

UJI FISILOGI PERTUMBUHAN JAMUR *Trichoderma* sp. DAN *Gliocladium* sp. YANG BERASAL DARI TANAMAN JERUK

The Test Fungi Growth Physiology of *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. from Citrus Plants

Unun Triasih¹⁾*, Sri Widyaningsih¹⁾

¹⁾Organisasi Riset dan Pangan Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan

Diterima redaksi: 16 September 2022/ Direvisi: 26 November 2022/ Disetujui 28 November 2022/

Diterbitkan online: 12 Juni 2023

DOI: 10.21111/agrotech.v8i2.8604

Abstrak. Salah satu permasalahan budidaya jeruk adalah serangan penyakit yang bisa menyebabkan penurunan produksi saat panen. Terdapat jamur antagonis dari tanaman jeruk yang bisa digunakan untuk pengendalian patogen yaitu jamur *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. Jamur antagonis akan bisa mengendalikan patogen secara optimal apabila mempunyai kondisi pertumbuhan yang sesuai dengan lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada beberapa suhu, media, lama pencahayaan, dan jenis cahaya. Perlakuan yang digunakan adalah empat macam suhu (20°C, 25°C, 30°C, 35°C), 3 media (PDA, PDAY dan CMA), beberapa lama pencahayaan (24 jam lampu 24 jam gelap, 8 jam lampu 16 jam gelap, 16 jam lampu 8 jam gelap) serta macam cahaya (cahaya yang berasal dari lampu baca yang diletakkan sangat dekat, cahaya dari lampu yang diletakkan normal, dan gelap yang dibungkus carbon). Perlakuan menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) dan diulang sebanyak 5 kali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua isolat dapat berkembang optimum pada media PDA dan PDAY dengan suhu perkembangan terbaik 20°C-25°C. Selain itu, pengujian bermacam sinar menunjukkan hasil perkembangan tercepat oleh *Trichoderma* sp. pada perlakuan cahaya lampu normal. Furthermore, uji lama pencahayaan terbaik adalah *Trichoderma* sp. dengan waktu pencahayaan 12 jam lampu menyala 12 jam gelap. Secara umum, perkembangan kedua isolat jamur antagonis memiliki keadaan optimum perkembangan yang relatif sama, namun *Trichoderma* sp. memiliki perkembangan lebih baik pada bermacam pengujian.

Kata kunci: fisiologi, gelap-terang, media tumbuh, suhu

Abstract. One of the problems of citrus cultivation is disease attack which can cause a decrease in production during harvest. There are antagonistic fungi from citrus plants that can be used to control pathogens, namely *Gliocladium* sp. and *Trichoderma* sp. Antagonistic fungi will be able to control pathogens optimally if they have growth conditions that match their environment. This study aims to determine the growth development of *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. at several temperatures, media, exposure lengths, and types of light. The treatments used were four different temperatures (20°C, 25°C, 30°C, 35°C), three media (PDA, PDAY, and CMA), several exposure times (24 hours of light and 24 hours of dark, 8 hours of light and 16 hours of darkness, 16 hours of light and 8 hours of darkness) and the type of light (light from a reading lamp placed very close, light from a lamp placed habitually, and dark wrapped in carbon). The treatment used a completely randomized design (CRD) and was repeated 5 times. The test results showed that the two isolates could develop optimally on PDA and PDAY media with the best temperature of 20°C-25°C. In addition, testing of various rays showed the results of the fastest development by *Trichoderma* sp. under natural light treatment. Furthermore, the best length exposure test was *Trichoderma* sp. with a lighting time of 12 hours light and 12 hours dark. In general, the development of the two antagonistic fungal isolates had relatively the same optimal development conditions, but *Trichoderma* sp. has better development on various tests.

Keywords: physiology, growing media, light and dark, temperature

PENDAHULUAN

Jeruk merupakan salah satu tanaman yang sangat menguntungkan dibudidayakan dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Namun dalam budidayanya sering mengalami kendala salah satunya adalah perkembangan strain patogen yang resisten terhadap pestisida dan kekhawatiran masyarakat terhadap residu bahan kimia pada buah jeruk. Pengendalian penyakit tanaman selama ini menggunakan bahan kimia yang mempunyai dampak negatif untuk kesehatan manusia dan lingkungan Masyarakat membutuhkan pemecahan masalah dalam mengendalikan patogen yang aman, ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satunya adalah pengendali biologis dari mikroba antagonis (Thrall *et al.* 2011).

