

**Aplikasi Bakteri Probiotik *Pseudomonas* Kelompok *Fluorescens*
untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu Benih Cabai**

***Application of Fluorescent Probiotic Bacteria Pseudomonas
to Increase Production and Quality of Chili Seed***

Okti Syah Isyani Permatasari¹, Eny Widajati^{2*}, Muhamad Syukur², dan Giyanto³

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

³Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 23 Maret 2015/Disetujui 22 Oktober 2015

ABSTRACT

The use of high quality seed is one of the key factors to improve productivity. Probiotic bacteria has been used to increase plant growth and to control pathogens. The objective of the research was to evaluate methods of chili seed production that yielded high physiological and pathological quality using probiotic fluorescent bacteria Pseudomonas (P24). The bacteria was expected to function as plant growth promoting bacteria as well as capable of controlling seedborne pathogen Colletotrichum acutatum causes antrachnose. The experiment was conducted during March until October 2014 in Seed Health Laboratory, Plant Bacteriology Laboratory, and Leuwikopo experimental garden, IPB. The experiment was arranged in a split plot randomized complete block design with three replications. The main plots were untreated and inoculation of C. acutatum. The subplot was six treatments of fluorescent Pseudomonas (P24) application. The results showed that matricconditioning and spraying of fluorescent Pseudomonas (P24) on nursery decreased disease incidence significantly. Matricconditioning and spraying of fluorescent Pseudomonas (P24) on nursery and flowering phase increased number of healthy fruit and total weight of seeds per plant significantly. These applications also increased seed physiological quality indicated by germination percentage (GP) 77.04%, growth rate (GR) 9.72% etmal⁻¹, vigor index (VI) 29.74%, and seed health by suppressed C. acutatum infection up to 12.25%.

Keywords: antrachnose, Colletotrichum acutatum, control, matricconditioning, spraying

ABSTRAK

Penggunaan benih bermutu tinggi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas cabai. Bakteri probiotik telah banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pengendalian penyakit. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari metode produksi benih cabai dengan mutu fisiologis dan kesehatan benih yang tinggi dengan memanfaatkan bakteri probiotik Pseudomonas kelompok fluorescens (P24). Bakteri ini berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan agens hayati pengendali patogen terbawa benih Colletotrichum acutatum penyebab antraknosa pada cabai. Penelitian dilakukan bulan Maret hingga Oktober 2014 di Laboratorium Kesehatan Benih, Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, dan Kebun Percobaan Leuwikopo IPB. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan inokulasi C. acutatum dan tanpa inokulasi sebagai petak utama dan sebagai anak petak adalah enam taraf aplikasi Pseudomonas kelompok fluorescens (P24). Aplikasi Pseudomonas kelompok fluorescens (P24) dengan cara matricconditioning dan penyemprotan pada fase bibit menurunkan secara nyata insidensi penyakit antraknosa. Aplikasi dengan cara matricconditioning dan penyemprotan pada fase bibit dan berbunga meningkatkan secara nyata jumlah buah sehat dan total bobot benih per tanaman. Aplikasi tersebut secara nyata juga meningkatkan mutu fisiologis benih hasil produksi dengan tolak ukur daya berkecambah (DB) 77.04%, kecepatan tumbuh (K_{CT}) 9.72% etmal⁻¹, indeks vigor (IV) 29.74%, dan kesehatan benih dengan menekan infeksi C. acutatum hingga 12.25%.

Kata kunci: antraknosa, Colletotrichum acutatum, matricconditioning, pengendalian, penyemprotan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: eny_widajati@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Cendawan *Colletotrichum acutatum* merupakan salah satu cendawan penyebab antraknosa yang parah di Indonesia, dengan kejadian penyakit mencapai 97.5% (Syukur *et al.*, 2009). Penyakit antraknosa dapat menurunkan produksi cabai di lapang mencapai 10 hingga 80% (Hasyim *et al.*, 2014). Patogen *C. acutatum* dapat ditularkan melalui benih (*seedborne pathogens*) yang dapat menyebabkan gagalnya perkecambahan benih, rebah kecambah, pada tanaman dewasa menyebabkan busuk akar, busuk daun, busuk pucuk, busuk bunga dan busuk buah (Wharton dan Uribeondo, 2004).

