



Teknologi Peningkatan Kemampuan Jamur Endofit Isolat S₂A₂ Cabai Merah untuk Pengendalian *Colletotrichum capsici*

Technology on Increasing the Ability Of Red Chili Plant Endophytic Fungus S₂A₂ Isolate to Controlling the Colletotrichum Capsici

Ahmad Zamil Alamsyah¹ dan Muhammad Ali²

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

*Penulis korespondensi : ahmadjamilalamsyah@gmail.com

Diterima 11 November 2019 / Disetujui 30 Desember 2019

ABSTRACT

The research aims to obtain the best compounds to increase the ability of S₂A₂ isolate to control Colletotrichum capsici. The experimental units were arranged in a complete randomized design. The treatments used were enrichment compounds i.e : glutamic acid, auxin and giberelin hormones. The data were analyzed descriptively and Duncan's New Multiple Range Test at 5% level. The parameters observed were the characteristic of the isolate, the ability of isolate growth, colony diameters, inhibition the isolate, hiperparasitism, inhibition of volatile organic compounds and the amount of metabolic secondary acid produced. The result indicated that enrichment of glutamic acid of 1 gL⁻¹ on PDA medium was the best compounds to increase the control capability of the isolate.

Keywords : *Colletotrichum capsici*, endophytic fungi of S₂A₂, increasing technology

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan perlakuan terbaik untuk meningkatkan kemampuan jamur endofit S₂A₂ dalam mengendalikan *C. Capsici*. Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan adalah senyawa asam glutamat, hormon auksin dan hormon giberelin. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik deskriptif dan analisis ragam dan uji lanjut dengan Duncan's New Multiple Range Test pada taraf 5%. Parameter pengamatan yaitu karakteristik jamur endofit, kecepatan pertumbuhan dan daya antagonis (dual culture, kemampuan hiperparasitisme, volatile organic compounds dan pengamatan jumlah senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan). Hasil penelitian diperoleh pemberian senyawa asam glutamat 1 gL⁻¹ medium PDA adalah perlakuan terbaik dalam meningkatkan kemampuan isolat.

Kata Kunci : *Colletotrichum capsici*, jamur endofit S₂A₂, teknologi peningkatan

PENDAHULUAN

Colletotrichum capsici merupakan salah satu patogen yang merugikan dalam budidaya cabai merah. Hidayat *et al.* (2004) melaporkan bahwa *C. capsici* menurunkan produksi cabai merah hingga 40-60% serta menyerang mulai dari pra dan pasca panen. Hal ini menyebabkan perlu dilakukan upaya pengendalian jamur *C. capsici* sehingga dapat memaksimalkan produksi cabai merah.

Pengendalian penyakit busuk buah cabai merah yang banyak dilakukan adalah penggunaan fungisida kimia berbahan aktif mankozeb dan chlorothanil (Kegley *et al.*, 2008). Penggunaan fungisida kimia terbilang efektif namun menimbulkan pencemaran lingkungan. Penggunaan fungisida yang tidak tepat dapat membahayakan kesehatan manusia karena residunya pada buah cabai merah dapat dikonsumsi langsung, menstimulasi patogen untuk melakukan mutasi dan menimbulkan biaya pengendalian yang lebih besar bagi petani. Adanya dampak negatif ini memerlukan upaya pengendalian yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Upaya perlindungan tanaman yang lebih efektif dan ramah lingkungan dengan pemanfaatan jamur endofit sebagai agensia pengendali hayati. Alamsyah *et al.* (2017) berhasil mengisolasi 28 isolat jamur endofit cabai merah serta mendapatkan isolat S₂A₂ sebagai isolat terbaik dalam mengendalikan *C. capsici* dengan metode *dual culture*. Selanjutnya Alamsyah (2018) melaporkan bahwa isolat S₂A₂ teridentifikasi sebagai *Rhizoctonia* sp. dan mampu mengendalikan *C. capsici* penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai merah.

Pengembangan pengendalian hayati ini perlu dilakukan lebih lanjut untuk mendapatkan produk pengendalian hayati *C. capsici* yang lebih efektif. Hal ini dapat terjadi karena adanya penurunan kemampuan antagonis selama penyimpanan dan proses formulasi yang kurang baik sehingga perlunya kajian peningkatan kemampuan jamur endofit. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk peningkatan kemampuan jamur endofit melalui uji antagonis dengan penggunaan senyawa pemacu kemampuan jamur antagonis yang ditambah pada medium tumbuh. Nielsen *et al.* (1999) melaporkan bahwa penambahan asam glutamat dapat meningkatkan aktifitas *P. fluorescens* menghasilkan senyawa seperti viscosamide yang berperan dalam mengendalikan patogen, *Phytophthora ultimum*.

