

Potensi Jamur Endofit terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum*)

*Potency of Endophytic Fungi against the Growth and the Production on Chili (*Capsicum annum*)*

Yenni Marnita^{1*}, Lisnawita² dan Hasanuddin²

¹Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra Langsa

²Prodi Agroekoteknologi Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian USU

*Corresponden author: yennimarnita@yahoo.co.id

ABSTRAK

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi jamur endofit terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai melalui metode aplikasi perendaman benih, perendaman akar, penyemprotan ke daun dan penyemprotan ke buah. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor, 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah cara aplikasi: perendaman benih (A1), perendaman akar (A2), penyemprotan pada daun (A3), dan penyemprotan pada buah (A4) sedangkan faktor kedua adalah asal isolat: tanpa isolat jamur endofit (E₀), isolat jamur endofit dari akar cabai (E₁), isolat jamur endofit dari batang cabai (E₂), dan isolat jamur endofit dari buah cabai (E₃). Aplikasi melalui perendaman akar dan penyemprotan daun dengan *Penicillium* sp. memberikan hasil yang baik terhadap pertumbuhan dan aplikasi melalui daun dengan *Geotrichum* sp. dapat meningkatkan produksi cabai, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati.

Kata kunci : Jamur endofit, *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Geotrichum* sp.

ABSTRACT

Endophytic fungi is a fungi that lives in healthy plant tissues without causing symptoms or damage on the host plant . This research aims to test the potential of endophytic fungi against the growth and production on chili through application methods of soaking seeds, soaking roots, spraying the leaves and spraying on fruit. The design used was a factorial randomized block design with 2 factors, 4 treatments and 3 repetitions. The first factor has the way applications: soaking seeds (A1), soaking roots (A2), spraying the leaves (A3), and spraying on fruit (A4). The second factor has the origin of isolates: without endophytic fungi isolates (E₀), roots isolates of chili (E₁), stem of chili (E₂), and endophytic fungi isolates from chilies (E₃). Applications through soaking roots and spraying the leaves with *Penicillium* sp. give good results on the growth and application through the leaves with *Geotrichum* sp. can increase the production of chili, so it has the potential to be developed as a biological agents.

Keywords: Endophytic fungi, *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Geotrichum* sp.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum annum*, L) adalah salah satu komoditas

penting yang dikenal sebagai penyedap dan pelengkap menu masakan khas Indonesia. Cabai merah mengandung berbagai macam senyawa yang berguna bagi kesehatan manusia. Cabai mengandung Lasparaginase dan Capsaicin yang berperan sebagai zat

antikanker (Kilham, 2006). Secara umum tanaman cabai memiliki kandungan gizi dan vitamin di antaranya, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1 dan vitamin C (Nurahmi *et al.*, 2011). Berdasarkan hal tersebut cabai merupakan salah satu komoditas sayuran penting dan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia yang dibudidayakan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi.

Usaha untuk meningkatkan produksi tanaman cabai masih mengalami hambatan. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), produktivitas cabai nasional Indonesia tahun 2014 adalah 8.16 ton per hektar. Angka tersebut masih sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi produksinya yaitu 20 ton per hektar. Hasil produksi cabai tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca dan serangan hama penyakit yang mampu menyebabkan produktivitas tanaman menurun bahkan menyebabkan gagal panen. Keadaan iklim Indonesia yang akhir-akhir ini tidak menentu dapat membuat pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu sehingga tanaman tidak mampu berproduksi secara maksimal.

Pengembangan tanaman cabai di Indonesia juga masih mengalami beberapa kendala, yaitu berkaitan dengan kualitas benih, teknik budidaya, serangan hama dan penyakit, serta penggunaan varietas cabai yang memiliki daya hasil tinggi masih sulit diperoleh karena harga benihnya yang mahal (Kirana, 2006).

Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai salah satunya adalah dengan pemanfaatan agens hayati. Salah satu sumber agens hayati tersebut adalah jamur endofit. Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Petrini, 1991). Endofit dapat berperan sebagai perangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil melalui produksi

fitohormon dan penyedia hara sebagai penetral kontaminan tanah sehingga meningkatkan fitoremediasi, dan agens hayati. Magnani *et al.* (2010) menemukan *Enterobacter*, *Kluyvera ascorbata* SUD165 yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan resisten terhadap logam berat.

Beberapa jamur endofit dapat memproduksi enzim seperti selulosa dan lignin, serta memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, paxillin, lolitrem dan tetranone steroid sehingga memungkinkan digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Strobel & Daisy, 2003).