Pemanfaatan bakteri probiotik untuk meningkatkan performa tanaman telah banyak dilakukan. Kemampuannya dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh IAA (Karnwal, 2009), giberelin (Tefa, 2015), sitokinin (Karnwal dan Kaushik, 2011) dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi. Kelompok bakteri ini juga memiliki kemampuan dalam memfasilitasi tanaman untuk menyerap hara dan nutrisi di lingkungan sekitar tanaman seperti melarutkan fosfat (Sutariati dan Wahab, 2012) dan memfiksasi nitrogen (Mehrab *et al.*, 2010). Menurut Taufik (2010), aplikasi bakteri pemacu pertumbuhan mampu meningkatkan tinggi, jumlah daun, jumlah bunga, dan jumlah buah tanaman cabai.

Bakteri probiotik dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit karena mampu menghasilkan metabolit sekunder berupa enzim ekstra-seluler (Sutariati *et al.*, 2006), HCN serta siderofor (Sutariati *et al.*, 2006; Compant *et al.*, 2010; Maleki *et al.*, 2010) yang dapat menekan pertumbuhan patogen. Menurut Setyowati (2013) perlakuan benih dengan bakteri probiotik *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) merupakan perlakuan terbaik yang mampu meningkatkan vigor dan viabilitas benih selama penyimpanan serta meningkatkan pertumbuhan bibit cabai dibandingkan perlakuan dengan *Bacillus* sp., *Serratia* sp., dan Aktinomiset.

Aplikasi bakteri dapat dilakukan melalui perlakuan benih sebelum penanaman maupun ke tanaman di lapang. Perlakuan benih dengan *matriconditioning* dilaporkan dapat memperbaiki viabilitas dan vigor benih kacang panjang (Ilyas, 2006) dan padi (Agustiansyah *et al.*, 2010). *Matriconditioning* merupakan salah satu metode invigorasi benih yang dilakukan dengan cara meningkatkan fisiologi dan biokimia benih selama penundaan perkecambahan oleh media imbibisi dengan kekuatan potensial matrik yang rendah dan potensial osmotik yang diabaikan (Khan *et al.*, 1992).

Penggunaan serbuk arang sekam sebagai media *matriconditioning* yang telah diinkorporasi dengan isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) lebih mampu meningkatkan perkecambahan benih cabai dibandingkan dengan penggunaan gambut. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan metode aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) yang efektif meningkatkan produksi benih cabai dengan mutu fisiologis dan mutu kesehatan yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan bulan Maret sampai dengan Oktober 2014. Kegiatan perbanyak bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24), cendawan *C. acutatum*, perlakuan benih dan pengujian hasil produksi benih cabai dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Kesehatan Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura serta Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. Penanaman cabai dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo, IPB. Benih yang digunakan adalah benih cabai merah besar varietas Seloka IPB. Isolat bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang digunakan merupakan koleksi dari Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, sedangkan isolat cendawan *C. acutatum* yang digunakan merupakan koleksi dari Laboratorium Klinik Tanaman, Departemen Proteksi Tanaman, IPB.

Penelitian disusun menggunakan rancangan petak terbagi rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Jumlah tanaman masing-masing satuan percobaan sebanyak 10 tanaman. Faktor pertama sebagai petak utama adalah tanpa inokulasi *C. acutatum* (I_0) dan inokulasi *C. acutatum* (I_1). Faktor kedua sebagai anak petak adalah aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang terdiri dari enam taraf yaitu kontrol (K), penyemprotan fungisida dosis 3 g L⁻¹ (F), *matriconditioning* (M), *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit (M+B1), *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit dan berbunga (M+B2), serta *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit, berbunga, dan berbuah (M+B3). Data yang diperoleh dianalisis ragamnya. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata $\alpha = 0.05$.

