

ASOSIASI CENDAWAN ANTAGONIS *TRICHODERMA HARZIANUM* RIFAI DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KEDELAI

Latifah, Hendrival, & Mihram

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Jl. Banda Aceh-Medan, Kampus UNIMAL Cot Teungku Nie, Reuleut
Telp. (0645) 57320, Kabupaten Aceh Utara
E-mail: latifahmarch@gmail.com

ABSTRACT

Association of antagonistic fungi Trichoderma harzianum Rifai and arbuscular mycorrhizal fungi for controlling the stem rot disease on soybean. The research objective was to study effect of application *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in controlling stem rot disease caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc on soybean. The research conducted in a Randomized Block Design (RBD) with five treatment levels: (1) without *T. harzianum*, without AMF, and without *S. rolfsii* [negative control (C-)], (2) without *T. harzianum*, without AMF, and *S. rolfsii* [positive control (C +)], (3) *T. harzianum* + *S. rolfsii*; (4) AMF + *S. rolfsii*, and (5) *T. harzianum* + AMF + *S. rolfsii*. Parameters observed were basal stem rot disease development and yield components. The results showed that the application of a mixture of *T. harzianum* and AMF caused a longer disease incubation period (8.29 days) and the severity of stem base rot disease was 11.67% number of pods per plant (62.53 pods), the number of seeds per plant (225.05 seeds), and the weight of seeds per plant (27.73 g) were higher than that of the application of *T. harzianum* and AMF separately.

Key words: AMF, *Sclerotium rolfsii*, soybean, *T. harzianum*

ABSTRAK

Asosiasi cendawan antagonis Trichoderma harzianum Rifai dan cendawan mikoriza arbuskular untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada kedelai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *T. harzianum* dan cendawan mikoriza arbuskular (CMA) untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *S. rolfsii* pada kedelai. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima taraf perlakuan yaitu (1) tanpa *T. harzianum*, tanpa CMA, dan tanpa *S. rolfsii* [kontrol negatif (K-)]; (2) tanpa *T. harzianum*, tanpa CMA, dan *S. rolfsii* [kontrol positif (K+)]; (3) *T. harzianum* + *S. rolfsii*; (4) CMA + *S. rolfsii*; dan (5) *T. harzianum* + CMA + *S. rolfsii*. Parameter yang diamati meliputi perkembangan penyakit busuk pangkal batang dan komponen hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA menyebabkan periode inkubasi penyakit lebih lama yaitu 8,29 hari dan tingkat keparahan penyakit busuk pangkal batang lebih rendah yaitu 11,67% sehingga meningkatkan jumlah polong per tanaman (62,53 polong), jumlah biji per tanaman (225,05 biji), dan berat biji per tanaman (27,73 g) dibandingkan aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah.

Kata kunci: CMA, kedelai, *Sclerotium rolfsii*, *T. harzianum*

PENDAHULUAN

Sclerotium rolfsii menyebabkan penyakit busuk akar, busuk batang, layu, dan busuk pangkal batang pada lebih dari 500 spesies tanaman dalam 100 famili (Cilliers *et al.*, 2000; Davis & Nunez, 2007). Cendawan ini diketahui menyerang tanaman dikotil seperti kedelai (Saleh & Hardaningsih, 2007; Sastrahidayat *et al.*, 2010) dan beberapa spesies tanaman monokotil (Davis & Nunez, 2007). Infeksi *S. rolfsii* pada kedelai biasanya

mulai terjadi di awal pertumbuhan tanaman dengan gejala busuk kecambah atau rebah semai. Pada tanaman kedelai berumur yang lebih tua atau 2–3 minggu setelah tanam, gejalanya berupa busuk pangkal batang dan layu, pada bagian terinfeksi terlihat bercak berwarna coklat pucat dan di bagian tersebut tumbuh miselia jamur berwarna putih (Semangun, 1993). Kehilangan hasil kedelai akibat infeksi *S. rolfsii* di Indonesia diperkirakan mencapai 2500 ton/tahun (Rahayu, 2008) dan intensitas kerusakan tanaman kedelai yang terinfeksi patogen tular

tanah seperti *S. rolf sii*, *Rhizoctonia solani*, dan *Pythium* sp. dapat mencapai 35% (Sudantha, 1997).

Pengendalian *S. rolf sii* selama ini dilakukan hanya secara mekanis dengan mencabut dan membuang tanaman yang sakit. Cara pengendalian tersebut kurang efektif karena patogen masih mampu bertahan lama di dalam tanah, dengan membentuk organ pembiakan, yaitu sklerotia (Rahayu, 2008). Pengendalian *S. rolf sii* dapat dilakukan melalui beberapa cara seperti aplikasi fungisida, solarisasi tanah, rotasi tanaman, dan secara hayati (Punja, 1988). Pengendalian hayati dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis mikroba yang bersifat antagonis terhadap patogen salah satunya adalah cendawan *Trichoderma*. Spesies *Trichoderma* merupakan kelompok cendawan yang mengkolonisasi rizosfir sebagai jenis mikroba yang bersifat antagonis pada patogen tular tanah. Mekanisme antagonis dari spesies *Trichoderma* adalah persaingan, mikoparasitisme, antibiosis, dan lisis (Benítez et al., 2004). *Trichoderma harzianum* Rifai mempunyai sifat antagonis terhadap berbagai patogen penyebab penyakit pada tanaman seperti *Phytophthora*, *Pythium*, *Botrytis*, (Benítez et al., 2004), *Fusarium* spp. (Benítez et al., 2004; Sharma, 2011), *Rhizoctonia solani* (Gveroska & Ziberoski, 2011), *S. rolf sii* (Yaqub & Shahzab, 2011), dan *Colletotrichum falcatum* (Singh et al., 2010).

