

**PENGENDALIAN CENDAWAN PATOGEN AKAR TANAMAN KEDELAI
SECARA KOINOKULASI STRAIN *PSEUDOMONAS* SP. DAN *BACILLUS* SP.
DENGAN *BRADYRHIZOBIUM*JAPONICUM**

Nunung Sulistyani¹⁾, Aris Tri Wahyudi, Giyanto

¹Akademi Analis Kesehatan Manggala
Jl. Bratajaya 25 Sokowaten Banguntapan Bantul
e-mail: nunungsulistyani@yahoo.co.id

Abstrak

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) merupakan bakteri pengkolonisasi akar tanaman yang mampu memacu pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Mekanisme PGPR secara tidak langsung hasilnya akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti menekan pertumbuhan fitopatogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. dalam mengendalikan fungi patogen penyebab penyakit busuk akar. Isolat dalam penelitian ini yaitu *Pseudomonas* sp. Crb 3, Crb 17, Crb 17i, Crb 68 dan *Bacillus* sp. Cr 24, Cr 44, Cr 66 yang dikoinokulasi dengan *B. japonicum* pada tanaman kedelai di rumah kaca. Uji aktivitas antagonis dilakukan pada semua isolat dan semua isolat tidak menunjukkan aktivitas antagonis. Perlakuan kombinasi strain *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i dan *Bacillus* sp. Cr 24 yang diinokulasi dengan *B. japonicum* mampu menekan pertumbuhan fungi penyebab busuk akar dan meningkatkan peroksidase. Oleh karena itu, *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i dan *Bacillus* sp. Cr 24 dapat digunakan sebagai agen biokontrol fungi patogen penyebab penyakit akar tanaman.

Kata kunci: PGPR, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., biokontrol, peroksidase, cendawan patogen

Abstract

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) were root colonizing bacteria that exert beneficial effects on plant development via direct or indirect mechanisms. Mechanisms of PGPR give indirect effects on plant development by suppress pathogen development. The aim of this study was to examine *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. ability to control pathogenic fungi causing root-rot disease. Isolates that used in this study were *Pseudomonas* sp. Crb 3, Crb 17, Crb 17i, Crb 68 and *Bacillus* sp. Cr 24, Cr 44, Cr 66. These strains were coinoculated onto soybean plants with *B. japonicum* in greenhouse conditions. Coinoculation *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. strains with *B. japonicum* were tested for their in vitro-antagonistic activity. All isolates did not show antagonistic activity each other. Combination treats of *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i and *Bacillus* sp. Cr 24 coinoculated with *B. japonicum* inhibited root-rot disease caused by fungi and increase peroxidase. Therefore, *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i and *Bacillus* sp. Cr 24 would be suitable for use as PGPR and biocontrol agent of root-rot disease caused by fungi.

Keyword: PGPR, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., biocontrol, peroxidase, pathogenic fungi

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai merupakan salah satu usaha tani komoditas tanaman pangan di Indonesia yang berorientasi pada bisnis, karena mempunyai nilai ekonomis tinggi. Produksi kedelai tahun 2006 sekitar 749,04 ribu ton mengalami penurunan sekitar 59,32 ribu ton (7,34%) dibandingkan dengan produksi tahun 2005 sebesar 808,35 ribu ton (BPS 2006). Pada tahun 2007 dari total kebutuhan kedelai 2,01 juta ton, volume impornya mencapai 1,42 juta ton atau 70%-nya. Sementara itu produktivitas tanaman kedelai hanya mencapai 1,31 ton per hektar. Untuk memenuhi tingginya kebutuhan kedelai pemerintah berupaya untuk meningkatkan produksi kedelai meliputi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas produk, bahkan saat ini keamanan konsumsi produk juga mendapat perhatian. Namun dalam berusaha tani tanaman pangan kedelai tersebut sering menghadapi berbagai kendala, antara lain risiko kerusakan tanaman dan kehilangan hasil yang cukup tinggi akibat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT).

