampu menghasilkan antibiotik dan metabolit sekunder yang memiliki potensi antifitopatogen. Semakin banyak senyawa dari agens biokontrol maka semakin kuat efisiensi biokontrol (Nguyen *et al.*, 2017).

Kultur filtrat jamur dapat mengandung antibiotik, enzim dan metabolit sekunder yang bersifat antimikroba. Kultur filtrat dari *Trichoderma viride* berupa etyl acetate mampu menghambat *Curvularia lunata* sebesar 51.9 dan 63% (Yassin *et al.*, 2021), *Penicilium* sp. menghasilkan metabolit sekunder berupa golongan senyawa terpenoid dengan daya hambat 33,78% pada *Candida albicans* (Nurulita *et al.*, 2020). Ethyl acetate diproduksi oleh *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Aspergillus nidulans* saat menekan patogen *Fusarium oxysporum* dengan daya hambat 84.37% (Abdelaziz *et al.*, 2022); Albupeptins A-D2 diproduksi oleh *Gliocladium* dan menekan *Phytophthora infestans* (Pereira-Dias *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan analisis terhadap kultur filtrat cendawan *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicilium* dan *Aspergillus flavus*. Peran kultur filtrat yang akan dianalisis adalah potensinya sebagai penghambat penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung dan pemicu vigor pada benih jagung.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyakit, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas

Pertanian, dan di Laboratorium Biokimia, Departemen Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin pada bulan Juli-Agustus 2024.

Nama Isolat

Isolat jamur antagonis yang digunakan berasal dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Isolat jamur antagonis yang digunakan adalah *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, dan *Aspergillus flavus*.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan pada setiap pengujian dengan empat perlakuan sebagai berikut:

FT: Kultur filtrat dari *Trichoderma*

FG: Kultur filtrat dari *Gliocladium*

FP: Kultur filtrat dari *Penicilium*

FA: Kultur filtrat dari *Aspergillus flavus*

Pengambilan Konidia *Peronosclerospora*

Konidia diperoleh dari tanaman jagung yang terkena penyakit bulai dengan gejala klorotik bergaris memanjang atau menguning dan terdapat propagul masa konidia di bawah atau di atas permukaan daun. Daun yang dipilih adalah antara daun pucuk hingga daun ke lima yang menunjukkan gejala sistemik. Daun dibilas dengan air bersih kemudian dipotong (5 cm) dan diletakkan ke dalam tabung kaca besar yang diberi air larutan gula 3% (Adhi *et al.*, 2019) setinggi 1 cm. Pada pukul 8 malam, daun dikeluarkan dari tabung dan dilap dengan kertas tissue, kemudian dimasukkan kedalam plastic zip lock dengan posisi permukaan daun bagian atas menghadap ke atas, kemudian diletakkan di luar ruangan untuk mendapatkan udara dingin dalam keadaan gelap. Daun dibiarkan diluar hingga pukul 04 pagi untuk mendapatkan sporulasi *Peronosclerospora* spp.

Karakterisasi Morfologi Isolat *Peronosclerospora*

Karakteristik morfologi isolat *Peronosclerospora* dilakukan berdasarkan pengamatan morfologi dan morfometri. Konidia dan konidiofor *Peronosclerospora* dicirikan dengan adanya propagul mirip tepung berwarna putih. Propagul tersebut diambil menggunakan plastik berpelekat (selotip) bening kemudian ditempelkan pada gelas objek yang sudah diberi satu tetes pewarna methylene blue 2%. Selanjutnya semua sisi pinggir selotip diberi kuteks bening agar preparat dapat disimpan lebih lama (Adhi *et al.*, 2019; Anugrah & Widiyanti, 2018; Hikmahwati *et al.*, 2011) untuk digunakan pada karakterisasi isolat.

Pengamatan morfologi dan morfometri dilakukan pada konidia dan konidiofor. Parameter pengamatan morfologi dan morfometri dilihat berdasarkan bentuk konidia, dimensi konidia dan konidiofor, (Widiyanti *et al.*, 2017). Pengukuran

dimensi konidia dan konidiofor dilakukan di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x, dibantu kamera mikroskop dan perangkat lunak Optilab viewer3.0 dan Image Raster 3.0.

Identifikasi Morfologi Isolat Agen Biokontrol

Identifikasi koloni jamur dilakukan dengan bantuan kunci identifikasi. Identifikasi dilakukan dengan mengamati ciri makroskopis dan mikroskopis jamur. Pengamatan makroskopis dilakukan terhadap morfologi koloni yang meliputi pengamatan makroskopis yaitu bentuk, warna, tekstur, permukaan, dan tepi koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi keberadaan konidia, konidiofor, dan ciri khusus yang akan menentukan jenis jamur tersebut. Mendokumentasikan isolat dengan menggunakan mikroskop perangkat lunak *Optilab viewer 3.0* dan *Image Raster 3.0*. Identifikasi dilakukan dengan mengacu Barnett dan Hunter (2006).

Pertumbuhan Diameter Jamur Agen Biokontrol

Pertumbuhan diameter cendawan adalah bagian dari ciri morfologi jamur antagonis. Untuk melihat pertumbuhan jamur antagonis dilakukan dengan ditumbuhkan kembali pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari dan diukur setiap harinya. Pengamatan pertumbuhan diameter jamur dilakukan dengan menghitung diameter jamur pada media PDA secara vertikal dan horizontal dengan menggunakan penggaris. Rumus pengukuran pertumbuhan diameter jamur mengikuti metode perhitungan Syamsulhadi *et al* (2023) dengan rumus berikut:

$$D = \frac{d1 + d2}{2} \quad \dots (1)$$

Dimana D adalah diameter jamur, d1 adalah diameter vertikal jamur d2 adalah diameter horizontal jamur.

Pembuatan Kultur Filtrat dari Agen Biokontrol

Jamur ditumbuhkan selama 14 hari pada media *Potato Dekstro Broth* (PDB) dan dilakukan pemisahan koloni jamur dengan kultur filtratnya dengan cara disaring dengan menggunakan kertas saring whatman GF/C dengan corong buchner dan dengan syringe filter 0,22 µm.

