

DAYA HAMBAT RIZOBAKTERI TERHADAP PERTUMBUHAN KOLONI PATOGEN TERBAWA BENIH CABAI MERAH SECARA IN VITRO DAN PENGARUHNYA TERHADAP VIABILITAS BENIH

Safriani¹, Syamsuddin², Marlina²

¹Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

²Tenaga Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala
Darussalam Banda Aceh

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of biocontrol agents rizobakteri candidate against seed-borne pathogens colony growth in vitro of red chili and rizobakteri effect on seed germination of two varieties of chili. This research was conducted at the Laboratory of Seed Science and Technology Studies Program Faculty of Agriculture, University of Syiah Kuala. Research conducted two phases. (I) Using a completely randomized design (CRD) non factorial are 16 types rizobakteri (*A. suis*, *Actinobacter* sp, *Azotobacter* sp, *Azotobacter* sp, sp *Necercia*, *P. capacia*, *B. megaterium*, *P. dimuta*, *B. bodius*, *B. laterophorus*, *B. larvae*, *B. alvae*, *Flavobacterium* sp, *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. polymixa*, *B. lichiniformis*, *B. stearothermophilus*) tested against pathogens (*P. capsici*, *C. capsici*, *F. oxysporum*, *Phytium*, *pR. solani* and *S. rolfsii*) by measuring the distance between the edge of the colony of pathogens and rizobakteri. (II) Using a completely randomized design (CRD) factorial design. Factors studied varieties of pepper plants (PM 999, Arena) and the type isolates rizobakteri (*A. suis*, *Azotobacter* sp, *P. capacia*, *B. stearothermophilus*, *B. bodius*). The benchmarks were observed maximum growth potential, percentage of germination, index of vigor, relative growth rate, simultaneity grow, and required time to reach 50% total of relative germination (T_{50}). The test results (i) there is an effective biocontrol agent inhibits 6 types of pathogens that isolates *B. bodius*. Test results (II) seed treatment with rizobakteri able to improve the viability and vigor in comparison with no treatment.

Keywords: pathogens carried seed, rizobakteri, varieties, vigor

1. PENDAHULUAN

Cabai merah besar merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomi. Produktivitas tanaman cabai Indonesia masih tergolong rendah. Rata-rata produktivitas cabai nasional baru mencapai 6.40 ton ha⁻¹ masih sangat rendah bila dibandingkan dengan potensi produksinya yang dapat mencapai 20 ton ha⁻¹ (Duriat et al., 1999). Data statistik luas pertanaman cabai pada tahun 2012 tercatat 123.308 ha, menempati urutan pertama terluas dibandingkan dengan tanaman sayuran lainnya (BPS & Ditjen Hortikultura Deptan 2013).

Penggunaan benih bermutu rendah dan infeksi penyakit merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas cabai di Indonesia. Cendawan merupakan group utama patogen yang dapat terbawa benih (*seedborne pathogens*) atau ditransmisikan

melalui benih. Kualitas dan kuantitas produksi tanaman hortikultura dapat berkurang hingga 100% oleh penyakit yang disebabkan cendawan (AVRDC 1990). Benih telah dilaporkan merupakan salah satu sumber inokulum beberapa jenis patogen penyebab penyakit pada tanaman cabai. Beberapa patogen cendawan terbawa benih yang penting pada cabai adalah *Phytophthora capsici*, *Collectrotichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytium* dan *Sclerotium rolfsii* (Agarwal & Sinclair 1987; George 2000; Pedzoldt 2000).

Perlakuan benih pada umumnya dilakukan dengan fungisida sintetis untuk mengendalikan cendawan patogenik yang terbawa benih, akan tetapi dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap bahaya lingkungan dan kesehatan, penggunaan bahan kimia sintetis mulai

dikurangi (Burgess 1998). Di samping itu pestisida sintesis tidak semuanya efektif dan dapat menyebabkan munculnya resistensi baru patogen, serta kurang selektif. Dampak negatif yang tidak diinginkan terhadap keamanan produk dan pangan, serta masalah fitotoksisitas sehubungan dengan penggunaan pestisida berlebihan, pestisida sintesis mulai dibatasi penggunaannya dengan berbagai ketentuan (Charles 1997; Bruin & Edgington 1980).