Mikroba antagonis bisa diperoleh dari rhizosfer tanah yang mempunyai keanekaragaman mikroba berada disekitar perakaran tanaman jeruk. *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., dan actinomycetes adalah beberapa mikroorganisme yang berperan sebagai pengendali hayati (Sharma *et al.*, 2005). Jamur antagonis adalah yang paling umum di antara jamur agen biokontrol karena kemampuan mekanismenya yaitu antagonisme dan mempercepat pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* spp., serta jamur antagonis lainnya berperan penting pada proses ekosistem tanah. Jamur antagonis secara ekologis relevan tidak hanya melindungi tanaman terhadap patogen, menghasilkan berbagai macam zat antibiotik tetapi juga bisa mempercepat pertumbuhan tanaman (Harman *et al.*, 2004). Genus *Trichoderma* termasuk agen kontrol biologis yang paling sering digunakan sebagai agen biokontrol dengan berbagai produk komersial yang tersedia yang mengandung strain jamur ini

(Stewart, 2001). Strain *T. atroviride* ini juga telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan bisa mengendalikan *Rhizoctonia solani* (Kandula *et al.* 2015). Hasil pengujian di lapang bahwa penggunaan *Trichoderma* dan *Gliocladium* menunjukkan penurunan inensitas penyakit sampai 67% dalam menghambat patogen busuk pelepah, jamur *Gliocladium* dan *Trichoderma* bisa menekan kerugian hasil panen jagung sampai 23% (Soenartiningih *et al.*, 2014).

Gliocladium sp. dan species *Trichoderma* sp. diketahui dapat mematikan spesies jamur lainnya dengan memanfaatkan protein litik, misalnya kitinase (Nugroho, 2000). Meskipun demikian, kitinase bukanlah penghambat utama jamur *Gliocladium* sp. *Gliocladium virens* bersifat antibiosis dan hiperparasit karena dapat menghasilkan beberapa jenis racun, khususnya Gliovirin dan Gliotoxin juga sebagai katalis selulase yang dapat memisahkan dinding sel *R. solani* yang tersusun dari kombinasi protein dan polisakarida, β - 1,3-glukosa atau - 1,6 glukosa dan (kitin (β -1,4-Nacetyl glucosamine) (Syatrawati, 2007). Produksi miselia jamur antagonis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain media kultur, suhu cahaya dan kondisi lingkungan. Media kultur merupakan salah satu langkah penting yang harus ditentukan dalam perbanyakan jamur antagonis. Secara umum, perkecambahan konidia antagonis jamur pada suhu kamar 30°C cukup tinggi dengan lebih banyak dari 80%. Daya berkecambah yang tinggi sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur sebagai agen biologis (Nurbailis *et al.*, 2018). Cahaya mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi dan pemanfaatan sumber karbon.

Menurut Gerbore *et al.*, (2014) bahwa aplikasi agen biokontrol terhadap penyakit tanaman dilapang menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Agen biokontrol

Uji Fisiologi Pertumbuhan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang Berasal dari Tanaman Jeruk

merupakan pengendali yang tahan terhadap fluktuasi kondisi lingkungan daripada pestisida sintetis (Alabouvette *et al.*, 2006). Penelitian pengaruh suhu, media, cahaya terhadap pertumbuhan jamur antagonis telah banyak dilakukan tetapi pengaruhnya terhadap jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang berasal dari tanaman jeruk belum banyak dilaporkan terutama untuk terkait dengan kondisi pertumbuhan jamur antagonis yang optimal. Untuk mendapatkan pertumbuhan jamur antagonis yang berasal dari tanaman jeruk maka penting untuk dilakukan pengujian pertumbuhan jamur antagonis pada kondisi yang tepat sehingga dapat berperan sebagai biokontrol patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu, media, lama pencahayaan dan cahaya terhadap pertumbuhan *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. yang berasal dari tanaman jeruk.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fitopatologi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (BALITJESTRO). Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Maret 2020.

Bahan dan alat

Bahan penelitian yang digunakan meliputi isolate *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp., media PDAY (*Potatoes Dextrose Agar Yeast*), PDA (*Potatoes Dextrose Agar*), CMA (*Corn Mela Agar*), aquades, etanol, kapas, dan *aluminium foil*. Peralatan **Pengaruh media artifisial terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.**

Hasil pengujian menunjukkan adanya interaksi antara berbagai media dan pertumbuhan koloni. Ketiga media bisa untuk pertumbuhan jamur *Gliocladium*

yang digunakan antara lain: *autoclave*, *3solate Laminar Air Flow*, *corebore*, mikroskop BX 51, isolat jamur, mistar ukur, objek glass, cover glass dan beberapa peralatan lainnya.