Uji Patogenitas dan Vigor Kultur Filtrat

Uji patogenitas dilakukan dengan menggunakan metode blotter test dengan metode standar yang ditentukan oleh International Seed Testing Association (ISTA) dan Mirsam *et al.*, (2021) menggunakan media PDA. Metode ini adalah metode tes praktis, sederhana dan mampu mendeteksi isolat jamur patogen atau non-patogen, meskipun tidak menghasilkan spora atau konidia. Isolat jamur diuji patogenitasnya menggunakan kecambah biji jagung (varietas Anoman) sebagai indikator.

Sterilisasi permukaan benih jagung dilakukan berdasarkan metode dijelaskan oleh Mirsam *et al.*, (2024) dengan suhu dan waktu yang dimodifikasi. Benih jagung didisinfeksi permukaannya dengan larutan NaOCl 2% selama 5 menit, dan didibilas dengan air steril 3 kali. Selanjutnya, benih diberi perlakuan air panas dengan merendamnya dalam air steril pada 55 °C selama 20 menit. Kemudian biji dikeringkan di atas kertas tisu steril dan sepuluh biji direndam pada kultur filtrat selama 10 menit dan disusun di atas botol berisi PDA yang diberikan kultur filtrat sebanyak 35%. Benih diinkubasi selama satu minggu pada suhu kamar. Kontrol dengan menggunakan media PDA dan dengan PDA + Fungisida Dimetomorf 500 g/l + Piraklostrobin 10g/l sebanyak 10.000 ppm. Pengamatan dilakukan dengan menghitung persentase kecambah biji normal, kecambah abnormal dan gejala nekrotik sebagai penanda apakah isolat jamur biocontrol yang digunakan bersifat patogen dan atau berpotensi patogen. Index vigor diamati setelah 7 hari, percobaan dilakukan dengan 3 ulangan menggunakan 10 benih setiap perlakuan. Selanjutnya, efek dari isolat terhadap viabilitas dan vigor benih ditetapkan dengan menggunakan parameter pengamatan sebagai berikut:

(a) Potensi Pertumbuhan (Growth potential -GP)

GP adalah persentase yang dihitung berdasarkan jumlah benih yang tumbuh pada 7 hari pengamatan, dihitung dengan rumus berikut:

$$GP = \frac{\Sigma \text{ Benih yang berkecambah}}{\Sigma \text{ Benih yang ditumbuhkan}} \times 100\% \quad \dots (2)$$

(b) Vigor Index (VI)

Vigor Index (VI) dihitung dengan menghitung persentase jumlah kecambah normal pada pengamatan pertama (hari ke 5) dengan rumus berikut :

$$VI = \frac{\Sigma \text{ Kecambah Normal}}{\Sigma \text{ Benih yang Dikecambahkan}} \times 100\% \quad \dots (3)$$

(c) Rata-rata Pertumbuhan (Growth Rate- GtR) (%)

Pengamatan terhadap laju pertumbuhan (GR) untuk bibit normal dilakukan setiap hari dan dihitung menggunakan rumus berikut :

$$GtR = \frac{n1}{D1} + \frac{n2}{D2} + \dots + \frac{n7}{D7} \quad \dots (4)$$

Dimana n adalah persentase perkecambahan normal per observasi (%) dan D adalah waktu pengamatan

(d) Rata-rata Perkecambahan Biji (Germination Rate-GR)

Persentase perkecambahan biji yang normal menunjukkan potensi viabilitas benih yang dihitung pada pengamatan pertama (hari ke 5) dan pengamatan

ke dua (hari ke 7) setelah benih tumbuh, dihitung dengan rumus berikut:

$$GR = \frac{\sum N1T1 + N2T2 + \dots + NxTx}{\sum \text{Benih yang berkecambah}} \times 100\% \dots (5)$$

N adalah jumlah benih yang berkecambah setiap hari; T adalah Jumlah waktu antara awal pengujian dan akhir interval pengamatan yang ditentukan.

Uji Daya Hambat Kultur Filtrat Jamur Antagonis terhadap Sporulasi *Peronosclerospora* pada Daun Jagung.

Pengujian penghambatan jamur antagonis terhadap sporulasi *Peronosclerospora philippinensis* dilakukan dengan melihat jumlah spora dan perkecambahan spora yang terbentuk setelah setelah perlakuan kultur filtrat jamur antagonis. Metode yang digunakan dalam pengujian ini merujuk pada metode Jatnika *et al.* (2013). Daun yang terinfeksi bulai diambil pada fase vegetative (asexual) dengan memotong pangkal daun pucuk sampai daun ke 5 pada sore hari. Kemudian daun di cuci dan dibersihkan dengan spon secara perlahan di bawah air mengalir pada bagian permukaan dan bawah daun dan siap digunakan untuk pengujian. Dua helai daun digunakan untuk 1 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali.

Pengujian penghambatan patogen dilakukan dengan penyemprotan kultur filtrat jamur antagonis pada daun sakit secara merata dan menyeluruh. Kontrol menggunakan air steril dan dengan fungisida Dimetomorf 500 g/l + Piraklostrobin 10 g/l sebanyak 10.000 ppm, kemudian kemudian diinkubasi selama 6 jam-12 jam (Gowda & Bhat, 1988), dalam kondisi lembab dan gelap pada wadah yang sudah berisi larutan gula 3%, dimana pangkal daun terendam setinggi 1 cm (Jatnika *et al.*, 2013) dengan posisi daun bagian pangkal di letakkan di bawah wadah. Pengamatan dilakukan setelah diinkubasi selama 7 jam pada masing-masing perlakuan, spora yang muncul pada bagian daun diisolasi menggunakan cork borer diameter 1 cm, masukkan ke dalam tabung reaksi kemudian divortex 10 detik dan teteskan air steril 50µl dan diamati pada pada deglass preparat. Parameter pengamatan adalah sebagai berikut:

Persentas penurunan sporulasi

Persentase spora *Peronosclerospora* yang terbentuk dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Sr = \frac{S1 - S2}{S1} \times 100\% \dots (6)$$

Dimana Sr = Persentase penurunan sporulasi, S1= Jumlah spora yang dihasilkan jamur *Peronosclerospora* pada kontrol, S2= Jumlah konidia yang dihasilkan jamur *Peronosclerospora* dengan perlakuan.