Cendawan mikoriza arbuskular (CMA) merupakan salah satu kelompok cendawan tanah biotrof obligat yang tidak dapat melestarikan pertumbuhan dan reproduksinya bila terpisah dari tanaman inang (Simanungkalit, 2006). Cendawan mikoriza arbuskular memiliki peranan dalam meningkatkan pertumbuhan, meningkatkan serapan hara, pembenah tanah, dan merehabilitasi lahan-lahan terdegradasi (Simanungkalit, 2006) serta sebagai pengendali hayati dalam melindungi akar-akar tanaman dari infeksi patogen tular tanah (Linderman, 1996; Linderman, 2008; Tahat et al., 2008). Inokulasi CMA dapat menekan kejadian penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah seperti *Fusarium* sp. pada asparagus (Wacker et al., 1990), tomat (Datnoff et al., 1995), dan kentang (Niemira et al., 1996) serta *Verticillium* pada terung dan dahlia (Matsubara et al., 1995; Karagiannidis et al., 2002), *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* pada tomat (Trotta et al., 1996), dan *S. rolf sii* pada kacang tanah (Özgönen et al., 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cendawan antagonis *T. harzianum* dan cendawan mikoriza arbuskular dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *S. rolf sii* pada kedelai.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian dilaksanakan di Desa Meunasah Baroh, Kecamatan Peudada, Kabupaten Bireuen Propinsi Aceh. dan Laboratorium Agroekoteknologi Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh dari bulan Juli 2012–Januari 2013.

Pelaksanaan Penelitian. Perlakuan dalam percobaan ini disusun dalam bentuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan asosiasi *T. harzianum* dan cendawan mikoriza arbuskular yang terdiri dari lima taraf yaitu kontrol negatif (K-) yaitu tanpa *T. harzianum*, tanpa cendawan mikoriza arbuskular, dan tanpa *S. rolf sii* (T1); kontrol positif (K+) yaitu tanpa *T. harzianum*, tanpa cendawan mikoriza arbuskular, dan *S. rolf sii* (T2); *T. harzianum* + *S. rolf sii* (T3); cendawan mikoriza arbuskular + *S. rolf sii* (T4); dan *T. harzianum* + cendawan mikoriza arbuskular + *S. rolf sii* (T5). Setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan dan setiap ulangan terdapat empat unit tanaman sehingga terdapat 60 satuan percobaan.

Penyediaan dan Perbanyakan Inokulum *S. rolf sii*. Isolat *S. rolf sii* diisolasi dari tanaman kedelai yang sakit dengan cara bagian tanaman sakit dengan gejala penyakit busuk pangkal batang dibersihkan dari kotoran dengan air steril. Selanjutnya bagian jaringan yang sakit dipotong-potong dengan ukuran 1 x 1 cm, dan di rendam dalam larutan *clorox* 1% selama 2 menit, lalu dicuci dengan air steril dan dikeringkan di atas kertas saring steril. Selanjutnya potongan tersebut ditumbuhkan pada media PDA, dan diinkubasi pada suhu ruang. Setelah miselium tumbuh, cendawan diisolasi kembali untuk mendapatkan biakan murni.

Perbanyakan Inokulum *T. harzianum*. Perbanyakan cendawan *T. harzianum* menggunakan media beras. Beras yang digunakan sebanyak 0,5 kg, kemudian dikukus dalam panci sampai matang. Selesai dikukus, beras tersebut dimasukkan dalam kantong plastik sebanyak 200 g per kantong dan disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada tekanan 1 atm. Setelah media beras steril dan dingin, biakan murni *T. harzianum* diinokulasikan dengan menggunakan *cook borer* ukuran 5 mm ke dalam kantong plastik yang berisi media beras dan diinkubasikan pada suhu 20°C selama 14 hari.

Persiapan Media Tanam. Media tanam yang digunakan adalah tanah dari pertanaman kedelai yang diambil secara komposit pada kedalaman 0–20 cm. Tanah tersebut dikeringanginkan dan dihaluskan serta diayak dengan menggunakan ayakan berdiameter 2 mm. Tanah disterilisasi dengan memasukkan ke dalam tong pengukus dan dikukus selama 2 jam pada suhu 100°C. Tanah yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam polibag kapasitas 10 kg. Untuk setiap polibag dimasukkan sebanyak 8 kg tanah dan kemudian disiram hingga kapasitas lapang dan dibiarkan 24 jam. Pupuk kandang diberikan dengan cara dicampur dengan media tanam dengan dosis 10 ton/ha (50 g/polibag). Benih kedelai sebelum ditanam terlebih dahulu diberi perlakuan benih (*seed treatment*) dengan cara direndam dalam air panas selama 10–15 menit. Benih ditanam dengan membuat lubang sedalam 3–5 cm, setiap lubang diisi empat benih. Benih kedelai yang digunakan adalah varietas Kipas Merah.