Pemanfaatan jamur endofit tersebut dapat dilakukan melalui beberapa metode aplikasi yaitu melalui perendaman benih, perendaman akar, penyemprotan ke daun dan penyemprotan ke buah. Hasil penelitian Nurhayati *et al.* (2012) aplikasi *Trichoderma virens* melalui penyemprotan pada daun dan penyiraman pada akar dapat menekan infeksi patogen *downy mildew* pada tanaman caisin, mampu memperpanjang periode inkubasi dan menekan jumlah dan luas bercak serta keparahan penyakit *downymildew* yang disebabkan oleh patogen *downy mildew* pada tanaman caisin. Siddiqui & Shaukat (2003) menyatakan bahwa endofit memiliki banyak kelebihan sebagai agens hayati, yaitu mudah dibiakkan secara *in vitro*, mudah diaplikasikan, misalnya melalui biji, dapat mengurangi kerusakan akar lebih awal, terhindar dari kompetisi dengan mikroba lain dan memiliki kemampuan dalam mempengaruhi tanaman merespon serangan parasit, tidak menghasilkan racun terhadap tanaman, bahkan menghasilkan hormon perangsang tumbuh, dan tergantung terhadap eksudat akar dalam perkembangbiakannya. Kloepper *et al.* (1993), menambahkan jamur endofit memiliki keunggulan sebagai agens hayati yaitu mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan, dan mengendalikan penyakit

tumbuhan, serta dapat menginduksi ketahanan tanaman.

Berdasarkan latar belakang dapat diketahui bahwa dalam tanaman terdapat jamur endofit yang memiliki manfaat yang sangat penting bagi tumbuhan. Simbiosis antara jamur endofit dengan tanaman cabai dapat digunakan sebagai agens hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai, hal ini juga berhubungan erat dengan metode aplikasi yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi jamur endofit terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai melalui metode aplikasi perendaman benih, perendaman akar, penyemprotan ke daun dan penyemprotan ke buah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2012 sampai dengan Mei 2014. Isolasi dan perbanyakan jamur endofit dilakukan di laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan, sedangkan penelitian lapang dilaksanakan di Dusun Sentosa Desa Gampong Blang Kecamatan Langsa Kota, Kota Langsa, Provinsi Aceh.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow cabinet*, autoklaf, oven, cawan petri, jarum inokulasi, bunsen, kompor gas, pengaduk kaca, pinset, kertas saring, inkubator, aluminium foil, mikroskop, cover glass, gelas objek, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volume, erlenmeyer, jangka sorong, botol media, *shaker*, sentrifugasi, timbangan analitik dan silet.

Bahan-bahan yang digunakan adalah biakan murni isolat dari akar (*Penicillium* sp.), batang (*Rhizoctonia* sp.) dan buah (*Geotrichum* sp.) tanaman cabai, benih cabe Lado F-1, natrium hipoklorit 1%, akuadest, potato dextrose agar (PDA), etanol, dan sebagainya.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan.

Faktor Pertama ; cara aplikasi isolat endofit (A) terdiri dari 4 taraf, yaitu: A₁= perendaman benih cabai pada isolat endofit, A₂=perendaman akar cabai pada isolat endofit, A₃= penyemprotan isolat endofit ke daun cabai, A₄= penyemprotan isolat endofit ke buah cabai. Faktor kedua ; Asal isolat jamur endofit (E) terdiri dari 4 taraf, yaitu : E₀=Tanpa isolat jamur endofit (kontrol), E₁= Isolat jamur endofit dari akar cabai, E₂= Isolat jamur endofit dari batang cabai, E₃= Isolat jamur endofit dari buah cabai. Sehingga didapat 16 kombinasi perlakuan yaitu: A₁E₀=Perendaman benih tanpa jamur endofit, A₁E₁=Perendaman benih dengan *Penicillium* sp., A₁E₂=Perendaman benih dengan *Rhizoctonia* sp., A₁E₃= Perendaman benih dengan *Geotrichum* sp., A₂E₀=Perendaman akar tanpa jamur endofit. A₂E₁=Perendaman akar dengan *Penicillium* sp., A₂E₂=Perendaman akar dengan *Rhizoctonia* sp., A₂E₃ =Perendaman akar dengan *Geotrichum* sp., A₃E₀= Penyemprotan ke daun tanpa jamur endofit, A₃E₁=Penyemprotan ke daun dengan *Penicillium* sp., A₃E₂=Penyemprotan ke daun dengan *Rhizoctonia* sp., A₃E₃=Penyemprotan ke daun dengan *Geotrichum* sp., A₄E₀=penyemprotan ke buah tanpa jamur endofit, A₄E₁=penyemprotan ke buah dengan *Penicillium* sp., A₄E₂=penyemprotan ke buah dengan *Rhizoctonia* sp., A₄E₃= penyemprotan ke buah dengan *Geotrichum* sp.