Pengendalian hayati merupakan alternatif pengendalian OPT yang ramah lingkungan. Mikroba yang bersifat menguntungkan bagi tanaman, termasuk sebagai agen penginduksi ketahanan, hidup di daerah sekitar perakaran (rizosfer), dimana terdapat eksudat yang dikeluarkan akar sebagai

nutrisi bagi mikroba (Desmawati 2006). Saat ini, mikroba bermanfaat dalam meningkatkan ketahanan atau kesehatan tanaman yang banyak diteliti adalah kelompok Rizobakteria.

Rizobakteria merupakan kelompok bakteri yang hidup dan berkembang di daerah rizofer tanaman (Gray & Smith 2005). Menurut Widodo (2006) rizobakteria yang memiliki kemampuan untuk memacu pertumbuhan tanaman digolongkan dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)*. Kelompok *PGPR* ini merupakan agen pengendali hayati yang cukup menjanjikan yang dapat menekan OPT di lapangan, baik bakteri maupun fungi patogen (Widodo, 2006). Beberapa *PGPR* yang telah dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai agens pengendali biologi antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Bradyrhizobium* (Desmawati, 2006).

PGPR dalam memacu pertumbuhan tanaman melalui mekanisme secara langsung maupun tidak langsung (Kloepper, 1993; Glick, 1995). Mekanisme secara langsung dengan cara mensintesis metabolit misalnya senyawa yang merangsang pembentukan fitohormon seperti IAA (*indole acetic acid*), atau dengan meningkatkan pengambilan nutrisi tanaman. Mekanisme secara tidak langsung dilakukan dengan cara mempengaruhi faktor lain dalam rizosfer yang hasilnya akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman

seperti tekanan *PGPR* secara alami, dan menekan pertumbuhan fitopatogen (Beneduzi *et al.*, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah koinokulasi strain *PGPR* (*Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp.) dengan *B. japonicum* dalam pengendalian cendawan patogen akar tanaman kedelai.

METODE PENELITIAN

Uji aktivitas produksi senyawa anti bakteri ini dilakukan dengan menggunakan metode Kirby-Bauer (Madigan & Martinko 2006). Sebanyak 50 μ l *Pseudomonas* sp. dengan kepadatan sel 10^8 - 10^9 sel/ml disebar pada media LA modifikasi sampai merata. Kertas saring bulat dengan diameter 8 mm dicelupkan pada suspensi inokulum *Bacillus* sp. dan *B. japonicum* dengan kepadatan sel 10^8 - 10^9 sel/ml lalu ditiriskan dan diletakkan pada cawan sebar yang telah diinokulasi dengan *Pseudomonas* sp. Pengamatan dilakukan 1-5 hari dari waktu inokulasi dengan mengamati ada atau tidaknya zona bening di sekitar kertas saring bulat tersebut.

Biji kedelai yang digunakan disterilkan permukaannya (Somasegaran & Hoben 1985), kemudian dikecambahkan pada cawan petri steril yang beralaskan kertas tissue basah selama 24 jam di tempat gelap. Kecambah tersebut selanjutnya siap untuk

