

J. Hort. 20(1):86-95, 2010

Isolasi dan Uji Kemampuan Rizobakteri *Indigenous* sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit pada Tanaman Cabai

Sutariati, G.A.K.¹⁾ dan A. Wahab²⁾¹⁾Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo, Kampus Tridharma Anduonohu, Kendari 93232²⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara, Jl. Prof. Muh Yamin No.89, Puwatu-Kendari
Naskah diterima tanggal 20 Februari 2009 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 10 Februari 2010

ABSTRAK. Sejumlah cendawan patogen merupakan penyebab berbagai penyakit pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.). Oleh karena fungisida sintetik berpengaruh negatif terhadap lingkungan, akhir-akhir ini penggunaan mikroorganisme antagonis sebagai agensia alternatif pengendali berbagai jenis patogen tanaman semakin banyak diteliti dan dikembangkan. Jenis mikroorganisme tersebut ialah bakteri rizosfir nonpatogenik yang mengkolonisasi perakaran tanaman, dikenal sebagai *plant growth promoting rhizobacteria*. Berbagai jenis rizobakteri telah banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit, di samping untuk memacu pertumbuhan tanaman. Tujuan penelitian ialah mengisolasi rizobakteri *indigenous* Sulawesi Tenggara dari perakaran tanaman cabai yang dieksplorasi dari Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Kendari, Muna, dan Buton serta menguji kemampuan isolat tersebut untuk menghambat pertumbuhan koloni cendawan patogen (*Colletotrichum capsici* dan *Fusarium oxysporum*) di laboratorium. Dari hasil penelitian diperoleh 20 isolat rizobakteri *indigenous* potensial (masing-masing 14 isolat *P. fluorescens*, dua isolat *Serratia* spp., dan empat isolat *Bacillus* spp.). Ke-20 isolat tersebut memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan koloni patogen target (*C. capsici* dan *F. oxysporum*) dan berpotensi dikembangkan sebagai agensia hayati pada tanaman cabai.

Katakunci: *Capsicum annuum*; *Colletotrichum capsici*; *Fusarium oxysporum*; Efek penghambatan; Rizobakteri *indigenous*; Pengendali biologi.

ABSTRACT. Sutariati, G.A.K and A. Wahab. 2010. **Isolation and Efficacy Trial of Indigenous Rhizobacteria as Biocontrol Agents of Fungal Diseases of Hot Pepper.** A number of fungal pathogens have caused various diseases in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Since the utilization of chemical fungicides has negative impact to the environment, application of naturally available antagonistic microorganisms has been developed to control fungal pathogens. Rhizobacteria have been used for disease control and plant growth enhancement. The objectives of this experiment were to isolate local rhizobacteria from surrounding hot pepper roots, explored from Southeast Sulawesi especially from Konawe, South Konawe, Kendari, Muna, and Buton Regencies, and to characterize the effectiveness of the isolates to inhibit colony growth of hot pepper fungal pathogens, namely *Colletotrichum capsici* and *Fusarium oxysporum*. In this experiment, 20 potential isolates of indigenous rhizobacteria were found, i.e 14 isolates of *P. fluorescens*, two isolates of *Serratia* spp., and four isolates of *Bacillus* spp.. All of the 20 isolates were able to inhibit colony growth of fungal pathogens and potential to be used as biocontrol agents of fungal diseases of hot pepper.

Keywords: *Capsicum annuum*; *Colletotrichum capsici*; *Fusarium oxysporum*; Inhibitory effect; Indigenous rhizobacteria; Biological control.

Hingga saat ini pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dalam budidaya tanaman pangan dan hortikultura masih mengandalkan pada penggunaan pestisida sintetik (herbisida, fungisida, insektisida), tetapi pada beberapa dekade terakhir pengendalian OPT mulai beralih pada penggunaan teknik pengendalian hayati sebagai alternatif pengendalian secara kimiawi. Salah satu teknik pengendalian hayati yang akhir-akhir ini berkembang pesat ialah penggunaan mikroorganisme yang berasosiasi secara alami dengan perakaran tanaman dan memiliki kemampuan untuk memperbaiki pertumbuhan dan mengendalikan penyakit tanaman atau lebih dikenal dengan istilah *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR).

Penggunaan rizobakteri sebagai agensia hayati yang memacu pertumbuhan tanaman, memperbaiki kesehatan tanaman, dan meningkatkan hasil tanaman diprediksi akan menjadi kajian menarik yang terus berkembang di bidang pertanian pada masa mendatang.

Kendala utama dalam budidaya tanaman yang memerlukan penanganan serius ialah adanya gangguan hama dan penyakit. Secara umum gangguan penyakit menimbulkan efek yang lebih luas, karena sistem penyebarannya lebih cepat, apalagi jika patogen telah menginfeksi benih mengingat benih merupakan sumber penyebaran patogen. Hingga saat ini penggunaan benih bersertifikat belum menjamin mutu patologis benih, sehingga untuk memproduksi tanaman

sehat yang bebas patogen tertentu perlu dilakukan pengendalian terhadap patogen tersebut sejak dini untuk mengurangi penyebaran penyakit di lapangan.

