

Pengaruh modifikasi media S terhadap produksi spora, viabilitas, dan patogenisitas jamur agensia hayati

Imam Al Mu'arif², Yuyun Fitriana^{1*}, Radix Suharjo², & I Gede Swibawa²

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, ²Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Abstract: Biological control fungi can be stored and produced in the form of spores on a specific medium. For mass production, a large quantity of spores is required in a short amount of time. This study aims to determine the effect of medium S on the sporulation, spore viability, and pathogenicity of the fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium flavoviride*, *Purpureocillium lilacinum*, and *Trichoderma asperellum*. There were two sets of experiments in this study. The first experiment tested the growth ability of fungal isolates on modified medium S in vitro. The second experiment tested the viability of the fungi that had been grown on the medium used in the previous experiment. The results showed that the type of fungus and the type of medium affected growth and spore production but did not influence spore viability. Among the biological agents, there appears to be mutual inhibition, though this inhibition does not seem to affect their ability to cause the death of the test insects. The consortium of biological agents resulted in a higher mortality rate of the test insects compared to single-agent applications.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium flavoviride*, *Purpureocillium lilacinum*, *Trichoderma asperellum*, S medium

Pendahuluan

Agensia hayati adalah setiap organisme yang meliputi semua jenis serangga, nematoda, protozoa, jamur, bakteri, virus, mikoplasma, serta organisme lain yang dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Salah satu contoh agensia hayati adalah kelompok jamur. Beberapa jenis jamur diketahui mampu menghasilkan senyawa beracun (toksin) untuk mengolonisasi suatu substrat dan melawan organisme lainnya. Kemampuan jamur menghasilkan toksin sangatlah penting dalam menentukan kemampuannya untuk mengkolonisasi dan mengatur keberadaannya dalam suatu substrat (Burge, 1988).

Beberapa jamur agensia hayati diketahui memproduksi racun yang dapat mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Jamur tersebut antaralain *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* sp., *Purpureocillium lilacinum*, dan *Trichoderma* sp.. Jamur agensia hayati dapat disimpan dan diproduksi dalam bentuk spora pada suatu media. Untuk melakukan produksi massal, dibutuhkan produksi spora yang banyak dalam waktu yang singkat. Menurut Masangkay *et al.* (2000), media S dapat mempercepat sporulasi jamur *Alternaria alternata*. Media S (Media Sporulasi) adalah agar air yang dimodifikasi dengan tambahan kalsium karbonat (CaCO₃) dan sukrosa. Walaupun demikian, belum ada laporan tentang pengaruh media S terhadap pertumbuhan, produksi konidia, dan viabilitas spora jamur agensia hayati.

Sitasi: Al Mu'arif I., Fitriana Y., Suharjo R., & Swibawa I.G. 2024. Pengaruh modifikasi media S terhadap produksi spora, viabilitas, dan patogenisitas jamur agensia hayati. JPA 1(1): 34–45.

Artikel masuk: 22 Januari 2024
Revisi diterima: 28 Februari 2024
Publikasi online: 14 Mei 2024

*Penulis korespondensi:
Yuyun Fitriana
(yuyun.fitriana@fp.unila.ac.id)

Metode penelitian

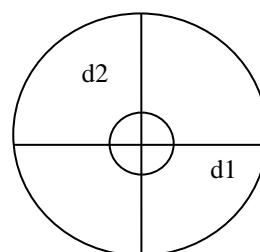
Waktu dan tempat penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian (LBFP) Universitas Lampung dari bulan Mei sampai dengan September 2019. Penelitian ini terdiri dari 3 set percobaan yang disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL) dengan faktor jenis jamur dan jenis media yang digunakan. Pada percobaan ini isolat jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* ditumbuhkan pada 9 media yaitu 1 media SDA sebagai kontrol dan 8 media S yang sudah dimodifikasi. Sedangkan media yang digunakan untuk pengamatan viabilitas adalah media PSA.

Pembuatan media. Media yang digunakan untuk uji pertumbuhan koloni yaitu media S padat, S padat + *yeast*, S padat + *peptone*, dan media S padat + *yeast* + *peptone*. Media yang digunakan untuk uji sporulasi yaitu semua perlakuan media padat yang digunakan pada uji pertumbuhan koloni, media S cair, S cair + *yeast*, S cair + *peptone*, dan S cair + *yeast* + *peptone*. Sedangkan media yang digunakan untuk pengamatan viabilitas adalah media PSA.