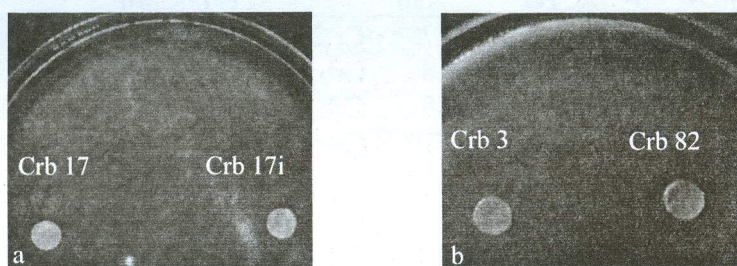
ditanam pada botol Leonard (Vincent, 1970). Media penumbuhan berupa campuran pasir dan arang (3:1) yang diberi larutan hara bebas N dengan pH netral (Alva *et al.*, 1988). Inokulasi dengan cendawan patogen akar dilakukan dengan cara menyiramkan suspensi inokulum pada 450 g media pasir arang di dalam botol Leonard dengan konsentrasi sekitar 10^3 cfu/g, kemudian ditutup dengan media pasir arang steril 150 g dan diinkubasi selama 3 hari. Setelah inkubasi 3 hari kemudian biji kedelai yang telah dikecambahkan ditanam pada media pasir-arang dan diinokulasikan *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. dan *B. japonicum* masing-masing 1 ml pada kecambah dengan konsentrasi 10^8 - 10^9 sel/ml. Botol-botol diletakkan di rumah kaca dan larutan hara ditambahkan setiap 2-3 hari sekali dan tanaman dipelihara selama 42 hari.

Akar tanaman kedelai dari masing-masing perlakuan dicuci dan dihancurkan dengan mortar dalam bufer fosfat 0,01 M pH 6,0. Hasil hancuran disaring dengan kertas *whatman* dan disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 5000 rpm pada suhu 4°C. Supernatan (sebagai sumber enzim) diencerkan dengan buffer fosfat 0,01 pH 6,0 dan dihomogenkan. Untuk pengamatan aktivitas enzim peroksidase 0,2 ml sumber enzim ditambahkan pada pereaksi yang terdiri dari 5 ml larutan pirogalol 0,5 M dan 0,5 ml H₂O₂ 1%. Blanko dibuat dengan memasukkan

bahan-bahan di atas ke dalam kuvet tanpa sumber enzim. Pengamatan nilai absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Rata-rata nilai absorbansi ($\Delta OD = b$) dari suatu pengamatan dicari dengan menggunakan persamaan regresi ($Y=a+bx$). Unit aktivitas enzim (UAE) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$UAE = \frac{\Delta OD \times \text{sediaan enzim (ml)}}{\text{Bobot basah contoh (g)}}$$

Rancangan percobaan di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Variabel yang diamati adalah kejadian penyakit dan aktivitas enzim peroksidase. Data dianalisis dengan *one-way Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.



Gambar 1.

(a) rizobakteri *Pseudomonas* sp. Crb 17 dan Crb 17i yang ditumbuhkan pada kertas saring tidak menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp. Cr 24. (b) rizobakteri *Pseudomonas* sp. Crb 3 yang ditumbuhkan pada kertas saring tidak menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp. Cr 66

Pengendalian Cendawan Patogen Akar Tanaman Kedelai di Rumah Kaca

Hasil uji biokontrol di rumah kaca, diketahui bahwa perlakuan kombinasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Aktivitas Produksi Senyawa Anti Bakteri

Berdasarkan uji aktivitas produksi senyawa anti bakteri diketahui bahwa isolat *Pseudomonas* sp. Crb3, Crb17, Crb 17i dan Crb 68 tidak membentuk zona hambatan di sekitar kertas saring yang mengandung suspensi bakteri *Bacillus* sp. Sebaliknya *Bacillus* sp. Cr 24, Cr 44, dan Cr 66 tidak membentuk zona hambatan di sekitar kertas saring yang mengandung suspensi bakteri *Pseudomonas* sp. (Gambar 1). Tidak adanya zona hambatan antar bakteri diduga karena bakteri tersebut tidak menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang lainnya.

Pseudomonas sp. Crb 17i + *Bacillus* sp. Cr 24 secara signifikan mampu menekan penyakit sebesar 55.56%. Pada koinokulasi perlakuan tunggal *Pseudomonas* sp. Crb 17i

dengan *B. Japonicum* Bj 11 mampu menekan penyakit sebesar 44,45%. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Pengamatan terhadap uji biokontrol di rumah kaca dengan perlakuan tunggal *B. japonicum* Bj 11 ternyata paling baik dalam menekan penyakit sebesar 66,67% secara signifikan. Pada koinokulasi perlakuan kombinasi *Pseudomonas* sp. Crb 68 + *Bacillus* sp. Cr 44 dengan *B. japonicum* Bj 11 hanya mampu menekan kejadian penyakit sebesar 11,11% (Tabel 2).