Pelaksanaan Penanaman di Lapang

Isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dibiakkan pada media tumbuh King's B cair (akuades 1 L, protease peptone 20 g, K₂HPO₄ 1.5 g, MgSO₄·7H₂O 1.5 g, gliserol 15 ml) selama 48 jam dalam inkubator bergoyang. Kerapatan koloni bakteri yang digunakan untuk perlakuan benih dan penyemprotan mencapai 10⁹ cfu mL⁻¹ (Bai *et al.*, 2002) atau setara dengan pembacaan nilai absorbansi OD₆₀₀ = 0.192 menggunakan spektrofotometer.

Sterilisasi permukaan benih dilakukan dengan merendam benih ke dalam larutan natrium hipoklorit 2% selama lima menit, kemudian dibilas dengan air steril tiga kali dan dikeringanginkan dalam *laminar air flow* selama satu jam. Bahan matriks yang digunakan untuk perlakuan *matriconditioning* adalah arang sekam dengan ukuran 65 mesh (210 mikron). Perbandingan *matriconditioning* yang digunakan antara benih: arang sekam: suspensi bakteri yaitu 2:1:1 (g:g:mL). Perlakuan dilakukan dengan mencampurkan benih dan suspensi bakteri terlebih dahulu di dalam botol *matriconditioning*, kemudian bahan matriks dicampurkan. Botol disimpan selama 4 hari dalam ruangan bersuhu 20 °C,

selanjutnya benih dikeringanginkan selama 3 jam sebelum disemai.

Penyemaian benih dilakukan di dalam *tray* semai sampai 6 minggu setelah semai (MSS). Penanaman di lapang dilakukan menggunakan polibag berdiameter 35 cm dengan perbandingan media tanah : pupuk kandang steril yaitu 1 : 1. Perlakuan penyemprotan bakteri pada fase bibit dilakukan saat 4 MSS, pada fase berbunga dilakukan saat 4 minggu setelah tanam (MST), dan pada fase berbuah dilakukan saat 8 MST. Suspensi bakteri disemprotkan ke perakaran tanaman sebanyak ±5 ml per tanaman pada masing-masing fase. Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi pemupukan, penyiraman, pewiwilan, dan penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pemupukan menggunakan pupuk daun Gandasil-D dengan dosis 2 g L⁻¹ dan pupuk kocor NPK 16 : 16 : 16 dengan dosis 10 g L⁻¹ yang dilakukan setiap seminggu sekali. Pengamatan terhadap produksi buah dan benih dilakukan sampai dengan panen terakhir pada 97 hari setelah tanam (HST).

Cendawan *C. acutatum* diperbanyak pada media *potato dextrose agar* (PDA) (akuades 1 L, kentang 200 g, *dextrose* 20 g, agar 15 g) dalam cawan petri dan dibiakkan selama 7 hari. Spora yang terbentuk dari biakan cendawan tersebut dipanen dengan menambahkan 10 ml akuades ke cawan yang berisi cendawan. Kerapatan spora diatur dengan metode *plating* hingga mencapai 5.0 x 10⁵ spora mL⁻¹ (Syukur *et al.*, 2013). Inokulasi *C. acutatum* dilakukan pada saat tanaman dalam fase berbunga (6 MST) dengan cara menyemprotkan suspensi spora ke tanaman sebanyak 5 mL per tanaman. Pengamatan terhadap insidensi penyakit di lapangan dilakukan setiap minggu. Penghitungan insidensi penyakit menggunakan rumus :

$$\text{Insidensi penyakit (\%)} = \frac{\sum \text{tanaman terserang antraknosa}}{\sum \text{seluruh tanaman}} \times 100\%$$

Pengujian Mutu Fisiologis dan Kesehatan Benih Hasil Produksi

Pengujian terhadap mutu fisiologis benih meliputi tolok ukur daya berkecambah (DB: persentase kecambah normal pada hari ke-14 setelah pengecambahan), indeks vigor (IV: persentase kecambah normal pada hari ke-7 setelah pengecambahan), dan kecepatan tumbuh (K_{CT}: persentase kecambah normal per etmal) .