Pelaksanaan penelitian meliputi: Tanah untuk media tanam terlebih dahulu dibersihkan dari akar, rumput-rumputan, batu dan kerikil. Setelah itu tanah dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Campuran tanah dan pupuk kandang tersebut kemudian disterilkan dengan cara dipanaskan di dalam tong pengukus selama 2

jam. Setelah itu tanah steril siap digunakan. Benih yang akan digunakan didesinfeksi dahulu dengan larutan natrium hipoklorit 1% selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak tiga kali dan disemaikan pada media tanam steril (Istikorini, 2008).

Lahan yang digunakan adalah rumah kasa dengan ukuran panjang x lebar x tinggi : 17 x 6 x 3 m, atap rumah kasa terbuat dari plastik transparan yang tembus cahaya dan di sekelilingnya ditutupi dengan kain kasa yang halus guna mencegah masuknya serangga dan hama lainnya. Lahan yang digunakan terletak di dusun Sentosa desa Gampong Blang Kecamatan Langsa Kota, Kota Langsa, Provinsi Aceh dengan membuat plot sesuai dengan kombinasi perlakuan.

Media tumbuh dari campuran tanah dan pupuk kandang steril yang telah disaring dengan perbandingan 1 : 1. Media dimasukkan kedalam polibeg bibit ukuran 4 x 6 cm. Biji cabai varietas Lado F1 diletakkan satu per satu per polibeg, lalu ditutup selapis tanah + pupuk kandang. Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi atau sore hari untuk menjaga kelembaban.

Setelah bibit memiliki 5-6 helai daun (umur 30 hari), bibit cabai dapat dipindahkan ke pertanaman. Bibit yang akan ditanam dipilih yang seragam dan sehat. Penanaman dilakukan pada sore hari dengan mengeluarkan bibit dari polibeg bibit dan memasukkannya ke dalam polibeg besar kapasitas 5 kg. Setelah penanaman selesai, tanaman langsung disiram. Penempatan polibeg dilakukan dengan jarak tanam yang seragam pada masing-masing plot perlakuan, jarak antar plot 30 cm sedangkan jarak antar ulangan 50 cm.

Inokulum jamur endofit yang digunakan adalah biakan murni hasil isolasi pada medium PDA. Setelah biakan berumur 7 hari, miselium jamur yang tumbuh pada permukaan medium PDA dikumpulkan dengan memberikan air steril sebanyak 10 ml

dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu di *shaker* dengan kecepatan 100 rpm selama 5 menit agar spora menyebar dalam suspensi. Untuk mendapatkan kerapatan konidia 10^5 /ml air dilakukan pengenceran secara bertahap. Perhitungan kerapatan konidia dilakukan dengan menggunakan haemositometer.

Aplikasi jamur endofit pada tanaman cabai dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

Benih yang akan digunakan pertama-tama harus didesinfeksi dahulu dengan larutan natrium hipoklorit 1 % selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak tiga kali. Benih selanjutnya direndam dalam suspensi konidia jamur endofit dengan konsentrasi 10^5 selama 6 jam (Istikorini, 2008).

Perendaman akar dilakukan pada bibit cabai umur 30 hari setelah semai (hss) atau pada saat dipindahtanamkan ke polibeg di rumah kasa dengan cara memotong ujung rambut akar dan merendamnya pada masing-masing larutan jamur endofit dengan konsentrasi 10^5 konida/ml selama 30 menit. Selama perendaman bibit diguncang di atas shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Setelah itu bibit tanaman cabai ditanam kembali dalam polibeg (Istikorini, 2008).

Penyemprotan pada daun tanaman cabai dilaksanakan pada saat tanaman berumur 10 hari setelah dipindahtanamkan ke polibeg di rumah kasa yang dilakukan pada pagi hari. Penyemprotan dilakukan hingga daun basah merata. Volume penyemprotan disesuaikan dengan luas kanopi tanaman. Penyemprotan dilakukan 5 kali dengan interval waktu 1 minggu sekali

Aplikasi pada buah dilakukan satu kali yaitu setelah tanaman berbuah muda. Penyemprotan suspensi konidia jamur endofit dengan konsentrasi 10^5 konida/ml dilakukan pada semua buah yang ada dipohon sampel dan disemprotkan sampai

semua permukaan buah basah secara merata (Nurjanani, 2010).