Salah satu teknik pengendalian yang ditawarkan ialah pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme yang berasosiasi secara alami dengan tanaman inang. Teknik pengendalian ini semakin populer karena meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap permasalahan keamanan hayati dan pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan. Di samping itu pengendalian hayati mempunyai potensi dapat melindungi tanaman selama siklus hidupnya, bahkan beberapa jenis mikroorganisme mampu menghasilkan hormon tumbuh (Garcia *et al.* 2003, Joo *et al.* 2004, Kang *et al.* 2007), memfiksasi N (Bai *et al.* 2003), dan melarutkan P (van Loon dan Baker 2004), sehingga memberi manfaat ganda bagi tanaman.

Rizobakteri dari kelompok PGPR telah banyak dikembangkan dan dilaporkan efektif untuk mengendalikan penyakit tanaman. Rizobakteri dari kelompok *Pseudomonas fluorescens* (Ramamoorthy *et al.* 2002), *P. chlororaphis* PA23 yang dikombinasikan dengan *Bacillus subtilis* BSCBE4 (Nakkeeran *et al.* 2006), *P. fluorescens* yang dikombinasikan dengan *B. licheniformis* dan *Chryseobacterium balustinum* (Domenech *et al.* 2006) efektif mengendalikan penyakit *dumping-off* pada cabai yang disebabkan oleh *Pythium aphanidermatum*. Sementara itu hasil studi lain yang fokus mencari cara pengendalian penyakit busuk pada cabai yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* menunjukkan bahwa *Chryseobacterium* strain KJ1R5 (Kim *et al.* 2008), *Serratia plymuthica* strain C-1 (Kim dan Jung 2008), dan *B. subtilis* (Lee *et al.* 2008) efektif mengendalikan penyakit tersebut. Studi lain mendapatkan bahwa rizobakteri *B. cereus* dan *Stenotrophomonas* sp. berpotensi sebagai agensia pengendali virus pada cabai (Damayanti dan Katerina 2008).

Colletotrichum capsici dan *Fusarium oxysporum* merupakan penyakit penting pada tanaman cabai (AVRDC 1993). Serangan *C. capsici* menyebabkan penurunan hasil cabai lebih dari 90% (Widjaya 2005). Demikian pula *F. oxysporum* sering dijumpai menimbulkan masalah pada budidaya tanaman cabai (Duriat *et al.* 1999).

Oleh karena itu isolasi rizobakteri *indigenus* yang beradaptasi dengan baik pada kondisi daerah setempat dan pengujian daya hambat pertumbuhan koloni berbagai patogen cabai perlu dilakukan. Evaluasi daya hambat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni patogen secara *in vitro* merupakan langkah awal untuk mengetahui keefektifannya sebagai agensia hayati.

Penelitian bertujuan mengisolasi rizobakteri *indigenus* yang berasal dari perakaran tanaman cabai sehat. Isolasi rizobakteri difokuskan pada tiga kelompok bakteri, yaitu kelompok *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., dan *Serratia* spp.. Penelitian juga bertujuan mengevaluasi daya hambat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *C. capsici* dan *F. oxysporum*. Rizobakteri yang terbukti efektif dapat digunakan sebagai agensia hayati untuk pengendalian cendawan patogen tersebut melalui perlakuan benih.

Implikasi hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan dan acuan untuk penelitian selanjutnya baik dalam fungsinya sebagai *biofertilizer* dan atau *biopestisida* pada berbagai komoditas tanaman pangan dan hortikultura, terutama pada tanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Peran ganda mikroorganisme menguntungkan yang diisolasi dari daerah rizosfer tanaman sehat diharapkan mampu menjawab permasalahan keamanan hayati dan kesehatan lingkungan sehubungan dengan dampak negatif akibat penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo (untuk studi *in vitro*), sementara pengambilan sampel untuk eksplorasi rizobakteri dilakukan di 25 desa dari lima kota/kabupaten di Sulawesi Tenggara, yaitu Kota Kendari, Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Kolaka, dan Muna. Penelitian dilaksanakan mulai bulan April hingga Oktober 2008.

Bahan-bahan yang digunakan berupa bahan kimia untuk isolasi bakteri, antara lain *Tryptic Soy Broth*, *Nutrient Broth*, *Protease pepton*, gliserol, KOH, K_2HPO_4 , NaOCL, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, sikloheximida, ampisilin, kloramfenikol, alkohol, dan spiritus, sedangkan bahan-bahan untuk uji

ganda antara lain *potato dextrose agar* (PDA) dan streptomisin sulfat. Alat-alat yang digunakan antara lain cawan petri, termometer, tabung eppendorf, gelas ukur, pipet, pinset, labu Erlenmeyer, autoklaf, *laminar air flow*, *rotary shaker*, vorteks, batang pengaduk, jarum ose, lampu Bunsen, dan *water bath*.

Sampel dikumpulkan dari daerah rizosfir pertanaman cabai sehat di antara tanaman terserang penyakit. Pengumpulan sampel dilakukan pada pertanaman cabai yang telah berumur 4-5 bulan atau minimal telah panen lima kali. Tanaman sehat (seluruh tanaman beserta akar dan tanah yang melekat pada permukaan akar) dicabut dan dimasukkan ke dalam kantong plastik. Dari setiap lokasi diambil lima tanaman sehat.