Inokulasi isolat jamur ke dalam media. Masing-masing isolat *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* yang berumur 3 hari, dilubangi dengan alat bor gabus ukuran 0,5 cm. Kemudian 1 bor gabus isolat diinokulasikan ke media padat dan media cair. Pada media padat, inokulasi dilakukan ditengah cawan petri kemudian diwrap. Pada media cair, inokulasi dilakukan kedalam botol kaca volume 100 ml kemudian botol ditutup dengan *aluminium foil* dan diikat dengan karet. Setiap cawan dan botol diberi label sesuai perlakuan dan diinkubasi pada suhu ruang. Namun, botol kaca yang berisi media cair diinkubasi di dalam *orbital shaker* agar homogen.

Pengamatan. Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah diameter pertumbuhan jamur, sporulasi, dan viabilitas spora.

Diameter pertumbuhan jamur. Pertumbuhan koloni jamur diukur setiap hari dari hari ke-1 sampai hari ke-14 setelah inokulasi. Pertumbuhan koloni jamur dapat dihitung dengan mengukur diameter vertikal dan horizontal koloni seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Cara penghitungan diameter koloni pertumbuhan

Rumus menghitung diameter koloni jamur :

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan : d1 = diameter horizontal koloni jamur (cm); d2 = diameter vertikal koloni jamur (cm); D = diameter koloni jamur (cm).

Produksi spora. Produksi spora jamur dapat diketahui dengan menghitung kerapatan spora jamur (sporulasi). Sporulasi jamur dihitung dengan metode hitungan mikroskopis langsung menggunakan *haemocytometer*. Pengamatan sporulasi jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, dan *P. lilacinum* dilakukan pada 14 hari setelah inokulasi. Penghitungan jumlah spora dilakukan dengan bantuan mikroskop binokuler perbesaran 400x. Jumlah spora dihitung dengan memilih 5 bidang atau kotak sedang *haemocytometer*, lalu tiap bidang tersebut dihitung jumlah spora pada tiap kotak kecil dan dirata-rata nilainya. Setelah diketahui rata-rata spora pada 5 bidang pandang *haemocytometer*, sporulasi jamur dihitung menggunakan rumus (Syahnen dkk., 2014).

$$S = R \times K \times F$$

Keterangan: S = Jumlah spora (spora/ml); R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang; pandang *haemocytometer*; K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$); F = faktor Pengenceran yang dilakukan.

Viabilitas konidia. Viabilitas konidia jamur dapat dihitung dengan cara sebagai berikut. Sebanyak 25 µl suspensi spora masing-masing jamur ditetaskan 3 titik pada media SDA lalu diratakan dan diinkubasi selama 12 jam (Syahnen dkk., 2014). Setelah itu, spora diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x lalu dihitung banyaknya spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Spora dihitung berkecambah apabila telah terbentuk tabung kecambah dengan panjang bulu kecambah berukuran 2x panjang diameter spora (Espinell-Ingroff, 2000). Viabilitas spora dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahnen dkk., 2014) :

$$V = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: V = viabilitas spora; a = spora berkecambah; b = total spora yang diamati

Analisis data. Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan Uji Barlett dan keaditifan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Jamur dan Media terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis jamur dan media berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur (Tabel 1). Dari Tabel 1 diketahui bahwa interaksi antara jenis media dan jenis jamur yang digunakan mempengaruhi pertumbuhan jamur pada 4, 8, dan 12 HSI. Hal tersebut diduga karena kandungan masing-masing media mempunyai efek yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan masing-masing jamur.

Tabel 1. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh jenis jamur dan media padat terhadap diameter koloni jamur

Peubah	Hari ke		
	4 HSI	8 HSI	12 HSI
Jamur (a)	1519,14*	719,86*	204,38*
Media (b)	27,41*	16,20*	8,46*
Interaksi (a x b)	17,62*	4,23*	2,60*

Keterangan : *: berbeda nyata pada taraf 5%.