Pemupukan dilakukan 1 hari setelah pindah tanam ke polibeg besar di rumah kaca, yaitu pemberian pupuk kandang sapi 100 gr/tanaman dan diulang 2 minggu sekali. Setelah tanaman cabai berumur 2 minggu di rumah kaca, tanaman diberi ajir (sokongan) sebagai penopang tanaman, agar batang tanaman cabai tidak rebah sehingga dapat memperkokoh tanaman. Penyiraman dilakukan setiap hari sesuai kondisi lapangan. Penyiangan dilakukan setiap sebulan sekali atau jika dibutuhkan untuk membuang gulma yang tumbuh.

Peubah amatan dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, panjang akar, berat basah akar, berat kering akar dan produksi tanaman. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai dengan titik tumbuh tertinggi. Pengukuran dilakukan mulai umur satu minggu setelah tanam di polibeg besar (minggu ke-5 setelah semai) dengan interval waktu satu minggu sekali sampai panen ke-lima.

Panjang akar diukur pada saat panen terakhir yaitu umur 19 minggu setelah tanam (mst). Akar dibersihkan dari tanah menggunakan air mengalir dan diukur dari pangkal hingga ujung akar. Berat akar basah dihitung pada saat panen terakhir yaitu umur 19 minggu setelah tanam (mst), akar dicabut lalu dibersihkan, kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Berat akar kering dihitung dengan memasukkan akar ke dalam amplop dan dimasukkan pada oven dengan suhu 60°C selama 48 jam.

Hasil produksi buah cabai ditimbang setiap panen per pohonnya untuk memperoleh jumlah berat per gramnya. Produksi dihitung mulai panen pertama dengan ciri cabai telah berwarna merah merata, sampai dengan panen ke-5 yaitu umur 19 minggu setelah tanam (mst). Pemanenan dilakukan dengan interval waktu 5 hari sekali dengan menimbang berat buah cabai yang dipanen dari setiap tanaman perlakuan (g/tanaman) dari 3 tanaman sampel, kemudian dikonversikan ke dalam ton/ha dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Produksi (Ton/Ha)} = \frac{\text{Luas areal dalam 1 ha (10.000 m}^2\text{)}}{\text{Luas plot}} \times \text{Produksi /plot}$$

(Girsang, 2008).

Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Anova), dan dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT) dengan taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil penelitian menunjukkan pada umur 1, 3, 5, 7, dan 9 minggu setelah tanaman (mst) tanaman tertinggi dijumpai pada perlakuan A₂E₁(perendaman akar

dengan *Penicillium* sp.) yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa *Penicillium* sp. yang diaplikasikan melalui akar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini diduga jamur *Penicillium* sp. menghasilkan hormon yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Yadav *et al.* (2011) melaporkan bahwa *Penicillium citrinum* strain BHUPC01 mampu menghasilkan IAA sebanyak 52 µg per mL setelah inkubasi 3 hari pada temperatur 28°C± 2°C.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman (cm) akibat perlakuan cara aplikasi (A) dan asal isolat jamur endofit (E)

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				
	1 mst	3 mst	5 mst	7 mst	9 mst
A ₁ E ₀	15.00 ab	43.33 ef	69.11 ab	80.55 abc	99.89 abcde
A ₁ E ₁	15.89 bc	40.78 abcd	71.89 b	88.11 d	103.22 cdef
A ₁ E ₂	14.78 a	44.00 f	76.56 de	89.11 d	101.89 bcdef
A ₁ E ₃	15.89 bc	40.67 abc	73.89 cd	83.55 abcd	97.22 ab
A ₂ E ₀	16.44 cdef	42.22 cdef	67.89 ab	77.89 a	96.45 a
A ₂ E ₁	19.44 h	50.44 g	80.33 f	110.11 e	122.34 g
A ₂ E ₂	17.33 fg	43.89 ef	69.56 ab	85.56 cd	99.33 abcd
A ₂ E ₃	16.22 cde	39.89 ab	77.00 e	88.33 d	103.89 cdef
A ₃ E ₀	16.11 cd	43.22 ef	71.89 b	84.66 bcd	98.67 abc
A ₃ E ₁	17.00 def	42.78 cdef	75.11 de	88.45 d	104.22 def
A ₃ E ₂	17.11 efg	39.56 a	74.33 cde	81.78 abc	99.44 abcd
A ₃ E ₃	17.89 g	44.22 f	75.00 de	84.00 bcd	105.56 f
A ₄ E ₀	17.33 fg	42.67 cdef	69.44 ab	80.33 abc	105.22 ef
A ₄ E ₁	17.00 def	41.56 abcde	69.00 ab	79.34 ab	104.22 def
A ₄ E ₂	17.11 efg	43.11 def	71.00 b	84.44 bcd	99.56 abcd
A ₄ E ₃	17.89 g	42.11 bcdef	69.78 ab	86.33 cd	99.56 abcd

