



UJI DAYA ANTAGONIS BEBERAPA ISOLAT JAMUR ENDOFIT CABAI MERAH TERHADAP *Colletotrichum capsici* DAN KEMAMPUANNYA UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA BUAH CABAI MERAH

Antagonicity of some endophytic fungus isolates of red chili plant against Colletotrichum capsici and their ability to control anthracnose disease on red chili fruit

Ahmad Zamil Alamsyah^{1*} dan Muhammad Ali¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

*Penulis korespondensi : ahmadjamilalamsyah@gmail.com

Diterima 23 Oktober 2018 / Disetujui 15 februari 2019

ABSTRACT

The research aims to study the antagonistic of endophytic fungus isolates from red chili and to gain the best antagonistic isolate against *Colletotrichum capsici* and their ability to control anthracnose disease in red chili fruit. The study consisted of 3 steps : 1) identification of endophytic fungi used exploration method, 2) hyperparasitism activities used observation method, 3) antagonicity (secondary metabolic compounds and volatile organic compounds test) and application of endophytic fungi to control anthracnose diseases in red chili fruit used experiment method. Data collected from step 1 and 2 were descriptively analyzed. Data collected from step 3 were analyzed by using analysis of variance. The mean of each treatment were compared with Tukey Test (BNJ) at 5% level. Results of the research showed that S₂A₂ isolates were identified as *Rhizoctonia* sp., S₃Ba isolates as *Cephalosporium* sp., S₃Ba₁ as *Streptomyces* sp. and S₃Bu has not been identified. The four endophytic fungus isolates have the ability of hyperparasitism to control *C. capsici* with the type of attachment, twisting and lysis. *Rhizoctonia* sp. has the highest antagonicity based on the antagonist test of secondary metabolic compounds and volatile organic compounds. *Rhizoctonia* sp also has the best ability to control anthracnose disease in red chili fruit, which can inhibit the appearance of initial symptoms, decrease the intensity of anthracnose disease (22.50%) and has sufficient level to control anthracnose disease on red chili fruit.

Keywords : endophytic fungi, *Colletotrichum capsici*, antagonist test

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji daya antagonis beberapa isolat jamur endofit cabai merah dan mendapatkan isolat berdaya antagonis terbaik terhadap *Colletotrichum capsici* dan kemampuannya dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah. Penelitian terdiri dari 3 tahap : 1) identifikasi jamur endofit cabai merah dengan metode eksplorasi, 2) aktivitas hiperparasitisme dengan metode observasi, 3) uji antagonis (daya hambat senyawa metabolik sekunder dan senyawa volatile organic compounds) serta uji kemampuan jamur endofit untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah dengan metode eksperimen. Data langkah 1 dan 2 dianalisis secara deskriptif. Data langkah 3 dianalisis dengan sidik ragam. Data yang diperoleh dibandingkan rata-rata antar perlakuan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ diidentifikasi sebagai *Rhizoctonia* sp., isolat S₃Ba sebagai *Cephalosporium* sp., S₃Ba₁ sebagai *Streptomyces* sp. dan S₃Bu belum teridentifikasi. Keempat isolat jamur endofit memiliki kemampuan hiperparasitisme dalam mengendalikan *C. capsici* yaitu dengan tipe penempelan, pelilitan

dan pelisisan. Isolat *Rhizoctonia* sp. memiliki daya hambat tertinggi berdasarkan uji daya hambat senyawa metabolik sekunder dan senyawa volatile organic compounds. Isolat *Rhizoctonia* sp. memiliki kemampuan terbaik untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah, yaitu dapat memperlambat saat munculnya gejala awal dan intensitas serangan cenderung lebih rendah (22,50%) serta aras kemampuan cukup mampu untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah.

Kata kunci : jamur endofit, *Colletotrichum capsici*, uji antagonis

PENDAHULUAN

Penyakit antraknosa merupakan penyakit penting pada cabai merah yang disebabkan oleh *Colletotrichum capsici*. Hidayat *et al.* (2004) menyatakan bahwa *C. capsici* dapat menyerang tanaman cabai saat pra-panen hingga pasca-panen dan menimbulkan kerugian sebesar 40-60%. Penyakit ini juga merupakan salah satu penyakit penting pada pertanaman cabai di Provinsi Riau (Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Riau, 2016). Hasil penelitian Sulastri (2014) melaporkan adanya serangan *C. capsici* pada cabang dan ranting tanaman cabai merah sebesar 22,5% dan pada buah sebesar 25% di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau sehingga perlu tindakan pengendalian yang tepat.