Banyak penelitian telah dilakukan sehubungan dengan peran agens biokontrol terhadap pengendalian berbagai patogen terbawa benih dan sistem penghantarannya untuk penerapan agens antagonis melalui perlakuan benih. Harman *et al.* (1989) melaporkan bahwa *biological seed treatment* dapat mengkolonisasi akar tanaman dan mengontrol gangguan penyakit secara efektif. Diantara jenis agens biokontrol yang banyak dikembangkan spesies *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* dan *Enterobacter* yang berasal dari golongan bakteri dan spesies cendawan seperti *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Cladosporium*, *Ectomycorrhizae* dan *Phomopsis* (Seed Treatment and Environment Committee 2000).

Pengendalian patogen terbawa benih khususnya melalui perlakuan benih dengan agens biokontrol dari beberapa hasil penelitian terakhir memberikan hasil yang sangat efektif. Inokulasi *Serratia plymuthica strain A21-4* pada benih cabai mampu mencegah infeksi *P. capsici* dan *Phytophthora* hingga 86% pada bibit yang mendapat perlakuan (Shen *et al.*, 2002). Strain *B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. megaterium*, dan *S. marcescens* ternyata juga telah terbukti mempunyai daya penghambatan tinggi terhadap pertumbuhan koloni *P. capsici* isolat tanaman cabai secara *in vitro* maupun *in vivo* (Syamsuddin *et al.*, 2006; 2007). Benih cabai yang mendapat perlakuan agens biokontrol, menghasilkan pertumbuhan dan produksi tanaman di rumah kaca yang nyata lebih tinggi dan lebih resisten terhadap patogen *P. capsici* (Syamsuddin, 2009; 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa strain *B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. megaterium*, dan *S. marcescens* tidak hanya efektif terhadap

patogen *P. capsici* tetapi juga mampu menghambat pertumbuhan koloni patogen *C. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani*, dan *S. rolfsii* hasil uji secara *in vitro* (Syamsuddin *et al.*, 2006; 2007).

Benih cabai merah di Indonesia pada umumnya merupakan masih benih impor dari berbagai negara. Kemungkinan penyebaran dan introduksi patogen menular melalui benih cabai (*seedborne pathogens*) menjadi permasalahan yang harus segera mendapat pemecahan. Mencegah impor benih tidak mungkin dilakukan maka pengembangan teknologi yang dapat mengeliminasi kontaminasi atau infeksi patogen pada benih akan sangat membantu menghambat berkembang penyakit akibat *seedborne pathogens*.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *autoclave*, *clean band*, timbangan analitik, *spektrofotometer*, oven listrik, mikroskop binokuler, ruang inkubasi, lampu bunsen, *petridish*, tabung reaksi, *erlenmeyer*, gelas ukur, kompor gas, jarum ose, pinset dan lain-lain. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai varietas PM 999, Arena, isolat patogen terbawa benih (*P. capsici*, *C. capsici*, *F. oxysporum*, *Phytophthora*, *R. solani*, dan *S. rolfsii*), rizobakteri (*Acetivibrio* sp, *Actinobacter* sp, *Azotobacter* sp, *Azotobacter* sp, *Necercia* sp, *Pseudomonas capacia*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas dimuta*, *Bacillus bodius*, *Bacillus laterophorus*, *Bacillus larvae*, *Bacillus alvae*, *Flavobacterium* sp, *Bacillus coagulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus polymixa*, *Bacillus lichiniformis*, *Bacillus stearothermophilus*), medium *Potato Dextrose Agar (PDA)*, alkohol 96%, Tween 80, larutan natrium hipoklorit 2%, aquades, spiritus, tanah, kompos dan bahan-bahan lainnya yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini.

2.1. Uji Efektivitas Daya Hambat Agens Biokontrol Terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen Terbawa Benih Secara *In Vitro*

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Faktor yang diteliti yaitu jenis isolat rizobakteri yang disimbulkan dengan R yang diuji pada enam jenis patogen terbawa benih cabai. Faktor rizobakteri yang dicobakan terdiri atas 16 jenis isolat yaitu: *A. suis*, *Actinobacter* sp, *Azotobacter* sp, *Azotobacter* sp, *Necercia* sp, *P. capacia*, *B. megaterium*, *P. dimuta*, *B. bodius*, *B. laterophorus*, *B. larvae*, *B. alvae*, *Flavobacterium* sp, *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. polymixa*, *B. lichiniformis*, *B. stearothermophilus*. Jenis patogen uji yaitu *P. capsici*, *C. capsici*, *F. oxysporum*, *Phytium*, *R. solani*, dan *S. rolfsii*. Setiap taraf perlakuan diulang sebanyak tiga kali, dengan demikian terdapat 48 satuan perlakuan.