Pada 4-12 HSI diameter jamur tertinggi ditunjukkan oleh *T. asperellum* yang ditumbuhkan pada semua media yang digunakan. Pada 4-12 HSI panjang rata-rata diameter koloni *T. asperellum* pada perlakuan media SDA, SO, SY, SP, dan SYP tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata terhadap jamur lainnya. Sementara pada media SDA pertumbuhan jamur cenderung lebih rendah baik untuk *B. bassiana*, *M. flavoviride*, dan *P. lilacinum* (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh jenis jamur dan media terhadap diameter koloni jamur

Jamur	Media	Diameter koloni (cm)		
		4 HSI	8 HSI	12 HSI
BB	SDA	1,48 ghi	1,48 ghi	1,92 gh
	SO	2,20 efg	2,20 efg	3,35 cdef
	SY	3,20 bcd	3,20 bcd	4,73 bcd
	SP	2,82 cde	2,82 cde	3,53 bcdef
	SYP	3,47 bc	3,47 bc	4,42 bcd
MF	SDA	1,27 hi	1,27 hi	1,87 gh
	SO	1,05 i	1,05 i	1,53 h
	SY	2,23 efg	2,23 efg	3,03 efg
	SP	2,58 def	2,58 def	3,40 cdef
	SYP	2,47 def	2,47 def	3,22 def
PL	SDA	1,93 fgh	1,93 fgh	2,88 fg
	SO	3,03 bcd	3,03 bcd	4,23 bcde
	SY	3,67 b	3,67 b	4,67 bc
	SP	2,15 efg	2,15 efg	2,97 efg
	SYP	3,60 bc	3,60 bc	4,43 bcd
T	SDA	8,40 a	8,40 a	8,40 a
	SO	8,40 a	8,40 a	8,40 a
	SY	8,40 a	8,40 a	8,40 a
	SP	8,40 a	8,40 a	8,40 a
	SYP	8,40 a	8,40 a	8,40 a
F Hitung		17,62	4,23*	2,60*

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%. HSI: Hari setelah inokulasi, BB: *Beauveria bassiana*, MF *Metarhizium flavoviridae*, PL: *Purpurecillium lilacinum*, TR: *Trichoderma sperellum*, SDA: Sabouraud Dextrose Agar (media kontrol), SO: Media S Orisinil, SY: Media S + yeast, SP: Media S + peptone, SYP: Media S + Yeasy + Peptone

Pengaruh Jenis Jamur dan Media terhadap Sporulasi Jamur. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis media dan jenis jamur berpengaruh nyata terhadap sporulasi jamur (Tabel 3). Dari Tabel 3 diketahui bahwa jenis jamur berpengaruh nyata terhadap sporulasi jamur, selain itu jenis media juga berpengaruh nyata terhadap sporulasi jamur. Interaksi antara jenis media dengan jenis jamur yang digunakan juga diketahui dapat memengaruhi sporulasi jamur. Hal tersebut diduga karena kandungan masing-masing media mempunyai efek yang berbeda-beda terhadap produksi spora masing-masing jamur.

Tabel 3. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh jenis jamur dan media padat terhadap kerapatan spora

Peubah	Jenis jamur (a)	Media padat (b)	Interaksi (axb)
Kerapatan spora	412.53*	10.11*	4,55 *

Keterangan : *: berbeda nyata pada taraf 5%.

Sporulasi masing-masing jamur yang ditumbuhkan pada masing-masing media berbeda nyata (Tabel 4). Kerapatan spora tertinggi ditunjukkan oleh jamur *T. asperellum* pada perlakuan media SYP ($48,33 \times 10^7$ spora/mL). Jamur *T. asperellum* mempunyai kemampuan memproduksi spora paling tinggi di semua jenis media dibandingkan dengan isolat jamur lainnya yaitu sebesar $30,0 \times 10^7$ spora/mL (SDA), $28,30 \times 10^7$ spora/mL (SO), $31,67 \times 10^7$ spora/mL (SY), $38,33 \times 10^7$ spora/mL (SP), dan $48,33 \times 10^7$ spora/mL (SYP).

Tabel 4. Pengaruh jenis jamur dan media S padat terhadap kerapatan spora

Jamur	Perlakuan	Kerapatan spora (10^7 spora/ml)
BB	SDA	3,83 d
	SO	2,67 d
	SY	4,00 d
	SP	4,83 d
	SYP	5,50 d
MF	SDA	2,50 d
	SO	2,67 d
	SY	3,17 d
	SP	3,00 d
	SYP	5,33 d
PL	SDA	3,33 d
	SO	3,83 d
	SY	4,33 d
	SP	5,50 d
	SYP	5,67 d
TR	SDA	30,00 c
	SO	28,30 c
	SY	31,67 c
	SP	38,33 b
	SYP	48,33 a
F hitung		63,74 *

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BB : *B. bassiana*, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*, SO : Media S Orisinil, SY : Media S + Yeast, SP : Media S + Peptone, SYP : Media S + Yeast + Peptone

Interaksi antara jenis media cair dengan jenis jamur yang digunakan mempengaruhi sporulasi jamur (Tabel 5). Hal tersebut diduga karena kandungan masing-masing media mempunyai efek yang berbeda-beda terhadap produksi spora masing-masing jamur.