Penyiapan isolat *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Isolat *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. merupakan isolat koleksi laboratorium Mikologi Balitjestro. Isolat yang telah ada diremajakan di media tumbuh PDA. Setelah miselia tumbuh memenuhi cawan petri kemudian isolat diamati dibawah mikroskop dan selanjutnya digunakan sebagai sumber inokulum untuk perlakuan.

Pengujian pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada beberapa media, suhu, cahaya dan lama pencahayaan

Pengujian pada media ini menggunakan tiga media kultur yaitu PDA, PDAY dan CMA. Uji pada berbagai cahaya (diberi lampu baca sangat dekat, dibawah sinar lampu normal gelap, dibungkus carbon), uji suhu pada suhu 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, dan lama pencahayaan (8 jam lampu 16 jam gelap, 16 jam lampu 8 jam gelap, jam gelap 24 jam lampu) menggunakan media PDA. Media kultur dituang pada cawan petri, kemudian isolat *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. diambil sebanyak 0,5 cm menggunakan *core bor* diletakkan ditengah cawan petri. Perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan pengamatan dilakukan terhadap diameter pertumbuhan koloni jamur antagonis selama 7 hari.

sp. dan *Trichoderma* sp. namun media yang paling baik pertumbuhannya dan bisa mencapai pertumbuhan optimum sampai tepi cawan petri adalah media PDA dan PDAY sebesar 9 cm (tabel 1). Koloni pada media PDA dan PDAY bisa mencapai tepi cawan petri pada hari ketujuh setelah

inokulasi, sedangkan pada media CMA kedua jamur tidak bisa tumbuh maksimal, koloni kecil hanya 0.5 cm. Pada media PDA dan PDAY koloni *Trichoderma* sp. berwarna

hijau sampai tepi cawan petridish tetapi pada media CMA tidak menunjukkan adanya perubahan warna koloni masih putih.

Tabel 1. Pengaruh beberapa media artifisial terhadap pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Jamur antagonis	Jenis Media Artifisial	Diameter koloni (cm) ($\bar{x} \pm SD$)
<i>Trichoderma</i> sp.	PDA	9,0 ± 0,30 b
	PDAY	9,0 ± 0,38 b
	CMA	0,5 ± 0,06 a
<i>Gliocladium</i> sp.	PDA	9,0 ± 0,50 b
	PDAY	9,0 ± 0,46 b
	CMA	0,5 ± 0,09 a

Keterangan : Huruf yang sama pada satu kolom dalam tabel menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji lanjut Duncan pada taraf 5%, ($\bar{x} \pm SD$) : rata-rata±standar deviasi

Pengaruh pertumbuhan dan sporulasi jamur tergantung pada banyak faktor seperti komposisi media, suhu, komposisi kimia ringan, mikro dan makro dari substrat.(Prabhat *et al*, 2015). Pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa kedua jamur mampu tumbuh di semua media dengan pola pertumbuhan yang berbeda. PDA adalah salah satu media yang umum dipakai menumbuhkan jamur. Selain itu, media PDA ditambahkan ekstrak yeast yang bisa mempercepat pertumbuhan koloni jamur antagonis. Ekstrak yeast dalam media bertindak sebagai penginduksi untuk pertumbuhan jamur tertentu yaitu *Trichoderma viride* (Rudresh *et al*, 2005). *Trichoderma* sp. mampu tumbuh pada media PDA dan PDAY karena *Trichoderma* merupakan jamur yang toleran dan pertumbuhannya sangat cepat. PDA adalah media umum yang paling banyak digunakan dalam isolasi jamur, memiliki dasar nutrisi yang lengkap (Agrios, 1988). Hal ini mungkin menyebabkan pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan media yang lain. Strain *T. citrinoviride*, dengan pengecualian *T. citrinoviride* EGE-KL-72, menunjukkan pertumbuhan miselium yang baik dengan

ekstrak ragi dan tepung kedelai (Yukzel Gezgin, 2019). Sebagian besar spesies *Gliocladium* tumbuh dengan cepat dalam kultur yang menghasilkan koloni yang menyebar dengan tekstur seperti kapas, memenuhi cawan petri dalam 1 minggu. Koloni awalnya berwarna putih berubah menjadi kemerahan atau hijau seiring bertambahnya umur inokulasi dan bersporulasi (Domsch *et al*, 2017).