Aplikasi *T. harzianum* dan Inokulasi *S. rolfsii*. Aplikasi *T. harzianum* dilakukan satu minggu sebelum penanaman benih kedelai. Aplikasi *T. harzianum* diberikan dengan dosis 50 g/polibag, dicampurkan dengan media tanam. Inokulasi *S. rolfsii* dilakukan bersamaan dengan penanaman benih. Untuk setiap polibag diinokulasikan *S. rolfsii* sebanyak 10 butir sklerotia, yang diberikan di sekeliling lubang tanam benih kedelai.

Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskular. Inokulum cendawan mikoriza arbuskular yang digunakan terdiri atas dua spesies yaitu *Glomus aggregatum* dan *Glomus manihotis*, diperoleh dari Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (PPSHB) Institut Pertanian Bogor. Sumber inokulum CMA yang digunakan adalah berupa zeolit yang bercampur dengan spora, hifa, dan akar terkolonisasi CMA. Pemberian CMA dilakukan secara bersamaan dengan penanaman benih kedelai. Bagian tengah media tanam dibuat lubang sedalam lebih kurang 5 cm dan ditaburkan 10 g inokulum CMA dan ditutup dengan selapis tanah, kemudian benih kedelai ditanam.

Perkembangan Penyakit Busuk Pangkal Batang. Pengamatan perkembangan penyakit busuk pangkal batang meliputi periode inkubasi dan keparahan penyakit busuk pangkal batang. Periode inkubasi penyakit busuk pangkal batang adalah periode antara permulaan infeksi atau inokulasi *S. rolfsii* sampai munculnya gejala yang pertama pada kedelai. Pengamatan keparahan penyakit

busuk pangkal batang dilakukan satu minggu setelah inokulasi *S. rolfsii* dengan interval pengamatan dua minggu. Pengamatan terhadap tanaman yang terinfeksi dilakukan dengan cara mengamati gejala yang terlihat dengan menggunakan *loupe* yaitu pada bagian-bagian pangkal batang yang rusak, yang ditandai dengan perkembangan miselium berwarna putih mengelilingi jaringan tersebut, dan bagian yang terinfeksi tersebut lebih berwarna gelap dan berlekuk. Keparahan penyakit busuk pangkal batang ditentukan dengan rumus berikut (Yusnita *et al.*, 2005).

$$\text{Keparahan penyakit} = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

keterangan:

- n = jumlah tanaman yang terinfeksi pada setiap kategori
- v = nilai skor dari setiap kategori
- N = jumlah tanaman yang diamati
- Z = nilai skor tertinggi

Nilai skor untuk setiap kategori serangan pada setiap tanaman ditentukan berdasarkan Yusnita *et al.* (2005) yaitu:

- 0 = tanpa serangan
- 1 = nekrosis dengan luasan hingga 0,5 lingkaran batang
- 2 = nekrosis 0,5–0,75 lingkaran batang
- 3 = nekrosis telah melingkari batang, muncul bercak coklat yang telah meluas pada permukaan batang yang terinfeksi
- 4 = seperti pada skor 3 dan batang yang terinfeksi mulai terkulai serta sejumlah daun mulai layu
- 5 = tanaman mati

Perlakuan yang digunakan adalah:

- T1 = Kontrol negatif (K-) [tanpa *T. harzianum*, tanpa CMA, dan tanpa *S. rolfsii*]
- T2 = Kontrol positif (K+) [tanpa *T. harzianum*, tanpa CMA, dan *S. rolfsii*]
- T3 = *T. harzianum* + *S. rolfsii*
- T4 = CMA + *S. rolfsii*
- T5 = *T. harzianum* + CMA + *S. rolfsii*

Komponen Hasil. Pengukuran komponen hasil meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan berat biji per tanaman. Berat biji per tanaman di peroleh dari menimbang biji pada setiap tanaman sampel yang dinyatakan dalam satuan gram (g). Pengamatan komponen hasil dilakukan pada akhir penelitian.

Analisis Data. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam. Untuk membandingkan rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Penyakit Busuk Pangkal Batang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan periode inkubasi penyakit busuk pangkal batang dari setiap perlakuan asosiasi cendawan antagonis *T. harzianum* dan CMA. Aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA dapat menghambat perkembangan patogen *S. rolfsii* sehingga periode inkubasi lebih lama yaitu 8,29 hari yang secara statistik berbeda nyata dengan aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah. Aplikasi *T. harzianum* menyebabkan periode inkubasi lebih lama yaitu 7,12 hari dibandingkan aplikasi CMA yaitu 6,25 hari (Tabel 1). Aplikasi *T. harzianum*, CMA, serta campuran *T. harzianum* dan CMA dapat meningkatkan ketahanan terinduksi tanaman kedelai terhadap penyakit busuk pangkal batang. Aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA secara terpisah dapat menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang, namun aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kedelai. Aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA menyebabkan periode inkubasi penyakit busuk pangkal batang lebih lama dibandingkan aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah, hal ini diduga karena adanya dominasi dari *T. harzianum* dan CMA dalam memacu pertumbuhan akar dan menekan perkembangan patogen *S. rolfsii*. Dominasi *T.*

harzianum dan CMA di dalam tanah akan membuat lingkungan dan ekologi sekitar tanah menjadi lebih tahan terhadap perkembangbiakan patogen, serta dapat melemahkan serangan patogen lainnya, sehingga kemunculan gejala awal infeksi *S. rolfsii* pada tanaman kedelai setelah aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA menjadi lebih lama.