Penelitian pengendalian hayati *C. capsici* dengan peningkatan kemampuan jamur endofit belum banyak dilaporkan. Hal ini menjadikan pentingnya penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian senyawa dan memperoleh perlakuan terbaik untuk meningkatkan kemampuan jamur endofit S₂A₂ cabai merah untuk mengendalikan jamur *C. capsici*. Selain itu, penelitian ini juga untuk mengetahui perubahan sifat jamur endofit yang diberi perlakuan teknologi peningkatan kemampuan jamur endofit sebagai agens hayati.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan pada Maret sampai Mei 2018. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jamur endofit S₂A₂ cabai merah, asam glutamat, hormon auksin, hormon giberelin, air, alkohol 70%, kertas HVS, PDA, PDB, aquades, kertas tisu, kapas, *aluminium foil*, plastik *wrap*, kertas label. Alat yang digunakan adalah pisau, oven, *autoclave*, gelas piala 1000 ml, gelas ukur, erlenmeyer 250 ml, erlenmeyer 500 ml, spatula, tabung reaksi, timbangan analitik, *Laminar air flow cabinet*, petri, bunsen, jarum ose, *cork borer*, *hand sprayer*, pipet tetes, inkubator, mikroskop, kaca objek, *stopwatch*, kamera dan alat tulis.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan 4 tahap yaitu peremajaan isolat jamur endofit S₂A₂ dan *C. capsici*, aplikasi perlakuan senyawa peningkat kemampuan pada medium tumbuh jamur endofit, identifikasi, uji kecepatan pertumbuhan dan uji antagonis. Identifikasi jamur endofit dan tipe hiperparasitik dilakukan secara observasi. Uji kecepatan pertumbuhan dan uji antagonis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan adalah : Tanpa pemberian senyawa (Isolat jamur endofit S₂A₂), AG 1 (penambahan 1 g asam glutamat), AG 2 (penambahan 2 g asam glutamat), AG (penambahan 3 g asam glutamat), GR 1 (penambahan 1 g hormon auksin), GR 2 (penambahan 2 g hormon auksin), GR 3 (penambahan 3 g hormon auksin), QC 1 (penambahan 1 g hormon giberelin), QC 2 (penambahan 2 g hormon giberelin), dan QC 3 (penambahan 3 g hormon giberelin). Data identifikasi dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Data uji antagonis yang diperoleh dengan analisis ragam yang diuji lanjut dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Aplikasi perlakuan senyawa peningkat kemampuan

Aplikasi perlakuan senyawa peningkat kemampuan yaitu dengan penambahan asam glutamat (sebanyak 1 g/l medium, 2 g/l medium, 3 g/l medium), hormon auksin (sebanyak 1 g/l medium, 2 g/l medium, 3 g/l medium), penambahan hormon giberelin (sebanyak 1 g/l medium, 2 g/l medium, 3 g/l medium) pada medium PDA dan diinkubasi selama 5 hari. Selanjutnya, jamur endofit terstimulasi diuji daya antagonisnya terhadap *C. capsici*.

Identifikasi jamur endofit S₂A₂

Identifikasi jamur endofit S₂A₂ yang telah diberi perlakuan dilakukan berdasarkan buku identifikasi Watanabe (2002). Identifikasi jamur endofit dilakukan dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis untuk melihat perubahan morfologi jamur endofit S₂A₂.

Pengukuran diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni jamur endofit S₂A₂

Pengukuran diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni jamur endofit S₂A₂ dengan cara menumbuhkan isolat jamur S₂A₂ pada medium PDA yang telah diberi perlakuan. Koloni jamur endofit S₂A₂ dipotong dengan menggunakan *cork borer* berdiameter 5 mm dan memindahkannya ke medium PDA yang telah diberi perlakuan. Jamur S₂A₂ tersebut diinkubasi dan diamati pertumbuhannya sampai salah satu miselium memenuhi cawan petri.