Jash *et al.*, (2003) melaporkan bahwa media kultur dan faktor lingkungan mempengaruhi pertumbuhan miselium dan sporulasi *Lasioidiplodia theobromae*, penambahan ekstrak akan meningkatkan sporulasi dan pertumbuhan miselium *L. theobromae*. Sharma *et al.*(2005) melaporkan bahwa media, suhu dan pH memiliki efek yang mendalam pada pertumbuhan jamur. Pada yang kedua hari setelah inkubasi, warna koloni *Trichoderma* pada medium PDA berwarna putih karena mengandung miselium. Pada hari ketiga, kemudian warnanya berubah menjadi hijau, karena pembentukan konidia. Menurut Shahid *et al.*, (2013), pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* dapat memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm dalam waktu 3 hari dan genus ini menghasilkan konidia yang

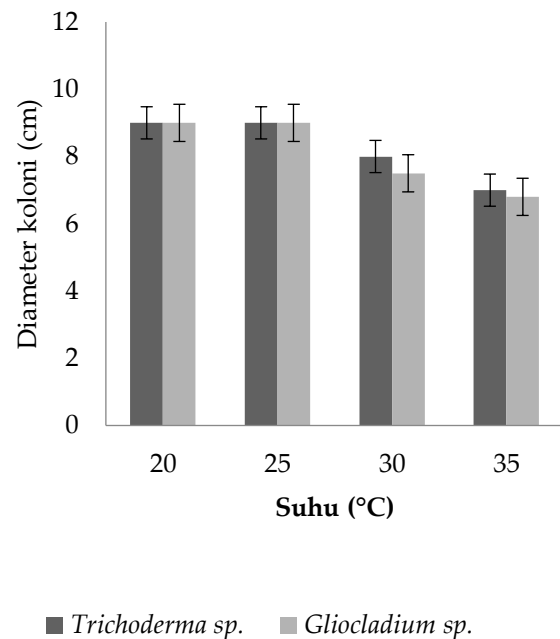
Uji Fisiologi Pertumbuhan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang Berasal dari Tanaman Jeruk

berwarna hijau, hijau, kuning kehijauan dan konidia hijau tua dan konsentris. meningkatkan pertumbuhan tanaman jika dibandingkan dengan perlakuan pemberian urea.

Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Perbedaan suhu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan koloni jamur *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. Pada suhu 30°C pertumbuhan *Trichoderma* sp. mencapai 8 cm dan suhu 35° diameter koloni 7 cm. *Gliocladium* sp. mempunyai koloni lebih kecil dibandingkan *Trichoderma* sp. pada suhu 30°C-35°C yaitu 7.5 cm dan 6.8 cm. Pertumbuhan koloni akan berkurang ketika suhu meningkat diatas 30°C dan masih bisa tumbuh pada 35°C tujuh hari setelah inokulasi. Hal ini disebabkan pertumbuhan jamur antara yang satu dengan jamur yang lain mempunyai respon yang berbeda dalam kondisi suhu yang berbeda (Gambar 1). Warna koloni pada kedua jamur dari awal sampai hari ketujuh setelah inokulasi menunjukkan warna yang berbeda (Tabel 2). *Trichoderma* sp. tumbuh paling baik dalam kisaran suhu 25 °C hingga 30 °C (Singh *et al.* 2014). Sharma *et al* (2005) melaporkan bahwa tidak ada *Trichoderma* spesies tumbuh pada atau di atas 40 °C. Menurut Daryaei *et al* (2016c) bahwa jumlah konidia *T. atroviride* yang dihasilkan pada suhu 30°C lebih rendah dibandingkan suhu 25 °C. Gupta dan Sharma (2013), melaporkan bahwa secara umum *T. harzianum* bisa tumbuh pada suhu 25-30 °C pada Potato Dextrosa Agar. Perkembangan jamur sebagai agen biologis. Shahid *et al.*, (2013) melaporkan bahwa *Trichoderma* tumbuh optimal dan menghasilkan konidia tinggi pada 25-30 °C. Perbedaan suhu memengaruhi produksi beberapa enzim seperti

karboksimetilselulose dan xilanase (Rossi *et al.*, 2009).