Lambatnya periode inkubasi penyakit busuk pangkal batang pada perlakuan pemberian fungi antagonis *T. harzianum* diduga karena telah terjadi reaksi antara senyawa toksik dari *T. harzianum* terhadap patogen *S. rolfsii*. *T. harzianum* adalah suatu jenis yang baik sebagai pengendali hayati karena terdapat di mana-mana, mudah diisolasi dan dibiakkan, tumbuh dengan cepat pada beberapa macam substrat, mempengaruhi patogen tanaman, jarang bersifat patogenik pada tanaman tingkat tinggi, bereaksi sebagai mikoparasit, bersaing dengan baik dalam hal makanan, tempat dan menghasilkan antibiotik (Wells, 1988). Selama *T. harzianum* tumbuh aktif menghasilkan sejumlah besar enzim ekstra selular β (1.3) glukonase, dan kitinase, yang dapat melarutkan dinding sel patogen (Lewis & Papavizas, 1984). Mekanisme penghambatan dari *T. harzianum* terhadap infeksi *S. rolfsii* dapat terjadi melalui beberapa mekanisme diantaranya dengan memproduksi senyawa gliotoksin dan viridian yang bersifat toksik terhadap cendawan lain (Cook & Baker, 1983). Mekanisme penghambatan dari *T. harzianum* terhadap sklerotia dari *S. rolfsii* dapat terjadi melalui ultrastruktur. Pertumbuhan dan perkembangan *T. harzianum* pada sklerotia terjadi bersamaan dengan perubahan sel inang karena mengalami kerusakan pada sitoplasma dan vakuola (Benhamou & Chet, 1996).

Aplikasi CMA dapat menghambat perkembangan penyakit busuk pangkal batang dengan periode inkubasi

Tabel 1. Pengaruh asosiasi *T. harzianum* dan CMA terhadap periode inkubasi dan keparahan penyakit busuk pangkal batang

Asosiasi <i>T. harzianum</i> dan CMA	Periode inkubasi (hari)	Keparahan penyakit (%)				
		2 MSI	4 MSI	6 MSI	8 MSI	10 MSI
T2	5,16	43,33 a	63,33 a	68,33 a	75,00 a	76,67 a
T3	7,12	23,33 c	30,00 c	35,00 c	26,67 c	25,00 c
T4	6,25	33,33 b	40,00 b	43,33 b	33,33 b	30,00 b
T5	8,29	11,67 d	11,67 d	11,67 d	11,67 d	11,67 d
BNT (0,05)	-	2,88	6,86	7,98	4,70	7,25
KK (%)	-	5,17	9,47	10,09	6,42	10,13

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05. MSI= minggu setelah inkubasi.

lebih lama dibandingkan tanpa aplikasi CMA. CMA memiliki pengaruh yang luas terhadap patogen dan mikroba non-patogenik di dalam tanah. Selain berpotensi dalam pengendalian hayati, juga mampu meningkatkan penyerapan hara esensial terutama fosfor (P) oleh akar tanaman. CMA dapat berfungsi sebagai pelindung terhadap infeksi patogen akar dengan mekanisme sebagai berikut (1) adanya selaput hifa (mantel) dapat berfungsi sebagai barrier masuknya patogen, (2) mikoriza menggunakan hampir semua kelebihan karbohidrat dan eksudat lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok untuk patogen, dan (3) akar tanaman yang sudah diinfeksi fungi mikoriza, tidak dapat diinfeksi oleh fungi patogen yang menunjukkan adanya kompetisi (Imas *et al.*, 1989).

Aplikasi *T. harzianum* dan CMA baik secara terpisah maupun dicampur sangat efektif dalam menghambat perkembangan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *S. rolfisii*. Keparahan penyakit busuk pangkal batang mulai diamati pada pengamatan 2 MSI dengan intensitas serangan bervariasi tergantung dari aplikasi *T. harzianum* dan CMA. Keparahan penyakit busuk pangkal batang pada umur tanaman 2 MSI terendah dijumpai pada aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA sebesar 11,67%. Penekanan keparahan penyakit busuk pangkal batang oleh asosiasi *T. harzianum* dan CMA terjadi sampai pada 10 MSI yang secara statistik berbeda nyata dengan aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah. Aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah dapat menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang, namun kemampuan penghambatan perkembangan penyakit busuk pangkal batang oleh *T. harzianum* lebih tinggi dibandingkan dengan CMA. Keparahan penyakit busuk pangkal batang setelah aplikasi *T. harzianum* secara terpisah mengalami peningkatan pada umur tanaman 2–6 MSI dari 23,33–35% dan mengalami penurunan pada umur 8–10 MSI dari 26,67–25%. Keparahan penyakit busuk pangkal batang setelah aplikasi CMA secara terpisah juga mengalami peningkatan pada umur tanaman 2–6 MSI dari 33,33–43,33% dan penurunan pada umur tanaman 8–10 MSI dari 35,83–33,33%. Keparahan penyakit busuk pangkal pada kedelai yang tidak diaplikasikan dengan *T. harzianum* dan CMA mengalami peningkatan yang tajam sejak 2–10 MSI dengan tingkat keparahan penyakit mencapai 43,33–76,67% (Tabel 1).