Berdasarkan hasil uji biokontrol di rumah kaca (Tabel 3) tidak ada perbedaan secara signifikan pada semua perlakuan.

Pada penelitian ini, perlakuan kombinasi *Pseudomonas* sp. Crb 17i + *Bacillus* sp. Cr 24 paling baik dalam menekan penyakit yang disebabkan oleh cendawan patogen *F. oxysporum* yakni sebesar 55,56%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi dua isolat sebagai agens biokontrol saling kompatibel dalam mengendalikan patogen. Pada perlakuan tunggal, *B. japonicum* Bj 11 mampu menekan penyakit yang disebabkan oleh cendawan patogen *S. rolfsii* paling baik yakni sebesar 66,67%. Pada pengendalian penyakit akar yang disebabkan oleh *R. solani*, koinokulasi perlakuan tunggal maupun perlakuan kom-

Tabel 1. Pengaruh Koinokulasi *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i dan *Bacillus* sp. Cr 24 dengan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Kejadian Penyakit (KP) Busuk Akar *Fusarium Oxysporum* (F) pada Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	% KP	No	Perlakuan	% KP
1	<i>F. Oxysporum</i> (F)	55,6b	7	Cr 24 + F	22,2ab
2	Crb 17 + F	44,5ab	8	Crb 17 + Cr 24 + Bj 11 + F	22,2ab
3	Crb 17 + Cr 24 + F	44,4ab	9	Crb 17i + Cr 24 + Bj 11 + F	22,2ab
4	Cr 24 + Bj 11 + F	44,4ab	10	Crb 17 + Bj 11 + F	22,2ab
5	Bj 11 + F	33,3ab	11	Crb 17i + Bj 11 + F	11,1ab
6	Crb 17i + F	22,2ab	12	Crb 17i + Cr 24 + F	0,0a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

Tabel 2. Pengaruh Koinokulasi *Pseudomonas* sp. Crb 68 dan *Bacillus* sp. Cr 44 dengan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Kejadian Penyakit (KP) Busuk Akar *Sclerotium Rolfsii* (S) pada Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	% KP	No	Perlakuan	% KP
1	<i>Sclerotium</i> (S)	77,78c	5	Crb 68 + Bj 11 + S	44,45abc
2	Crb 68 + S	66,67bc	6	Cr 44 + Bj 11 + S	33,33abc
3	Crb 68 + Cr 44 + S	66,67bc	7	Cr 44 + S	22,22ab
4	Crb 68 + Cr 44 + Bj 11 + S	66,67bc	8	Bj 11 + S	11,11a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

Tabel 3. Pengaruh Koinokulasi *Pseudomonas* sp. Crb 3 dan *Bacillus* sp. Cr 66 dengan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Kejadian Penyakit (KP) Busuk Akar *R. solani* (R) pada Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	% KP	No	Perlakuan	% KP
1	<i>R. Solani</i> (R)	77,78a	5	Crb 3+ Cr 66 + Bj 11 +R	66,67a
2	Cr 66 +R	66,67a	6	Bj 11 +R	55,56a
3	Cr 66+ Bj 11 +R	66,67a	7	Crb 3+ R	44,44a
4	Crb 3+ Bj 11 + R	66,67a	8	Crb 3 + Cr66+ R	33,33a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

binasi *pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. dengan *B. japonicum* Bj 11 tidak menunjukkan hasil penekanan penyakit secara signifikan dengan tanaman yang hanya diberi patogen *R. solani*. Hal ini kemungkinan disebabkan karena koinokulasi perlakuan tunggal maupun perlakuan kombinasi *pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. dengan *B. japonicum* Bj 11 kurang efektif dalam mengendalikan penyakit akar yang disebabkan oleh *R. solani*.