Tan & Zou (2001) menyatakan jamur endofit memiliki kemampuan dalam menginduksi tanaman untuk menghasilkan hormon pertumbuhan. Meningkatnya pertumbuhan tanaman berkaitan dengan produksi fitohormon seperti indole-3-acetid acid (IAA), sitokinin dan hormon pemacu pertumbuhan lainnya, sebagian endofit dapat meningkatkan penambahan nutrisi seperti nitrogen dan fosfat.

Jamur *Penicillium* sp. juga dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan atau *plant growth promoting fungi* (PGPF). PGPF menggunakan salah satu dari beberapa mekanisme untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti produksi fitohormon, solubilisasi mineral dan antagonisme untuk fitopatogen (Nenwani *et al.*, 2010). Mekanisme yang mungkin terjadi adalah jamur tersebut mempunyai kemampuan dalam meningkatkan penyediaan hara serta kemampuan dalam memacu pertumbuhan tanaman melalui

produksi hormon pemacu pertumbuhan. Kelangsungan simbiosis antara akar tanaman cabai dan jamur *Penicillium* sp. akan berpengaruh terhadap proses-proses metabolisme tanaman, seperti fotosintesis akan berlangsung secara maksimal sehingga fotosintesis yang dihasilkan akan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Panjang akar (cm), berat basah (g) dan berat kering akar (g)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter panjang akar terbaik dijumpai pada perlakuan A₃E₁ dengan panjang akar 25,44 cm. Hal ini disebabkan aplikasi *Penicillium* sp. melalui penyemprotan ke daun (A₃E₁) dapat menyebabkan jamur tersebut masuk ke dalam daun melalui permukaan stomata dan hidatoda sehingga mengakibatkan kolonisasi jamur dalam ruang intraseluler jaringan daun (Beattie & Lindaow, 1999). Diduga bahwa *Penicillium* sp. yang diaplikasikan melalui daun juga dapat berpindah masuk ke jaringan akar dengan aliran fotosintat melalui floem,

kemudian *Penicillium* sp. akan mengkolonisasi jaringan akar sehingga pertumbuhan dan perkembangan akar dapat meningkat. Aplikasi dengan *Penicillium* sp. di duga juga akan memberikan pertumbuhan akar lebih luas dan panjang sehingga mendukung proses serapan hara yang juga berhubungan dengan pertumbuhan tanaman.

Hal ini sesuai pendapat Istikorini (2008), jamur endofit menginduksi tanaman cabai melalui jaringan akar dimana signal dari jamur endofit diterima oleh reseptor pada membran plasma akar bibit cabai. Interaksi tersebut menyebabkan aktivasi gen-gen ketahanan, selanjutnya terjadi ekspresi ketahanan. Istikorini (2008) juga menyatakan keberadaan jamur endofit dalam jaringan tanaman akar cabai dapat menyebabkan jumlah dan percabangan akar rambut serta akar lateral meningkat. Akar lateral dapat

memperluas daerah penyerapan unsur hara oleh tanaman sehingga kebutuhan nutrisi lebih cepat terpenuhi dan lebih mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Berat basah dan kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan A₂E₁ masing-masing sebesar 83,89 g dan 38,64 g. Aplikasi melalui perendaman akar dengan *Penicillium* sp. (A₂E₁) menyebabkan jamur tersebut masuk melalui perakaran sekunder selanjutnya berkoloni pada titik tempatnya masuk yaitu pada zona akar. Endofit kemudian hidup dalam sel, ruang interseluler atau dalam sistem pembuluh. Hifa jamur yang menempel di permukaan epidermis akar akan berperan sebagai filter pada proses penyerapan, sehingga tanaman terlindung dari zat-zat yang bersifat racun atau menghasilkan antibiotik (Prasetyoputri & Ines, 2006). Haggag & Mohamed (2007), menyatakan bahwa *Penicillium* sp. dapat bersifat

Tabel 2. Rata-rata panjang akar (cm), berat basah (g), dan berat kering akar (g) akibat cara aplikasi jamur endofit dan asal isolat jamur endofit