1. Persiapan Isolat Patogen Terbawa Benih Cabai Merah

Isolat patogen terbawa benih cabai yaitu *P. capsici*, *C. capsici*, *F. oxysporum*, *Phytium*, *R. solani*, dan *S. rolfsii* diperoleh dari Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. Isolat tersebut merupakan koleksi Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih yang diisolasi dari benih yang berasal dari buah cabai yang terserang penyakit.

2. Isolasi Kandidat Agens Biokontrol dari Rhizosfer Tanaman Cabai Sehat

Kandidat agens biokontrol yang digunakan yaitu hasil isolasi dari daerah rizosfer tanaman cabai sehat. Isolasi dilakukan pada beberapa pertanaman cabai petani di daerah Kecamatan Mega Mendung Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. Untuk keperluan percobaan ini isolat rizobakteri merupakan koleksi Laboratorium ilmu dan Teknologi Benih Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.

3. Uji Efektivitas Daya Hambat Agens Biokontrol Terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen Terbawa Benih Cabai Secara *In vitro*

Percobaan evaluasi efektivitas daya hambat agens biokontrol dilakukan dengan menggunakan teknik kultur ganda. Kultur ganda dipersiapkan dengan cara menempatkan potongan kecil (ukuran 0.5 mm) patogen dan masing-masing rizobakteri (umur 4 hari) pada media PDA dalam petridish (Ø 9 cm). Inokulasi isolat dengan cara digoreskan suspensi bakteri 10^{10} cfu/ml menggunakan jarum ose pada media PDA steril yang telah membeku pada cawan petridish, dengan ukuran goresan 0.5 cm x 1.5 cm pada bidang berlawanan patogen uji. Jarak antara titik inokulasi patogen dan rizobakteri 3 cm, kemudian di inkubasi pada temperatur ruangan (28-29⁰C) selanjutnya diamati setiap hari hingga 7 hari dibawah sinar *near ultra violet* (NUV). Seluruh kegiatan sebelum inkubasi dilakukan didalam *laminar flow cabinet*. Pengamatan penghambatan dilakukan dengan mengukur jarak antara tepi koloni patogen dan cendawan antagonis. Pengukuran dilakukan pada saat jari-jari koloni patogen mencapai tepi cawan petri.

2.2. Perlakuan Benih dengan Rizobakteri terhadap Proses Perkecambahan Benih Cabai

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor yang diteliti yaitu varietas tanaman cabai (V) dan jenis isolat rizobakteri (R). Faktor varietas yang dicobakan terdiri atas dua varietas, yaitu: PM 999 (V₁) dan Arena (V₂). Sedangkan faktor jenis isolat rizobakteri yang dicobakan adalah yang terbaik berdasarkan hasil uji daya hambat *in vitro* yaitu: R₀, R₁, R₂, R₃, R₄ dan R₅. Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, dengan demikian terdapat 36 satuan percobaan.

(1) Persiapan Benih

Benih yang digunakan adalah benih cabai varietas PM 999 dan Arena. Benih

diperoleh dari toko Sarana Tani Bogor, Provinsi Jawa Barat. Benih cabai varietas PM 999 dan Arena merupakan benih hasil pengujian Juli 2012, kedua varietas cabai tersebut merupakan produksi PT. Branita sandhini.

(2) Perlakuan Benih dengan Rizobakteri

Isolat rizobakteri ditumbuhkan dalam medium PDA diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh disuspensikan dalam akuades steril sampai mencapai kerapatan populasi 10^9 cfu ml⁻¹ atau setara dengan pembacaan nilai absorban $OD_{600}=0.164$ menggunakan spektrofotometer. Benih cabai kultivar varietas PM 999 dan Arena didesinfeksi dengan natrium hipoklorit 2% selama lima menit, dicuci tiga kali dengan air steril, dan dikering-anginkan dalam *laminar airflow cabinet* selama satu jam. Benih direndam selama 24 jam dalam suspensi setiap jenis isolat rizobakteri sesuai perlakuan sebanyak 50 ml suspensi pada suhu 26 °C. Setelah perlakuan perendaman benih dalam suspensi rizobakteri, benih dikering-anginkan dalam *laminar airflow cabinet* dan kemudian dikecambahkan.