Gambar 1. Pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada beberapa suhu

Pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Pengaruh perbedaan cahaya terhadap pertumbuhan isolat *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. menunjukkan efek cahaya yang bervariasi. Kedua isolat bisa tumbuh pada semua perlakuan tetapi mempunyai respon pertumbuhan koloni yang berbeda-beda. Pada pengamatan 7 hari setelah inokulasi (Gambar 2). Diameter koloni paling rendah diperoleh pada perlakuan isolat yang dibungkus kertas karbon untuk kedua jenis jamur. Alam *et al.* (2001) menemukan bahwa pertumbuhan maksimum *L. theobromae* terjadi pada kondisi tumbuh dengan pencahayaan lampu terus menerus. Strain tipe liar *T. virens* (Gv29.8) yang ditumbuhkan di bawah cahaya menunjukkan sedikit peningkatan ekspresi dari transkrip *veA* (Mukherjee and Kenerley, 2010).

Tabel 2. Warna koloni *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada beberapa suhu inkubasi

Jamur antagonis	Hari ke-	Suhu			
		20°C	25°C	30°C	35°C
<i>Trichoderma</i> sp.	1	Putih	Putih	Putih	Putih
	2	Putih	Putih	Putih	Putih
	3	Putih	Putih	Putih	Putih
	4	hijau muda	hijau muda	hijau muda	hijau muda
	5	hijau	hijau	hijau	hijau
	6	hijau tua	hijau tua	hijau tua	hijau tua
	7	hijau tua	hijau tua	hijau tua	hijau tua
<i>Gliocladium</i> sp.	1	Putih	Putih	Putih	Putih
	2	Putih	Putih	Putih	Putih
	3	Putih	Putih	Putih	Putih
	4	putih	hijau muda	hijau muda	hijau muda
	5	hijau muda	hijau muda	hijau muda	hijau muda
	6	hijau muda	hijau kekuningan	hijau kekuningan	hijau muda
	7	hijau muda	hijau kekuningan	hijau kekuningan	hijau muda

Isolat yang dibungkus kertas karbon mempunyai pertumbuhan paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena jamur pada awal pertumbuhan langsung dalam kondisi gelap tanpa adanya cahaya sehingga bisa memperlambat pertumbuhan koloni. Jamur dalam kondisi gelap tanpa cahaya hanya bisa membantu pertumbuhan miselia saja. Sporulasi aseksual di *T. reesei* meskipun diinduksi oleh cahaya kurang sensitif terhadap cahaya daripada di jamur lainnya termasuk *T. atroviride* dan *T. virens*, dalam hal ini galur asli QM6a bersporulasi dengan baik juga dalam kegelapan, meskipun agak berkurang ukurannya daripada dalam kondisi ada cahaya langsung (Eveleigh, 1985). Perkembangan jamur membutuhkan cahaya untuk pertumbuhannya (Seibel et al., 2009; Chen et al., 2012).

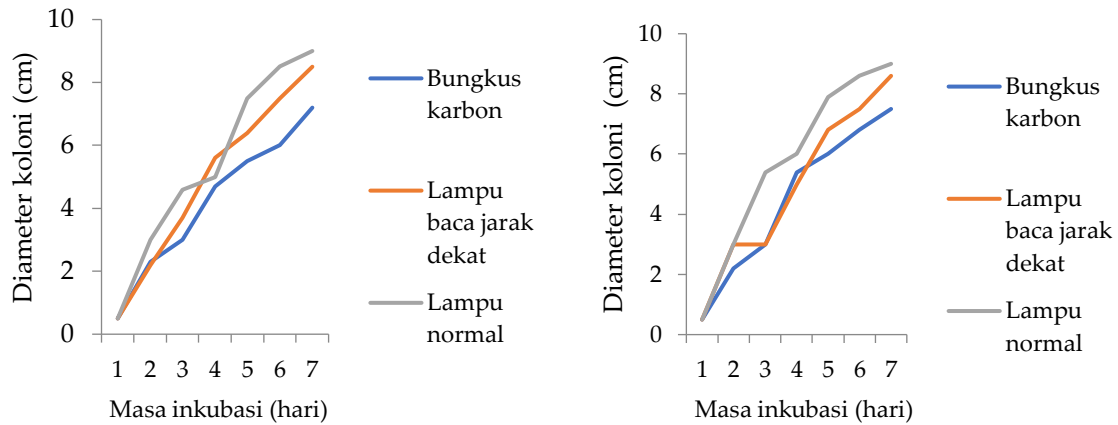
Pengaruh lama pencahayaan terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Hasil uji lama pencahayaan membuktikan bahwa siklus kedua jamur antagonis mengalami perbedaan

pertumbuhan pada masa inkubasi yang berbeda (Gambar 3). Pertumbuhan koloni terbaik ditunjukkan pada lama pencahayaan 12 jam lampu terang dan 12 jam lampu gelap sebesar 9 cm. Diameter koloni menurun ketika diinkubasi terang. Jamur tampaknya responsif terhadap cahaya hanya setelah 16 jam pertumbuhan dan memerlukan waktu yang sama untuk tetap menjaga pertumbuhannya pada kondisi gelap (Horwitz et al., 1984a) seperti yang dihasilkan pengujian ini bahwa untuk menjaga pertumbuhannya membutuhkan waktu yang sama antara kondisi terang dan gelap.