Tabel 5. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh jenis jamur dan media cair terhadap kerapatan spora

Peubah	Jamur (a)	Media cair (b)	Interaksi (axb)
Kerapatan spora	177,04*	22,62*	7,94*

Keterangan : *: berbeda nyata pada taraf 5%.

Sporulasi masing-masing jamur yang ditumbuhkan pada masing-masing media berbeda nyata (Tabel 6). Pada media cair, kerapatan spora tertinggi ditunjukkan oleh jamur *T. asperellum* pada perlakuan media SCYP ($19,97 \times 10^5$ spora/mL). Jamur *T. asperellum* mempunyai kemampuan memproduksi spora paling tinggi di semua jenis media cair dibandingkan dengan isolat jamur lainnya yaitu sebesar $16,33 \times 10^5$ spora/mL (SC), $12,33 \times 10^5$ spora/mL (SCY), $11,67 \times 10^5$ spora/mL (SCP), dan $19,97 \times 10^5$ spora/mL (SCYP).

Tabel 7. Pengaruh jenis jamur dan media s cair terhadap kerapatan spora

Jamur	Perlakuan	Sporulasi (10^5 spora/ml)	
BB	SO	10,67	cde
	SY	7,83	fg
	SP	9,00	ef
	SYP	10,33	de
MF	SO	6,17	gh
	SY	5,33	h
	SP	6,50	gh
	SYP	6,67	gh
PL	SO	6,50	ab
	SY	6,00	gh
	SP	7,50	fg
	SYP	7,83	fg
TR	SO	16,33	b
	SY	12,33	c
	SP	11,67	cd
	SYP	19,97	a
F hitung		7,94 *	

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BB : *B. bassiana*, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*, SO : Media S Orisinil, SY : Media S + Yeast, SP : Media S + Peptone, SYP : Media S + Yeast + Peptone

Isolat jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, dan *P. lilacinum* yang ditumbuhkan pada media padat dengan perlakuan SY dan SYP mampu menghasilkan pertumbuhan koloni paling tinggi, sedangkan pada isolat *T. asperellum* pertumbuhan koloni paling tinggi didapatkan pada isolat yang ditumbuhkan pada media SDA (Tabel 8). Sebagaimana yang diungkapkan (El Damir, 2006), bahwa jenis media tumbuh dapat memengaruhi produksi spora jamur entomopatogen. Sementara itu, (Ingle, 2014) melaporkan bahwa media SDA dapat memberikan pertumbuhan koloni dan sporulasi jamur *Nomuraea rileyi* lebih baik dibandingkan media PDA.

Tabel 8. Pengaruh media S padat yang telah dimodifikasi terhadap produksi spora, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum*

Jamur	Media	Diameter Koloni (cm)		Kerapatan spora (10^7 spora/ml)		viabilitas (%)	Patogenisitas (%)
BB	SDA	1,92	gh	3,83	d	38,69	11,11 cde
	SO	3,35	cdef	2,67	d	59,25	26,67 abc
	SY	4,73	bcd	4,00	d	48,10	31,11 ab
	SP	3,53	bcdef	4,83	d	51,05	26,67 abc
	SYP	4,42	bcd	5,50	d	42,92	33,33 ab
MF	SDA	1,87	gh	2,50	d	32,51	22,22 abc
	SO	1,53	h	2,67	d	46,61	37,78 a
	SY	3,03	efg	3,17	d	37,89	35,56 a
	SP	3,40	cdef	3,00	d	46,90	33,33 ab
	SYP	3,22	def	5,33	d	46,39	11,11 cde
PL	SDA	2,88	fg	3,33	d	31,66	17,78 bcd
	SO	4,23	bcde	3,83	d	35,23	33,33 ab
	SY	4,67	bc	4,33	d	26,63	2,22 de
	SP	2,97	efg	5,50	d	26,32	24,44 abc
	SYP	4,43	bcd	5,67	d	29,57	24,44 abc
T	SDA	8,40	a	30,00	c	30,0	35,56 a
	SO	8,40	a	28,30	c	28,3	33,33 ab
	SY	8,40	a	31,67	c	31,67	28,89 ab
	SP	8,40	a	38,33	b	38,33	22,22 abc
	SYP	8,40	a	48,33	a	48,33	17,78 bcd
F Hitung		2,60*		63,74*		1,68tn	2,72*

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. tn: tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BB : *B. bassiana*, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*, SO : Media S Orisinil, SY : Media S + Yeast, SP : Media S + Peptone, SYP : Media S + Yeast + Peptone.