Perlakuan	Panjang akar (cm)	Berat kering akar (gram)	Berat basah akar (gram)
A ₁ E ₀	19.56bc	17.21a	38.89ab
A ₁ E ₁	23.22efg	26.52ef	56.11def
A ₁ E ₂	24.33efg	17.50ab	42.78bc
A ₁ E ₃	19.11ab	18.07ab	33.33a
A ₂ E ₀	17.33a	22.63cde	49.44cd
A ₂ E ₁	22.67def	38.64i	83.89i
A ₂ E ₂	19.11ab	26.59ef	61.67fg
A ₂ E ₃	21.22bcd	34.78hi	75.00h
A ₃ E ₀	22.44def	29.56fg	60.00efg
A ₃ E ₁	25.44g	31.02gh	65.56g
A ₃ E ₂	23.44efg	35.62i	82.78hi
A ₃ E ₃	21.67cde	24,52de	58.33efg
A ₄ E ₀	20.89bcd	21.79bcd	49.44cd
A ₄ E ₁	22.00de	18.82abc	42.22bc
A ₄ E ₂	19.44abc	22.42cde	51.67de
A ₄ E ₃	23.78efg	17.11a	32.78a

antagonis melalui mekanisme yaitu mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid

seperti agroklavine dan ergometrine yang memiliki sifat anti jamur.

Tabel 2 menunjukkan bahwa berat basah akar dapat dihubungkan dengan berat kering akar, yaitu semakin besar berat basah akar maka semakin besar juga berat kering akar. Tanaman yang berasosiasi dengan jamur endofit akan mempunyai berat akar lebih besar. Peningkatan berat basah akar karena meningkatnya pengambilan air oleh sel tanaman. Berat basah akar juga dipengaruhi oleh tinggi tanaman, semakin tinggi tanaman maka berat basah akar cabai akan meningkat. Menurut Lahadassy *et al.* (2007), untuk mencapai berat basah akar yang optimal, tanaman masih membutuhkan banyak energi maupun unsur hara agar peningkatan jumlah maupun ukuran sel dapat mencapai optimal serta memungkinkan adanya peningkatan kandungan air tanaman yang optimal pula. Hal ini diduga jamur endofit dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis dan hasil fotosintesis dapat digunakan oleh jamur untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Hubungan yang erat antara jamur endofit dan tanaman inangnya yakni transfer materi genetik satu dengan lainnya. Sementara besarnya nilai berat kering akar tanaman mencerminkan banyaknya unsur hara yang dapat diserap akar dan digunakan untuk metabolisme dalam tubuh tanaman, berat kering akar tergantung pada laju fotosintesis dan laju pertumbuhan tanaman. Unsur hara berperan untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, yang digunakan dalam fotosintesis dan respirasi sehingga digunakan sebagai bahan penyusun biomassa tanaman yang terakumulasi sebagai fotosintat sehingga dapat meningkatkan berat kering akar cabai (Herlina & Pramesti 2005).

Hasil Produksi (ton/ha)

Tabel 3. Rata-rata hasil panen tanaman (ton/ha) akibat cara aplikasi jamur endofit (A) dan asal isolat jamur endofit (E)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi terbesar terdapat pada perlakuan A₃E₃ yaitu sebesar 18,07 ton/ha. Hal ini disebabkan karena aplikasi melalui penyemprotan ke daun dengan jamur endofit dilakukan sebanyak 5 kali penyemprotan, ini menyebabkan jumlah endofit yang masuk ke stomata daun lebih banyak dan proses penyerapannya pun lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Teknik aplikasi tersebut memberikan kesempatan lebih besar terhadap jamur endofit tersebut untuk memasuki dan mengkolonisasi jaringan tanaman. Jamur endofit yang diaplikasi dengan penyemprotan ke daun dapat meningkatkan produksi buah sekitar 52%, hal ini diduga karena jamur endofit mampu memproduksi hormon pertumbuhan dan membantu tersedianya unsur hara sehingga dapat meningkatkan produksi. Mittal *et al.* (2008), mengatakan jamur endofit dapat meningkatkan pertumbuhan dengan mekanisme memproduksi fitohormon seperti *Indole acetic acid* (IAA) yang merupakan pemacu tumbuh tanaman.

Jamur endofit juga menghasilkan enzim-enzim pengurai yang dapat menguraikan bahan organik, sehingga melepaskan hara yang terikat dalam senyawa kompleks menjadi tersedia terutama unsur N, P, dan S. Ketersediaan hara-hara tersebut meningkatkan pertumbuhan tanaman. Peningkatan kandungan nitrogen pada tanaman dapat berpengaruh terhadap fotosintesis sehingga dapat meningkatkan fotosintat yang berpengaruh terhadap produksi buah cabai yang terbentuk (Lestari & Indrayati 2000). Mekanisme jamur endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman adalah dengan melarutkan fosfat dan fiksasi nitrogen (Thakiura *et al.*, 2004).