Persentasi Kerusakan spora

Kerusakan spora *Peronosclerospora* dapat dihitung dengan rumus (Anugrah & Widiyanti, 2018) sebagai berikut :

$$\text{Kerusakan Spora} = \frac{\text{Spora yang rusak}}{\text{Total Spora yang diamati}} \times 100\% \dots (7)$$

Persentasi Perkecambahan spora

Persentasi perkecambahan spora *Peronosclerospora* yang berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Perkecambahan Spora (\%)} = \frac{\text{Spora yang berkecambah}}{\text{Spora yang diamati}} \times 100\% \dots (8)$$

Penurunan daya kecambah

Perkecambaha dilihat berdasarkan benih yang berkecambah dan tumbuh dengan baik. Penurunan daya kecambah spora *Peronosclerospora* dihitung dengan metode perhitungan Trizelia dan Rusdi (2012) sebagai berikut:

$$Mr = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100\% \dots (9)$$

Keterangan: Mr = Persentase penurunan perkecambahan spora, M1= perkecambahan spora pada kontrol, M2= Perkecambahan spora dengan perlakuan.

Data dianalisis data menggunakan ANOVA. Bila hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji BNT (5%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Jamur *Peronosclerospora philippinensis*

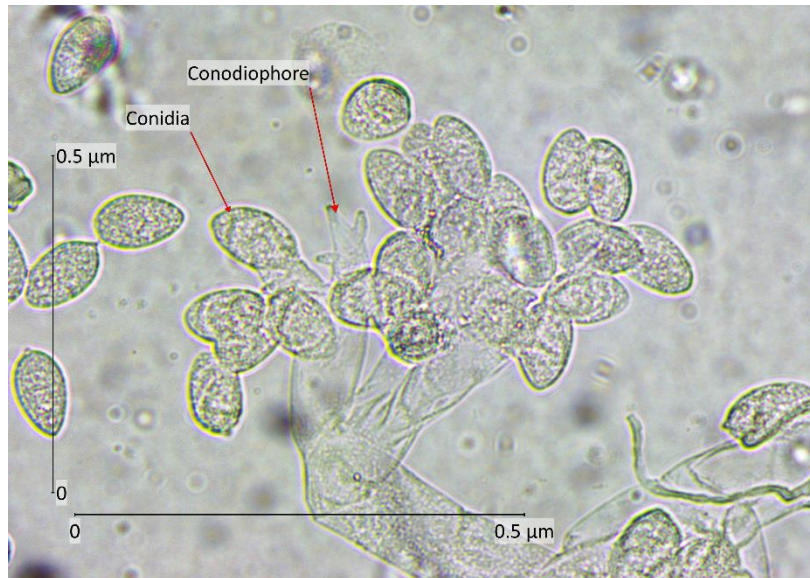
Jamur patogen *Peronosclerospora philippinensis* penyebab penyakit bulai di Sulawesi Selatan memiliki karakterisasi morfologi seperti Gambar 1. Bentuk konidia bulat oval memanjang yang merupakan ciri dari jenis *P. philippinensis*. Menurut Muis *et al.* (2013) bahwa berdasarkan karakterisasi morfologi isolat asal Sulawesi Selatan berbentuk bulat telur dan hasil analisis molekuler dengan marka SSR menunjukkan bahwa isolat asal Sulawesi Selatan berada dalam satu grup yang menunjukkan spesies dari *P. philippinensis*. Menurut Ginting *et al.*, (2020) Konidia *P. philippinensis* berbentuk bulat memanjang.

Morfologi Jamur Antagonis

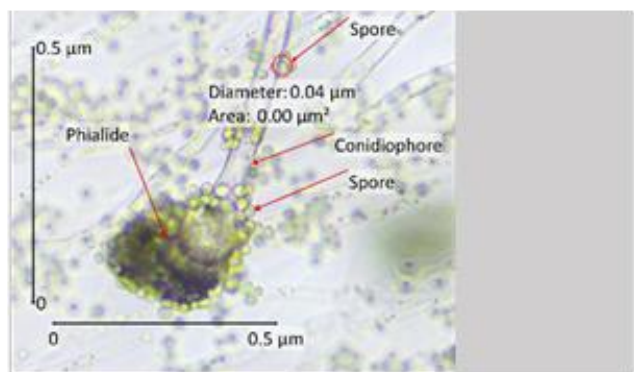
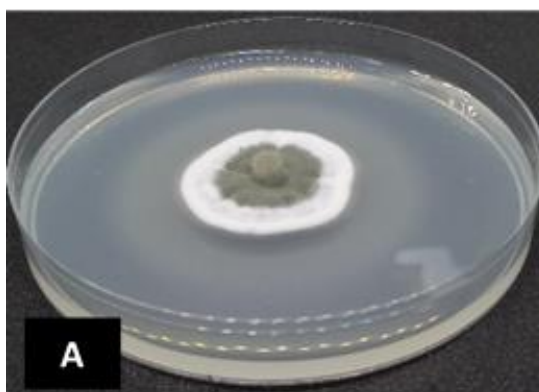
Berdasarkan karakter morfologi isolat jamur antagonis (Gambar 2.) yang digunakan adalah *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium* dan *Aspergillus flavus*. *Trichoderma* dengan ciri makroskopis berwarna hijau dan putih dengan tekstur berbutir dan ciri mikroskopis dengan kondiofor yang diduduki oleh beberapa phialid dengan spora yang berbentuk bulat. (Widiati *et al.*, 2022). *Gliocladium* memiliki koloni