Uji Antagonis

Uji antagonis : *dual culture*

Uji antagonis dilakukan untuk mengetahui daya hambat jamur endofit cabai merah terhadap pertumbuhan *C. capsici*. Uji antagonis jamur endofit yang dilakukan adalah metode *dual culture* berdasarkan penelitian Sundari *et al.* (2014). Uji antagonis dilakukan dengan memotong kultur *C. capsici* berumur 7 hari dengan *cork borer* berukuran 5 mm dan jamur endofit berumur 7 hari yang dipotong juga dengan ukuran 5 mm dan diinokulasikan pada medium PDA. Jarak antara isolat *C. capsici* dan jamur endofit adalah 3 cm.

Tipe hiperparasitisme

Aktivitas hiperparasitisme dilakukan dengan memotong bagian zona yang bersentuhan (jamur endofit dan *C. capsici*) berukuran 1x1 cm pada seluruh uji antagonis : *dual culture* tertinggi dan diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler.

Uji antagonis : *volatile organic compounds*

Uji *volatile organic compounds* dilakukan berdasarkan penelitian Hardiyanti *et al.* (2016). Uji *volatile organic compounds* dilakukan dengan menyungkupkan kedua isolat yaitu pada bagian bawah adalah jamur endofit umur 7 hari dan bagian atas adalah *C. capsici* (sebagai perlakuan) dan tanpa pemberian jamur endofit (hanya medium PDA sebagai kontrol). Selanjutnya ditutup dan diinkubasi selama 7 hari.

Pengukuran jumlah senyawa metabolit sekunder

Pengukuran jumlah senyawa metabolik sekunder dilakukan untuk mengetahui peningkatan jamur endofit S₂A₂ dalam menghasilkan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Pengukuran jumlah senyawa metabolit sekunder berdasarkan modifikasi penelitian Tapwal *et al.* (2015).

Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan yaitu karakteristik makroskopis dan mikroskopis, diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni jamur endofit, daya antagonis (*dual culture*, tipe hiperparasitisme dan *volatile organic compounds*) dan jumlah senyawa metabolit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Isolat S_2A_2

Hasil pengamatan karakteristik jamur endofit S_2A_2 secara makroskopis, pemberian perlakuan tidak memberikan perubahan kecuali perlakuan hormon giberelin 1 gL^{-1} (GR 1). Adapun karakteristik makroskopis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1. Pengamatan karakteristik jamur endofit S_2A_2 secara mikroskopis yang telah dilakukan terdapat pemberian perlakuan tidak memberikan perubahan. Adapun pengamatan karakteristik jamur endofit S_2A_2 secara mikroskopis yang diperoleh dapat dilihat Tabel 2

Hasil pengamatan jamur endofit S_2A_2 secara makroskopis dan mikroskopis, pemberian senyawa tidak memberikan pengaruh dalam morfologi kecuali perlakuan hormon giberelin gL^{-1} (GR 1) yang memberikan pengaruh terhadap perubahan bentuk tonjolan, dari atas dan samping. Karakteristik jamur endofit yang tidak berubah menunjukkan bahwa pemberian senyawa tersebut tidak bersifat toksik.

Tabel 1. Karakteristik makroskopis isolat S_2A_2

Perlakuan	Warna koloni		Bentuk		
	Dari atas	Colony reverse	Atas	Tonjolan	Samping
AG 1*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
AG 2*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
AG 3*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
GR 1	Putih	Putih	Bentuk L	Umbonat	Halus
GR 2*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
GR 3*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
QC 1*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
QC 2*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
QC 3*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang
Tanpa pemberian senyawa*	Putih	Putih	Bulat	Timbul	Bercabang

Tabel 2. Karakteristik mikroskopis isolat S_2A_2 (lanjutan)

Perlakuan	*Konidia *Spora	*Konidiofor			Hifa
		Permukaan	Warna	Percabangan	
AG 1*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
AG 2*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
AG 3*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
GR 1*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
GR 2*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
GR 3*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
QC 1*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
QC 2*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
QC 3*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta
Tanpa pemberian senyawa*	-	Halus	Hialin	Sedikit	Bersepta

Tanda * : menunjukkan tidak ada perubahan

Diameter Koloni dan Kecepatan Tumbuh Koloni

Diameter koloni dan kecepatan tumbuh koloni yang diberikan senyawa peningkat kemampuan jamur endofit memiliki nilai yang berbeda nyata dibanding jamur endofit S_2A_2 tanpa pemberian senyawa peningkat kemampuan. Diameter koloni dan kecepatan tumbuh koloni yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ yang diberi senyawa peningkat kemampuan jamur endofit memiliki pertumbuhan diameter koloni yang maksimal yaitu 90 mm pada hari ke 4 dan berbeda nyata dengan isolat tanpa perlakuan yaitu 36 mm. Kecepatan pertumbuhan koloni dari semua perlakuan juga berbeda nyata dengan isolat tanpa perlakuan dimana yang tertinggi pada perlakuan hormon gibelerin gL⁻² (GR 2) (27,33 mm/hari).