Perlakuan	Hasil produksi (ton/ha)
A ₁ E ₀	11.93 a
A ₁ E ₁	13.27 d
A ₁ E ₂	17.32 f
A ₁ E ₃	12.43 ab
A ₂ E ₀	12.34 ab
A ₂ E ₁	16.63 f
A ₂ E ₂	13.12 cd
A ₂ E ₃	13.00 cd
A ₃ E ₀	12.29 ab
A ₃ E ₁	16.16 f
A ₃ E ₂	12.53 bc
A ₃ E ₃	18.07 h
A ₄ E ₀	12.40 ab
A ₄ E ₁	15.48 e
A ₄ E ₂	12.66 bc
A ₄ E ₃	12.89 bc

Terjadinya peningkatan pertumbuhan dan produksi cabai yang diinokulasi dengan jamur endofit karena endofit juga dapat mencegah infeksi patogen ke dalam tanaman. Berkurangnya infeksi patogen menyebabkan kerusakan tanaman berkurang sehingga suplai air dan hara untuk kebutuhan tanaman dapat diserap dengan baik. Widawati (2006) yang menyatakan bahwa mikroba endofit merupakan sumber genetik yang sangat penting yang dapat digunakan sebagai agens biokontrol. Selain itu, mikroorganisme endofit menghasilkan senyawa yang bermanfaat untuk tanaman inang seperti menghasilkan senyawa yang berpotensi untuk menstimulasi pertumbuhan, fiksasi nitrogen, dan menginduksi resistensi patogen. Oleh karena itu aplikasi jamur endofit dapat dipertimbangkan untuk penggunaan secara luas di lapangan sebagai agens hayati.

SIMPULAN

Jamur endofit berpotensi sebagai agens hayati. Penggunaan *Penicillium* sp. yang diaplikasikan melalui perendaman akar

dan penyemprotan ke daun tanaman cabai memiliki potensi yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman sedangkan penggunaan *Geotrichum* sp. yang diaplikasikan melalui penyemprotan ke daun dapat meningkatkan produksi buah cabai.

DAFTAR PUSTAKA

- AVRDC. 2004. Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. p.92-93. in AVRDC Report 2003. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
- [BPS] Badan Pusat Statistik & Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. Produksi, luas panen dan produktivitas sayuran di Indonesia tahun 2013. <http://www.pertanian.go.id./Indikator/tabel-2-prod-lspn-prodvitas-horti.pdf> [2 Juni 2014].
- Beattie, G.A & Lidow, S.E. 1999. Bacterial colonization of leaves: A spectrum of strategies. *Phytopathol.* 89:353-359.

- Girsang M Erik. 2008. Uji ketahanan beberapa varietas cabai terhadap serangan penyakit antraknosa dengan pemakaian mulsa plastik. [online]. Tersedia: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7706/1/09E00423.pdf>. [februari 2011].
- Haggag, W.M & Mohamed, A.L. 2007. Biotechnological aspect of microorganisms used in plant biological control. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(6): 771-776.
- Herlina, L & Dewi, P. 2005. Aplikasi penggunaan agen hayati *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas buah tomat, Laporan Penelitian. Universitas Negeri Semarang.
- Istikorini, Y. 2008. Potensi cendawan endofit untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai (*Capsicum annum* L.). (PPs) Program Pasca Sarjana / S3 IPB. Diakses dari <http://www.unila.net/> 07 Maret 2012.
- Ivey, M.L.L & Miller, S.A. 2004. *Anthracoze Fruit Rot of Pepper*. Ohio State University Extension Fact Sheet Plant Pathology, Columbus.p.127-132.
- Kilham, W. 2006. The first of the occurrence of anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Penz. And Sacc. On Dragon Fruit (*Hylocercus*). *American Journal Of Applied Science*.6(5):902-912.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents. p. 255-274. In F.B. Meeting, Jr. (Ed.). *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Kim, K.D., Oh, B.J & Yang, J. 1999. Differential interaction of a *Colletotrichum gloeosporioides* isolate with green and red pepper fruits. *Phytoparasitica*. 27(2):1-10.
- Kirana, R. 2006. Perbaikan daya hasil varietas cabai lokal melalui persilangan antar varietas. *Jurnal Penelitian Pertanian*. 17:138-145.
- Lahadassy, J., Mulyati, A.M & Sanaba, A.H. 2007. Pengaruh konsentrasi pupuk organik padat daun gamal terhadap tanaman sawi. *Jurnal Agrisistem*, 3(6): 51-55.
- Lestari, Y & Indrayati, L. 2000. Pemanfaatan *Trichoderma* dalam mempercepat perombakan bahan organik pada tanah gambut. Di dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Balittra Banjarbaru.
- Mittal, V., Singh, O., Nayyar, H., Kaur, J & Tewari, R. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strain (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). *Soil Biologi and Biochemistry*. 40: 718-722.
- Nayaka, C.S., Shankar, U.C.A., Niranjana. S.R., Prakash, H.S & Mortensen, N.C. 2009. Anthracnose Disease Of Chili Pepper. *Technical Bulletin*.
- Nenwani, V.P., Doshi, Saha, T& Rajkumar, S. 2010. Isolation and characterization of a fungal isolate for phosphate solubilization and plant growth promoting activity. *Journal of Yeast and Fungal Research* 1(1): 009-014.
- Nurahmi, E., Mahmud, T& Sylvia, R.S. 2011. Efektivitas pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil cabai merah. *Jurnal Floratek*. 6:158-164.
- Nurjanani. 2010. Pengkajian potensi beberapa isolat *Trichoderma* spp.dalam pengendalian penyakit