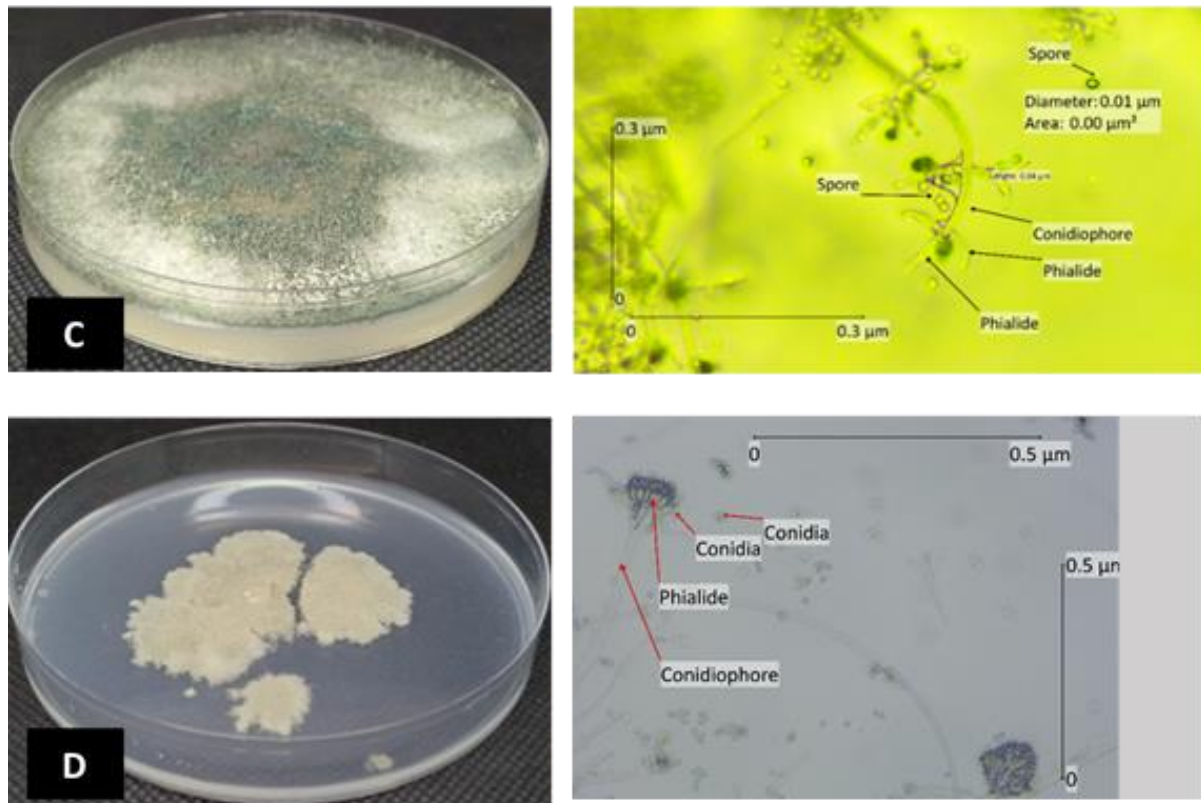
berwarnan putih, abu-abu kehitaman, pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersepta, bagian atas cabang-cabang konidiofor membentuk seperti sikat yang tersusun padat dan menggumpal (Larekeng, 2020). Koloni jamur *A. flavus* berwarna hijau muda dan putih (Widiati *et al.*, 2022). *Aspergillus* memiliki vesikel terminal dengan fialid yang memancar (Guimarães *et al.*, 2019), koloni berwarna hijau muda cerah (Zhu *et al.*, 2022). Koloni berwarnan putih pada

bagian pinggir dan hijau keabuan di bagian Tengah (Espeso *et al.*, 2019). Koloni berwarna hijau tua, berbentuk tepung, kompak dan bagian belakang koloni berwarna krem kekuningan pada media PDA dengan miselium yang tidak berwarna (Khan *et al.*, 2017) *Penicillium* memiliki konidiofor seperti sikat yang tersusun (Guimarães *et al.*, 2019) bentuk konidiophora monovertikulat (Houbraken *et al.*, 2011).



Gambar 1. Karakter Morfologi *Peronosclerospora philipinensis* → ukuran dan jenis huruf harus sama dengan teks



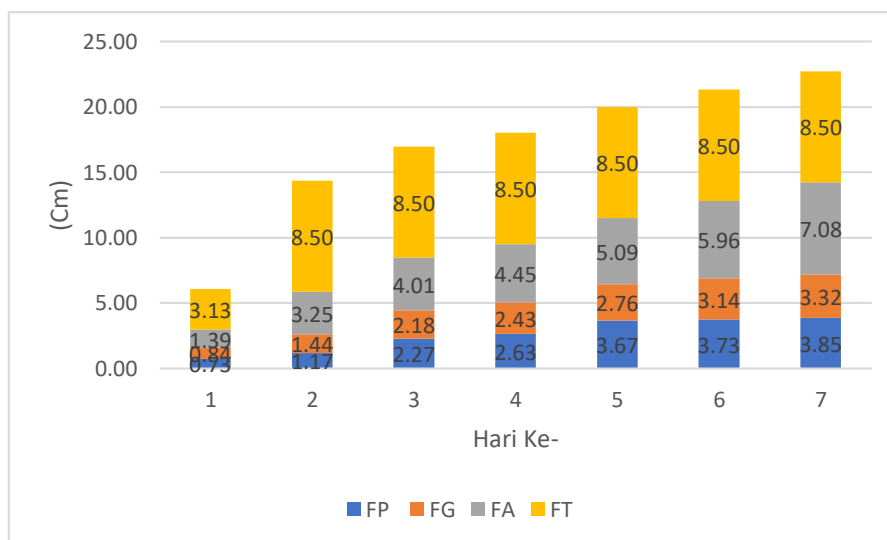


Gambar 2. Karakterisasi Morfologi Cendawan A. *Penicillium*, B. *Aspergillus flavus* C. *Trichoderma* D. *Gliocladium*

Dimater Pertumbuhan Cendawan

Diameter pertumbuhan jamur antagonis merupakan bagian dari ciri morfologi pertumbuhan cendawan. Pertumbuhan diameter jamur dapat dilihat pada hari ke 3, 5 dan ke 7 secara signifikan berbeda nyata antar isolat ($p=0.05$) (Tabel 1.). Pertumbuhan diameter jamur antagonis (Gambar 3.) tercepat terdapat pada *Trichoderma* yaitu 8.5 cm sejak hari ke 3, 5 dan 7, diikuti oleh *Aspergillus flavus* berturut-turut pada

hari ke 3, 5, 7 yaitu 4.01 cm, 5.09 cm dan 7.08 cm, pada *Pennicilium* yaitu 2.27 cm pada hari ke 3, 3.67 cm dan 3.85 cm pada hari ke 5 dan 7, dan *Gliocladium* yaitu 2.18 cm, 2.76 cm dan 3.32 cm. Hal ini menunjukkan kemampuannya dalam kompetisi menempati ruang. Penghambatan pertumbuhan radial yang lebih tinggi menunjukkan efektivitas yang tinggi (efek antagonis) dari *T. harzianum* (Richa *et al.*, 2025).