(3) Pengaruh Perlakuan Benih dengan Rizobakteri Terhadap Proses Perkecambahan Benih Cabai

Benih yang telah mendapat perlakuan rizobakteri selanjutnya dikecambahkan dalam wadah bok plastik berukuran 27 x 56 x 5 cm (panjang x lebar x tinggi) berisi tanah dan kompos steril (1:1 v/v) sebagai media perkecambahan. Media tanah dan kompos sebelumnya diayak dengan ayakan 18 mesh. Setiap perlakuan ditanam 20 benih dan diulang tiga kali. Pengamatan yang dilakukan adalah: potensi tumbuh maksimum (PTM), daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh relatif ($K_{CT.R}$), keserempakan tumbuh (K_{ST}), dan T_{50} (hari).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Efektivitas Daya Hambat Agens Biokontrol Terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen Terbawa Benih Secara *in vitro*

Berdasarkan hasil pengamatan persentase daya hambat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni patogen terbawa benih cabai merah secara *in vitro* menunjukkan bahwa terdapat 8 jenis isolat rizobakteri yang paling efektif yaitu melebihi 75% daya hambatnya terhadap 8 patogen terbawa benih yang berbeda-beda dan terdapat 8 jenis isolat yang daya hambatnya rendah yaitu kurang dari 50%. Hasil uji lanjut pengaruh jenis isolat rizobakteri terhadap daya hambat pertumbuhan koloni enam jenis patogen disajikan pada Tabel berikut.

Berdasarkan hasil pengujian antagonis dengan metode uji kultur ganda secara *in vitro*, diperoleh sejumlah rizobakteri sebagai kandidat agens biokontrol yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan koloni patogen berbeda-beda tergantung pada jenis isolatnya. Perbedaan kemampuan tersebut diduga berhubungan dengan kemampuan isolat dalam mensekresikan senyawa metabolit sekunder yang bersifat antimikrob, seperti antibiotik, hidrogen sianida (HCN) dan sintesis berbagai enzim degradasi dinding sel seperti kitinase, selulase, lipase, dan protease (Syamsuddin et al., 2007). Senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh *Bacillus* spp. antara lain kanosamine (Milner et al., 1996), zwitermisin (Silo-Suh et al., 1998), iturin (Bernal et al., 2002), mikosubtilins, basilomisin, fengimisin, mikobasilin, mikoserein (Hornby, 1993), dan bacitracin (Awais et al., 2007). Fernando et al. (2005), mengemukakan bahwa mekanisme penghambatan mikroba antagonis terhadap patogen adalah dengan menghasilkan antibiotik, toksin, kompetisi ruang dan nutrisi, menghasilkan siderofor dan hidrogen sianida (HCN).

Tabel 1. Persentase Daya Hambat Isolat Rizobakteri Kandidat Agens Biokontrol terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen terbawa Benih Cabai Merah

Agens Biokontrol	Jenis Patogen terbawa Benih Cabai Merah					
	PC	CC	PH	SR	RS	FO
<i>B. stearotermophilus</i>	56,19def	19,05 de	14,29 f	46,67 b	65,71 bc	77,14 a
<i>B. laterophorus</i>	64,76abd	52,38 bc	54,29 bc	35,24cd	68,57 abc	40,00 de
<i>P. dimuta</i>	41,90fgh	29,52 de	39,05 cd	29,52 d	29,52 gh	36,19 e
<i>B. larvae</i>	27,62 hij	23,81 de	14,29 f	14,29 e	14,29 i	14,29 g
<i>B. alvae</i>	46,67efg	33,33cde	28,57def	77,14 a	77,14 ab	78,10 a
<i>B. polymixa</i>	34,29ghi	25,71 de	76,19 a	10,48 e	38,10 fg	76,19 a
<i>P. capacia</i>	79,05 a	66,67 ab	66,67 ab	75,24 a	45,71 ef	51,43 cd
<i>B. coagulans</i>	20,95 ij	19,05 de	25,71def	13,33 e	14,29 i	13,33 g
<i>Flavobacterium</i> sp	77,14 ab	75,24 a	19,05 ef	14,29 e	66,67 abc	20,00 fg
<i>B. firmus</i>	33,33ghi	20,95 de	30,48def	33,33cd	62,86 cd	57,14 bc
<i>B. megaterium</i>	14,29 j	14,29 e	30,48def	14,29 e	14,29 i	65,71 ab
<i>Actinobacillus</i>	62,86bcd	73,33 ab	76,76 a	28,57 d	76,19 ab	28,57 ef
<i>B. lichiniiformis</i>	21,90 ij	40,95 cd	20,95 def	14,29 e	23,81 hi	33,33 ef
<i>Necercia</i> sp	61,90b-e	61,90 ab	37,14 de	36,19cd	52,38 de	39,05 de
<i>Azotobacter</i> sp	60,95cde	63,81 ab	75,24 a	40,00bc	75,24 bc	61,90 bc
<i>B. bodius</i>	76,19abc	76,19 a	77,14 a	78,10 a	79,05 a	78,10 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji jarak Duncan pada $\alpha = 0.05$