Kemampuan *PGPR* sebagai agens biokontrol patogen tanaman berhubungan dengan kemampuannya dalam memproduksi siderofor, senyawa antibiotik, HCN dan mensekresikan enzim ekstraseluler seperti kitinase, protease dan selulase serta menginduksi resistensi tanaman terhadap invasi patogen (Kazempour, 2004). Kemampuan isolat yang mampu menekan penyakit pada penelitian ini diduga disebabkan oleh salah satu mekanisme biokontrol tersebut.

Pada penelitian sebelumnya semua isolat uji yang mampu menekan penyakit

dalam penelitian ini ternyata mampu menghasilkan siderofor (Astuti, 2008). Siderofor merupakan molekul pengkelat besi (Fe^{3+}) yang diproduksi oleh bakteri terutama pada tanah netral dan alkalin. Bakteri penghasil siderofor mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan patogen karena Fe^{3+} menjadi tidak tersedia bagi patogen (Dwivedi & Johri 2003).

Namun demikian, mekanisme biokontrol yang terlibat dalam menekan cendawan patogen dalam penelitian ini belum diketahui secara pasti dan perlu diteliti lebih lanjut. Seperti dilaporkan oleh Asaka & Shoda (1996) mekanisme *B. subtilis* RB14 dalam menekan penyakit *damping-off* pada tomat yang disebabkan oleh *R. solani* ternyata melibatkan aktivitas antibiotik iturin A dan surfaktin, dan bukan siderofor.

Hal menarik yang ditemui dari penelitian ini adalah kemampuan *B. japonicum* Bj 11 dalam menekan patogen *S. rolfisii* paling baik, diduga isolat ini memiliki mekanisme biokontrol. Secara genotipik

tanaman mungkin rentan terhadap penyakit, tetapi lingkungan tanaman tersebut dengan adanya kolonisasi *B. japonicum* Bj 11 memungkinkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan kemampuan *B. japonicum* Bj 11 dalam memfiksasi N, sehingga ketersediaan N bagi tumbuhan dapat terpenuhi. Hal ini selaras dengan Omar & Abd-Alla (1998) yang mengemukakan bahwa 21 strain *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium* secara signifikan mampu menekan

pertumbuhan fungi patogen *F. solani*, *R. solani* dan *Macrophomina phasolina*.

Berdasarkan uji aktivitas enzim peroksidase (Tabel 4), perlakuan kombinasi *Pseudomonas* sp. Crb 17i + *Bacillus* sp. Cr 24 dalam menekan penyakit paling baik, juga menunjukkan aktivitas enzim peroksidase paling tinggi sebesar 0,090 u/ml.

Berdasarkan uji aktivitas enzim peroksidase (Tabel 5), perlakuan tunggal *B. japonicum* Bj 11 dalam menekan penyakit paling baik sebesar 66,67% juga memper-

Tabel 4. Pengaruh Agens Biokontrol *Pseudomonas* sp. Crb 17, Crb 17i, *Bacillus* sp. Cr 24, dan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Unit Aktivitas Enzim Peroksidase (UAE) pada Akar Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	UEA (u/ml)	No	Perlakuan	UEA (u/ml)
1	<i>F. Oxysporum</i> (F)	0,018a	7	Cr 24 + F	0,062b
2	Crb 17i + F	0,050b	8	Crb 17 + Bj 11 + F	0,062b
3	Crb 17 + Cr 24 + F	0,051b	9	Crb 17 + Cr 24 + Bj 11 + F	0,064b
4	Cr 24 + Bj 11 + F	0,052b	10	Crb 17i + Bj 11 + F	0,084c
5	Crb 17 + F	0,062b	11	Crb 17i + Cr 24 + Bj 11 + F	0,086c
6	Bj 11 + F	0,062b	12	Crb 17i + Cr 24 + F	0,090c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