Hasil percobaan uji sporulasi menunjukkan bahwa semua isolat jamur yang ditumbuhkan pada media S dengan penambahan *yeast* dan *peptone* mampu menghasilkan spora paling tinggi, sedangkan isolat yang ditumbuhkan pada media perlakuan lain menghasilkan produksi spora lebih rendah dibanding pada media SYP. Hal ini menunjukkan bahwa media SYP lebih cocok digunakan untuk mengoptimalkan produksi spora jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* isolat koleksi LBPFP Universitas Lampung dibandingkan dengan media SDA, SO, SY, dan SP. Namun, peningkatan jumlah spora pada tiap isolat jamur tidak didukung oleh pertumbuhan koloni pada media, hal ini membuktikan bahwa produksi spora tidak selalu diiringi dengan diameter koloni yang luas. Begitu pula dengan hasil uji viabilitas isolat jamur yang telah ditumbuhkan pada media padat. Viabilitas spora dari masing-masing jamur tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini diduga karena media S dengan penambahan *yeast* dan atau *peptone* tidak mempengaruhi viabilitas spora isolat *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* isolat koleksi LBPFP Universitas Lampung.

Ardiyati dkk. (2015) mengklasifikasikan tingkat patogenisitas menjadi tiga yaitu patogenisitas tinggi dengan persentase kematian lebih dari 64,49%, patogenisitas sedang dengan persentase kematian 64,49-30,99%, dan patogenisitas rendah dengan persentase kematian kurang dari 30,99%. Hasil penelitian

menunjukkan empat jamur agensia hayati yang ditumbuhkan pada media padat setelah diaplikasikan mampu mematikan serangga uji jangkrik sebesar 16,67-47,22%, nilai ini termasuk kategori rendah dan sedang.

Masyitah dkk. (2017) melaporkan bahwa semakin tinggi sporulasi jamur entomopatogen yang diaplikasikan, spora jamur yang menempel dan melakukan penetrasi pada tubuh inang sasaran akan semakin banyak, sehingga persentase kematian serangga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan isolat jamur *B. bassiana* yang ditumbuhkan di media SYP yang menunjukkan jumlah spora tertinggi dan mortalitas yang tertinggi pula. Namun hal ini tidak berlaku terhadap jamur *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum*. Jumlah spora tertinggi jamur-jamur tersebut tidak diikuti dengan mortalitas yang tertinggi pula. Hal ini diduga karena sifat kanibal yang dimiliki serangga uji, yang menyebabkan jangkrik saling memakan satu sama lain yang menyebabkan kematian.

Pengaruh Media S Cair yang telah Dimodifikasi terhadap Produksi Spora, Viabilitas, dan Patogenisitas Jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum*

Isolat jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, dan *P. lilacinum* yang diinkubasi pada media cair dengan perlakuan SYP mampu menghasilkan spora paling tinggi, sedangkan isolat yang ditumbuhkan pada media perlakuan lain menghasilkan produksi spora lebih sedikit dibanding pada media SYP (Tabel 9). Hal ini selaras dengan percobaan uji pertumbuhan pada media padat, namun jumlah spora pada jamur yang diinkubasi pada media cair lebih sedikit dibandingkan jamur yang ditumbuhkan pada media padat. Hal ini diduga akibat tidak adanya kandungan karbohidrat pengganti ekstrak kentang pada media cair.

Tabel 9. Pengaruh media S cair yang telah dimodifikasi terhadap produksi spora, viabilitas, dan patogenisitas jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum*

Jamur	Perlakuan	Sporulasi (10 ⁵ spora/ml)	Viabilitas (%)	Patogenisitas (%)
BB	SO	10,67 cde	49,23	81,85 cdef
	SY	7,83 fg	50,25	96,29 ab
	SP	9,00 ef	47,76	92,96 abc
	SYP	10,33 de	48,30	85,56 bcde
MF	SO	6,17 gh	44,66	92,96 abc
	SY	5,33 h	38,32	96,29 ab
	SP	6,50 gh	45,82	96,67 ab
	SYP	6,67 gh	48,11	100,00 a
PL	SO	6,50 ab	46,63	64,07 h
	SY	6,00 gh	40,42	67,78 gh
	SP	7,50 fg	50,61	71,48 fgh
	SYP	7,83 fg	40,13	89,26 bcde
TR	SO	16,33 b	39,10	92,96 abc
	SY	12,33 c	38,48	82,22 cdef
	SP	11,67 cd	46,80	78,89 defg
	SYP	19,97 a	49,87	74,82 efgh
F hitung		7,94 *	0,40 tn	3,29 *