pada lama pencahayaan 8 jam lampu terang 16 jam lampu gelap dan 16 jam lampu terang 8 jam lampu gelap pada berkurang setelah transfer cahaya ke gelap. Pada kondisi gelap membantu pertumbuhan miselia *Trichoderma* sedangkan cahaya menuju ke arah pertumbuhan konidia dewasa berwarna hijau tua membentuk cincin pada kondisi *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. bisa tumbuh dengan baik di kondisi gelap tetapi diameter koloninya lebih besar di kondisi ada cahaya. Kondisi pertumbuhan terbaik pada lama pencahayaan 12 jam

Uji Fisiologi Pertumbuhan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang Berasal dari Tanaman Jeruk



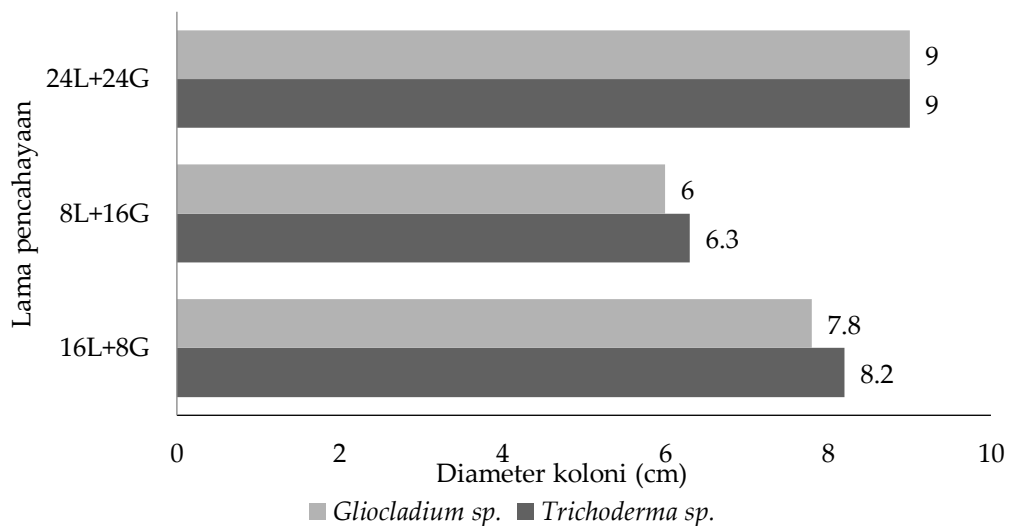
A. *Gliocladium* sp.

B. *Trichoderma* sp.

Gambar 2. Pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan (A. *Gliocladium* sp.; B. *Trichoderma* sp.)

terang ,12 jam gelap, hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa pertumbuhan jamur bisa tumbuh optimal pada kondisi cahaya atau tanpa cahaya terus menerus (Rewal dan Grewal, 1989). Menurut Chen et al (2012) produk blr-2 menekan pembentukan stromata di bawah cahaya konstan dan untuk mempercepat pembentukan stromata diperlukan gelap

12 jam atau 12 jam terang. Meskipun cahaya penting dalam siklus kehidupan jamur, Friedl et al. (2008b) menekankan bahwa cahaya hanya meningkatkan produksi konidium *T. atroviride*. Ahmed (1985) yang mengamati bahwa cahaya mendorong pertumbuhan dan sporulasi *Collectotrichum gloeosporoides*.



Gambar 3. Pengaruh lama pencahayaan terhadap pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Strain *T. atroviride* tumbuh dengan baik antara 15°C dan 30°C setelah 3 hari inkubasi dalam kondisi terang dan

dapat tumbuh pada suhu 15°C–33°C selama 3 hari dalam kondisi gelap (Yüksel Gezgin,2019). Penelitian sebelumnya oleh

Daryaei et al. (2016) telah menunjukkan bahwa produksi konidia ditingkatkan oleh koloni *T. atroviride* LU132 dengan kondisi gelap. Pertumbuhan *T. atroviride* secara konstan pada periode terang atau 12 jam gelap atau terang menunjukkan signifikan stimulasi pertumbuhan, 17 dari 95 sumber karbon diuji yaitu heksosa d-fruktosa, d-manosa, d-galacose (Friedl *et al.*, 2008).