Kemampuan campuran *T. harzianum* dan CMA lebih dominan dalam menekan perkembangan patogen *S. rolfisii* sehingga meningkatkan ketahanan terinduksi pada tanaman kedelai dibandingkan dengan kemampuan secara mandiri. *T. harzianum* merupakan cendawan

antagonis yang memiliki potensi dalam pengendalian secara hayati terhadap cendawan patogen seperti *S. rolfisii*. CMA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan berinteraksi dengan dengan mikroorganisme lainnya yang dijumpai pada rizofir (Ocampo, 1993) seperti *T. harzianum*. CMA diketahui memiliki peran dalam pengendalian penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Xavier & Boyetchko, 2004). Kehadiran kedua di dalam tanah dapat menghambat perkembangan *S. rolfisii* dan meningkatkan ketahanan terinduksi terhadap penyakit busuk pangkal batang. Hasil penelitian tentang aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA untuk pengendalian patogen telah banyak dilaporkan antara lain oleh Arriola *et al.* (2000) yang melaporkan bahwa aplikasi *T. harzianum* dan CMA (*Glomus intraradices*) efektif mengendalikan penyakit busuk akar pada tanaman asparagus yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*. Haggag *et al.* (2001) juga melaporkan bahwa interaksi antara CMA (*Glomus mosseae*) dengan *T. harzianum* dapat menghambat perkembangan penyakit busuk akar pada tanaman *Geranium* yang disebabkan oleh *Fusarium solani* dan *Machrophomine phaseoline*. Selain itu, Arýcý *et al.* (2010) melaporkan bahwa aplikasi *T. harzianum* dan CMA (*Glomus mosseae*) dapat menekan kejadian penyakit *damping-off* yang disebabkan oleh *F. culmorum* pada tanaman gandum, dan Mwangi *et al.* (2011) melaporkan bahwa aplikasi *T. harzianum* dan CMA efektif mengendalikan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* pada tomat di pembibitan.

T. harzianum merupakan cendawan antagonis yang memiliki potensi dalam pengendalian secara hayati terhadap cendawan patogen seperti *Botrytis cineria*, *Fusarium*, *Pythium*, dan *Rhizoctonia* (Khetan, 2001). Mekanisme antagonis cendawan *Trichoderma* spp. dalam menekan cendawan patogen, yaitu sebagai mikoparasit, kompetitor yang agresif dan antibiosis. Mula-mula pertumbuhan miselia cendawan *Trichoderma* spp. memanjang, kemudian membelit dan mempenetrasi hifa cendawan inang, sehingga hifa inang mengalami vakoulasi, lisis dan akhirnya hancur. Selanjutnya antagonis ini tumbuh di dalam hifa patogen. Chet & Baker (1980 dalam Cook & Baker, 1983) melaporkan bahwa cendawan *T. harzianum* dan *T. hamatum* bertindak sebagai mikoparasit terhadap cendawan *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfisii*, menghasilkan enzim β -(1,3) glukanase dan chitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inang.

Aplikasi CMA dapat menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *S. rolfisii* pada tanaman kedelai. Secara umum peran CMA

dalam pengendalian patogen tanaman adalah adanya perubahan pada anatomi dan morfologi akar yang berasosiasi dengan CMA, perubahan populasi mikroba disekitar rizosfir tanaman yang berasosiasi dengan CMA, dan pengaktifan mekanisme pertahanan tanaman oleh adanya asosiasi dengan CMA (Azcón-Aguilar & Barea, 1996). Sedangkan secara spesifik misalnya adanya aktivitas enzim-enzim yang berperan dalam biosintesis lignin (peroksidase dan polifenol oksidase) maupun enzim hidrolitik (kitinase dan glukonase), adanya pembentukan struktur seperti papila maupun deposisi material seperti kalus terutama pada tempat terjadinya infeksi patogen (Cordier *et al.*, 1998; Pozo *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2005; Zheng *et al.*, 2005). Hasil penelitian tentang pemanfaatan CMA untuk pengendalian patogen telah banyak dilaporkan antara lain oleh Cordier *et al.* (1998) dan Pozo *et al.* (2002) melaporkan bahwa aplikasi CMA (*G. mosseae*) efektif mengendalikan *Phytophthora parasitica* pada tanaman tomat. Hashim (2003) melaporkan bahwa aplikasi mikoriza efektif menekan kematian akibat *G. boninense* pada kelapa sawit, Khaosaad *et al.* (2007) melaporkan bahwa aplikasi CMA secara sistemik mampu menekan *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* pada tanaman barlei, dan Ozgonen *et al.* (2010) bahwa CMA efektif untuk pengendalian busuk batang yang disebabkan oleh *S. rolfsii* pada kacang tanah.

Komponen Hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan komponen hasil dari setiap perlakuan asosiasi cendawan antagonis *T. harzianum* dan CMA. Aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA dapat meningkatkan komponen hasil kedelai seperti jumlah polong per tanaman sebesar 62,53 polong, jumlah biji per tanaman sebesar 225,05 biji, dan berat biji per

tanaman sebesar 27,73 g yang secara statistik berbeda nyata dengan aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah (Tabel 2). Aplikasi CMA secara terpisah menghasilkan komponen hasil yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan aplikasi *T. harzianum*. Aplikasi *T. harzianum*, CMA, serta campuran *T. harzianum* dan CMA dapat menghambat perkembangan dan meningkatkan ketahanan terinduksi tanaman kedelai terhadap penyakit busuk pangkal batang sehingga meningkatkan komponen hasil kedelai dibandingkan dengan tanpa aplikasi *T. harzianum* dan CMA.