Tabel 5. Pengaruh Agens Biokontrol *Pseudomonas* sp.Crb 68, *Bacillus* sp. Cr 44, dan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Unit Aktivitas Enzim Peroksidase (UAE) pada Akar Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	UAE (u/ml)	No	Perlakuan	UAE (u/ml)
1	<i>Sclerotium</i> (S)	0,023a	5	Crb 68 + Cr 44 + S	0,056c
2	Crb 68 + S	0,032ab	6	Crb 68 + Bj 11 + S	0,057c
3	Crb 68+ Cr 44 + Bj 11 +S	0,048bc	7	Cr 44 + S	0,094d
4	Cr 44 + Bj 11 +S	0,056c	8	Bj 11 +S	0,096d

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

lihatkan aktivitas enzim peroksidase paling tinggi sebesar 0,096 u/ml.

Pada Tabel 6, Berdasarkan hasil uji biokontrol di rumah kaca perlakuan kombinasi *Pseudomonas* sp.Crb 3 + *Bacillus* sp. Cr 66 dalam menekan penyakit paling baik sebesar 44,45% juga memperlihatkan aktivitas enzim peroksidase paling tinggi sebesar 0,046 u/ml.

Selain mekanisme siderofor, *PGPR* juga mampu menginduksi ketahanan sistemik tanaman dalam upaya mengendalikan patogen. Induksi ketahanan sistemik atau *induced systemic resistance* (ISR) adalah suatu mekanisme yang secara normal berfungsi membatasi pertumbuhan dan penyebaran patogen. Efektivitas mekanisme ini ditingkatkan oleh infeksi primer dan agen penginduksi (biotik atau abiotik) berupa mikroorganisme patogen, non patogen, metabolit mikrob, ekstrak tumbuhan atau senyawa sintetik seperti asam salisilat (Choudhary *et al.* 2007).

Dalam penelitian ini dianalisis aktivitas peroksidase sebagai indikator adanya ISR. Menurut Souza *et al.* (2003) aktivitas peroksidase meningkat pada tanaman setelah diinokulasi patogen. Berdasarkan hasil analisis peroksidase diketahui bahwa perlakuan kombinasi isolat *Pseudomonas* sp. Crb 17i dan *Bacillus* sp. Cr 24 mampu menekan patogen *F. oxysporum* paling baik ternyata juga memiliki aktivitas peroksidase paling tinggi (Tabel 4). Pada perlakuan tunggal isolat *B. japonicum* Bj 11 mampu menekan patogen *S. rolfii* terbesar memiliki aktivitas peroksidase terbesar (Tabel 5). Begitu juga pada perlakuan kombinasi isolat *Pseudomonas* sp. Crb 3 dan *Bacillus* sp. Cr 66 mampu menekan patogen *R. solani* ternyata memiliki aktivitas peroksidase terbesar (Tabel 6). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nawangsih (2006) pada tanaman tomat yang diberi perlakuan dengan agens biokontrol *B. subtilis* AB89. Aktivitas peroksidase pada akar tanaman yang diberi

Tabel 6. Pengaruh Agens Biokontrol *Pseudomonas* sp.Crb 3, *Bacillus* sp. Cr 66, dan *B. japonicum* Bj 11 terhadap Unit Aktivitas Enzim Peroksidase (UAE) pada Akar Tanaman Kedelai

No	Perlakuan	UAE (u/ml)	No	Perlakuan	UAE (u/ml)
1	<i>R. Solani</i> (R)	0,012a	5	Crb 3+ Cr 66 + Bj 11 +R	0,015ab
2	Cr 66 +R	0,013a	6	Bj 11 +R	0,021ab
3	Crb 3+ Bj 11 + R	0,015ab	7	Crb 3+ R	0,024b
4	Cr 66+ Bj 11 +R	0,015ab	8	Crb 3 + Cr66+ R	0,046c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dengan rata-rata kontrol menunjukkan tidak signifikan pada tingkat 5% dengan uji DMRT.

perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

KESIMPULAN

Pelakuan kombinasi *Pseudomonas* sp. Crb 17i dan *Bacillus* sp. Cr 24 mampu menekan penyakit *F. oxysporum* paling baik sebesar 55,56%, perlakuan tunggal *B. japonicum* Bj 11 mampu menekan penyakit *S. rolfisii* paling baik sebesar 66,67% dan koinokulasi perlakuan tunggal maupun perlakuan kombinasi *Pseudomonas* sp. Crb 3 dan *Bacillus* sp. Cr 66 dengan *B. japonicum* Bj 11 tidak memperlihatkan secara signifikan dalam menekan penyakit *R. solani*. Dalam penelitian ini, belum diketahui secara pasti dan perlu diteliti lebih lanjut mekanisme biokontrol yang terlibat dalam menekan cendawan patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Alva, A.K., Edwards, D.G., Carroll, B.J., Asher, C.J., Greehoff, PM. 1988. Nodulation and early growth of soybean mutants with increased nodulation capacity under acid soil infertility factors. *Agron J* 80:836-84.
- Asaka, O., Shoda, M. 1996. Biocontrol of *rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *bacillus subtilis* RB14. *Appl Environ Microbiol* 62:4081-4085.
- Astuti, R.I. 2008. Analisis karakter *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman dan biokontrol fungi patogen. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2006. *Harvested area, yield rate and production of soy bean by province*. Jakarta: BPS.
- Beneduzi, A., Ambrosini, A., Passaglia, L.M.P. 2012. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*. 35,4. 1004-1051.
- Choudhary, D.K., Prakash, A., Johri, B.N. 2007. *Induced systemic resistance (ISR) in plants: Mechanism of action*.
- Desmawati. 2006. *Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacter (PGPR) prospek yang menjanjikan dalam berusaha tani tanaman hortikultura*. POPT Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, Ditjen Hortikultura.
- Dwivedi, D., Johri, B.N. 2003. Antifungals from fluorescens pseudomonads: biosynthesis and regulation. *CurrSci* 85:1693-1703.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria. *Can J Microbiol* 41:109-117.
- Gray, E.J., Smith, D.L. 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. *Soil Biol Biochem* 37:395-412.
- Kazempour, M.N. 2004. Biological control of *rhizoctonia solani*, the causal agent of rice sheath blight by antagonistic bacteria in greenhouse and field conditions. *Plant pathol J* 3:88-96.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. Di dalam FB Metting Jr, editor. *Soil microbial ecology*. Application in agricultural and environment management. New York: Marcel Dekker Inc.

- Madigan, M.T., Martinko, J.M. 2006. *Brock biology of microorganisms*. Prentice-Hall. International Edition.
- Nawangsih, A.A. 2006. Seleksi dan karakterisasi bakteri biokontrol untuk mengendalikan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tomat. *Disertasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Omar, S.A., Abd-Alla, M.H. 1998. Biocontrol of fungal root rot diseases of crop plants by the use of *Rhizobia* and *Bradyrhizobia*. *Folia Microbiol* 4:431-437.
- Somasegaran, P., Hoben, H.J. 1985. *Methods in legume rhizobium technology*. University of Hawaii NifTAL"Project and MIRCEN".
- Souza, I.R.P.D., Oliveira, E.D., Peres, M.A., Oliveira, A.C.D., Purcino, A.A.C. 2003. Peroxidase activity in maize inbred lines resistant or susceptible to maize dwarf mosaic virus. *Rev Brasil Milho Sorgo*. 2(1):1-8.
- Vincent, J.M. 1970. *A Manual for the partical study of the root-nodule bacteria. international biological programe*. Oxford: Blackwell Scientific Publication
- Widodo. 2006. Peran mikroba bermanfaat dalam pengelolaan terpadu hama dan penyakit tanaman. *Makalah* disampaikan pada Apresiasi Penanggulangan OPT Tanaman Sayuran, Nganjuk, 3 – 6 Oktober 2006.