Gambar 3. Grafik Diameter Pertumbuhan Cendawan → ukuran lurus sama dengan teks naskah

Tabel 1. Diameter Pertumbuhan Jamur antagonis

Isolat	Hari ke – (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
FP (Penicillium)	0.73	1.17	2.27 ^a	2.63	3.67 ^a	3.73	3.85 ^a
FG (Gliocladium)	0.84	1.44	2.18 ^a	2.43	2.76 ^b	3.14	3.32 ^a
FA (<i>Aspergillus flavus</i>)	1.39	3.25	4.01 ^b	4.45	5.09 ^c	5.96	7.08 ^b
FT (Trichoderma)	3.13	8.50	8.50 ^c	8.50	8.50 ^d	8.50	8.50 ^c

Uji Vigor kultur filtrat

Berdasarkan pengamatan tidak ditemukan gejala nekrotik pada biji setelah diberi perlakuan filtrat agens antagonis yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa kultur filtrat yang digunakan tidak bersifat

patogen pada tanaman. Uji patogenitas jamur dapat dilakukan dengan perendaman benih pada jamur antagonis dan gejala nekrotik yang ditimbulkan pada kecambah menunjukkan kemampuan jamur sebagai patogen (Mirsam *et al.*, 2024).

Tabel 1. Hasil Uji Vigor dan Patogenitas Isolat Cendawan pada Biji Jagung

Isolat	GP (Potensi Pertumbuhan) (%)	VI (Vigor Index) (%)	GtR (Growth Rate) (%)	GR (germination rate) (Rata-rata hari)	Nekrotik
Kontrol	100	83	46	1.53	
Fungisida	100	97	52	0.03	-
FP (Penicillium)	80	80	39	0.08	-
FG (Gliocladium)	90	87	44	0.10	-
FA (<i>Aspergillus flavus</i>)	63	53	29	1.85	-
FT (Trichoderma)	100	93	41	1.33	-

Perlakuan benih dengan perendaman kultur filtrat yang berbeda menunjukkan nilai potensi pertumbuhan (GP) yang berbeda secara signifikan ($p=0.05$). GP tertinggi pada FT yaitu 100% dan pada terendah pada FA 63%. Index Vigor (VI) tertinggi pada FT adalah 93% dan terendah pada FA 53%. Nilai Rata-rata pertumbuhan (GtR) terbaik pada FT 41 % dan terkecil pada FA 29% dan rata-rata perkecambahan (GR) pada terbaik pada FA 1.85 hari dan terendah pada FP 0.08 hari (Tabel 2.).

Hal ini menunjukkan kultur filtrat dari isolat agens hayati yang digunakan dapat meningkatkan daya kecambah, index vigor dan kecepatan tumbuh benih jagung jika dibandingkan dengan kontrol, karena agens hayati mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi dan menghasilkan hormon pertumbuhan (Sonhaji *et al.*, 2013). Perendaman biji melon pada kultur filtrat *Trichoderma* sp. memberikan pengaruh nyata pada parameter pertumbuhan (Nofal *et al.*, 2024).

Sembilan isolat cendawan asal rhizosfer memiliki potential memicu perkecambahan benih jagung hingga 70% dibandingkan kontrol (Mirsam *et al.*, 2021). Menurut (Kamble *et al.*, 2021) *Trichoderma harzianum* memicu senyawa enzimatis pada tanaman yang menyebabkan tanaman memiliki pertahanan. *Trichoderma pubescens* juga memicu aktivitas enzim pada tanaman yang memicu pertumbuhan tanaman (Behiry *et al.*, 2023)

Uji Daya Hambat Kultur Filtrat Terhadap *Peronosclerospora*.

Berdasarkan uji daya hambat kultur filtrat terhadap *P. philipinensis* pada Gambar 4. menunjukkan nilai penurunan sporulasi terbesar pada FA, kemudian FG, FP dan terendah pada FT yaitu 61%, 46%, 39% dan 30%. Nilai penurunan sporulasi pada patogen bulai lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol yaitu 15% namun lebih rendah dari perlakuan Fungisida Dimetomorf yaitu 71% . Nilai Kerusakan spora berbeda secara signifikan ($p=0.05$) terbaik pada kultur filtrat FG, FP, FT yaitu 74%, 71%, 70% dengan nilai lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan Kontrol yaitu 20% dan perlakuan Fungisida Dimetomorf 500 g/l + Piraklostrobin 10g/l sebesar 41% dan FA terendah hanya 31%. Persentase perkecambahan spora terendah diperoleh pada perlakuan FP FG , yaitu 1% dan 3%, dan pada kontrol yaitu 3%, pada perlakuan Fungisida Dimetomorf yaitu 1%, pada perlakuan FT dan FA yaitu 11%.

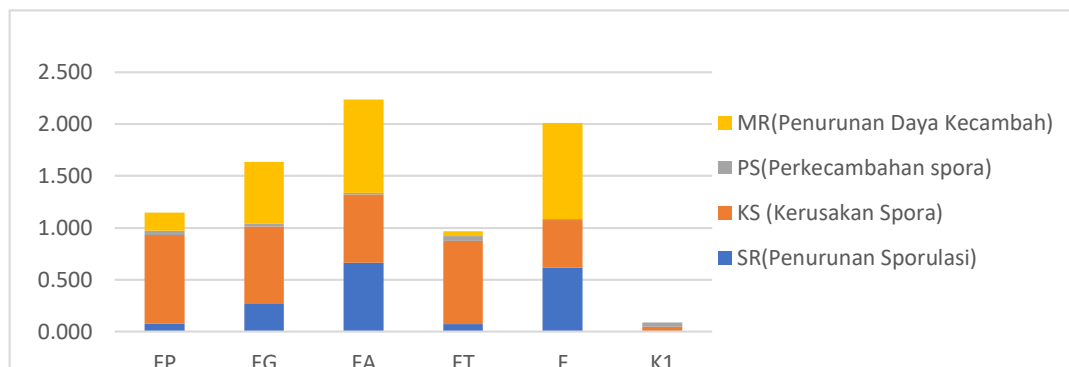
Berdasarkan hasil uji daya hambat yang diperoleh menunjukkan bahwa kultur filtrat dari jamur antagonis yang diuji memberi pengaruh pada sporulasi, pada jumlah spora yang berkecambah dan pada kerusakan spora, dimana spora yang rusak mengalami pecah dinding sel (*lysis*) seperti pada Gambar 5. Hal ini diduga karena kultur filtrat yang dihasilkan jamur antagonis mengandung senyawa enzimatis dan metabolit sekunder yang dapat menekan sporulasi dan memecah dinding sel spora (*lysis*). sehingga terjadi kerusakan spora pada