Isolasi Rizobakteri

Isolasi dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri nonpatogenik dari spesies *P. fluorescens*, *Bacillus* spp., dan *Serratia* spp. yang berpotensi sebagai agensia hayati untuk *biofertilizer* dan biopestisida (van Loon dan Bakker 2004). Sebanyak 10 g akar cabai dan butiran tanah yang melekat di permukaan akar dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berisi 100 ml akuades steril (pengenceran 10^{-1}) dan dikocok dengan pengocok berputar (*rotary shaker*) berkecepatan 150 rpm selama 30 menit. Suspensi yang diperoleh diencerkan menjadi 10^{-2} - 10^{-10} dan dari setiap tahapan pengenceran dihomogenkan berulang-ulang dengan vorteks. Suspensi yang diperoleh disemaikan pada media *tryptic soybroth agar* (TSA) konsentrasi 1/10 untuk mengisolasi rizobakteri dari kelompok *Serratia* spp., sedangkan untuk mengisolasi rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp., suspensi dipanaskan hingga suhu 80°C selama 30 menit di dalam penangas air dalam media TSA konsentrasi 1/10 (Widodo 2000). Isolasi *Pseudomonas* spp. dilakukan dengan cara menyemaikan suspensi pada medium King's B dengan penambahan antibiotik sikloheximida 75 mg/l, ampicilin 50 mg/l, dan klorampenikol 12,5 mg/l (Schaad *et al.* 2001). Kultur bakteri yang diperoleh diinkubasi di dalam ruangan bersuhu 27°C selama 48 jam. Setiap koloni rizobakteri yang tumbuh diisolasi, dibuat biakan murni, dan diidentifikasi menggunakan prosedur uji standar dengan metode yang dikembangkan oleh Holt *et al.* (1994) dan Schaad *et al.* (2001).

Isolasi Patogen

Tanaman cabai yang menunjukkan gejala penyakit (terutama yang disebabkan oleh cendawan) dikumpulkan dari lapangan. Bagian tanaman yang bergejala disterilkan dengan natrium hipoklorit 5% selama 10 menit, kemudian dikultur pada medium PDA untuk patogen dari kelompok dari cendawan dan *nutrient agar* (NA) untuk patogen dari kelompok bakteri. Setelah itu diinkubasi pada suhu kamar (28° C) selama dua hari (untuk kelompok bakteri) dan satu minggu (untuk cendawan). Koloni yang tumbuh dipindahkan ke cawan baru dan disubkultur beberapa kali untuk mendapatkan isolat murni. Identifikasi pertumbuhan koloni cendawan patogen dilakukan berdasarkan pengamatan mikroskopik dengan mengamati karakteristik koloni cendawan dan bentuk konidia di bawah mikroskop stereo dan mikroskop kompon (Watanabe 2002), sedangkan identifikasi bakteri patogen dilakukan berdasarkan metode uji standar yang dikembangkan oleh Holt *et al.* (1994) dan Schaad *et al.* (2001).

Uji Daya Hambat Rizobakteri terhadap Patogen

Uji daya hambat rizobakteri (uji antagonis) dilakukan terhadap dua jenis patogen yang paling banyak menginfeksi tanaman cabai (berdasarkan hasil pengamatan di lapangan), yaitu *Colletotrichum capsici* dan *Fusarium oxysporum*. Uji ini merupakan metode seleksi awal untuk mendapatkan isolat yang berpotensi sebagai agensia hayati. Uji antagonis isolat rizobakteri terhadap cendawan patogen dilakukan menggunakan metode uji ganda. Potongan medium PDA padat dengan diameter 0,5 cm yang ditumbuhi hifa dari masing-masing cendawan patogen digunakan sebagai inokulum dan diletakkan pada cawan petri berisi medium PDA yang masih segar. Potongan inokulum diletakkan dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri dan kultur diinkubasikan dalam ruang bersuhu 26-28°C selama 48 jam. Masing-masing isolat rizobakteri yang diuji digoreskan memanjang dengan jarak 3 cm dari tepi cawan berlawanan arah dengan letak patogen yang telah ditumbuhkan sebelumnya. Untuk masing-masing isolat rizobakteri dilakukan pengujian dengan pengulangan empat kali. Pengamatan dilakukan

tiap hari terhadap pertumbuhan patogen dengan mengukur jari-jari pertumbuhan patogen ke arah tepi cendawan (R_1) dan jari-jari pertumbuhan patogen ke arah bakteri atau cendawan antagonis (R_2). Selanjutnya data yang diperoleh digunakan untuk menghitung daya hambat (DH) isolat rizobakteri terhadap cendawan patogen, yang ditentukan dengan rumus:

$$DH = \frac{(R_1 - R_2)}{R_2} \times 100\%$$

Rizobakteri yang menunjukkan daya hambat tertinggi pada pengamatan terakhir dipilih sebagai isolat rizobakteri yang efektif.

Semua data yang diperoleh dianalisis ragam menggunakan program statistik SAS dengan taraf kepercayaan 95%. Uji nilai tengah pengaruh perlakuan dilakukan dengan metode DMRT pada taraf nyata α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Umum Wilayah Penelitian