Pengujian kesehatan benih dilakukan dengan metode *blotter test*. Benih ditanam di media kertas merang steril yang dilembabkan. Inkubasi dilakukan selama 7 hari dalam ruangan 25 °C dengan penyinaran lampu NUV 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian. Patogen yang diamati adalah *C. acutatum* yang terbawa benih. Kesehatan benih dihitung berdasarkan persentasi benih terinfeksi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Benih terinfeksi (\%)} = \frac{\sum \text{benih terinfeksi } C. \text{ acutatum}}{\sum \text{benih yang diuji}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Buah dan Benih

Perlakuan inokulasi *C. acutatum* menyebabkan terjadinya penurunan jumlah buah sehat dan total bobot benih per tanaman secara nyata dibandingkan perlakuan tanpa inokulasi *C. acutatum* (Tabel 1). Perlakuan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dan perlakuan penyemprotan fungisida mampu meningkatkan jumlah buah sehat dan total bobot benih per tanaman dibandingkan dengan kontrol. Jumlah buah sehat per tanaman pada perlakuan *matricconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit, berbunga, dan

Tabel 1. Pengaruh aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dan inokulasi *C. acutatum* terhadap jumlah buah sehat dan total bobot benih yang diproduksi per tanaman

Inokulasi <i>C. acutatum</i>	Aplikasi <i>Pseudomonas</i> kelompok <i>fluorescens</i> (P24)						Rata-rata
	K	F	M	M+B1	M+B2	M+B3	
Jumlah buah sehat per tanaman							
I ₀	4.30	8.29	9.85	13.76	15.28	8.10	9.93A
I ₁	0.37	0.57	0.59	0.66	1.10	0.91	0.70B
Rata-rata	2.33b	4.43a	5.22a	7.21a	8.19a	4.5a	
Total bobot benih per tanaman (g)							
I ₀	1.05	2.03	2.06	2.98	2.71	2.51	2.22A
I ₁	0.08	0.15	0.12	0.13	0.21	0.23	0.15B
Rata-rata	0.57b	1.09a	1.09a	1.56a	1.46a	1.37a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf α=5%; Angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf α=5%; I₀= tanpa inokulasi *C. acutatum*; I₁ = inokulasi *C. acutatum*; K = kontrol; F = penyemprotan fungisida; M = *matricconditioning*; M+B1 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* fase bibit; M+B2 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit dan berbunga; M+B3 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit, berbunga, dan berbuah

berbuah mengalami penurunan walaupun tidak signifikan. Jumlah buah sehat pada tanaman diinokulasi *C. acutatum* mengalami peningkatan pada perlakuan tersebut, tetapi penurunan jumlah buah sehat yang terjadi pada tanaman tanpa inokulasi menyebabkan rata-rata perlakuan tersebut mengalami penurunan.

Perlakuan *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit dan berbunga menunjukkan produksi buah sehat per tanaman paling tinggi yaitu 8.19 (Tabel 1). Perlakuan *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) mulai fase bibit menghasilkan total bobot benih per tanaman yang tidak berbeda nyata yaitu sebesar 1.09, 1.56, 1.46 dan 1.37 g dan lebih tinggi dibandingkan kontrol sebesar 0.57 g.

Secara umum aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dapat meningkatkan hasil produksi buah dan benih. Hal ini karena kemampuannya dalam mensintesis zat pengatur tumbuh. Beberapa hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* dapat mensintesis auksin *indoleacetic acid* (IAA) sebesar 28.51 µg mL⁻¹ (Sutariati *et al.*, 2006), giberelin 69.221 ppm (Tefa, 2015), dan sitokinin 5.9 pmol ml⁻¹ (Karnwal dan Khausik, 2011).

Insidensi Penyakit Antraknosa di Lapangan

Pengamatan insidensi penyakit antraknosa dilakukan 1 minggu setelah inokulasi *C. acutatum*. Insidensi penyakit menunjukkan peningkatan setiap minggunya (Tabel 2). Tanaman tanpa inokulasi *C. acutatum* juga mengalami serangan antraknosa. Hal ini disebabkan spora dari cendawan tersebut dapat ditularkan dari tanaman yang terserang antraknosa melalui air, angin, serangga maupun tubuh manusia (Wharton dan Uribeondo, 2004; Freeman, 2008; Penet *et al.*, 2014). Tanaman yang diinokulasi dengan *C. acutatum* mengalami insidensi penyakit lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa inokulasi *C. acutatum* pada 7 MST hingga 10 MST. Serangan antraknosa yang terjadi di lapang menunjukkan tingkat serangan yang parah karena pada 11 MST seluruh populasi tanaman terserang antraknosa.