Peronosclerospora. Hasil analisis HPLC pada ekstrak daun tomat setelah diinfeksi *Trichoderma pubescens* dijumpai ekstrak daun tomat mengandung senyawa phenolik seperti gallic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, ellagic acid, coumaric acid, dan cinnamic acid yang bersifat toksik dan antimikrobal terhadap hama dan patogen (Behiry et al., 2023). *T. harzianum* mampu memproduksi enzim berupa phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase dan 1,3-glucanase yang dapat menekan patogen *Plasmopara viticola* penyebab bulai pada tanaman anggur (Kamble et al., 2021).

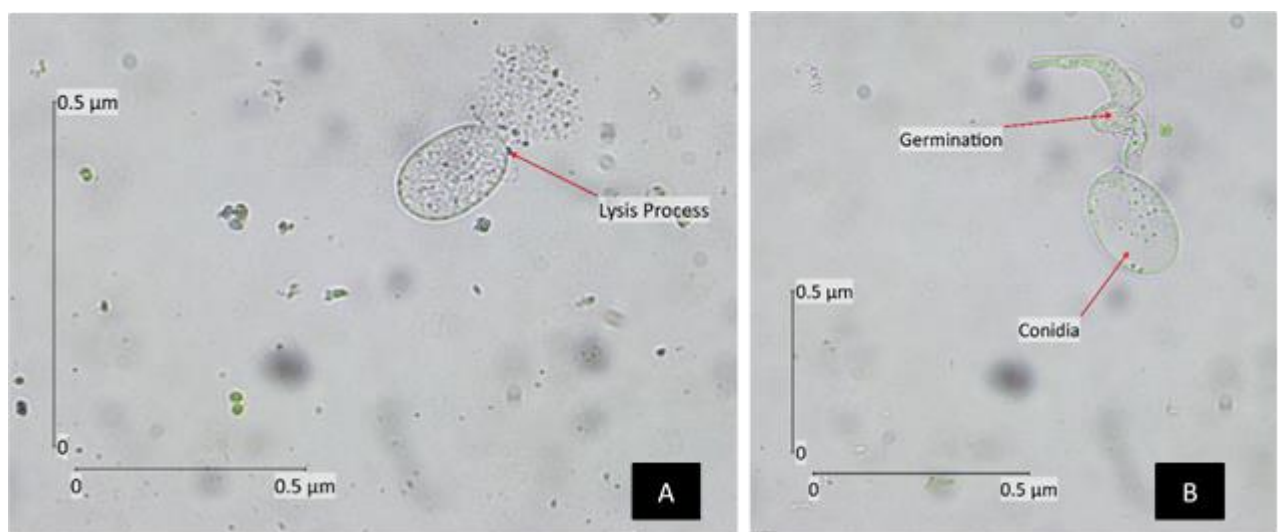
Persentase penurunan daya kecambah spora (Tabel 3.) dengan nilai 92-99 % pada semua perlakuan menunjukkan efektivitas kultur filtrat dari jamur antagonis untuk mencegah perkecambahan spora *Peronosclerospora philippinensis*. Hal ini sejalan dengan temuan Howell, (2003) pada benih yang dikultur dengan *Trichoderma virens* menghasilkan eksudat yang mampu menstimulasi propagul patogen untuk berkecambah.

Kultur filtrat dari 4 jamur agen biokontrol yang digunakan pada penelitian ini memiliki potensi penghambatan yang signifikan terhadap penyakit bulai. Hal ini sesuai hasil penelitian sebelumnya bahwa *Trichoderma* spp., *T. harzianum*, *Trichoderma asperillum*, *Gliocladium* spp., *Aspergillus* spp. mampu menekan penyakit bulai pada tanaman jagung (Amin et al., 2013; Efri et al., 2009; Nandhini et al., 2018; Prasetyo et al., 2019).

Mekanisme penghambatan dari jamur agen biokontrol dapat berupa penghambatan dengan diproduksinya senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada kultur filtrat jamur karena berifat antijamur. *Aspergillus flavus* non-aflatoksigenik mensintesis senyawa organik volatil (VOC) seperti 3-octa-none dan trans-2-metil-2-butenal yang bersifat antijamur juga mensintesis asam fenolat seperti asam kojic (Drott et al., 2019; Zhu et al., 2022). *Penicillium* dan *Penicillium rubens* menghasilkan senyawa volatil dilaporkan juga berpotensi sebagai biocontrol (Espeso et al., 2019; Soares Guimarães et al., 2019).



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Daya Hambat), F (Fungisida Dimetomorf 500 g/l + Piraklostrobin 10g/l) dan K1 (Kontrol= Tanpa perlakuan) Terhadap *Peronosclerospora philippinensis*,



Gambar 5. Spora *Peronosclerospora philippinensis*, A. Spora Rusak (Lysis), B. Spora Berkecambah

Tabel 2. Hasil Uji Daya Hambat

Isolat	SR (Penurunan Sporulasi) (%)	KS (Kerusakan Spora) (%)	PS (Perkecambahan spora) (%)	MR (Penurunan Kecambah) (%)	Daya
Kontrol		20 ^a	3	97	
Fungisida	71	41 ^{ab}	1	99	
FP	39	71 ^{bc}	1	99	
FG	46	74 ^c	3	99	
FA	61	31 ^a	11	97	
FT	30	70 ^{bc}	11	92	