KESIMPULAN

Jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. bisa tumbuh baik pada media PDA dan PDAY. Pertumbuhan terbaik kedua jamur antagonis pada suhu 20 °C dan 25 °C. Hasil pengujian kedua jamur bisa tumbuh maksimal pada cahaya lampu normal dan lama pencahayaan 12 jam terang dan 12 jam gelap.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios G. (1998) Plant Pathology, In: Noriega Group, editor. 3rd ed. Mexico: *Academic Press*. 803pp.
- Ahmed. K.M. (1985). Effect of temperature and light on the growth and sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz bangle. *J Bot.* 14: 155-159.
- Alabouvette, C., Olivain, C. and Steinberg, C. (2006). Biological control of plant diseases: the European situation. *Eur J Plant Pathol* .114:329–341.
- Alam, M.S., M.F. Begum, M.A. Sarkar, M.R. Islam and M.S. Alam. (2001). Effect of temperature, light and media on growth, sporulation, formation of pigments and pycnidia of *Botryodiplodia theobromae* Pat. *Pak. J. Bio. Sci.* 4(10): 1224-1227.
- Chen, C.L., Kuo, H.C., Tung, S.Y., Hsu, P.W.C., Wang, C.L., Seibel, C., Schmoll, M., Chen, R.S. and Wang, T.F. (2012). Blue light acts as a double-edged sword in regulating sexual development of *Hypocrea jecorina*(*Trichoderma reesei*). *PLoS ONE* 7, e44969.
- Daryaei A, Jones EE, Glare TR, Falloon RE. (2016). Nutrient amendments affect *Trichoderma atroviride* conidium production, germination and bioactivity. *Biol Control.* 93:8–14.
- Daryaei A, Jones EE, Glare TR, Falloon RE. (2016). Biological fitness of *Trichoderma atroviride* during long-term storage, after production in different culture conditions. *Biocontrol Sci Technol.* 26:86–103.
- Domsch K.H., W. Gams and T.H. Anderson. (2007). Compendium of soil fungi. Second Edition, IHWVerlag, Germany.
- Eveleigh, D.E. (1985). *Trichoderma*. In: Demainand, A.L. and Solomon N.A. (eds) *Biology of Industrial Microorganisms*. Benjamin Cummings Publishing Co., California, USA, pp. 487–509.
- Friedl, M.A., Kubicek, C.P. and Druzhinina, I.S. (2008). Carbon source dependence and photostimulation of conidiation in *Hypocrea atroviridis*. *Appl Environ Microbiol.* 74:245.
- Friedl, M.A., Kubicek, C.P. and Druzhinina, I.S. (2008a). Carbon source dependence and photostimulation of conidiation in *Hypocrea atroviridis*. *Applied and Environmental Microbiology* . 74:245–250.
- Friedl, M.A., Schmoll, M., Kubicek, C.P. and Druzhinina, I.S. (2008b). Photostimulation of *Hypocrea atroviridis* growth occurs due to a cross-talk of carbon metabolism, blue light receptors and response to oxidative stress. *Microbiology.* 154:1229–1241.
- Gupta V, Sharma AK. (2013). Assesment of optimum temperature of

Uji Fisiologi Pertumbuhan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Glicodium* sp. yang Berasal dari Tanaman Jeruk