Perlakuan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) menunjukkan pengaruh yang nyata dalam menghambat penyebaran antraknosa pada 7 MST hingga 10 MST (Tabel 2). Perlakuan *matriconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada fase bibit sangat efektif menghambat penyebaran antraknosa sejak 7 hingga 10 MST. Insidensi penyakit

Tabel 2. Pengaruh perlakuan inokulasi *C. acutatum* dan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) terhadap insidensi penyakit antraknosa (%) pada tanaman

Inokulasi <i>C. acutatum</i>	Aplikasi <i>Pseudomonas</i> kelompok <i>fluorescens</i> (P24)						Rata-rata
	K	F	M	M+B1	M+B2	M+B3	
7 MST							
I ₀	19.91	0	0	0	0	-	03.98 B
I ₁	51.85	73.81	46.67	34.76	33.06	-	48.03 A
Rata-rata	35.88a	36.91a	23.33ab	17.38b	16.53b		
8 MST							
I ₀	40.28	26.67	20.00	10.74	6.67	-	20.87B
I ₁	62.22	73.81	56.67	42.86	47.87	-	56.68A
Rata-rata	51.25a	50.24a	38.33ab	26.80b	27.27b		
9 MST							
I ₀	66.39	46.67	40.00	25.19	33.33	20.00	38.60B
I ₁	75.93	94.76	76.67	59.05	62.22	60.28	71.48A
Rata-rata	71.16a	70.71a	58.33ab	42.12bc	47.78bc	40.14c	
10 MST							
I ₀	81.30	76.67	53.33	52.22	47.50	50.00	60.17B
I ₁	86.30	93.33	86.67	70.48	76.30	71.94	80.84A
Rata-rata	83.80a	85.00a	70.00b	61.35c	61.90bc	60.97c	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf α = 5%; Angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf α = 5%; I₀ = tanpa inokulasi *C. acutatum*; I₁ = inokulasi *C. acutatum*; K = kontrol; F = penyemprotan fungisida; M = *matriconditioning*; M+B1 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* fase bibit; M+B2 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit dan berbunga; M+B3 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit, berbunga, dan berbuah; (-) = perlakuan belum dilakukan

yang terjadi pada perlakuan tersebut menunjukkan nyata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan penyemprotan fungisida.

Mutu Fisiologis dan Kesehatan Benih Hasil Produksi

Kondisi pertanaman antara perlakuan inokulasi *C. acutatum* dan tanpa inokulasi menunjukkan adanya serangan antraknosa (Tabel 2), tetapi tanaman yang diinokulasi *C. acutatum* mengalami insidensi penyakit yang nyata lebih tinggi. Mutu fisiologis dan kesehatan benih yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan tanaman tanpa inokulasi akibat kondisi tanaman yang sama-sama terserang penyakit di lapangan (Tabel 3 dan 4). Spora *C. acutatum* dengan mudah dapat disebarkan melalui air, kontak langsung, dan angin (Wharton dan Uribeondo, 2004).

Kondisi pertanaman dengan perlakuan penyemprotan bakteri probiotik menunjukkan pertanaman yang nyata lebih sehat dibandingkan dengan kontrol dan penyemprotan dengan fungisida (Tabel 2). Kondisi tersebut berpengaruh terhadap mutu benih yang dihasilkan. Aplikasi *matricconditioning* + penyemprotan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dan perlakuan penyemprotan fungisida mampu meningkatkan secara nyata viabilitas dan vigor benih berdasarkan tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh (Tabel 3).