Kota Kendari sebagai ibu kota provinsi, memiliki luas wilayah 29.589 ha (0,78% dari luas wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara). Kondisi iklim tropis dengan suhu udara berkisar 19,58-32,83°C dan RH udara 87,67%. Jenis tanah yang mendominasi adalah Podzolik Merah Kuning, namun di beberapa wilayah juga ditemukan Alluvial. Sementara itu Kabupaten Konawe yang memiliki luas wilayah 679,245 ha (17,81% dari luas wilayah provinsi) juga beriklim tropis, dengan suhu udara berkisar 15-34°C, dan rerata RH udara 87,7%. Jenis tanah pada umumnya Podzolik Merah Kuning dan Mediteran. Kabupaten Konawe Selatan memiliki luas wilayah 451.420 ha (11,84% dari luas wilayah provinsi) juga beriklim tropis, dengan suhu udara berkisar 16-32°C, dan RH udara rerata 87%. Jenis tanah pada umumnya Podzolik Merah Kuning dan Mediteran. Berbeda dengan ke-4 daerah lainnya, Kabupaten Muna berada di wilayah kepulauan, merupakan dataran rendah dengan ketinggian rerata kurang dari 100 m dpl. Kabupaten Muna pada umumnya beriklim tropis dengan suhu rerata 25-27°C. Jenis tanah pada umumnya Podzolik Merah Kuning dan Latosol. Kabupaten Buton juga berada di wilayah kepulauan dengan luas wilayah 267.525 ha (7,01% dari luas wilayah

provinsi). Wilayah daratan Kabupaten Buton berupa tanah pegunungan yang relatif rendah, sebagian besar berada pada ketinggian 100-500 m dpl. dengan kemiringan tanah mencapai 40°. Jenis tanah pada umumnya Podzolik dan Latosol. Daerah ini beriklim tropis dengan suhu udara berkisar 20-33°C (Badan Pusat Statistik Sulawesi Tenggara 2008).

Isolat Bakteri dari Rizosfer Tanaman Cabai

Hasil eksplorasi rizosfer tanaman cabai sehat di lima kota/kabupaten di Provinsi Sulawesi Tenggara, diperoleh 121 isolat rizobakteri (Tabel 1). Dari Kota Kendari diperoleh 32 isolat, Kabupaten Konawe Selatan 37 isolat, Kabupaten Konawe 25 isolat, Kabupaten Muna 16 isolat, dan Kabupaten Buton 11 isolat. Dari ketiga isolat bakteri tersebut (*P. fluorescens*, *Bacillus* spp., dan *Serratia* spp.), *P. fluorescens* merupakan kelompok bakteri yang paling banyak diperoleh, yaitu 62 isolat (Kota Kendari 16 isolat, Kabupaten Konawe Selatan 18 isolat, Konawe 13 isolat, Muna sembilan isolat dan Buton enam isolat). Rizobakteri kelompok *Bacillus* spp. menduduki urutan kedua dengan total isolat 53 (Kota Kendari 16 isolat, Kabupaten Konawe Selatan 18 isolat, Konawe 12 isolat, Muna empat isolat, dan Buton tiga isolat). Sementara itu rizobakteri kelompok *Serratia* spp. merupakan jenis bakteri yang paling sedikit diperoleh (total enam isolat yaitu dari Konawe Selatan satu isolat, Muna tiga isolat, dan Buton dua isolat) (Tabel 1).

Penentuan jumlah isolat yang diperoleh di setiap wilayah pengambilan sampel dilakukan berdasarkan penghitungan jumlah koloni masing-masing isolat yang menunjukkan perbedaan morfologi (warna dan bentuk) serta respons fisiologis isolat tersebut terhadap pemanasan pada suhu 80°C, selama 30 menit. Ditinjau dari jumlah isolat yang diperoleh dari setiap daerah, Kabupaten Konawe Selatan diikuti Kota Kendari memberi kontribusi terbanyak (masing-masing 37 dan 32 isolat). Wilayah Kabupaten Konawe Selatan dan Kendari didominasi oleh jenis tanah Podzolik Merah Kuning yang kurang sesuai untuk daerah pertanian (kemasaman tinggi, kesuburan rendah), tetapi di beberapa areal pertanian yang masih alami (belum banyak sentuhan teknologi), produksi pertanian (sayuran dan palawija) cukup

tinggi walaupun tidak ada aplikasi pemupukan anorganik (Komunikasi pribadi dengan petani). Dugaan awal, keseimbangan antara tanah, tanaman, dan lingkungan masih terjaga dengan baik, keberadaan komunitas mikroorganisme di daerah perakaran yang berperan sebagai *biofertilizer* mampu berperan optimal sebagai pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini nampak di daerah-daerah yang menerapkan sistem pertanian tradisional seperti Masagena, Onewila (Konawe Selatan) dan Tobuha, Rahandouna (Kendari), variasi isolat yang diperoleh lebih banyak dibandingkan

dengan daerah lain yang menerapkan sistem pertanian lebih intensif (Tabel 1).

Daya Hambat Rizobakteri terhadap Cendawan Patogen

Hasil pengujian daya hambat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *F. oxysporum* pada hari ke-5 menunjukkan bahwa rizobakteri kelompok *P. fluorescens* memiliki kemampuan penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan *Bacillus* spp. atau *Serratia* spp.. Di antara 20 isolat rizobakteri kelompok *P. fluorescens*, 11 isolat mampu menghambat pertumbuhan koloni *F.*

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel dan jumlah isolat yang diperoleh dari rizosfer tanaman cabai (*Sample sites and total isolates obtained from hot pepper rhizosphere*)