Aplikasi *T. harzianum* dan CMA dapat menekan perkembangan patogen *S. rolfsii* dan meningkatkan komponen hasil kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi cendawan antagonis *T. harzianum* dapat dikombinasikan dengan CMA karena dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang. Kemampuan *T. harzianum* dan CMA lebih dominan dalam memacu pertumbuhan akar dan menekan perkembangan patogen *S. rolfsii* sehingga meningkatkan ketahanan terinduksi pada tanaman kedelai. Ketahanan terinduksi merupakan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen karena tanaman telah terinfeksi oleh mikroorganisme lain sebelumnya, baik dari jenis yang sama maupun dari jenis lain. Cendawan endofit adalah cendawan yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Davis *et al.*, 2003) seperti CMA, sedang cendawan saprofit antagonis adalah cendawan yang hidup pada sisa-sisa bahan organik dan mempunyai kemampuan menekan pertumbuhan cendawan patogen tular tanah. Peranan *T. harzianum* adalah mengeluarkan enzim selulosa yang mampu merombak dinding sel patogen, sehingga patogen

Tabel 2. Pengaruh asosiasi *T. harzianum* dan CMA terhadap jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan berat biji per tanaman

Asosiasi <i>T. harzianum</i> dan CMA	Jumlah polong per tanaman	Jumlah biji per tanaman	Berat biji per tanaman (g)
T1	44,94 b	146,01 b	17,12 b
T2	22,55 c	67,66 c	4,86 c
T3	46,72 b	148,49 b	16,41 b
T4	46,75 b	151,25 b	18,02 b
T5	62,53 a	225,05 a	27,73 a
BNT (0,05)	7,29	18,84	2,22
KK (%)	8,67	6,77	7,01

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 0,05.

mati dan tanaman akan rentan terhadap penyakit. *T. harzianum* juga mengeluarkan substansi kimia atau hormon yang didifusikan ke dalam jaringan tanaman kedelai yang dapat memacu pertumbuhan akar. Windham *et al.* (1986) melaporkan bahwa cendawan *T. harzianum* dapat meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman.

Aplikasi CMA secara terpisah dapat meningkatkan serapan hara sehingga menghasilkan pertumbuhan akar yang lebih baik dan dapat menekan penyakit busuk pangkal batang. CMA mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena status hara tanaman tersebut dapat ditingkatkan dan diperbaiki. Kemampuan dalam meningkatkan penyerapan air dan hara terutama P cukup tinggi (Smith & Read, 2007; Bryla & Duniway, 1997). Seperti dijelaskan oleh Sieverding (1991) bahwa CMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air, karena CMA dapat menaikkan luas permukaan penyerapan sistem perakaran. CMA dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya infeksi patogen akar melalui lapisan hifa (mantel) dapat berfungsi sebagai pelindung fisik untuk masuknya patogen.

Aplikasi *T. harzianum* pada tanaman kedelai berfungsi sebagai agens hayati terhadap patogen *S. rolfisii* dan stimulator pertumbuhan tanaman sehingga menghasilkan komponen hasil kedelai lebih tinggi dibandingkan tanpa aplikasi *T. harzianum*. Cendawan antagonis *T. harzianum* merupakan cendawan penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Seperti menurut Salisbury & Ross (1995) yang menyatakan bahwa beberapa jenis jamur yang hidup di tanah dapat menghasilkan etilen. Diduga etilen yang dilepaskan oleh jamur tersebut membantu mendorong perkecambahan biji, mengendalikan pertumbuhan kecambah, memperlambat serangan organisme patogen tular tanah, dan memacu pembentukan bunga. Pengaruh etilen dalam jaringan dapat meningkatkan sintesis enzim, jenis enzimnya bergantung pada jaringan sasaran. Jika jamur patogenik tertentu menyerang sel, etilen menginduksi tanaman untuk membentuk dua jenis enzim yang menguraikan dinding sel jamur patogen yaitu β -(1,3) *glucanase* dan *chitinase* (Boller, 1988 dalam Salisbury & Ross, 1995), sehingga etilen dapat mengaktifkan mekanisme ketahanan induksi tanaman terhadap patogen penyebab penyakit seperti *S. rolfisii*.

Jumlah polong, jumlah biji, dan berat biji per tanaman pada perlakuan yang diinfeksi patogen *S.*

rolfisii tanpa aplikasi *T. harzianum* atau CMA lebih rendah dibandingkan aplikasi *T. harzianum* atau CMA. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan akar terhambat atau mengalami gangguan dan hambatan bila telah terinfeksi oleh patogen penyebab penyakit. Seperti yang diungkapkan oleh Agrios (2005) bahwa tumbuhan dikatakan sehat atau normal apabila dapat melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya sesuai dengan potensial genetik terbaik yang dimiliki, meliputi pembelahan, diferensiasi, dan perkembangan sel, penyerapan dan translokasi air dan mineral, fotosintesis dan memobilisasi hasilnya, metabolisme, reproduksi, serta penyimpanan. Apabila tumbuhan diganggu oleh patogen maka salah satu atau lebih dari fungsi tersebut juga akan terganggu.