Pada tanaman kontrol viabilitas dan vigor benih hasil produksi rendah (Tabel 3) yang diduga disebabkan oleh patogen *C. acutatum* yang terbawa benih. Hal ini ditunjukkan dari pengamatan kesehatan benih (Tabel 4), dimana benih dari tanaman kontrol nyata lebih tinggi persentase infeksi

patogennya. Infeksi tersebut berdampak pada gagalnya perkecambahan benih yang ditunjukkan oleh nilai daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh.

Perlakuan penyemprotan dengan bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) menghasilkan benih cabai yang lebih sehat dibandingkan penyemprotan fungisida. Hal ini diduga karena *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh. Beatty dan Susan (2002) mengemukakan bakteri kelompok *Pseudomonas fluorescens* mampu menghasilkan senyawa antimikroba antara lain pioluteorin, pirolnitrin, fenazines, dan fusarisidin. Sutariati *et al.* (2006) menjelaskan rizobakteri *Pseudomonas fluorescens* memiliki kemampuan dalam mensekresikan enzim ekstraseluler protease dan selulase, serta memproduksi siderofor dan HCN atau senyawa yang bersifat anti-mikroba. Kesehatan tanaman di lapang sangat berpengaruh terhadap mutu fisiologis dan kesehatan benih yang dihasilkan (Tabel 3 dan 4).

Perlakuan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dapat menekan persentase infeksi *C. acutatum* pada benih secara nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Perlakuan penyemprotan bakteri mulai fase pembibitan, berbunga, dan berbuah menghasilkan mutu benih yang sama. Namun, penyemprotan hingga fase berbuah menunjukkan persentase infeksi yang paling rendah. Hal ini diduga penyemprotan hingga fase berbuah lebih efektif mengendalikan infeksi *C. acutatum* pada benih yang dihasilkan. Berdasarkan kedua data mutu benih tersebut dapat ditunjukkan bahwa untuk produksi benih, pengendalian *C. acutatum* dilakukan dengan cara *matricconditioning* + penyemprotan fase bibit dan berbunga.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dan inokulasi *C. acutatum* terhadap daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (K_{CT}), dan indeks vigor (IV) benih hasil produksi

Inokulasi <i>C. acutatum</i>	Aplikasi <i>Pseudomonas</i> kelompok <i>fluorescens</i> (P24)						Rata-rata
	K	F	M	M+B1	M+B2	M+B3	
	DB (%)						
I ₀	64.00	69.33	84.00	78.67	79.42	78.67	75.7
I ₁	52.00	73.33	69.33	74.67	74.67	84.00	71.3
Rata-rata	58.00b	71.33a	76.67a	76.67a	77.04a	81.33a	
	KCT (% etmal ⁻¹)						
I ₀	6.95	7.72	10.69	9.75	10.25	10.59	9.3
I ₁	5.25	8.94	9.19	10.49	9.18	10.98	9.0
Rata-rata	6.10c	8.33b	9.94ab	10.12ab	9.72ab	10.78a	
	IV (%)						
I ₀	14.67	17.33	32.00	29.33	31.48	37.33	27,0
I ₁	10.67	26.67	30.67	36.00	28.00	30.67	27.1
Rata-rata	12.67c	22.00b	31.33a	32.67a	29.74a	34.00a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf $\alpha = 5\%$; I₀ = tanpa inokulasi *C. acutatum*; I₁ = inokulasi *C. acutatum*; K = kontrol; F = penyemprotan fungisida; M = *matricconditioning*; M+B1 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* fase bibit; M+B2 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit dan berbunga; M+B3 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit, berbunga, dan berbuah

Tabel 4. Pengaruh perlakuan aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) dan inokulasi *C. acutatum* terhadap benih terinfeksi *C. acutatum*