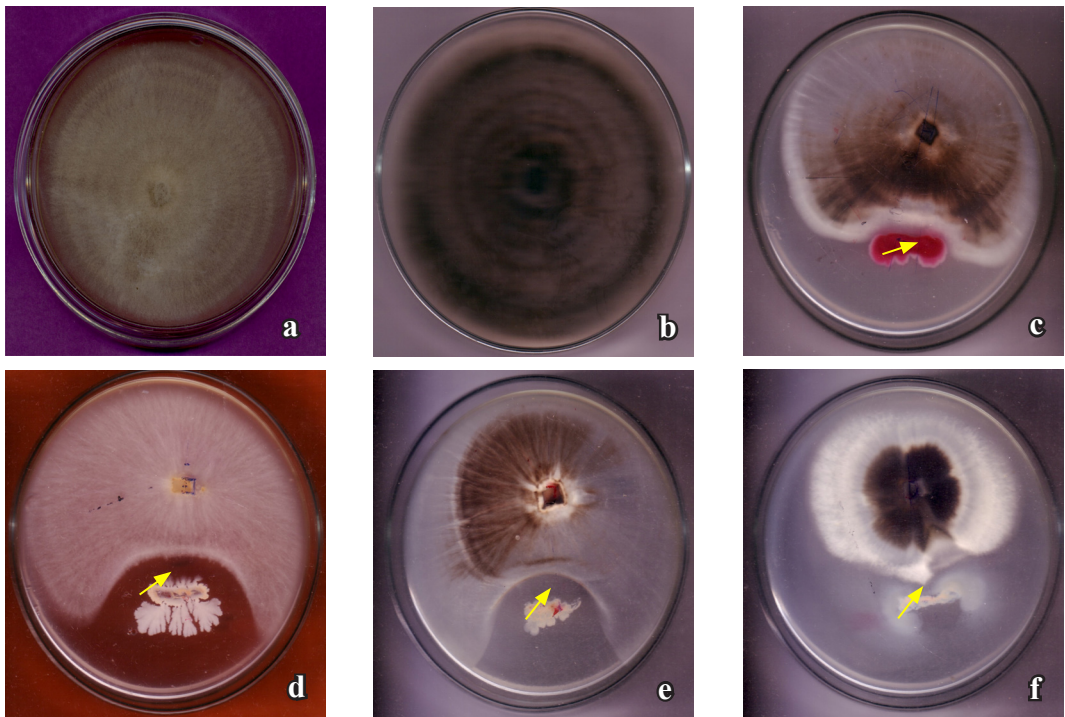
Lokasi pengambilan sampel (<i>Sample sites</i>)		Isolat bakteri (<i>Isolates of bacteria</i>)			Jumlah isolat
Desa/Kel. (<i>Village</i>)	Kota/Kab. (<i>Regency</i>)	<i>Bacillus</i> spp.	<i>P. fluorescens</i>	<i>Serratia</i> spp.	(<i>Total of isolates</i>)
Tobuha	Kendari	1	7	0	8
Rahandouna	Kendari	5	3	0	8
Anggoeya	Kendari	3	3	0	6
Anggilowu	Kendari	1	2	0	3
Bonggoeya	Kendari	6	1	0	7
Jumlah isolat		16	16	0	32
Ranomeeto	Konawe Selatan	0	2	1	3
Jati Bali	Konawe Selatan	0	4	0	4
Masagena	Konawe Selatan	5	6	0	11
Onewila	Konawe Selatan	9	1	0	10
Cialam Jaya	Konawe Selatan	2	1	0	3
Lameuru	Konawe Selatan	2	4	0	6
Jumlah isolat		18	18	1	37
Galuh	Konawe	3	3	0	6
Mekar Sari	Konawe	3	0	0	3
Anggolomoare	Konawe	0	6	0	6
Lasoso	Konawe	2	2	0	4
Abeli Sawah	Konawe	4	2	0	6
Jumlah isolat		12	13	0	25
Saweri Gading	Muna	2	0	1	3
Wongko	Muna	0	2	0	2
Pentiro	Muna	0	2	0	2
La Bone	Muna	0	2	1	3
Tampo	Muna	2	0	1	3
Lahantohe	Muna	0	3	0	3
Jumlah isolat		4	9	3	16
Watulea	Buton	1	0	0	1
Walando	Buton	0	1	1	2
Lakapera	Buton	2	1	1	4
Bombana Wulu	Buton	0	2	0	2
Lakudo	Buton	0	2	0	2
Jumlah isolat		3	6	2	11
Total keseluruhan isolat (Grand total of isolates)		53	62	6	121

oxysporum pada tingkat $\geq 20\%$, yaitu *P. fluorescens* (S037, S098, S101, S104, S106, S107, S108, S109, S110, S113, dan S163). Sementara dari kelompok *Bacillus* spp., hanya dua isolat yang mampu menghambat pertumbuhan koloni *F. oxysporum* pada tingkat $\geq 20\%$ yaitu isolat nomor S066 dan S082, sedangkan isolat dari kelompok *Serratia* spp. tidak menghambat pertumbuhan koloni *F. oxysporum* (Tabel 2). Performa daya hambat isolat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *F. oxysporum* dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil pengujian daya hambat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *C. capsici* menunjukkan bahwa hingga hari ke-5 pengamatan, rizobakteri dari kelompok *P. fluorescens* dan *Bacillus* spp. memiliki kemampuan penghambatan

lebih tinggi dibandingkan *Serratia* spp. Di antara 20 isolat rizobakteri dari kelompok *P. fluorescens*, 13 isolat mampu menghambat pertumbuhan koloni *C. capsici* pada tingkat $>40\%$. Sementara itu hampir semua isolat rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp., mampu menghambat pertumbuhan koloni *C. capsici* pada tingkat $>40\%$, yaitu S082, S041, S061, dan S066. Di antara kelompok *Serratia* spp., hanya isolat S090 dan S172 yang mampu menghambat pertumbuhan koloni *C. capsici* pada tingkat $>40\%$ (Tabel 3). Performa daya hambat isolat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *C. capsici* dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari isolasi rizobakteri di sekitar perakaran tanaman cabai sehat diperoleh 121 isolat yang