Tabel 2. Daya Hambat Isolat Kandidat Agens Biokontrol terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen terbawa Benih Cabai Merah

Agens Biokontrol	Jenis Patogen terbawa Benih Cabai Merah					
	PC	CC	PH	SR	RS	FO
<i>B. stearotermophilus</i>	++	+	+	+	+++	++++
<i>B. laterophorus</i>	+++	++	++	+	+++	+
<i>P. dimuta</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. larvae</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. alvae</i>	+	+	+	++++	++++	++++
<i>B. polymixa</i>	+	+	++++	+	+	++++
<i>P. capacia</i>	++++	+++	+++	++++	+	++
<i>B. coagulans</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Flavobacterium</i> sp	++++	++++	+	+	+++	+
<i>B. firmus</i>	+	+	+	+	+++	++
<i>B. megaterium</i>	+	+	+	+	+	+++
<i>Actinobacillus</i>	+++	+++	++++	+	++++	+
<i>B. lichiniiformis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Necercia</i> sp	+++	+++	+	+	++	+
<i>Azotobacter</i> sp	+++	+++	++++	+	++++	+++
<i>B. bodius</i>	++++	++++	++++	++++	++++	++++

Keterangan: aktivitas sangat tinggi (++++ = >75% DH), aktivitas tinggi (+++ = 61-75% DH), aktivitas sedang (++ = 51-60% DH), aktivitas rendah (+ = <50% DH) dan tidak ada aktivitas (-)

Kandidat agens biokontrol yang memiliki kemampuan penghambatan lebih tinggi terhadap semua jenis patogen terbawa benih yaitu isolat *B. bodius*, sementara isolat *B. alvae* hanya memiliki daya penghambatan lebih tinggi terhadap tiga koloni patogen saja yaitu *S. rolfsii*, *R. solani* dan *F. oxysporum* serta isolat yang memiliki kemampuan penghambatan lebih tinggi terhadap dua patogen uji yang

berbeda-beda yaitu *Azotobacter* sp, *A. suis*, *Flavobacterium* sp, *P. capacia* dan *B. polymixa* dan satu isolat yang efektif terhadap satu patogen uji yaitu *B. stearotermophilus*, dan empat isolat yang aktivitas menghambatnya rendah terhadap semua patogen uji yaitu isolat *P. dimuta*, *B. larvae*, *B. coagulans* dan *B. lichiniiformis*. Isolat rizobakteri tersebut mampu menghambat pertumbuhan koloni patogen

terbawa benih secara *in vitro*. Besarnya skala penghambatan rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni patogen terbawa benih di lihat berdasarkan mengecilnya pertumbuhan koloni patogen tersebut.

Kelompok rizobakteri yang memiliki kemampuan daya penghambatan terhadap pertumbuhan koloni cendawan patogen *P. capsici* sedang, rendah dan tidak memiliki daya hambat sama sekali, sebenarnya juga masih berpotensi untuk dikembangkan sebagai rizobakteri pemacu pertumbuhan. Kelompok rizobakteri ini kemungkinan memiliki berbagai kemampuan lainnya seperti memproduksi senyawa IAA, senyawa siderofor, mereduksi mangan, dan

kemampuan melarutkan fosfat (Syamsuddin dan Ulim, 2013).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kemampuan antagonisme isolat rizobakteri berdampak positif untuk menekan pertumbuhan jamur patogen terbawa benih secara *in vitro*. Rizobakteri dapat menekan jamur patogen melalui mekanisme antibiosis, kompetisi, *Induced Systemic Resistance* (ISR), dan produksi enzim. Hal tersebut didukung Zhang (2004) yang menyatakan bahwa kemampuan antagonisme antara rizobakteri dengan jamur patogen dapat terjadi melalui mekanisme antibiosis, kompetisi, parasitisme/predatorisme, produksi enzim ekstraseluler, dan induksi resistensi.