Pengendalian penyakit busuk buah cabai merah yang banyak dilakukan adalah penggunaan fungisida kimia berbahan aktif yaitu mankozeb dan chlorothanil (Kegley *et al.*, 2008). Penggunaan fungisida kimia cukup efektif namun residunya dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, membahayakan kesehatan manusia, menstimulasi patogen untuk melakukan mutasi dan mengakibatkan biaya pengendalian yang lebih besar bagi petani. Adanya dampak negatif ini memerlukan upaya pengendalian yang lebih efektif dan ramah lingkungan, salah satunya dengan pengendalian hayati. Pengendalian hayati penyakit antraknosa yang banyak digunakan adalah pemanfaatan *Trichoderma* sp. Ulqariah (2017) menyatakan bahwa pemanfaatan *Trichoderma* sp. dalam formulasi tepung mampu menekan intensitas penyakit antraknosa oleh jamur *C. gloeosporioides* sebesar 58,45%. Hal ini menunjukkan masih rendah kemampuan agen hayati yang digunakan sehingga diperlukan upaya mendapatkan teknik pengendalian hayati yang lebih efektif dengan menggunakan jamur endofit.

Soesanto (2008) menyatakan bahwa efektifitas pengendalian hayati sangat ditentukan oleh kemampuan agen hayati untuk beradaptasi dengan tanaman dan lingkungan. Pemanfaatan jamur endofit cabai merah diharapkan menjadi upaya pengendalian yang lebih efektif karena jamur ini berasal dari jaringan tanaman cabai merah sehingga akan dapat lebih mudah beradaptasi dan berasosiasi di dalam jaringan tanaman cabai merah serta dapat mengendalikan jamur patogen yang berada di dalam jaringan tanaman tersebut secara lebih baik.

Jamur endofit dapat diisolasi dari berbagai organ tanaman seperti daun, bunga, buah, batang dan akar tanaman. Hasil penelitian Alamsyah *et al.* (2017) menemukan 28 isolat jamur endofit dari tanaman cabai merah dan 4 isolat memiliki daya antagonis tinggi terhadap *C. capsici* melalui uji *dual culture*. Empat isolat jamur endofit tersebut yaitu isolat S₂A₂ (dari akar) sebesar 53,01%, isolat S₃Ba (dari batang) sebesar 47,36%, isolat S₃Bu (dari buah) sebesar 45,2% dan isolat S₃Ba₁ (dari batang) sebesar 42,98%. Keempat isolat tersebut perlu dilakukan pengujian daya antagonis lebih lanjut terhadap *C. capsici* dan kemampuannya untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2018.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 4 isolat jamur endofit cabai merah yaitu isolat S₂A₂, isolat S₃Ba, isolat S₃Bu dan isolat S₃Ba₁, isolat jamur *C. capsici* dari Laboratorium Penyakit Tumbuhan IPB, alkohol 70%, kertas HVS, *potato dextrose agar*/PDA, *potato dextrose broth*/PDB, aquades, Natrium hipoklorit 0,525%, *millipore*, kertas tisu, kapas, *aluminium foil*, plastik *wrap*, kertas label, dan buah cabai merah.

Alat yang digunakan adalah pisau, oven, *autoclave*, *scalpel*, gelas piala 1000 ml, gelas ukur, erlenmeyer 250 ml, erlenmeyer 500 ml, pipet mikro ukuran 0,5-10 µL, pipet mikro ukuran 20-200 µL, pipet mikro ukuran 100-1.000 µL, batang pengaduk, spatula, tabung reaksi, timbangan analitik, kompor gas, *Laminar air flow cabinet* (LAFB), cawan petri, bunsen, jarum ose, *cork borer*, *sprayer*, pipet tetes, inkubator, *centrifuge*, mistar, mikroskop, kaca objek, kaca penutup, kotak, kamera, buku dan alat tulis.

Penelitian dilakukan secara in-vitro dan in-vivo. Identifikasi jamur endofit cabai merah dan tipe hiperparasitik dilakukan secara observasi. Uji in-vitro meliputi uji daya antagonis (uji daya hambat senyawa metabolik sekunder dan senyawa *volatile organic compounds*) dan uji in-vivo meliputi aplikasi jamur endofit pada buah cabai merah dilakukan secara eksperimen.