Inokulasi <i>C. acutatum</i>	Aplikasi <i>Pseudomonas</i> kelompok <i>fluorescens</i> (P24)						Rata-rata
	K	F	M	M+B1	M+B2	M+B3	
	Benih terinfeksi (%)						
I ₀	34.00	20.00	18.67	18.67	10.67	12.00	18.12
I ₁	28.00	17.13	22.50	14.00	13.84	12.00	17.56
Rata-rata	31.00a	18.56b	20.20b	16.80bc	12.25c	12.00c	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf $\alpha = 5\%$; I₀ = tanpa inokulasi *C. acutatum*; I₁ = inokulasi *C. acutatum*; K. = kontrol; F.= penyemprotan fungisida; M = *matriconditioning*; M+B1 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* fase bibit; M+B2 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit dan berbunga; M+B3 = M + penyemprotan *P. kel. fluorescens* pada fase bibit, berbunga, dan berbuah

Menurut Beneduzi *et al.* (2012) antagonisme antara rizobakteri dengan cendawan patogen dapat terjadi melalui mekanisme antibiosis, kompetisi, parasitisme atau predatorisme, produksi enzim ekstra seluler, atau induksi resitensi. Bakteri *P. kelompok fluorescens* mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder HCN dan siderofor (senyawa pengkelat ion Fe) yang dimanfaatkan tanaman (Sutariati *et al.*, 2006; Maksimov *et al.*, 2011). Hal ini menyebabkan bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* bersifat antagonis terhadap cendawan patogen.

Aplikasi yang dilakukan pada beberapa fase pertanaman yaitu pembibitan, fase pembungaan dan fase berbuah. Spora *C. acutatum* dapat menginfeksi tanaman pada berbagai fase mulai dari benih, fase pembibitan tanaman hingga fase berbunga (Wharton dan Uribeondo, 2004). Penyemprotan pada beberapa fase tersebut dilakukan untuk meningkatkan jumlah populasi bakteri sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai agens hayati tanaman agar tetap efektif mengendalikan antraknosa. Krishnamurthy dan Gnanamanickam (1998) menjelaskan selain aplikasi bakteri *P. fluorescens* pada benih, aplikasi melalui penyemprotan daun tanaman padi juga dibutuhkan untuk mempertahankan populasi bakteri agar tetap efektif mengendalikan penyakit blas pada tanaman padi. Zamzami *et al.* (2014) menyatakan bahwa perlakuan *matriconditioning* dan penyemprotan agens hayati pada tanaman padi menghasilkan tingkat keparahan hawar daun bakteri paling rendah.

KESIMPULAN

Inokulasi *C. acutatum* menurunkan produksi buah dan benih. Kondisi semua tanaman yang terserang antraknosa menyebabkan mutu fisiologis dan kesehatan benih pada tanaman yang diinokulasi dan tanpa inokulasi tidak berbeda nyata. Aplikasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (P24) pada benih melalui *matriconditioning* dan penyemprotan pada tanaman mampu menurunkan insidensi penyakit antraknosa di lapang. Aplikasi tersebut mampu meningkatkan jumlah buah sehat dan total bobot benih per tanaman serta mutu fisiologis dan kesehatan benih hasil produksi. Berdasarkan mutu fisiologi dan kesehatan benih yang diproduksi, aplikasi bakteri probiotik *Pseudomonas*

kelompok *fluorescens* (P24) yang tepat adalah dengan cara *matriconditioning* dilanjutkan penyemprotan fase bibit dan berbunga.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2010. Pengaruh perlakuan benih secara hayati pada benih padi terinfeksi *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* terhadap mutu benih dan pertumbuhan bibit. J. Agron. Indonesia 38:185-191.
- Bai, Y., B. Pan, T.C. Charles, D.L. Smith. 2002. Coinoculation dose and root zone temperature for plant growth promoting rhizobacteria on soybean [*Glycine max* (L.) Merr] grown in soil-less media. Soil Biol. Biochem. 34:1953-1957.
- Beatty, P.H., E.J. Susan. 2002. *Paenibacillus polymyxa* produces fusaricidin-type antifungal antibiotics active against *Leptosphaeria maculans*, the causative agent of blackleg disease of canola. Can. Microbiol. 48:159-169.
- Beneduzi, A., A. Ambrosini, L.M.P Passaglia. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. Genet. Mol. Biol. 35:1044-1051.
- Compant, S., C. Clement, A. Sessitsch. 2010. Plant growth-promoting bacteria in the rhizosphere and endosphere of plants: their role, colonization, mechanism involved and prospects for utilization. Soil Biol. Biochem. 42:669-678.
- Freeman, S. 2008. Management, survival strategies, and host range of *Colletotrichum acutatum* on strawberry. HortScience. 43:66-68.
- Hasyim, A., W. Setiawati, R. Sutarya. 2014. Screening for resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in chili pepper (*Capsicum annum* L.) in Kediri, East Java. AAB Bioflux. 6:104-118.