3.2. Pengaruh Perlakuan Benih dengan Rizobakteri Terhadap Proses Perkecambahan Benih Cabai

Tabel 3. Rata-rata tolok ukur viabilitas dan vigor benih pada beberapa varietas cabai merah

Perlakuan	Tolok ukur viabilitas dan vigor benih yang diamati					
	PTM (%)	DB (%)	IV (%)	K _{ST} (%)	K _{CT-R} (%)	T ₅₀ (hari)
Arena	99,72 b	98,33	52,22 b	93,06 b	95,22 b	7,59 a
PM 999	98,61 a	96,11	33,33 a	83,06 a	82,22 a	8,27 b
BNJ 0.05	0,99	-	8,27	5,38	3,84	0,27

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 0.05 (Uji BNJ)

Tabel 4. Rata-rata tolok ukur viabilitas dan vigor benih pada beberapa perlakuan rizobakteri

Perlakuan	Tolok ukur viabilitas dan vigor benih					
	PTM (%)	DB (%)	IV (%)	K _{ST} (%)	K _{CT-R} (%)	T ₅₀ (hari)
Kontrol	100 b	100 a	45,00 ab	74,17 a	97,39 cd	7,86 ab
<i>A. suis</i>	100 b	100 a	47,50 ab	96,67 b	91,84 bcd	7,76 ab
<i>Azotobacter</i> sp	100 b	97,50 a	63,33 b	92,50 b	93,79 cd	7,47 a
<i>P. capacia</i>	100 b	95,83 a	37,50 a	92,50 b	85,51 abc	8,07 ab
<i>B. stearothermophilus</i>	98,33 ab	94,16 a	30,00 a	88,33 b	81,30 a	8,26 b
<i>B. bodius</i>	96,67 a	95,83 a	33,33 a	84,17 ab	82,44 ab	8,16 ab
BNJ 0.05	2,58	6,13	21,44	13,95	9,96	0,71

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 0.05 (Uji BNJ)

Hasil analisis ragam (Uji F) menunjukkan bahwa pengaruh varietas berpengaruh sangat nyata terhadap keserempakan tumbuh (K_{ST}), Indeks Vigor (IV), Kecepatan Tumbuh Relatif (K_{CT-R}) dan Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50 % perkecambahan total (T₅₀). Sedangkan potensi tumbuh maksimum (PTM) pada perlakuan varietas

berpengaruh nyata serta berpengaruh tidak nyata pada tolok ukur Daya Berkecambah (DB). Sementara pengaruh jenis rizobakteri berpengaruh sangat nyata pada Potensi Tumbuh Maksimum (PTM), Keserempakan Tumbuh (K_{ST}), Indeks Vigor (IV) dan Kecepatan Tumbuh Relatif (K_{CT-R}) dan tolok ukur Daya Berkecambah (DB) dan Waktu Mencapai 50% (T₅₀) hanya

berpengaruh nyata. Interaksi antara varietas dan rizobakteri berpengaruh sangat nyata terhadap Potensi Tumbuh Maksimum (PTM), Indeks Vigor (IV) dan Kecepatan Tumbuh Relatif (K_{CT-R}) serta berpengaruh nyata terhadap tolok ukur Daya Berkecambah (DB), Keserempakan Tumbuh (K_{ST}) dan Waktu Mencapai 50% (T_{50}). Rata-rata tolok ukur viabilitas dan vigor benih pada beberapa varietas cabai merah dapat dilihat pada Tabel berikut.

Berdasarkan hasil penelitian perlakuan benih menggunakan rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai dibandingkan dengan benih tanpa perlakuan (kontrol). Berdasarkan perhitungan menggunakan data yang diamati, perlakuan rizobakteri meningkat pada tolok ukur indeks vigor, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh relatif dan menurunkan T_{50} hari dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Peningkatan viabilitas dan vigor benih serta pertumbuhan bibit

tanaman cabai oleh isolat rizobakteri diduga diakibatkan oleh kemampuan isolat rizobakteri dalam memproduksi hormon tumbuh (Garcia *et al.*, 2003).

Menurut Figueiredo *et al.* (2010) menyatakan bahwa rizobakteri mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan mekanisme yang berbeda baik secara langsung maupun tidak langsung, misalnya meningkatkan pelarutan mineral, fiksasi nitrogen, menekan patogen tular tanah dengan produksi siderofor, HCN dan antibiotik, produksi fitohormon serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan dan salinitas. Rizobakteri *Bacillus* spp., *P. fluorescens* dan *Serratia* sp. memiliki kemampuan dalam mensintesis hormon tumbuh, memfiksasi nitrogen atau melarutkan fosfat sehingga dapat meningkatkan viabilitas dan vigor bibit cabai (Sutariati dan Wahab 2012).