SIMPULAN

Aplikasi campuran *T. harzianum* dan CMA menyebabkan periode inkubasi penyakit lebih lama yaitu 8,29 hari dan tingkat keparahan penyakit busuk pangkal batang lebih rendah yaitu 11,67%. Jumlah polong per tanaman (62,53 polong), jumlah biji per tanaman (225,05 biji), dan berat biji per tanaman (27,73 g) lebih tinggi dibandingkan pada aplikasi *T. harzianum* dan CMA secara terpisah.

SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Yusmaini, S.P. (Laboratorium Ilmu Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala) yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 2005 *Plant Pathologi*, 5th edition. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Arýcý SE, Eser I, & Özgönen H. 2010. *Effect of Trichoderma harzianum and an arbuscular mycorrhizal fungus Glomus Mosseae on fusarium crown rot (Fusarium culmorum) in wheat (Cv Altay 2000)*. In: 2nd International Symposium on Sustainable Development, June 8-9 2010, Sarajevo.
- Arriola LL, Hausbeck MK, Rogers J, & Safir GR. 2000. The effect of *Trichoderma harzianum* and Arbuscular Mycorrhizae on Fusarium root rot in Asparagus. Horttechnology 10(1): 141-144.

- Azcon-Aguilar C & Barea JM. 1996. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6: 457–464.
- Benhamou N & Chet I. 1996. Parasitism of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. *Phytopathology* 86(4): 405–416.
- Benitez T, Rincon AM, Limon MC, & Codon AC. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int Microbiol* 7(4): 249–260.
- Bryla DR & Duniway JM. 1997. Effects of mycorrhizal infection on drought tolerance and recovery in safflower and wheat. *Plant Soil* 197: 95–103.
- Cilliers, AJ, Herselman L, & Pretorius ZA. 2000. Genetic variability within and among mycelial compatibility groups of *Sclerotium rolfsii* in South Africa. *Phytopathology* 90(9): 1026–1031.
- Cordier C, Pozo MJ, Barea JM, Gianinazzi S, & Gianinazzi-Pearson V. 1998. Cell defense responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an arbuscular mycorrhizal fungus. *Mol Plant-Microbe Int* 11(10): 1017–1028.
- Cook RJ & Baker KF. 1983. *The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society, ABS press. St. Paul, Minnesota.
- Datnoff LE, Nemeček S, & Pernezny K. 1995. Biological control of Fusarium crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*. *Biol. Control* 5(3): 427–431.
- Davis EC, Franklin JB, Shaw AJ & Vilgalys R. 2003. Endophytic Xylaria (Xylariaceae) among liverworts and angiosperms: phylogenetics, distribution, and symbiosis *Am. J. Bot.* 9(11): 1661–1667.
- Davis MR & Nunez J. 2007. Integrated approaches for carrot pests and diseases management. In: Ciancio A & Mukerji KG. (Eds.). *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management*. pp.149–190.
- Gveroska B & Ziberoski J. 2011. The influence of *Trichoderma harzianum* on reducing root rot disease in tobacco seedlings caused by *Rhizoctonia solani*. *Int. J. Pure Appl. Sci. Tech.* 2(2): 1–11.
- Haggag WM, Latif A, & Faten M. 2001. Interaction between vesicular arbuscular mycorrhizae and antagonistic biocontrol microorganisms on controlling root-rot disease incidence of geranium plants. *J. Biol. Sci.* 1(12):1147–1153.
- Hashim A. 2003. *Ganoderma* versus mycorrhiza. *Oil Palm Bull.* 47: 6–14.
- Imas T, Hadioetomo RS, Gunawan AW, & Setiadi Y. 1989. *Mikrobiologi Tanah II*. Depdikbud Ditjen Dikti, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB, Bogor.
- Karagiannidis N, Bletsos F, & Stavropoulos N. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Sci. Hort.* 94(1-2): 145–156.
- Khaosaad T, Garcia-Garrido JM, Steinkellner S, Vierheilig H. 2007. Take-all disease is systemically reduced in roots of mycorrhizal barley plants. *Soil Biol. Biochem.* 39(3): 727–734.
- Khetan SK. 2001. *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker, Inc. Basel, New York.
- Lee CS, Lee YJ, & Jeun YC. 2005. Observations of infection structures on the leaves of cucumber plants pre-treated with arbuscular mycorrhiza *Glomus intraradices* after challenge inoculation with *Colletotrichum orbiculare*. *Plant Pathol. J.* 21(3): 237–243.
- Lewis JA & Papavizas GC. 1984. A new approach to stimulate population proliferation of *Trichoderma* species and other potential biocontrol fungi introduced into natural soils. *Phytopathology* 74(10): 1240–1244.
- Linderman RG. 1996. Role of VAM fungi in biocontrol. In: Pleger FL & Linderman RG (Eds.). *Mycorrhizae and Plant Health*. pp. 1-25. APS Press, St Paul, Minnesota.