Tabel 3. Diameter koloni dan kecepatan tumbuh koloni (Hari ke 4)

Perlakuan	Diameter koloni (mm)	Kecepatan tumbuh (mm/hari)
AG 1	90 a	24.73 b
AG 2	90 a	24.86 b
AG 3	90 a	24.73 b
GR 1	90 a	24.20 b
GR 2	90 a	27.33 a
GR 3	90 a	24.66 b
QC 1	90 a	24.43 b
QC 2	90 a	23.53 b
QC 3	90 a	24.20 b
Tanpa pemberian senyawa	36 b	9.96 c

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa diameter koloni dan kecepatan tumbuh koloni isolat S₂A₂ diberi senyawa peningkat kemampuan jamur endofit memberikan pengaruh dalam meningkatkan kemampuan tumbuh jamur endofit S₂A₂. Adanya peningkatan diameter koloni dan kecepatan tumbuh koloni ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan antagonis jamur endofit S₂A₂. Hal ini didukung oleh Djafaruddin (2000) yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan yang tinggi menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung aktivitas antagonis yang dapat mempengaruhi mekanisme kompetisi nutrisi dan ruang untuk menekan pertumbuhan patogen.

Daya Antagonis *Dual Culture*

Berdasarkan uji antagonis dengan metode *dual culture* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan isolat S₂A₂ untuk menghambat pertumbuhan patogen (*C. capsici*). Adapun persentase penghambatan *C. capsici* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya antagonis : *dual culture*

Perlakuan	Daya hambat (%)
AG 2	57,00 a
AG 1	56,00 a
QC 2	53,33 ab
GR 2	49,33 bc
GR 3	48,33 c
QC 1	46,33 cd
Tanpa pemberian senyawa	46,33 cd
QC 3	46,33 cd
AG 3	42,00 de
GR 1	39,67 f

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ diberi asam glutamat gL⁻² (AG 2) memiliki daya antagonis yang paling tinggi terhadap *C. capsici* yaitu dengan daya hambat 57,00%. Selanjutnya diikuti perlakuan lainnya yang lebih tinggi dibanding tanpa pemberian senyawa peningkatan kemampuan yaitu asam glutamat gL⁻¹ (AG 1 : 56%), hormon auksin gL⁻² (QC 2 : 53,33%), hormon giberelin gL⁻² (GR 2 : 49,33%), hormon giberelin gL⁻³ (GR 3 : 48,33%) dan hormon auksin gL⁻¹ (QC 1 : 46,33%).

Berdasarkan uji antagonis : *dual culture* juga diperoleh bahwa perlakuan terbaik dalam menghambat *C. capsici* yaitu asam glutamat gL⁻¹ (AG 1) dan asam glutamat gL⁻² (AG 2) yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan tanpa pemberian senyawa yaitu dengan daya hambat sebesar 46,33%. Terjadinya penghambatan pertumbuhan *C. capsici* dengan metode *dual culture* dikarenakan adanya kemampuan dan mekanisme jamur endofit dalam mengendalikan patogen yaitu kompetisi ruang dan nutrisi. Adanya peningkatan kemampuan isolat S₂A₂ dengan perlakuan asam glutamat gL⁻² (AG 2), asam glutamat gL⁻¹ (AG 1), hormon auksin gL⁻² (QC 2), hormon giberelin gL⁻² (GR 2), hormon giberelin gL⁻³ (GR 3) dan hormon auksin gL⁻¹ (QC 1) terhadap penghambatan *C. capsici* menunjukkan bahwa pemberian senyawa memberikan pengaruh dalam meningkatkan kemampuan kompetisi ruang dan nutrisi jamur endofit S₂A₂ karena kecepatan pertumbuhannya yang lebih tinggi.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan hormon auksin gL⁻³ (QC 3), asam glutamat gL⁻³ (AG 3) dan hormon giberelin gL⁻¹ (GR 1) menunjukkan daya hambat yang lebih rendah dibanding isolat S₂A₂ tanpa pemberian senyawa. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suatu senyawa dapat berpengaruh terhadap jamur endofit pada batas minimal dan maksimal tertentu dimana jika terlalu banyak atau sedikit dapat menurunkan daya antagonis jamur endofit.