Tabel 5. Pengaruh varietas dan rizobakteri pada benih terhadap proses perkecambahan benih cabai

Perlakuan Benih	Tolok ukur viabilitas benih					
	PTM (%)		DB (%)		K_{ST} (%)	
	Arena	PM 999	Arena	PM 999	Arena	PM 999
Kontrol	100 aA	100 bA	100 aA	100 bA	78,33 aA	70,00 aA
<i>A. suis</i>	100 aA	100 bA	100 aA	100 bA	100 bA	93,33 bA
<i>Azotobacter</i> sp	100 aA	100 bA	95,00 aA	100 bA	90,00 abA	95,00 bA
<i>P. capacia</i>	100 aA	100 bA	98,33 a A	93,33 abA	95,00 abA	90,00 bA
<i>B. stearothermophilus</i>	98,33 aA	98,33 bA	98,33 a B	90,00 aA	96,67 abA	80,00 abA
<i>B. bodius</i>	100 aB	93,33 aA	98,33 a A	93,33 abA	98,33 bB	70,00 aA
BNJ 0,05	3,47		8,27		18,82	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 0,05 (Uji BNJ) Huruf kecil dibaca vertikal dan huruf besar dibaca horizontal.

Berdasarkan hasil penelitian Sutariati *et al.* (2006), dibandingkan dengan tanpa perlakuan, perlakuan benih dengan rizobakteri nyata meningkatkan daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor dan kecepatan tumbuh relatif serta menurunkan T_{50} benih cabai yang diuji. Sutariati dan Wahab (2012) juga

menyatakan bahwa perlakuan benih dengan rizobakteri *Bacillus* spp. *P. fluorescens* dan *Serratia* sp. mampu meningkatkan potensi tumbuh maksimum, keserempakan tumbuh, bobot kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah benih cabai secara signifikan dibanding control.

Tabel 6. Pengaruh varietas dan rhizobakteri pada benih terhadap viabilitas dan vigor benih cabai

Perlakuan Benih	Tolak Ukur Vigor Benih					
	IV (%)		K _{CT-R} (%)		T ₅₀ (hari)	
	Arena	PM 999	Arena	PM 999	Arena	PM 999
Kontrol	61,67 aB	28,33 abA	111,27 bB	83,51 abcA	7,20 aA	8,52 bcB
<i>A. suis</i>	46,67 aA	48,33 bcA	92,47 aA	91,21 bcA	7,70 aA	7,82 abA
<i>Azotobacter</i> sp	58,33 aA	68,33 cA	93,00 aA	95,57 cA	7,40 aA	7,53 aA
<i>P. capacia</i>	45,00 aA	30,00abA	89,14 aA	81,87 abA	8,02 aA	8,12 abcA
<i>B. stearothermophilus</i>	50,00 aB	10,00 aA	91,11 aB	71,50 aA	7,76 aA	8,75 bcB
<i>B. bodius</i>	51,67 aB	15,00 aA	94,21 aB	70,67 aA	7,44 aA	8,87 cB
BNJ 0,05	28,94		13,44		0,96	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 0,05 (Uji BNJ) Huruf kecil dibaca vertikal dan huruf besar dibaca horizontal

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian *in vitro* dengan menggunakan metode uji kultur ganda dari 16 isolat rizobakteri terdapat kandidat agens biokontrol yang memiliki kemampuan penghambatan yang efektif terhadap semua jenis patogen terbawa benih yaitu isolat *Bacillus bodius*.