Gambar 1. Penghambatan pertumbuhan koloni patogen cabai oleh rizobakteri (*Inhibition effect of rhizobacteria on colony growth of fungal pathogens*). Pertumbuhan koloni cendawan pada medium PDA (*Colony growth of fungal pathogens on PDA medium*): (a) kontrol *F. oxysporum* (*nontreated F. oxysporum*), (b) kontrol *C. capsici* (*nontreated C. capsici*), (c) *F. oxysporum* dengan *Serratia* (*F. oxysporum vs Serratia spp.*), (d) *F. oxysporum* dengan *Bacillus* (*F. oxysporum vs Bacillus spp.*), (e) *C. capsici* dengan *Bacillus*, dan (f) *C. capsici* dengan *P. fluorescens* (*C. capsici vs Bacillus spp.*). Tanda panah: zona penghambatan pertumbuhan koloni cendawan patogen. *C. capsici vs P. fluorescens* (*Arrow sign : zonae of inhibitory effect of rhizobacteria on colony growth of fungal pathogens*).

Tabel 2. Daya hambat isolat rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp., *P. fluorescens*, atau *Serratia* spp. tanaman cabai terhadap pertumbuhan koloni *F. oxysporum* yang ditumbuhkan pada medium PDA (*Inhibitory effect of rhizobacteria from *Bacillus* spp., *P. fluorescens*, or *Serratia* spp. on colony growth of *F. oxysporum* grown in PDA medium*)

Kelompok rizobakteri (Group of rhizobacteria)	Kode isolat (Isolate code)	Daya hambat (Inhibitory effect), %		Asal isolat (Origin of isolate)	
		hari ke-3 (Day of third)	hari ke-5 (Day of fifth)	Desa (Village)	Kabupaten (Regency)
<i>P. fluorescens</i>	S037	30,56 efgh	20,00 def	Anggilowu	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S041	55,56 bc	1,11 h	Masagena	Konsel
<i>Bacillus</i> spp.	S046	51,39 bcd	0,00 h	Anggoeya	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S048	22,22 hi	11,11 g	Anggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S049	30,56 efgh	16,67 f	Rahandouna	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S061	54,17 bcd	17,78 ef	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S065	51,39 bcd	18,89 def	Anggoeya	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S066	45,83 d	22,22 bcd	Galu	Konawe
<i>Bacillus</i> spp.	S082	51,39 bcd	24,44 abc	Onewila	Konsel
<i>Serratia</i> spp.	S090	56,94 bc	16,67 f	Ranomeeto	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S097	36,11 efgh	0,00 h	Masagena	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S098	48,61 cd	21,11 cde	Masagena	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S101	45,83 d	25,56 ab	Tobuha	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S104	56,94 bc	21,11 cde	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S106	45,83 d	25,56 ab	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S107	51,39 bcd	27,78 a	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S108	54,17 bcd	24,44 abc	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S109	22,22 hi	22,22 bcd	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S110	52,78 bcd	25,56 ab	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S111	55,56 bc	2,22 h	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S112	59,72 b	0,00 h	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S113	54,17 bcd	24,44 abc	Galu	Konawe
<i>P. fluorescens</i>	S126	68,06 a	0,00 h	Tobuha	Kendari
<i>Serratia</i> spp.	S162	25,00 ghi	1,11 h	Sawerigad	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S163	34,72 ef	27,78 a	Wongko	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S168	26,39 fghi	3,33 h	Lahantole	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S169	19,44 i	10,00 g	Lahantole	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S170	33,33 efg	10,00 g	Labone	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S172	36,11 e	16,67 f	Labone	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S175	30,56 efgh	0,00 h	Tampo	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S179	34,72 ef	0,00 h	Lakapera	Buton

berpotensi sebagai agensia hayati dari kelompok *Bacillus* spp., *P. fluorescens*, dan *Serratia* spp.. Hasil uji penghambatan pertumbuhan koloni secara in vitro terhadap cendawan patogen *F. oxysporum* dan *C. capsici* menunjukkan bahwa ke-3 kelompok rizobakteri yang menjadi target eksplorasi (*Bacillus* spp., *P. fluorescens*, dan *Serratia* spp.) mampu menghambat pertumbuhan

patogen uji. Kelompok *P. fluorescens* memiliki kemampuan penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok *Bacillus* spp. Perbedaan keefektifan penghambatan ke-3 kelompok rizobakteri tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan mekanisme kerja senyawa antimikroba yang disekresikan oleh kedua kelompok bakteri tersebut. Senyawa antimikroba

Tabel 3. Daya hambat isolat rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp., *P. fluorescens*, atau *Serratia* spp. tanaman cabai terhadap pertumbuhan koloni *C. capsici* yang ditumbuhkan pada medium PDA (Inhibitory effect of rhizobacteria from *Bacillus* spp., *P. fluorescens*, or *Serratia* spp. on colony growth of *C. capsici* grown in PDA medium)