Jamur endofit yang digunakan berdasarkan uji antagonis : *dual culture* memiliki kemampuan antagonis dengan mekanisme persaingan ruang dan nutrisi. Asniah *et al.* (2014) menyatakan bahwa mekanisme penghambatan kompetisi ruang dan nutrisi oleh jamur endofit asal cabai terhadap *F. oxysporum* disebabkan karena pertumbuhan koloni yang cepat menutupi permukaan medium tumbuh jamur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soesanto (2008), mekanisme kompetisi terjadi secara langsung pada dua mikroorganisme yang memerlukan ruang hidup dan nutrisi yang sama.

Tipe Hiperparasitisme

Hasil pengamatan mekanisme kemampuan hiperparasitisme terlihat bahwa tidak adanya perbedaan kemampuan hiperparasitisme dalam mengendalikan *C. capsici*. Kemampuan jamur endofit dalam hiperparasitisme jamur *C. capsici* dapat dilihat Tabel 5.

Tabel 5. Tipe hiperparasitisme

Perlakuan	Hasil	Keterangan
AG 1	+	Lisis
AG 2	+	Lisis
AG 3	+	Lisis
GR 1	+	Lisis
GR 2	+	Lisis
GR 3	+	Lisis
QC 1	+	Lisis
QC 2	+	Lisis
QC 3	+	Lisis
Tanpa pemberian senyawa	+	Lisis

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian senyawa peningkat kemampuan jamur endofit isolat S₂A₂ tidak mempengaruhi kemampuan antagonis dengan mekanisme hiperparasitisme. Hal ini didukung oleh Alamsyah *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa isolat S₂A₂ memiliki kemampuan hiperparasitisme dalam menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Isolat S₂A₂ juga dapat menyebabkan lisisnya hifa *C. capsici*. Berlian *et al.* (2013) menyatakan bahwa jamur antagonis *Trichoderma* sp. memiliki mekanisme mengendalikan sebagai hiperparasitisme yang mampu memarasit hifa *Ganoderma pilippii* dan menyebabkan lisis. Baker dan Cook (1982) melaporkan *T. harzianum* dan *T. hamatum* mengendalikan *R. solani* dan *S. rolfii* dengan memarasit hifa patogen dan menyuntikkan.

Jumlah Senyawa Metabolit Sekunder

Berdasarkan pengamatan senyawa metabolit sekunder jamur endofit cabai merah, terlihat bahwa adanya perbedaan nilai OD (*Optical Density*) dari masing-masing perlakuan. Adapun nilai OD yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ dengan pemberian hormon auksin gL⁻² (QC 2) memiliki nilai OD yang paling tinggi yaitu dengan 0,191, selanjutnya diikuti perlakuan lainnya yang lebih tinggi dibanding tanpa pemberian senyawa peningkatan kemampuan yaitu, hormon giberelin gL⁻³ (GR 3 : 0,179), hormon auksin gL⁻¹ (QC 1 : 0,177) dan asam glutamat gL⁻¹ (AG 1 : 0,171). Terjadinya peningkatan nilai OD menunjukkan bahwa pemberian senyawa memberikan pengaruh dalam meningkatkan jumlah senyawa metabolit sekunder jamur endofit S₂A₂. Adanya peningkatan jumlah senyawa metabolit sekunder akan meningkatkan kemampuan antagonis dengan mekanisme antibiosis. Santoso dan Sumarni (2008) menyatakan bahwa jamur-jamur filoplan bersifat antagonis melalui mekanisme antibiosis dengan menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat menghambat pertumbuhan jamur *Helminthosporium sorokinianum* penyebab bercak daun pada tanaman gandum.

Tabel 6. Jumlah senyawa metabolit sekunder

Perlakuan	Nilai OD (<i>Optical Density</i>)
QC 2	0,191 a
GR 3	0,179 b
QC 1	0,177 b
AG 1	0,171 c
Tanpa pemberian senyawa	0,162 d
AG 3	0,161 de
GR 1	0,159 e
AG 2	0,151 f
QC 3	0,147 g
GR 2	0,131 h

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Daya Hambat Senyawa *Volatile Organic Compounds*

Berdasarkan uji antagonis dengan metode *volatile organic compounds* terlihat bahwa jamur endofit yang diberi senyawa peningkat kemampuan jamur endofit menunjukkan peningkatan kemampuan menghambat pertumbuhan patogen uji. Persentase penghambatan jamur *C. capsici* yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ dengan perlakuan asam glutamat gL⁻¹ (AG 1) memiliki daya hambat yang paling tinggi yaitu 62%. Selanjutnya diikuti perlakuan lainnya yang lebih tinggi dibanding tanpa pemberian senyawa peningkatan kemampuan yaitu hormon giberelin gL⁻³ (GR 3 : 57,33%), dan hormon auksin gL⁻² (QC 2 : 55,33%). Terjadinya peningkatan nilai penghambatan menunjukkan bahwa pemberian senyawa memberikan pengaruh dalam meningkatkan jumlah senyawa volatil jamur endofit S₂A₂.