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. tn: tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BB : *B.*

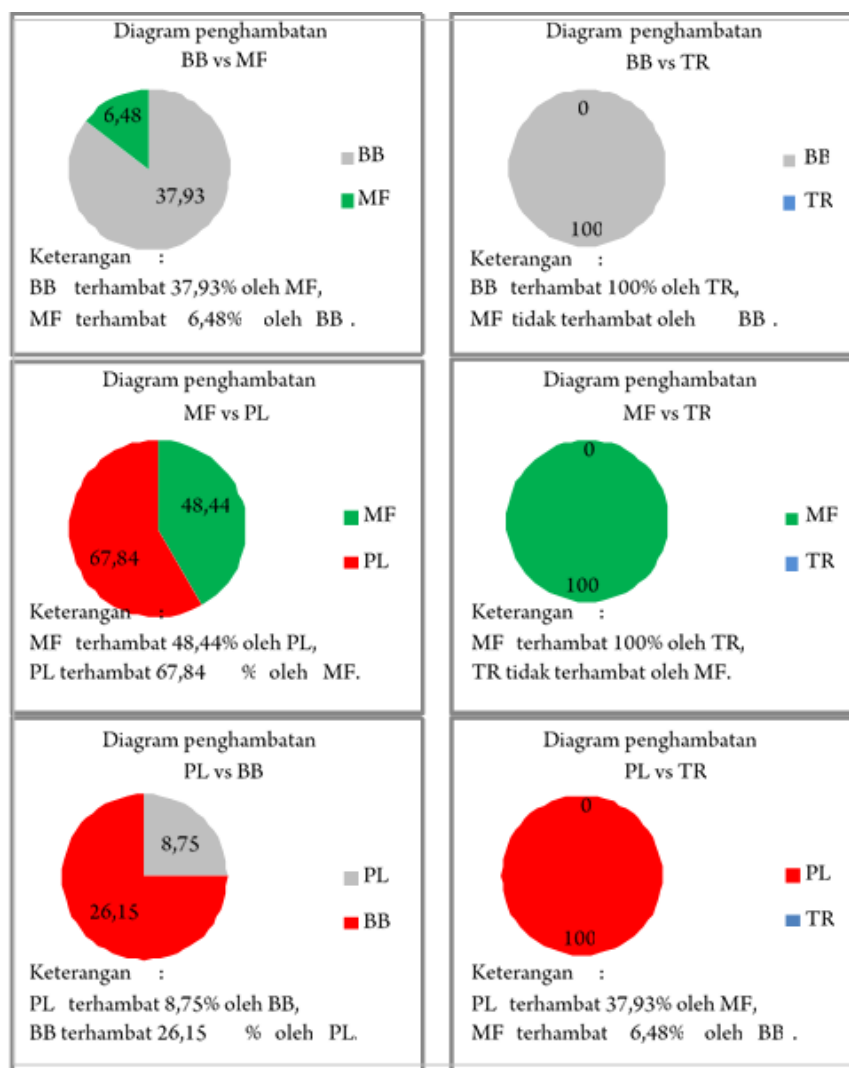
bassiana, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*, SO : Media S Orisinil, SY : Media S + Yeast, SP : Media S + *Peptone*, SYP : Media S + Yeast + *Peptone*.

Perbedaan media padat dan cair yang digunakan pada penelitian ini adalah karbohidrat yang berasal dari air rebusan kentang dan agar yang tidak dimasukkan dalam komposisi pembuatan media cair. Sebagaimana menurut Sitompul dkk. (2017), bahwa karbohidrat merupakan salah satu sumber makanan dan energi untuk pertumbuhan jamur. Namun demikian, patogenisitas jamur yang diinkubasi pada media cair terhadap serangga uji jangkrik lebih tinggi dibandingkan dengan mortalitas jamur yang ditumbuhkan pada media padat. Hal ini diduga akibat reaksi *yeast* dan *peptone* yang diinkubasi selama 10 hari sehingga mengakibatkan suspensi jamur menjadi lebih pekat dan beraroma kurang sedap. Pada penelitian juga ditemukan serangga uji jangkrik yang mati dengan gejala membusuk. Jangkrik tersebut diduga mati akibat keracunan suspensi *yeast* dan *peptone* yang mengandung spora jamur.