Rizobakteri yang efektif dari hasil percobaan pertama tidak berpengaruh negatif terhadap proses perkecambahan benih cabai. Perlakuan rizobakteri terhadap viabilitas dan vigor tergantung pada varietas benih yang dicobakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, V.K., J.B. Sinclair. 1987. Principles of Seed Pathology. Volume I and II. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- AVRDC. 1990. Vegetable Production Training Manual. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhuai, Taiwan.
- Awais, M., Al. Shah, A. Hameed, and F. Hasan. 2007. Isolation, identification and optimization of bacitracin produced by *Bacillus* sp. Pak.J. Bot. 39(4):1303-1312.
- Bernald, G., A. Illanes, L. Ciampil. 2002. Isolation and partial purification of metabolite from a mutant strain of *Bacillus* sp. with antibiotic activity against plant pathogenic agents. *Elect J Biotech* 5:12-20.
- BPS, Direktorat Jenderal Hortikultura, Departemen Pertanian 2013. Produktivitas Sayuran di Indonesia.
- Bruin, G.C, L.V. Edgington. 1980. Induced resistance to ridomil of some oomycetes. *Phytopathology*, 70:459-560.
- Burges, H.D. 1998. Formulation of pesticides, Beneficial Microorganisms, Nematodes and Seed Treatment. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. 411p.
- Charles, L.B., D.B. Benny, Bruton, M.W. Marisa, R. Melinda. 1997. *Phytophthora capsici* zoospore infection of pepper fruit in various physical environments. Departement of Agronomy and Horticulture, New Mexico State University, Las Cruces, Nm 88003.
- Duriat, A.S.A., W. Widjaya, W. Hadisoeganda, T.A. Soetiarso, L. Prabaningrum. 1999. Teknologi Produksi Benih Cabai Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian & Pengembangan Pertanian, Lembang, Bandung.
- Fernando, D., Nakkeeran, and Z. Yilan. 2005. Biosynthesis of Antibiotics by PGPR and Its Relation in Biocontrol of Plant Diseases dalam: Z.A. Siddiqui (ed.), PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Springer. 67-109.

- Garcia, JA., LA. Probanza, B. Ramos & FJG. Manero. 2003. Effects of three plant growth-promoting rhizobacteria on the growth of seedling of tomato and pepper in two different sterilized and non sterilized peats. *J. Agro. And soil Sci.*, vol. 49, no. 1. Hlm 119-27.
- George, R.A.T. 2000. Vegetable Seed Production. CABI Publishing. New York. USA.
- Harman, G.E., A.G. Taylor, T.E. Stasz. 1989. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and solid matrix priming to improve biological seed treatments. *Plant Disease*, 73 (8): 631-637.
- Hornby, D. 1993. Biological Control of Soil-borne Plant Pathogens. Wallingford, UK: CAB International.
- Milner, J.L., L. Silo-Sub, J.C. Lee, H. He, J. Clardy, and J. Handelsman. 1996. Production of kanosamine by *Bacillus cereus* UW85. *Appl Environ. Microbiol.* 62:3061-3065.
- Pedzoldt, C. 2000. Peppers. New York State IPM Program. New York State Agricultural Experiment Station. Cornell University. USA.
- Seed Treatment and Environment Commitee. 2000. Biological control agens seed treatments. International Seed Trade Federation. Swizerland. <http://www.worl-dseed.org/pdf/Stbiologicale.pdf>.
- Shen, S.S, J.W. Kim, C.S. Park. 2002. *Serratia plymuthica* Strain A21-4: a potential biocontrol agenst against *Phytophthora capsici* of pepper. *Plant Pathology Journal*, 18(3): 138-141.
- Silo-Suh, L., E.V. Stabb, S.J. Raffel, and S.J. Handelsman. 1998. Target range of zwittermicin A, and amino polyol antibiotic from *Bacillus cereus*. *Curr Microbiol* 37:6-11.
- Sutariati, G.A.K. 2006. Perlakuan benih dengan agens biokontrol untuk pengendalian penyakit antraknosa dan peningkatan hasil serta mutu benih cabai. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. p.163
- Sutariati GAK, Wahab A. 2012. Karakter fisiologis dan kemangkusan rizobakteri indigenus Sulawesi Tenggara sebagai pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *J. Hort.* 22 (1) : 57-64.
- Syamsudin dan Ulim MA. 2013. Daya hambat rizobakteri kandidat agens biokontrol terhadap pertumbuhan koloni patogen *phytophthora capsici* secara *in vitro*. *J. Floratek.* 8: 64-72.
- Syamsuddin, S. Ilyas, Alfizar, B. Amin. 2007. Pengembangan *Biological Seed Treatment* untuk Pengendalian Busuk Phytophthora pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Hibah Bersaing XIV Perguruan Tinggi.
- Syamsuddin. 2010. Perlakuan Benih Secara Hayati untuk Pengendalian Busuk Phytophthora (*Phytophthora capsici* Leonian) dan Peningkatan Hasil serta Mutu benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Penelitian Disertasi Program Doktor (S3) di IPB, Bogor.
- Zhang, Y. 2004. Biocontrol of *Sclerotinia* Stem Rot of Canola by Bacterial Antagonists and Study of Biocontrol Mechanism Involved. (Thesis) Departement of Plant Science, University of Manitoba Canada.