Uji antagonis dan uji kemampuan jamur endofit pada buah cabai merah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 4 isolat jamur endofit cabai merah (E) sebagai perlakuan. Perlakuan yang digunakan adalah :

- E0 : tanpa jamur endofit
- E1 : Isolat S₂A₂
- E2 : Isolat S₃Bu
- E3 : Isolat S₃Ba
- E4 : Isolat S₃Ba₁

Parameter yang diamati adalah karakteristik jamur endofit, tipe hiperparasitik, daya hambat senyawa metabolik sekunder dan senyawa *volatile*, saat muncul gejala awal penyakit, intensitas penyakit dan keefektifan jamur endofit cabai merah dalam mengendalikan penyakit antraknosa.

Data identifikasi dan tipe hiperparasitik dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data hasil uji daya hambat senyawa metabolik sekunder dan senyawa *volatile* serta aplikasi jamur endofit cabai merah untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah dianalisis ragam dan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jamur Endofit

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ke-4 isolat jamur endofit cabai merah memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Hasil identifikasi jamur endofit cabai merah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur endofit

Pengamatan	S ₂ A ₂	S ₃ Bu	S ₃ Ba	S ₃ Ba ₁
Warna Koloni				
Atas	Putih	Putih	Putih	Putih
Bawah	Putih	Putih	Putih	Putih
Bentuk Koloni				
Atas	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Pinggir	Bercabang	Bercabang	Lobat	Konveks
Penonjolan	Timbul	Umbonat	Bergelombang	Konveks
Hifa				
Septa	Bersepta	Tidak	Bersepta	Tidak
Warna	Hialin	Hialin	Hialin	Hialin
Konidia				
Bentuk	-	-	Bulat	Batang pendek
Warna	-	-	Hialin	Hitam
Permukaan	-	-	Keriting	Licin
Konidiofor				
Permukaan	-	-	Halus	Halus
Warna	-	-	Hialin	Hialin
Percabangan	-	-	Tidak ada	Tidak ada
Nama Genus	Rhizoctonia	Tidak teridentifikasi	Cephalosporium	Streptomyces

Tabel 1 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ memiliki karakteristik makroskopis dan mikroskopis yang sama dengan jamur *Rhizoctonia* sp. Isolat *Rhizoctonia* sp. (S₂A₂) yang berasal dari endofit akar tanaman cabai merah memiliki daya antagonis terhadap *C. capsici*. Hal ini didukung Alamsyah *et al.* (2017) bahwa kemampuan antagonis isolat S₂A₂ terhadap *C. capsici* yaitu 53,01% melalui uji *dual culture*.

Isolat S₃Ba memiliki ciri yang sama dengan *Cephalosporium* sp. *Cephalosporium* sp. (isolat S₃Ba) asal tanaman cabai merah bersifat antagonis karena mampu menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Hal ini didukung oleh Alamsyah *et al.* (2017), kemampuan antagonis isolat S₃Ba terhadap *C. capsici* yaitu 47,36% melalui uji antagonis : *dual culture*. Wulandari *et al.* (2014) melaporkan bahwa jamur endofit tanaman tomat dapat mengendalikan *P. infestans* dan salah satu teridentifikasi yaitu *Cephalosporium* sp.

Isolat S₃Ba₁ memiliki ciri morfologi makroskopis dan mikroskopis yang mirip dengan *Streptomyces* sp. Isolat S₃Ba₁ termasuk jamur antagonis karena mampu menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Alamsyah *et al.* (2017) menyatakan bahwa kemampuan antagonis isolat S₃Ba₁ terhadap *C. capsici* yaitu 42,98% melalui uji *dual culture*.

Isolat S₃Bu memiliki karakteristik belum teridentifikasi, namun bersifat antagonis. Alamsyah *et al.* (2017) menyatakan bahwa isolat S₃Bu memiliki daya antagonis terhadap *C. capsici* yaitu 45,20% dengan uji *dual culture*.