Kelompok rizobakteri (Group of rhizobacteria)	Kode isolat (Isolate code)	Daya hambat (Inhibitory effect), %				Asal isolat (Origin of isolate)	
		hari ke-3 (Day of third)		hari ke-5 (Day of fifth)		Desa (Village)	Kabupaten (Regency)
<i>P. fluorescens</i>	S037	41,33	a-g	43,33	a-e	Anggilowu	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S041	43,33	a-f	43,33	b-e	Masagena	Konsel
<i>Bacillus</i> spp.	S046	3,57	lm	0,00	j	Anggoeya	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S048	29,78	ij	34,44	g	Anggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S049	41,57	a-g	42,22	b-f	Rahandouna	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S061	38,75	b-g	45,56	abcd	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S065	40,17	a-g	43,33	a-e	Anggoeya	Kendari
<i>Bacillus</i> spp.	S066	37,99	c-g	45,56	abcd	Galu	Konawe
<i>Bacillus</i> spp.	S082	45,77	ab	50,00	a	Onewila	Konsel
<i>Serratia</i> spp.	S090	37,35	e-g	42,22	b-f	Ranomeeto	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S097	2,38	lm	0,00	j	Masagena	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S098	37,88	c-g	40,00	d-g	Masagena	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S101	30,07	hij	35,56	fg	Tobuha	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S104	44,90	a-d	45,56	abcd	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S106	45,32	abc	47,78	abc	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S107	46,51	a	48,89	ab	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S108	44,44	a-e	44,44	a-e	Bonggoeya	Kendari
<i>P. fluorescens</i>	S109	42,23	a-g	45,56	abcd	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S110	36,02	f-i	41,11	c-f	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S111	36,02	f-i	41,11	c-f	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S112	37,78	d-g	37,78	efg	Jatibali	Konsel
<i>P. fluorescens</i>	S113	34,92	ghi	40,00	d-g	Galu	Konawe
<i>P. fluorescens</i>	S126	2,38	lm	0,00	j	Tobuha	Kendari
<i>Serratia</i> spp.	S162	21,11	k	18,89	i	Sawerigading	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S163	46,43	a	50,00	a	Wongko	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S168	21,11	k	18,89	i	Lahantole	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S169	36,90	fgh	41,11	c-f	Lahantole	Muna
<i>P. fluorescens</i>	S170	27,78	j	27,78	h	Labone	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S172	39,53	a-g	42,22	b-f	Labone	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S175	0,00	m	0,00	j	Tampo	Muna
<i>Serratia</i> spp.	S179	7,93	l	0,00	j	Lakapera	Buton

yang dihasilkan oleh kelompok *P. fluorescens* antara lain pioluteorin, pirolnitritin, fenazines, dan fusarisidin (Beatty dan Susan 2002), dari kelompok *Bacillus* spp. antara lain mikosubtilin, basilomisin, fengimisin, mikobasilin, dan mikoserein (Hornby 1993), sedangkan dari kelompok *Serratia* spp. antara lain macrocyclic lactone A21-4 (Shen *et al.* 2007).

Tidak semua wilayah/kabupaten yang menjadi target eksplorasi rizobakteri memiliki potensi untuk menghasilkan isolat rizobakteri yang potensial. Di antara lima wilayah/kabupaten yang dikunjungi hanya empat wilayah/kabupaten, yaitu Kendari, Konawe, Konawe Selatan, dan Muna yang menghasilkan isolat-isolat rizobakteri yang potensial sebagai agensia hayati.

Metode uji daya hambat isolat rizobakteri terhadap patogen merupakan salah satu metode seleksi awal untuk menentukan isolat rizobakteri yang berpotensi sebagai agensia pengendali penyakit tanaman. Kegiatan uji lanjutan terhadap karakter fisiologis dan biokimiawi rizobakteri berhubungan dengan kemampuannya sebagai agensia antagonis patogen (biopestisida) dalam mensekresikan enzim ekstraseluler (seperti kitinase, protease, dan selulase), memproduksi senyawa hidrogen sianida (HCN), karakter fisiologis, dan biokimiawi rizobakteri yang berhubungan dengan kemampuannya sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, yaitu dalam melarutkan fosfat dan memproduksi hormon tumbuh asam indol asetat (IAA).

Berdasarkan hasil seleksi awal, jumlah isolat yang perlu diteruskan pada uji selanjutnya ialah 20 isolat rizobakteri, yaitu 14 isolat dari kelompok *P. fluorescens*, dua isolat dari kelompok *Serratia* spp., dan empat isolat dari kelompok *Bacillus* spp..

KESIMPULAN

1. Eksplorasi dan isolasi rizobakteri pada perakaran tanaman cabai sehat dari lima lokasi/areal pertanian di Sulawesi Tenggara, mampu mendapatkan isolat rizobakteri *indigenous* yang potensial sebagai agensia hayati.
2. Berdasarkan kemampuannya sebagai agensia hayati secara *in vitro*, telah terseleksi 20 isolat rizobakteri dari 121 isolat terkoleksi, yaitu 14 isolat kelompok *P. fluorescens*, dua isolat kelompok *Serratia* spp., dan empat isolat kelompok *Bacillus* spp..

SARAN

Masih diperlukan pengujian lanjutan untuk mengetahui mekanisme antagonisme ketiga jenis rizobakteri (*Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp.) melalui karakterisasi fisiologis dan biokimia isolat bakteri serta uji pertumbuhan tanaman cabai.

PUSTAKA

1. Asian Vegetable Research and Development Center. 1993. Evaluation of Pepper Entries in INTHOPE no. 3 for Their Reactions to Anthracnose. *Progress Report in Tomato and Pepper Production in the Tropics*. AVRDC. Shanhua, Taiwan, China. p: 41-144.