- Trichoderma harzianum* by monitoring radial growth and population dynamic in different compost manure and different temperatur. *Octa J Biosci.* 1 (2): 151-157.
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M. (2004). *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Rev Microbiol* . 2: 43-56.
- Horwitz, B.A., Gressel, J. and Malkin, S. (1984). The quest for *Trichoderma* cryptochrome. In: Senger, H.(ed.) *Blue Light Effects in Biological Systems*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 237–249.
- Jash, S.; Majumdar, N.; Pan, S. (2003). Comparative morphometry and asexual spore productivity among some species and isolates. *Journal of Interacadiemicia.* 7:265-268
- Kandula, D., Jones, E., Stewart, A., McLean, K. and Hampton, J. (2015). *Trichoderma* species for biocontrol of soil-borne plant pathogens of pasture species. *Biocontrol Sci Technol* . 25:1052–1069.
- Mukherjee, P.K. and Kenerley, C.M. (2010). Regulation of morphogenesis and biocontrol properties in *Trichoderma virens* by a VELVET protein, Vel1. *Applied and Environmental Microbiology.* 76:2345–2352.
- Nugroho, T.T., Y. Nurulita., dan S. Devi. (2009). Produksi Kitinase *Trichoderma asprellum* TNC52 dan TNJ63 Galur Lokal Riau Menggunakan Limbah Kulit Udang. Laporan Penelitian Unggulan Lokal. Pekanbaru: Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Nurbailis, Martinius, Azniza V. (2014). Keanekaragaman jamur saprofit pada rizosfir tanaman cabai sistem konvensional dan organik yang berpotensi mengendalikan *Colletotrichum gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* . 14 (1): 16-24.
- Nurbailis, Martinius, Verry Azniza. (2018). Short Communication: Viability and environmental effect to conidial germination of antagonistic fungi that potential as biological control of *Colletotrichum gloeosporoides* caused antracnose disease on chili. *Biodiversitas.* 19(3).
- Prabhat, K., Naem, F., Firoz, NK. (2015). Effect of Different Growth Media and Physical Factors on Biomass Production of *Trichoderma viride*. *People's Journal scientific Research.* 8 : 11-17.
- Rewal, N., Grewal, J.S. (1989). Inheritance of resistance to *Botrytis cinerea* Pers. in *Cicer arietinum* L.. *Euphytica.* 44:61–63.
- Rossi-Rodrigues BC. (2009). Comparative growth of *Trichoderma* strains in different nutritional sources, using bioscreen c automated system. *Braz. J. Microbiol* 40:404-410
- Rudresh DL, Shivaprakash MK, Prasad RD. (2005). Effect of combined application of Rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea. *Appl Soil Ecol.* 28(2):139-46.
- Seibel, C., Gremel, G., do Nascimento Silva, R., Schuster, A., Kubicek, C.P. and Schmoll, M. (2009). Light dependent roles of the G protein a subunit GNA1 of *Hypocrea jecorina* (anamorph *Trichoderma reesei*). *BMC Biology.* 7(58).
- Shahid M, Srivastava M, Sharma A, Kumar V, Pandey S, Singh A. (2013). morphological, molecular identification and ssr marker analysis

- of a potential strain of *Trichoderma/hypocrea* for production of a bioformulation. *J Plant Pathol Microbiol.* 4 (10): 1-7.
- Shahid M, Srivastava M, Sharma A, Kumar V, Pandey S, Singh A. (2013). morphological, molecular identification and ssr marker analysis of a potential strain of *Trichoderma/hypocrea* for production of a bioformulation. *J Plant Pathol Microbiol.* 4 (10): 1-7.
- Sharma RL, Singh BP, Thakur MP, Thapak SK. (2005). Effect of Media, Temperature, pH and Light on the Growth and Sporulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. Lini (Bolley) Snyder and Hensan. *Ann Pl ProtecSci* . 13:172-174.
- Singh A, Shahid M, Srivastava M, Pandey S, Sharma A, Kumar V. (2014). Optimal physical parameters for growth of *Trichoderma* species at varying pH, temperature and agitation. *Virol Mycol* . 3 (1): 535-546.
- Soenartiningsih, Nurasih Djaenuddin, dan M. Sujak Saenong. (2014). Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelepah Daun pada Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 33(2).
- Stewart, A. (2001). Commercial biocontrol-reality or fantasy. *Aust Plant Pathol* . 30:127–131.
- Syatrawati. (2007). Parasitisme *gliocladium* sp. terhadap *rhizoctonia solani* sebagai penyebab penyakit rebah kecambah ßpada jagung secara in-vitro. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel . ISBN: 979-95025-6-7 ISBN 979-95025-6-7.
- Thrall, P.H., Oakeshott, J.G., Fitt, G., Southerton, S., Burdon, J.J., Sheppard, A., Russell, R.J., Zalucki, M. et al. (2011). Evolution in agriculture: the application of evolutionary approaches to the management of biotic interactions in agro ecosystems. *Evol Appl* .4: 200–215.
- Yüksel Gezgin , Derya Maral Gül, Seçil Sözer Şenşatar, Can Uraz Kara, Sayit Sargin, Fazilet Vardar Sukan and Rengin Eltem. (2019). Evaluation of *Trichoderma atroviride* and *Trichoderma citrinoviride* growth profiles and their potentials as biocontrol agent and biofertilizer. *Turkish Journal of Biochemistry.* 45(2).