Jamur endofit yang digunakan memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa volatil dan mampu menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Hal ini sesuai dengan Hardiyanti *et al.* (2016), jamur antagonis yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan volatil seperti eter dan alkohol yang dapat menghambat pertumbuhan patogen (*Rigidoporus microsporus*).

Tabel 7. Daya hambat senyawa *volatile organic compounds*

Perlakuan	Daya hambat (%)
AG 1	62,00 a
GR 3	57,33 ab
QC 2	55,33 abc
Tanpa pemberian senyawa	47,00 bc
GR 2	43,66 cd
GR 1	34,00 de
AG 3	33,00 de
QC 1	30,00 e
QC 3	28,66 e
AG 2	27,33 e
Kontrol	0,00 f

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

KESIMPULAN

Pemberian perlakuan senyawa peningkat kemampuan jamur endofit S_2A_2 berpengaruh dalam mengendalikan *C. capsici* dimana perlakuan terbaik adalah pemberian asam glutamat 1 gL^{-1} medium.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada KEMENRISTEK DIKTI yang telah mendanai penelitian ini dengan program PKM 2018 sehingga penelitian berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. Z., M. Ali, F. T. Cahya, S. Ahmad, R. C. D. Sumartono dan R. Oktaritie. 2017. *Collegen : inovasi biocontrol agent berbahan dasar jamur endofit cabai merah sebagai antifungi Colletotrichum capsici penyebab busuk buah secara in-vitro. Laporan PKM-PE. Makassar*
- Asniah, D. Lestari, Mariadi dan L. Darlian. 2014. *Potensi cendawan endofit non-patogen asal akar tanaman cabai (Capsicum annum L.) sebagai biofungisida patogen Fusarium oxysporum. Jurnal Agriplus 24 (2) : 177-183*
- Baker, K. F and R. J. Cook. 1982. *Biological control of plant pathogen*. The American Pythopathology Society. Minnessota Fravel
- Berlian, I., B. Setyawan dan H. Hadi. 2013. *Mekanisme antagonisme Trichoderma sp. terhadap beberapa patogen tular tanah. Jurnal Warta Perkaratan 32(2). 74-82*
- Hardiyanti, S., B. P. W. Soekarno dan T. S. Yuliani. 2016. *Kemampuan mikrob endofit dan rhizosfer tanaman karet dalam mengendalikan penyakit akar putih (Rigidoporus lignosus (Klotzsch) Imazeki)*. Seminar Nasional Perlindungan Tanaman Perkebunan. Bogor
- Hidayat, I. M., I. Sulastrini, Y. Kusandriani dan A. H. Permadi. 2004. *Lesio sebagai komponen tanggap buah 20 galur dan atau varietas cabai terhadap inokulasi Colletotrichum capsici dan Colletotrichum gloeosporioides. J. Hort. 14(3) : 161-171*
- Kegley, S. E., Hill, B. ., Orme, S and Choi, A. H. 2008. *PAN pesticide database. Pesticide Action Network. North America (www.pesticideinfo.org)*

- Nielsen, T. H., C. Christophersen, U. Anthoni and J. So rensen. 1999. *Viscosinamide, a new cyclic depsipeptide with surfactant and antifungal properties produced by Pseudomonas fluorescens DR54*. Journal of Applied Microbiology, 86, 80–90
- Santoso, S. J. dan Sumarni. 2008. *Uji antagonisme mikroba filoplen terhadap Helminthosporium sorokinianum penyebab bercak daun tanaman sorgum*. Jurnal Inovasi Pertanian 7(1) : 86-94
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman*. Rajawali Press. Jakarta
- Tapwal, A., G. Thakur, S. Chandra dan T. Tyagi. 2015. *In-vitro evaluation of Trichoderma species against seed borne pathogens*. IJCBS Research Paper. India