Uji BNT p=0.05

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa klutur filtrat yang diperoleh dari cendawan *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicilium* dan *Aspergillus Flavus* memiliki potensi melysis pada dinding konida, menghambat pembedakan dan perkecambahan konidia *Peronosclerospora philippinensis* dan memicu daya vigor pada benih jagung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi, pada Skema pendanaan Penelitian Dosen pemula Tahun Ajaran 2024. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada para asisten peneliti yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan baik di Laboratorium maupun di Lapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelaziz, AM, Kalaba MH, Hashem AH, Sharaf M. H, & Attia MS. (2022). Biostimulation of tomato growth and biocontrol of Fusarium wilt disease using certain endophytic fungi. *Botanical Studies*, 63(1). <https://doi.org/10.1186/s40529-022-00364-7>
- Adhi, SR, Widiyanti F, & Yulia E. (2019). Metode inokulasi buatan untuk menguji infeksi *Peronosclerospora maydis* penyebab penyakit bulai tanaman jagung. *Jurnal Agro*, 6(1), 77–85. <https://doi.org/10.15575/4409>
- Amin, N, Dahi L, Nasruddin A, Junaed M, & Iqbal A. (2013). The use of endophytic fungi as biopesticide against downy mildew *Peronosclerospora* spp. On maize. *Natural and Applied Science*. www.savap.org.pk/journals.savap.org.pk
- Ammar, HAM, Awny NM, & Fahmy HM. (2017). Influence of environmental conditions of atoxigenic *Aspergillus flavus* HFB1 on biocontrol of patulin produced by a novel apple contaminant isolate, *A. terreus*HAP1, in vivo and in vitro. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 12(August), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.08.011>

- Anugrah, FM, & Widiyanti F. (2018). The Effect Of Metalaxyl, Fenamidone, And Dimetomorf Fungicide Towards *Conidia Peronosclerospora* spp. Isolated From Klaten). *Jurnal Penelitian Saintek*, 3(1), 21–31.
- Behiry, S, Soliman SA, Massoud MA, Abdelbary M, Kordy AM, Abdelkhalek A, & Heflish A. (2023). *Trichoderma pubescens* Elicit Induced Systemic Resistance in Tomato Challenged by *Rhizoctonia solani*. *Journal of Fungi*, 9(2), 167. <https://doi.org/10.3390/jof9020167>
- Drott, MT, A HS, & Milgroom MG. (2019). crossm Fitness Cost of Aflatoxin Production in *Aspergillus flavus* When. *Ecological and Evolutionary Science*, 10(1), 1–13.
- Efri, Prasetyo J, & Suharjo R. (2009). Skrining Dan Uji Antagonis Mejamur *Trichoderma harzianum* yang Mampu bertahan Di Filosfer Tanaman Jagung. *HPT Tropika*, 9(2), 121–129. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.29121-129>
- Espeso, EA, Villarino M, Carreras M, Alonso-Guirado, L, Alonso JM, Melgarejo P, & Larena I. (2019). Altered nitrogen metabolism in biocontrol strains of *Penicillium rubens*. *Fungal Genetics and Biology*, 132(April), 103263. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2019.103263>
- Ginting, C, Prasetyo J, Dirmawati SR, Ivayani, Timotiwu PB, Maryono T, Widyastuti, Chafisa DIR, Asyifa A, Setyowati E, & Pasaribu AHZ. (2020). Identification of Maize Downy Mildew Pathogen in Lampung and the Effects of Varieties and Metalaxyl on Disease Incidence. *Annual Research & Review in Biology*, 23–35. <https://doi.org/10.9734/arrb/2020/v35i730244>
- Gowda, PSB, & Bhat SS. (1988). In vitro effects of metalaxyl on *Peronosclerospora sorghi* and sorghum callus. *Transactions of the British Mycological Society*, 91(3), 403–408. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(88\)80115-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(88)80115-3)
- Hikmahwati, Fitrianti, & Karim HA. (2021). Rhizosphere Mushrooms: Antagonistic Exploration of Rhizosphere Mushrooms in Shallot (*Allium ascalonicum* L) Specific Location of Enrekang Regency. *International*