- busuk buah kakao. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan. 27 Mei 2010.
- Nurhayati, Umayah, A & Silvia E.A. 2012. Aplikasi *Trichoderma virens* melalui penyemprotan pada daun, akar dan perendaman akar untuk menekan infeksi penyakit *downy mildew* pada tanaman caisin. *DHARMAPALA*. 4(2). 22-28.
- Petrini, O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves. In: Microbial Ecology of Leaves (Eds. Andrews, J. H & Hirano, S. S.). Springer-Verlag, Berlin. 179-197.
- Piay, S., Tyasdjaja, A., Ernawati & Hantoro, F. 2010. Budidaya dan pasca panen cabai merah (*Capsicum annuum* L). Ungaran. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BP3BTP).
- Prasetyoputri, A & Ines, A. 2006. Mikroba endofit sumber acuan baru yang berpotensi. *Jurnal Bio Trend*. 1(2): 13-15.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yunianti, R & Kusumah, D.A. 2010. Evaluasi daya hasil cabai hibrida dan daya adaptasinya di empat lokasi dalam dua tahun. *Jurnal Agronomi*. 38(1):43- 51.
- Siddiqui, I.A & Shaukat, S.S. 2003. Endophytic bacteria: Prospects and opportunities for the bio-logical control of plant-parasitic nematodes. *Nematol. Medit*. 31:111-120.
- Strobel, G & Daisy, B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiol.Molec. Biol.Rev*. 6(7):491-502.
- Syamsudin. 2003. Pengendalian penyakit terbawa benih (seedborne diseases) pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) menggunakan agen biokontrol dan ekstrak botani. http://tumoutou.net/702_07134/syamsuddin.htm.
- Suryaningsih, E.R & Sutarya, A.S.D. 1996. Penyakit tanaman cabai merah dan pengendaliannya. Dalam Duriat, A.S., Widjaya, A., Thomas, W.H., Prabaningrum, L. (Eds.). Teknologi produksi cabai merah. Balitsa, Lembang. hlm 64- 83.
- Syukur. 2007. Pewaris ketahanan cabai (*Capsicum Anuum* L) terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum Acutatum*. *Pertanian*. 35(2):112-117.
- Tan, R.X & Zou, W.X. 2001. Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Nat Product Reports*. 18:448-459. DOI: <http://dx.doi.org/10.1039/b100918o>.
- Than, P.P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W.J & Hyde, K.D. 2008. Chili Anthracnose Disease caused by *Colletotrichum* species. *J. Zhejiang. Univ. Sci. B*. 9(10): 764-778.
- Thakuria, D., Talukdar, N.C., Goswami, C., Hazarika, S & Boro, R.C. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Science*. 86:978-985.
- Widawati, S & Suliasih. 2006. Augmentasi bakteri pelarut fosfat (BPF) potensial sebagai pemacu pertumbuhan caysin (*Brasica caventis* Qed.) di tanah marginal. *Biodiversitas*. 7(1):10-14.
- Yadav, J., Verma, J.P & Tiwari, K.N. 2011. Plant growth promoting activities of fungi and their effect on chickpea plant growth. *Asian J Biol Sci*. 4(3): 291-299.
- Yoon, J.B. 2003. Identification of genetic resources, interspecific hybridization, and inheritance analysis for breeding pepper (*Capsicum annuum*) resistant to anthracnose. PhD Thesis, Seoul Natl Univ, Seoul. 137p