2. Bai, Y., X. Zhou, and D.L. Smith. 2003. Enhanced Soybean Plant Growth Resulting from Coinoculation of *Bacillus* spp. Strains with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Sci* 43:1774-1781.
3. Beatty, P.H. and 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.
4. Badan Pusat Statistik Sulawesi Tenggara. 2008. Sultra dalam Angka. <http://www.sultra.bps.go.id>. [18 September 2009].
5. Damayanti, T.A. and T. Katarina. 2008. Protection of Hot Pepper Against Multiple Infection of Viruses by Utilizing Root Colonizing Bacteria. *J. ISSAAS*. 14:92-100.
6. Domenech, J., M.S. Reddy, J.W. Kloepper, B. Ramos, and F.J.G. Manero. 2006. Combined Application of the Biological Product LS213 with *Bacillus*, *Pseudomonas*, or *Chryseobacterium* for Growth Promotion and Biological Control of Soil-Borne Diseases in Pepper and Tomato. *BioControl*. 51:245-258.
7. Duriat, A.S., A. Widjaya, W. Hadisoeganda, T.A. Soetiarso, dan L. Prabaningrum. 1999. *Teknologi Produksi Benih Cabai Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. 113 Hlm.
8. Garcia, L.J.A, A. Probanza, B. Ramos, and F.J.G. Manero. 2003. Effects of Three Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on the Growth of Seedlings of Tomato and Pepper in Two Different Sterilized and Nonsterilized Peats. *J. Agron. and Soil Scie.* 49(1):119-127.
9. Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Ed.* Baltimore: Williams & Wilkins. 769 p.
10. Hornby, D. 1993. *Biological Control of Soil-borne Plant Pathogens*. Wallingford, UK: CAB International. 435 p.
11. Joo, G.J., Y. Kim, I.J. Lee, K.S. Song, and I.K. Rhee. 2004. Growth Promotion of Red Pepper Plug Seedling and the Production of Gibberellins by *Bacillus cereus*, *Bacillus macroides*, and *Bacillus pumilus*. <http://www.ingentaconnect.com/content2004> [4 Februari 2005].
12. Kang, S.H., H-S. Cho, H Cheong, C-M. Ryu, J. F. Kim, and S-H Park. 2007. Two Bacterial Entophytes Eliciting Both Plant Growth Promotion and Plant Defense On Pepper (*Capsicum annum* L.). *J. Microbiol. Biotechnol.* 27:96-103.
13. Kim, Y.S., B. Jang, I.M. Chung, M.K. Sang, H.M. Ku, K.D. Kim, and S.C. Chun. 2008. Enhancement of Biocontrol Activity of Antagonistic *Chryseobacterium* Strain KJ1R5 by Adding Carbon Sources Against *Phytophthora capsici*. *Plant Pathol. J.* 24:164-170.
14. Kim, Y.C. and H.Jung. 2008. An Effective Biocontrol Bioformulation Against Phytophthora Blight of Pepper Using Growth Mixtures of Combination Chitinolytic Bacteria Under Different Field Condition. *Plant Pathol. J.* 20:373-382.
15. Lee, K.J., S. Kamala-Kannan, H.S. Sub, C.K. Seong, and G.W. Lee. 2008. Biological Control of Phytophthora Blight in Red Pepper (*Capsicum annum* L.) using *Bacillus subtilis*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 24:1139-1145.

16. Nakkeeran, S., K. Kavitha, G. Chandrasekar, P. Renukadevi, and W.G.D. Fernando. 2006. Induction of Plant Defense Compounds by *Pseudomonas chlororaphis* PA23 and *Bacillus subtilis* BSCBE4 in Controlling Damping-off of Hot Pepper Caused by *Pythium aphanidermatum*. *Biocontrol Scie. and Technol.* 16(4):403-416.
17. Ramamoorthy, V., T. Raguchander, and R. Samiyappan. 2002. Enhancing Resistance of Tomato and Hot Pepper to Pythium Diseases by Seed Treatment with Fluorescent *Pseudomonas*. *European J. Plant Pathol.* 108(5):429-441.
18. Sang, M.K., S.C. Chun, and K.D. Kim. 2008. Biological Control of Phytophthora Blight of Pepper by Antagonistic Rhizobacteria Selected from a Sequential Screening Procedure. *Biol. Control* 46:424-433.
19. Schaad, N.W., J.B. Jones, and W. Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. St Paul, Minnesota: APS Press. 373 p.
20. Shen, S-S., F-Z. Piao, B-W. Lee, and C-S. Park. 2007. Characterization of Antibiotic Substance Produced by *Serratia plymuthica* A21-4 and the Biological Control Activity Against Pepper Phytophthora Blight. *Plant Pathol. J.* 23(3):180-186.
21. van Loon, L.C. and P.A.H.M. Bakker. 2004. Signalling in Rhizobacteria-plant Interactions. <http://www.bio.uu.nl/fytopath/pdf/BookCh.vanLoon.2003pdf> [18 Juli 2007].
22. Watanabe, T. 2002. *Victorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, 2nd Edition*. USA: CRC Press. 486 p.
23. Widjaya, E.S. 2005. Resistance of Pepper to Anthracnose Caused by *Colletotrichum capsici*. [http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/Euis\(9-N\).pdf](http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/Euis(9-N).pdf) 'Colletotrichum capsici' [20 Okt 2006].
24. Widodo. 2000. Studies on the Biological Control of Fusarium Basal Rot of Onion Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* [Disertation]. Japan: Hokkaido University Sapporo, Graduate School of Agriculture. 186 p.