- Journal of Scientific Research in Science and Technology Print*, 8(6), 428–433. <https://doi.org/10.32628/IJSRST218520>
- Hikmahwati, Kuswinanti T, & Melina. (2011). Karakterisasi Morfologi *Peronosclerospora* spp. Penyebab Penyakit Bulai pada tanaman Jagung di Beberapa Daerah di Indonesia. *Fitomedika*, 7(3), 159–161.
- Hikmahwati, Suharman, & Fitrianti. (2022). Rhizospheric Fungus : Morphological Characterization Of Rhizosphere Flower On Onion Plant In Enrekang District. *Juatika Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 4(1).
- Houbraken, J, Frisvad JC, & Samson RA. (2011). Taxonomy of *Penicillium* section *Citrina*. *Studies in Mycology*, 70, 53–138. <https://doi.org/10.3114/sim.2011.70.02>
- Howell, CR. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, 87(1), 4–10. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.1.4>
- Hunter, HLB. and B B. (2006). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (fourth) . The American Phytopathological Society.
- Jatnika, W, Abadi A, & Aini AQ. (2013). Pengaruh aplikasi bacillus sp. Dan *Pseudomonas* sp. Terhadap perkembangan penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung. *HPT*, 1(4), 19–29.
- Kamble, MV, Joshi SM, Hadimani S, & Jogaiah S. (2021a). Biopriming with rhizosphere *Trichoderma harzianum* elicit protection against grapevine downy mildew disease by triggering histopathological and biochemical defense responses. *Rhizosphere*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100398>
- Keinath, AP, & de Figueiredo Silva, F. (2022). Economic impacts of reduced fungicide efficacy against downy mildew on slicing cucumber. *Crop Protection*, 155, 105934. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2022.105934>
- Khan, I, Qayyum S, Ahmed S, Haleem KS, Mujaddad-ur-Rehman, M-R, Liu G-L, & Chi Z-M. (2017). Isolation and Characterization of Medicinally Important Marine *Penicillium* Isolates. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(2), 435–441. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.2.435.441>
- Larekeng, G. dan S H. (2020). Karakterisasi Cendawan Rhizosfer Pada Tegakan Mahoni Di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin Characterization of Rhizosphere Fungi Mahogany at Experimental Forest Hasanuddin University. *Galung Tropika*, 9(3), 276–285.
- Mirsam, H, Kalqutny SH, Suriani, Aqil M, Azrai M, Pakki S, Muis A, Djaenuddin N, Rauf AW, & Muslimin. (2021a). Indigenous fungi from corn as a potential plant growth promoter and its role in *Fusarium verticillioides* suppression on corn. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07926>
- Mirsam, H, Suriani, Muis A, Pakki S, Nonci N, Kurniawati S, Purwanto O, & Azrai M. (2024). Plant growth-promoting indigenous fungi from maize as biological control agents of *Fusarium verticillioides* and its role to improve maize seed germination. *International Conference on Food and Agricultural Sciences*, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0183937>
- Muis, A, Pabendon MB, Nonci N, Wahyu Purbowasito Setyo Waskito, dan, Penelitian Tanaman Serealia Jl Ratulangi, B., & Selatan, S. (2013). Keragaman Genetik *Peronosclerospora maydis* Penyebab Bulai pada Jagung Berdasarkan Analisis Marka SSR. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 32(3), 139–147. www.powermarker.net
- Nandhini, M, Rajini SB, Udayashankar AC, Niranjana, S R, Lund OS, Shetty HS, & Prakash HS. (2018). Diversity, plant growth promoting and downy mildew disease suppression potential of cultivable endophytic fungal communities associated with pearl millet. *Biological Control*, 127, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.08.019>
- Nguyen, PA, Strub C, Fontana A, & Schorr-Galindo S. (2017). Crop molds and mycotoxins: Alternative management using biocontrol. In *Biological Control* (Vol. 104, pp. 10–27). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.10.004>
- Nofal, AM, El-Rahman MA, Abdelghany TM, & Abd El-Mongy M. (2021). Mycoparasitic nature of Egyptian *Trichoderma* isolates and their impact on suppression *Fusarium* wilt of tomato. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00450-1>
- Nofal, AM, Hamouda RA, Rizk A, El-Rahman MA, Takla AK, Galal H, Alqahtani MD, Alharbi B M, Elkelish A, & Shaheen S. (2024). Polyphenols-Rich Extract of *Calotropis procera* Alone and in Combination with *Trichoderma* Culture Filtrate for Biocontrol of Cantaloupe Wilt and Root Rot Fungi. *Molecules*, 29(1). <https://doi.org/10.3390/molecules29010139>
- Nurulita, Y, Yuharmen Y, Nenci N, Mellani AO, & Nugroho TT. (2020). Metabolit Sekunder Sekresi Jamur *Penicillium* spp. Isolat Tanah Gambut Riau sebagai Antijamur *Candida albicans*. *Chimica et Natura Acta*, 8(3), 133. <https://doi.org/10.24198/cna.v8.n3.32452>
- Pereira-Dias L, Oliveira-Pinto PR, Fernandes JO, Regalado L, Mendes R, Teixeira C, Mariz-Ponte N, Gomes P, & Santos C. (2023).

- Peptaibiotics: Harnessing the potential of microbial secondary metabolites for mitigation of plant pathogens. *Biotechnology Advances*, 68(August). <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108223>
- Prasetyo, JS, Ginting C, & Permatasari YC. (2019). The Effectiveness of *Trichoderma* spp. against Downy Mildew Disease of Corn. *Annual Research & Review in Biology*, 1–10. <https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v31i630068>
- Prasetyo J, Ginting C, Akin HM, Suharjo R, Niswati A, Afandi A, Adiwijaya R, Sudiono, & Nurdin M. (2021). The effect of biological agent and botanical fungicides on maize downy mildew. *Biodiversitas*, 22(4), 1652–1657. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220409>
- Pudjiwati, EH, Kuswanto, Basuki N, & Noor Sugiharto A. (2013). Path analysis of some leaf characters related to downy mildew resistance in maize. *Agrivita*, 35(2), 167–173. <https://doi.org/10.17503/agrivita-2013-35-2-p167-173>
- Richa, Saxena R, Srivastava M, & Singh HV. (2025). Influence of native microbial biocontrol agent on radial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates. *Sustainability, Agri., Food and Environmental Research*, 13, 1–18.
- Rini Widiati, B, Herwati A, & Sofyan. (2022). Identification of Rhizosphere Fungi in Corn (*Zea Mays* L.) and Test of the Effectiveness of *Trichoderma* sp. Propagation Media. *Jurnal Galung Tropika*, 11(3), 262–274. <https://doi.org/10.31850/jgt.v11i3.1000>
- Silaban, IC, Aini LQ, & Syib'li MA. (2015). penguian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan jamur *sclerotiumrolfsii* penyebab penyakit rebahsemai pada kedelai(*Glycine Max*L.). *Jurnal HPT*, 3(2), 100–107.
- Soares Guimarães, LH, Segura FR, Tonani L, von-Zeska-Kress, MR, Rodrigues JL, Calixto LA, Silva FF, & Batista BL. (2019). Arsenic volatilization by *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. isolated from rice rhizosphere as a promising eco-safe tool for arsenic mitigation. *Journal of Environmental Management*, 237(February), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.060>
- Sonhaji, YM, Surahman M, Ilyas S, Giyanto, Agung D, Plosoklaten K, & Timur J. (2013). Seed Treatment Improved Seed Quality, Seed Production and Controlled Downey Mildew Disease on Sweet Corn. *J. Agron. Indonesia*, 41(3), 242–248.
- Syamsulhadi M, Ramadhan VT, & Widjayanti T. (2023). Pertumbuhan Jamur *Beauveria bassiana* Pada Beberapa Tingkat Keasaman Media Dan Suhu Penyimpanan Serta Efektivitasnya Terhadap Hama Spodoptera litura. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 11(1), 28–41. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2023.011.1.4>
- Yassin, MT, Mostafa AAF, & Al-Askar AA. (2021). In vitro antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *T. viride* strains compared to carbendazim fungicide against the fungal phytopathogens of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00463-w>
- Zhu, GY, Shi XC, Herrera-Balandrano DD, Wang SY, & Laborda P. (2022). Non-aflatoxigenic kojic acid-producing *Aspergillus flavus* NJC04 reduces the symptoms of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. *Biological Control*, 176(June). <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105064>