Hasil penelitian menunjukkan empat jamur agensia hayati yang ditumbuhkan pada media cair setelah diaplikasikan mampu mematikan serangga uji jangkrik sebesar 64-90%. Berdasarkan klasifikasi tingkat patogenisitas jamur yang diungkapkan Ardiyati dkk. (2015), maka nilai ini termasuk kategori sedang dan tinggi. Sementara itu viabilitas spora dari masing-masing jamur yang diuji setelah diinkubasi pada media cair menunjukkan tidak berbeda nyata satu sama lain. Viabilitas spora pada seluruh jamur berkisar antara 38-50,61%, sebagaimana pada viabilitas spora yang telah ditumbuhkan pada media padat berkisar 26,3-59,3%. Pada perlakuan media cair, viabilitas spora terendah lebih tinggi dibandingkan dengan viabilitas spora terendah pada jamur yang telah ditumbuhkan pada media padat. Hal ini diduga akibat sifat alami spora yang dapat berkecambah apabila dalam kondisi lingkungan yang lembab.

Kemampuan Antagonis dan Patogenisitas Konsorsium Jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* terhadap Serangga Uji Jangkrik

Pasangan isolat BB VS MF pertumbuhan jamur yang mendominasi adalah jamur *M. flavoviride* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *B. bassiana* hingga sebesar 37,93 % (Gambar 2). Pada pasangan isolat BB VS PL pertumbuhan jamur yang mendominasi adalah jamur *P. lilacinum* yang mampu menghambat jamur *B. bassiana* hingga sebesar 26,15%. Kemudian pada pasangan isolat MF VS PL pertumbuhan jamur yang mendominasi adalah jamur *P. lilacinum* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *M. flavoviride* hingga 48,44 %. Sementara itu pada pasangan isolat BB VS TR, PL VS TR, dan MF VS TR, pertumbuhan jamur yang mendominasi adalah jamur *T. asperellum* yang mampu menghambat pertumbuhan masing-masing jamur hingga sebesar 100 %.



Gambar 2. Penghambatan jamur. BB : *B. bassiana*, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*

Patogenisitas konsorsium jamur terhadap serangga uji jangkrik lebih tinggi dibandingkan jamur yang diaplikasikan secara individu. Hal ini diduga akibat adanya perbedaan patogenisitas antar jamur entomopatogen (Tabel 10). Pinem dkk. (2017) menyatakan perbedaan patogenisitas disebabkan kecepatan tumbuh, kemampuan penetrasi, maupun penggunaan enzim jamur berbeda-beda. Selain itu, persentase mortalitas serangga inang yang terinfeksi dipengaruhi oleh proses pergantian kulit. Pergantian kulit jangkrik relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan jamur untuk melakukan penetrasi. Sebagaimana menurut Alavo dkk. (2001), bahwa pergantian kulit serangga mempengaruhi kemampuan infeksi jamur entomopatogen. Jika serangga mengalami ganti kulit sebelum jamur menginfeksi maka kemampuan infeksi jamur menjadi sangat rendah karena konidia akan terlepas bersama kutikula.

Tabel 3. Patogenisitas konsorsium jamur *B. bassiana*, *M. flavoviride*, *P. lilacinum*, dan *T. asperellum* terhadap serangga uji jangkrik

Perlakuan	Mortalitas (%)
Kontrol	0,00 e
BB	62,37 cd
MF	68,44 bcd
PL	54,29 d
TR	54,55 d
BP	67,93 bcd
BM	91,16 a
BT	82,83 ab
MP	71,47 bcd
MT	77,27 abc
PT	77,02 abc
F hitung	19,96*

*Berbeda nyata pada taraf nyata 5%. tn: tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BB : *B. bassiana*, MF : *M. flavoviride*, PL : *P. lilacinum*, TR : *T. asperellum*., BP: *B. bassiana*+*P. lilacinum*, BM: *B. bassiana* + *M. flavoviridae*, BT: *B. bassiana*+ *T. asperellum*, MP: *M. flavoviridae*+*P. lilacinum*, MT: *M. flavoviridae*+ *T. asperellum*, PT: *P. lilacinum*+ *T. asperellum*

Faktor yang mempengaruhi mortalitas serangga yang selanjutnya adalah toksin yang dihasilkan masing-masing jamur entomopatogen berbeda. Jamur *B. bassiana* memproduksi beauvericin yang mengakibatkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel serangga inang. Jamur *Metarhizium* memproduksi destruxins (DTXs) yang terbukti bersifat racun pada serangga sehingga menyebabkan kematian serangga. Destruxins bertindak sebagai racun neuromuskular yang menyebabkan kelumpuhan otot serangga (Samuels, 1998).