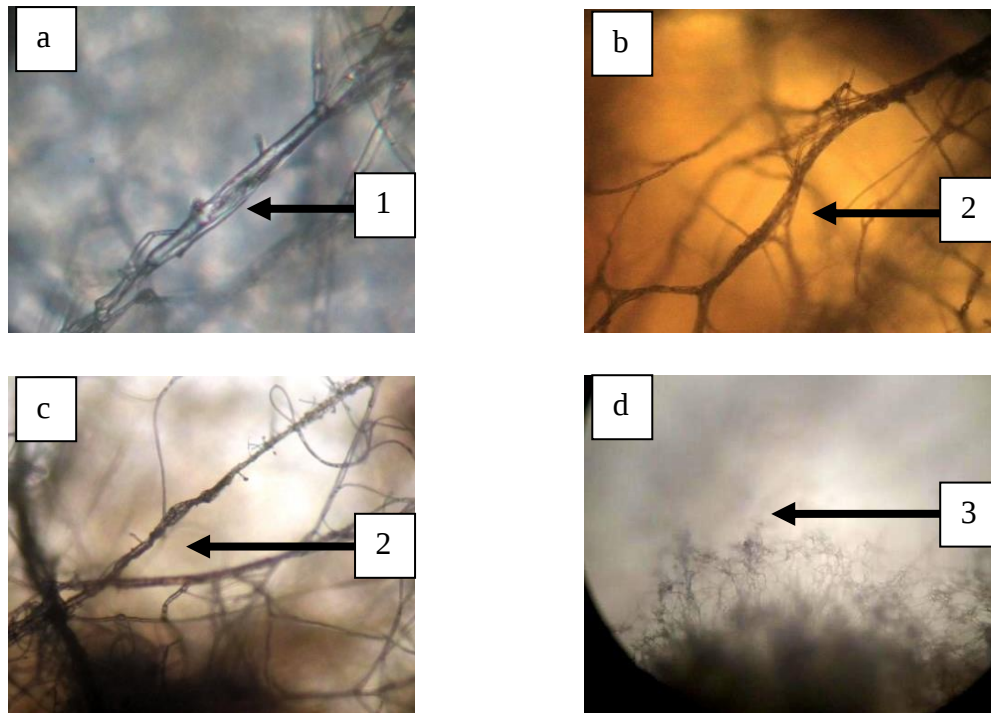
Tipe-Tipe Hiperparasitisme

Beberapa isolat jamur endofit cabai merah menunjukkan kemampuan antagonis dengan hiperparasitisme dalam mengendalikan jamur *C. capsici*. Tipe hiperparasitik jamur endofit cabai merah terhadap jamur *C. capsici* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tipe hiperparasitik isolat-isolat jamur endofit cabai merah terhadap *C. capsici*

Perlakuan	Tipe hiperparasitik
S ₂ A ₂	Penempelan
S ₃ Ba	Pelilitan
S ₃ Ba ₁	Pelilitan
S ₃ Bu	Pelisisaan

Tabel 2 menunjukkan bahwa 4 isolat jamur endofit (isolat S₂A₂, isolat S₃Ba, isolat S₃Ba₁ dan isolat S₃Bu) memiliki mekanisme memarasit hifa sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. capsici*. Mekanisme jamur endofit dengan hiperparasitisme meliputi terjadinya proses penempelan (S₂A₂), pelilitan (S₃Ba dan S₃Ba₁) dan pelisisaan (S₃Bu) hifa jamur *C. capsici* (Gambar 1).



Gambar 1. Tipe hiperparasitisme jamur endofit terhadap *C. capsici*, a) isolat S₂A₂, b) isolat S₃Ba, c) isolat S₃Ba₁, d) isolat S₃Bu (1. Penempelan, 2. Pelilitan, 3. Pelisisaan)

Kemampuan hiperparasitisme dari jamur endofit menjadi salah satu mekanisme antagonis utama dalam pengendalian patogen. Hal ini dikarenakan oleh hiperparasitisme menyebabkan pertumbuhan *C. capsici* akan terhenti akibat proses pelilitan dan disuntikkannya enzim atau senyawa metabolit sekunder. Berlian *et al.* (2013) menyatakan bahwa jamur antagonis *Trichoderma* sp. memiliki mekanisme pengendalian *Ganoderma pilippii* dengan memarasit hifa dan menyebabkan terjadinya lisis hifa. Selanjutnya, terdapat 1 isolat yang tidak memiliki kemampuan memarasit *C. capsici* yaitu isolat S₃Bu namun memiliki mekanisme lain dalam mengendalikan patogen.

Daya Hambat Senyawa Metabolit Sekunder dari Jamur Endofit

Senyawa metabolit sekunder jamur endofit cabai merah memiliki daya hambat yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan *C. capsici*. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat Tabel 3.

Tabel 3. Daya hambat senyawa metabolit sekunder dari jamur endofit cabai merah terhadap *C. capsici* (%)

Perlakuan	Daya Hambat (%)	
S ₂ A ₂	62,80	a
S ₃ Bu	18,76	b
S ₃ Ba ₁	9,60	c
S ₃ Ba	1,00	d
Tanpa jamur endofit	0,00	d

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

Tabel 3 menunjukkan bahwa isolat S₂A₂ mempunyai daya hambat tertinggi dalam uji hambat senyawa metabolit sekunder dari jamur endofit cabai merah yaitu 62,8 % dan berbeda nyata dengan isolat lainnya (S₃Bu, S₃Ba₁ dan S₃Ba). Isolat S₃Ba memiliki daya hambat terendah yaitu 1% dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan tanpa jamur endofit, namun berbeda nyata dengan isolat lainnya.

Senyawa metabolit sekunder jamur endofit yang dicampurkan pada medium PDA memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dan bentuk koloni *C. capsici*. Hal ini dapat disebabkan senyawa metabolit sekunder jamur endofit yang ada dalam medium PDA terabsorpsi oleh hifa *C. capsici* dan bersifat toksik dan anti-mikroba yang menyebabkan terhambat pertumbuhan dan terjadi perubahan bentuk koloni jamur tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Darus (2013) bahwa senyawa yang dihasilkan oleh agen hayati sebagai respon membentuk pertahanan tanaman dapat mengendalikan jamur patogen *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc. penyebab rebah dan busuk kecambah pada tanaman pepaya.

Daya Hambat Senyawa Volatil Jamur Endofit Cabai Merah

Senyawa *volatile* dari 4 isolat jamur endofit cabai merah memiliki daya hambat yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan *C. capsici*. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya hambat senyawa *volatile* jamur endofit cabai merah terhadap *C. capsici* (%)

Perlakuan	Daya Hambat (%)	
S ₂ A ₂	70,06	a
S ₃ Ba ₁	64,23	a
S ₃ Bu	60,96	a
S ₃ Ba	28,46	b
Tanpa Jamur Endofit	0,00	c

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan Arcsin $\sqrt{y}$.

Tabel 4 menunjukkan bahwa 4 isolat jamur endofit memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa *volatile* yang dapat menghambat pertumbuhan *C. capsici*. Isolat S₂A₂ memiliki kemampuan cenderung tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *C. capsici* yaitu 70,06% dan berbeda nyata dengan isolat S₃Ba dan perlakuan tanpa jamur endofit, namun berbeda tidak nyata dengan isolat lainnya. Isolat S₃Ba memiliki daya hambat yang terendah yaitu 28,46% untuk menghambat pertumbuhan *C. capsici* dan berbeda nyata dengan isolat lainnya dan perlakuan tanpa jamur endofit.

Senyawa *volatile* yang dihasilkan jamur endofit asal tanaman cabai merah memiliki daya hambat yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan koloni *C. capsici*. Hal ini didukung oleh Hardiyanti *et al.* (2016) bahwa jamur endofit dan rhizosfer asal tanaman karet memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa *volatile* seperti eter dan alkohol yang dapat menghambat pertumbuhan hifa patogen jamur *Rigidoporus microsporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet.

Saat Muncul Gejala Awal Penyakit Busuk Buah

Aplikasi jamur endofit pada buah cabai merah menunjukkan bahwa saat munculnya gejala awal penyakit berbeda nyata akibat serangan *C. capsici*. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Saat muncul gejala awal penyakit antraknosa pada buah cabai merah (Hari)

Perlakuan	Saat Munculnya Gejala Awal (Hari)	
S ₂ A ₂	4,50	a
S ₃ Bu	4,16	a
S ₃ Ba	3,50	ab
S ₃ Ba ₁	2,50	ab
Tanpa Jamur Endofit	1,33	b

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y} + 0,5$

Tabel 5 menunjukkan bahwa isolat-isolat jamur endofit memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menghambat saat munculnya gejala awal penyakit antraknosa pada buah cabai merah. Isolat S₂A₂ memiliki kemampuan cenderung terlama yaitu 4,50 hari dalam menghambat saat munculnya gejala awal penyakit akibat serangan *C. capsici* dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa jamur endofit (1,33 hari), namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan isolat lainnya yaitu isolat S₃Bu (4,16 hari), isolat S₃Ba (3,50 hari) dan isolat S₃Ba₁ (2,50 hari). Isolat S₃Ba dan isolat S₃Ba₁ memiliki kemampuan yang lebih lama yaitu masing-masing 3,50 hari dan 2,50 hari dalam menghambat saat munculnya gejala awal penyakit akibat serangan *C. capsici*, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan tanpa jamur endofit (1,33 hari).

Isolat S₂A₂ dan S₃Bu menghasilkan saat munculnya gejala awal penyakit antraknosa yang cenderung paling lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 4,5 hari dan 4,16 hari. Hal ini diduga isolat S₂A₂ memiliki kemampuan lebih cepat beradaptasi dan memiliki kemampuan antagonis tertinggi yang didukung hasil uji antagonis secara *in-vitro*. Hasil penelitian Alamsyah *et al.* (2017) menyatakan bahwa isolat S₂A₂ memiliki kemampuan antagonis tertinggi dalam uji antagonis : *dual culture* (53,01%) terhadap *C. capsici* dengan mekanisme kompetisi nutrisi dan ruang tumbuh. Hal ini menyebabkan terhambatnya proses penetrasi dan infeksi *C. capsici* ke dalam jaringan buah.

Intensitas Penyakit

Aplikasi jamur endofit pada buah cabai merah menunjukkan adanya kemampuan jamur endofit yang berbeda nyata dalam menekan intensitas serangan *C. capsici*. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Intensitas penyakit antraknosa pada buah cabai merah (7 hari setelah aplikasi)

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)	
S ₂ A ₂	22,50	a
S ₃ Bu	22,91	a
S ₃ Ba	30,41	ab
S ₃ Ba ₁	30,41	ab
Tanpa Jamur Endofit	52,91	b

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\text{Arcsin } \sqrt{y}$

Tabel 6 menunjukkan bahwa isolat jamur endofit memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menekan intensitas serangan *C. capsici* pada buah cabai merah. Isolat S₂A₂ menghasilkan intensitas penyakit yang cenderung terendah yaitu 22,50% dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa jamur endofit, namun berbeda tidak nyata dengan isolat lainnya. Isolat S₃Ba dan isolat S₃Ba₁

menghasilkan intensitas penyakit yang lebih tinggi pada buah cabai merah yaitu 30,41%, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan tanpa jamur endofit tanaman cabai merah yaitu 52,91%.

Aplikasi isolat S_2A_2 menghasilkan intensitas serangan *C. capsici* pada buah cabai merah cenderung yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 22,50%. Hal ini diduga isolat S_2A_2 memiliki kemampuan paling cepat beradaptasi dengan jaringan kulit buah cabai merah serta memiliki kemampuan antagonis yang lebih baik (mekanisme kompetisi ruang tumbuh dan nutrisi, menghasilkan antibiotik maupun hiperparasitisme) terhadap *C. capsici*. Hal ini menjadikan terhambatnya proses penetrasi dan infeksi *C. capsici* ke dalam sel dan jaringan buah sehingga spora *C. capsici* tidak dapat tumbuh optimal dan kurang mampu dalam menginfeksi buah cabai merah. Hal ini sesuai dengan penelitian Putro *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa pemberian mikroba antagonis dapat menekan intensitas serangan *C. capsici* pada buah cabai merah, dengan menggunakan *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *T. harzianum* memiliki nilai 43,75%, 62,50% dan 50%. Intensitas penyakit yang berbeda juga sangat dipengaruhi daya antagonis jamur endofit cabai merah secara *in-vitro* maupun kemampuannya dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah.

Keefektifan dan Aras Kemampuan dari Jamur Endofit Cabai Merah dalam Mengendalikan Penyakit Antraknosa

Hasil perhitungan keefektifan dan aras kemampuan jamur endofit terhadap serangan *C. capsici* pada buah cabai merah dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Keefektifan dan aras kemampuan jamur endofit cabai merah dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah

Perlakuan	Intensitas Penyakit	Keefektifan*	Aras Kemampuan
S_2A_2	22,50 %	57,47	Cukup mampu
S_3Bu	22,91 %	56,70	Cukup mampu
S_3Ba	30,41 %	42,52	Cukup mampu
S_3Ba_1	30,41 %	42,52	Cukup mampu
Tanpa jamur endofit	52,91 %	0	Tidak mampu

Tabel 8 menunjukkan bahwa aplikasi jamur endofit menghasilkan kemampuan yang relatif sama yaitu cukup mampu, sedangkan tanpa pemberian isolat jamur endofit tidak mampu dalam mengendalikan penyakit antraknosa. Berdasarkan modifikasi dari nilai kategori oleh Irasakti dan Sukatsa (1987), aplikasi isolat S_2A_2 memiliki keefektifan tertinggi sebesar 57,47% dengan aras kemampuan cukup mampu dan menghasilkan intensitas penyakit terendah yaitu 22,50%.

Aplikasi isolat S_3Bu memiliki keefektifan sebesar 56,70% dengan aras kemampuan cukup mampu dan menghasilkan intensitas penyakit sebesar 22,91%. Aplikasi isolat S_3Ba memiliki keefektifan sebesar 42,52% dengan aras kemampuan cukup mampu dan menghasilkan intensitas penyakit sebesar 30,41%. Aplikasi isolat S_3Ba_1 memiliki keefektifan sebesar 42,52% dengan aras kemampuan cukup mampu dan menghasilkan intensitas penyakit sebesar 30,41%. Perlakuan tanpa jamur endofit memiliki keefektifan sebesar 0% dengan aras kemampuan tidak mampu dan menghasilkan intensitas penyakit tertinggi yaitu 52,91%. Aplikasi jamur endofit cabai merah menunjukkan keefektifan yang berbeda-beda namun aras kemampuan yang sama yaitu cukup mampu.

KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi diperoleh isolat S_2A_2 sebagai *Rhizoctonia* sp. dan isolat S_3Ba sebagai *Cephalosporium* sp., isolat S_3Ba_1 sebagai *Streptomyces* sp. sedangkan isolat S_3Bu belum teridentifikasi.
2. Isolat jamur endofit memiliki kemampuan hiperparasitisme dengan tipe penempelan (S_2A_2), pelilitan (S_3Ba dan S_3Ba_1) dan pelisisan (S_3Bu).
3. Isolat S_2A_2 (*Rhizoctonia* sp.) memiliki daya hambat senyawa metabolit sekunder (62,80%) dan senyawa volatile (70,06%) dari jamur endofit terbaik.

4. Isolat S₂A₂ (*Rhizoctonia* sp.) menghasilkan saat muncul gejala awal dan intensitas penyakit busuk buah pada perlakuan jamur endofit cabai merah terbaik yaitu 4,50 hari dan 22,51%.
5. Isolat S₂A₂ (*Rhizoctonia* sp.) memiliki keefektifan tertinggi yaitu 57,47%, namun aras kemampuannya sama dengan isolat jamur endofit cabai merah lainnya yaitu tergolong cukup mampu mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah.

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 jamur *Colletotrichum capsici* penyebab busuk buah secara in-vitro. Laporan PKM-PE. Makassar
- Berlian, I., B. Setyawan dan H. Hadi. 2013. *Mekanisme antagonisme Trichoderma sp. terhadap beberapa patogen tular tanah*. Jurnal Warta Perkaretan. 32(2):74-82
- Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Riau. 2016. *Hasil Diagnosa Penyakit Tanaman Hortikultura*. Pekanbaru. Riau
- Handayani, R. M. 2016. Potensi cendawan endofit dalam upaya pengendalian penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai merah. Thesis : Tidak dipublikasikan. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- 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
- Irawati, A. F. C., Y. Sastro, Sulastri, M. T. Suhartono, K. H. Mutaqin dan Widodo 2016. Cendawan endofit yang potensial dalam meningkatkan ketahanan cabai merah terhadap penyakit layu bakteri. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 12 (4):133-141.
- Putro, N. S., L. Q. Aini dan A. L. Abadi. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). Jurnal HPT. 2(4):44-53.
- Radji, M. 2005. *Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal*. Majalah ilmu kefarmasian
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman*. Rajawali Press. Jakarta
- Sulastri, S. 2014. Identifikasi penyakit yang disebabkan oleh jamur dan intensitas serangan pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) di kebun percobaan fakultas pertanian universitas riau. Tidak dipublikasikan. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru
- Watanabe, S. 2002. *Pictorial atlas of soil and seed fungi*. CRC Press.