- Ilyas, S. 2006. Seed treatment using matricconditioning to improve vegetable seed quality. *Bul. Agron.* 34:124-132.
- Karnwal, A. 2009. Production of indole acetic acid by fluorescent *Pseudomonas* in the presence of L-tryptophan and rice root exudates. *J. Plant Pathol.* 91:61-63.
- Karnwal, A., P. Kaushik. 2011. Cytokinin production by fluorescent *Pseudomonas* in the presence of rice root exudates. *Arch. Phytopathology Plant Protect.* 44:1728-1735.
- Khan, A.A., J.D. Maguire, G.S. Abawi, S. Ilyas. 1992. Matricconditioning of vegetables seeds to improve stand establishment in early field plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:41-47.
- Krishnamurthy, K., S.S. Gnanamanickam. 1998. Biological control of rice blast by *Pseudomonas fluorescens* strain pf 7-14: evaluation of a marker gene and formulations. *Biol. Control* 13:158-165.
- Maksimov, I. V., R.R. Abizgil'dina, L.I. Pusenkova. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria as alternative to chemical crop protectors from pathoogens (review). *Appl. Biochem. Microb.* 47:333-345.
- Maleki, M., S. Mostafae, L. Mokhtarnejad, M. Farzaneh. 2010. Characterization of *Pseudomonas fluorescens* strain CV6 isolated from cucumber rhizosphere in Varamin as a potential biocontrol agent. *Aust J. Crop Sci.* 4:676-683.
- Mehrab, Y.H., A. Rahmani, G. Noormohammadi, A. Ayneband. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. *J. Plant Nut.* 33:1733-1743.
- Penet, L., S. Guyader, D. Petro, M. Salles, F. Bussiere. 2014. Direct splash dispersal prevails over indirect and subsequent spread during rains in *Colletotrichum gloeosporioides* infecting yams. *PLoS One.* 9:1-15.
- Setyowati, E. 2013. Aplikasi bakteri probiotik untuk meningkatkan vigor bibit cabai (*Capsicum annuum* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutariati, G.A.K, Widodo, Sudarsono, S. Ilyas. 2006. Karakter fisiologis dan keefektifan isolat rizobakteri sebagai agens antagonis *Colletotrichum capsici* dan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *J. Ilmiah Pertanian Kultura* 41:28-34.
- Sutariati, G.A.K., A. Wahab. 2010. Isolasi dan uji kemampuan rizobakteri indigenous sebagai agensi pengendali hayati penyakit pada tanaman cabai. *J. Hort.* 20:86-95.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, J. Koswara, Widodo. 2009. Ketahanan terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum* pada beberapa genotipe cabai (*Capsicum annuum* L.) dan korelasinya dengan kandungan kapsaicin dan peroksidase. *J. Agron. Indonesia* 37:233-239.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, J. Koswara, Widodo. 2013. Genetic analysis for resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) using diallel crosses. *SABRAO J. Breed. Genet.* 45:400-408.
- Taufik, M. 2010. Pertumbuhan dan produksi tanaman cabai yang diaplikasikan plant growth promoting rhizobakteria. *J. Agrivigor.* 10:99-107.
- Tefa, A. 2015. Pemanfaatan bakteri probiotik untuk menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* dan meningkatkan mutu benih cabai (*Capsicum annuum* L.) selama penyimpanan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wharton, P.S., J.D. Uribeondo. 2004. The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61:3-22.
- Zamzami, A., S. Ilyas, M. Machmud. 2014. Perlakuan agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri dan meningkatkan produksi benih padi sehat. *J. Agron. Indonesia* 42:1-8.