- Linderman RG. 2008. The mycorrhizosphere phenomenon. In: Feldman F, Kapulnik Y, & Barr J (Eds.). *Mycorrhiza Works*. pp 341–355. Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, Germany.
- Matsubara Y, Tamura H, & Harada T. 1995. Growth enhancement and Verticillium wilt control by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus inoculation in eggplant (*Solanum melongena*). *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 64(3): 555–561.
- Mwangi MW, Monda EO, Okoth SA, & Jefwa JM. 2011. Inoculation of tomato seedlings with *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi and their effect on growth and control of wilt in tomato seedlings. *Braz. J. Microbiol.* 42(2): 508–513.
- Niemira BA, Hammerschmidt R, & Safir GR. 1996. Postharvest suppression of potato dry rot (*Fusarium sambucinum*) in pre-nuclear minitubers by arbuscular mycorrhizal fungal inoculum. *Am. Potato J.* 73: 509–515.
- Ocampo JA. 1993. Influence of pesticides on VA mycorrhiza. In: Altman J. (Ed.). *Pesticide-plant pathogen interactions in crop production: beneficial and deleterious effects*. pp. 214–226. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ozgonen H, Akgul DS, & Erkilic A. 2010. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on yield and stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. in peanut. *Afr. J. Agric. Res.* 5(2): 128–132.
- Pozo MJ, Cordier C, Dumas-Gaudot E, Gianinazzi S, Barea JM, & Azcon-Aguilar C. 2002. Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. *J. Exp. Bot.* 53(368): 525–534.
- Punja ZK. 1988. *Sclerotium (Athelia) rolfsii* A Pathogen of Many Plant Species. In: Sidhu GS (Ed.). *Advances in Plant Pathology. Vol. 6 Genetics of Plant Pathogenic Fungi*. pp. 523–534. Academic Press, London.
- Rahayu M. 2008. Efikasi isolat *Pseudomonas fluorescens* terhadap penyakit rebah semai pada kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27(3): 179–184.
- Saleh N & Hardaningsih S. 2007. Pengendalian penyakit terpadu pada tanaman kedelai. Dalam: Sumarno, Suyanto, Widjono A, Hermanto, & Kasim H (Eds.). *Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan*. pp. 319–344. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Salisbury FB & Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 3. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan DR Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB Bandung. Bandung.
- Sastrahidayat R, Sulistyowati L, Djauhari S, Muhibuddin A. & Saleh N. 2010. Biocontrol of *Sclerotium rolfsii* (caused damping-off disease) on soybean varieties using *Streptomyces* sp. and arbuscular mycorrhizal fungi. In: *Proceeding of The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*. pp. 83-91. October 4–6, 2010 Pattaya, Thailand.
- Semangun H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sharma P. 2011. Complexity of *Trichoderma-Fusarium* interaction and manifestation of biological control. *Aus. J. of Crop Sci.* 5(8): 1027–1038.
- Sieverding E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management, Technical Cooperation Federal Republik of German, Eschborn.
- Simanungkalit RDM. 2006. Cendawan mikoriza arbuskuler. Dalam: Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, & Hartatik W (Ed.). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. pp. 159–190. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Singh V, Singh PN, Yadav RL, Awasthi SK, Joshi BB, Singh RK, Lal RJ, & Duttamajumder SK. 2010. Increasing the efficacy of *Trichoderma harzianum* for nutrient uptake and control of red rot in sugarcane. *J.Hort.For.* 2(4): 66–71.
- Smith SE & Read DJ. 2007. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. San Diego.

- Sudantha IM. 1997. Pengendalian patogen tular tanah pada tanaman kedelai secara hayati menggunakan bahan organik dan *Trichoderma harzianum*. Dalam: *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Nasional*. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Palembang.
- Tahat MM, Kamaruzaman S, Radziah O, Kadir J, & Masdek HN. 2008. Respon of (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to different arbuscular mycorrhizal fungi species. *Asian J. Plant Sci.* 7(5): 479–484.
- Trotta A, Varese GC, Gnani E, Fusconi A, Sampo S, & Berta G. 1996. Interactions between the soilborne root pathogen *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* in tomato plants. *Plant Soil* 185: 199–209.
- Wacker TL, Safir GR, & Stephens CT. 1990. Effect of *Glomus fasciculatum* on the growth of asparagus and the incidence of fusarium root rot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(4):550–554.
- Wells HD. 1988. *Trichoderma* as biocontrol agent. In: Mukerji KG & Garg KL (ed.). *Biocontrol of Plant Diseases*. pp. 71–82. CRC Press, New York.
- Windham MT, Elad Y & Baker R. 1986. A mechanism of increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 76(5): 518–521.
- Xavier LJC & Boyetchko SM. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi in plant disease control. In: Arora DK (ed.). *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications*. pp. 183–194 Dekker, New York.
- Yaqub F & Shahzad S. 2011. Efficacy and persistence of microbial antagonists against *Sclerotium rolfsii* under field conditions. *Pak. J. Bot.* 43(5): 2627–2634.
- Yusnita, Widodo, & Sudarsono. 2005. In vitro selection of peanut somatic embryos on medium containing culture filtrate of *Sclerotium rolfsii* and plantlet regeneration. *Hayati* 12(2): 50–56.
- Zheng HZ, Cui CL, Zhang YT, Wang D, Jing Y, & Kim KY. 2005. Active changes of lignification-related enzymes in pepper response to *Glomus intraradices* and/or *Phytophthora capsici*. *J Zhejiang. Univ. Sci.* 6(8): 778–786.