Secara historis *P. lilacinum* telah dianggap sebagian besar sebagai parasit telur nematoda yang lahir di tanah dan digunakan sebagai agen biokontrol terhadap hama nematoda seperti simpul akar, *Meloidogyne incognita*, dll. Namun Lopez dkk. (2014), membuktikan bahwa *P. lilacinum* juga bisa menjadi entomopatogen terhadap serangga herbivora. Berdasarkan penelitiannya, strain *P. lilacinum* yang diisolasi dari kapas memengaruhi kematian serangga herbivora pada uji di rumah kaca dan di lapangan.

Sementara itu Jarlina (2019), melaporkan jamur *M. flavoviride* dalam *Compost tea* yang mengandung *Trichoderma* sp. setelah masa penyimpanan mampu bertahan dan dapat menyebabkan mortalitas hama wereng dan walang sangit. Persentase mortalitas kedua hama tersebut paling tinggi pada penyimpanan bulan pertama mencapai +75%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian, dimana konsorsium jamur *M. flavoviride* dan *T. asperellum* dapat menyebabkan mortalitas serangga jangkrik mencapai 77,27%.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis jamur dan jenis media mempengaruhi pertumbuhan dan produksi spora, namun tidak mempengaruhi viabilitas spora. Antar agensia hayati terlihat saling menghambat satu dengan yang lain, namun penghambatan tersebut spertinya tidak mempengaruhi kemampuannya dalam menyebabkan kematian serangga uji. Konsorsium agens hayati menyebabkan kematian serangga uji lebih besar daripada aplikasi secara tunggal.

Referensi

- Alavo, T.B.C., Sermann, H., & Bochow, H. 2001. Biocontrol of aphids using *Verticillium lecanii* in greenhouse: factor reducing the effectiveness of the entomopathogenic fungus. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 34 (6): 407-424.
- Ardiyati, A.T., Mudjiono, G., & Himawan, T. 2015. Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). *Jurnal HPT Universitas Brawijaya* 3 (3): 43-51.
- Burge, M. N. 1988. *Fungi In Biological Control Systems*. Manchester University. Press. Manchester.
- El Damir, M. 2006. Effect of growing media and water volume on conidial production of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Biological Sciences* 6 (2): 269-274.
- Espinell-Ingroff, A., Warnock, D.W., Vazquez, J.A., Arthington-Skaggs, B.A. 2000. In vitro antifungal susceptibility methods and clinical implications of antifungal resistance. *Med. Mycol.* 38 Suppl 1: 293-304.
- Ingle, Y.V. 2014. Effect of different growing media on mass production of *Nomuraea rileyi*. *International Journal of Environmental Sciences* 4 (5): 1006-1014.
- Jarlina, S. 2019. Kemampuan Bertahan Jamur *Metarhizium flavoviride* dalam *Compost tea* setelah Masa Penyimpanan dan Pengaruhnya terhadap Mortalitas Wereng dan Walang Sangit serta Kemampuannya dalam Memacu Pertumbuhan Tanaman. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Lopez. C. D., Salzman. Z. K., Ramos. J. M., & Sword A. G. 2014. The Entomopathogenic Fungal Endophytes *Purpureocillium lilacinum* (Formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* Negatively Affect Cotton Aphid Reproduction under Both Greenhouse and Field Conditions. *Plos One* 9 (8) : e103891.
- Masangkay, R. F., Timothy, C. P., Steven, G. H., & Alan K. W. 2000. Characterization of sporulation of *Alternaria alternata* f. sp. *sphenocleae*. *Journal of Biocontrol Science and Technology* 1 (10): 385-397.
- Masyitah, I., Sitepu, S.F., & Safni, I. 2017. Potensi jamur entomopatogen untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* F. pada tanaman tembakau in vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5 (3): 484- 493.
- Pinem, M.I., Widariyanto, R. & Zahara, F. 2017. Patogenitas beberapa cendawan entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*) terhadap *Aphis glycines* pada tanaman kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5 (1): 8-16.
- Samuels, R. I. 1998. A sensitive bioassay for destruxins, cyclodepsipeptides from the culture filtrates of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sorok. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 27 (2): 229-235.
- Sitompul. F. T., Zuhry. E., & Armaini. 2017. Pengaruh Berbagai Media Tumbuh dan Penambahan Gula (Sukrosa) terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). Universitas Riau. Pekanbaru.
- Syahnen, D.D.N. Sirait, & S.E. Br. Pinem. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan.