

Penggunaan Bakteri Kitinolitik sebagai Pengendali Hayati *Colletotrichum capsici* pada Tanaman Cabai

Use of Chitinolytic Bacteria as Biological Control of *Colletotrichum capsici* on Chili Plants

Dian Syahfitri, Nisa Rachmania Mubarik*, Lisdar A. Manaf
Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

ABSTRAK

Colletotrichum capsici merupakan penyebab penyakit antraknosa yang dapat menurunkan produktivitas tanaman cabai. Bakteri kitinolitik *Serratia marcescens* KAHN 15.12, *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12, dan BAE 36 dilaporkan bersifat antagonis terhadap *C. capsici*. Oleh karena itu penelitian dilakukan untuk menentukan potensi bakteri kitinolitik dalam mengendalikan *C. capsici* pada tanaman cabai dalam skala rumah kaca. Tiga isolat bakteri diformulasi menggunakan talk sebagai medium pembawa. Tahapan penelitian terdiri atas karakterisasi isolat, formulasi agens pengendali hayati, uji viabilitas isolat, uji keefektifan agens pengendali hayati pada buah cabai besar di laboratorium, dan uji keefektifan formulasi agens pengendali hayati di rumah kaca. Keparahan penyakit antraknosa pada buah cabai besar di laboratorium mencapai 64% dengan perlakuan formulasi isolat bakteri BAE 36. Pengujian di rumah kaca menunjukkan bahwa formulasi BAE 36 dan formulasi konsorsium dapat menghambat infeksi *C. capsici*, masing-masing ditandai oleh insidensi penyakit paling rendah berturut-turut sebesar 25% dan 50%. Hasil ini menunjukkan bahwa formulasi bakteri kitinolitik berpotensi sebagai agens pengendali hayati terhadap *C. capsici*.

Kata kunci: antagonis, formulasi, insidensi penyakit, keparahan penyakit, talk

ABSTRACT

Colletotrichum capsici is known as the causal agent of anthracnose disease in chili plant and may cause reduction of crop yield. Chitinolytic bacteria, namely *Serratia marcescens* KAHN 15.12, *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12, and BAE 36 were reported to have antagonistic activity against *C. capsici*. Therefore, a study was conducted to determine the potential of chitinolytic bacteria on controlling *C. capsici* on chili plants in greenhouse experiment. Three bacterial isolates used as biocontrol agent was formulated by using talcum as carrier materials. The methodologies consisted of characterization of bacterial isolates, formulation of biocontrol agent, viability test of bacterial isolate, efficacy of biocontrol agents in the laboratory and in the greenhouse. Disease severity in the laboratory reached 64% when chili treated with isolate formulation of BAE 36. In the greenhouse, BAE 36 isolate formulation and consortium formulation were able to suppress infection of *C. capsici*; each was indicated by disease incidence of 25% and 50%, respectively. These results indicated that chitinolytic bacterial formulations could be potencial as biocontrol agents of *C. capsici*.

Key words: antagonistic, disease incidence, disease severity, formulation, talcum

*Alamat penulis korespondensi: Divisi Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Indonesia Institut Pertanian Bogor. Jalan Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Tel: +62-251-8622833, Faks: +62-251-8622833, Surel: nrachmania@ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum*) merupakan tanaman hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, tetapi produktivitasnya tergolong rendah. Penurunan produksi buah cabai di Korea, Indonesia, Thailand, dan Cina diakibatkan adanya penyakit antraknosa yang disebabkan oleh infeksi *Colletotrichum capsici* (Lee *et al.* 2010; Putro *et al.* 2014). Infeksi *C. capsici* pada fase pertumbuhan tanaman cabai hanya menyebabkan kerusakan ringan, sedangkan infeksi pada buah cabai matang dapat menyebabkan lesio cekung nekrosis pada permukaan buah sehingga menyebabkan kehilangan hasil hingga 50% pada pra dan pasca panen (Chaisemaeng *et al.* 2013). Penyakit antraknosa akan semakin parah ketika musim hujan dan dapat menyebabkan kehilangan hasil panen mencapai 50–100% (Pakdeevaporn *et al.* 2005). Penyakit antraknosa bersifat laten sehingga masih dapat menyebabkan penyakit pada pascapanen. Oleh karena itu, penyakit ini dianggap penyakit yang paling merugikan dibandingkan dengan penyakit lainnya.

Upaya yang sering dilakukan untuk mengendalikan penyakit ini ialah dengan penggunaan pestisida sintesis, tetapi metode ini dapat menyebabkan masalah lingkungan, resistensi patogen, dan kontaminasi pada makanan (Chaisemaeng *et al.* 2013). Salah satu alternatif pengendalian *C. capsici* pada tanaman cabai, yaitu menggunakan agens hayati yang berasal dari kelompok bakteri kitinolitik. Bakteri kitinolitik mampu menghasilkan ezim kitinase dan menyebabkan lisis pada dinding sel cendawan (El-Katatny *et al.* 2000; Nurdin *et al.* 2015). *Aeromonas*, *Serratia*, *Vibrio*, *Streptomyces*, dan *Bacillus* merupakan bakteri kitinolitik penghambat pertumbuhan beberapa cendawan patogen (Saima *et al.* 2013). Penelitian sebelumnya telah menemukan bakteri kitinolitik mampu menghambat pertumbuhan *C. capsici*, yaitu *Serratia marcescens* KAHN 15.12, *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12 (Nurdin *et al.* 2015) dan satu isolat yang belum teridentifikasi (BAE 36). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjut untuk menentukan potensi

bakteri kitinolitik tersebut sebagai agens pengendali hayati terhadap *C. capsici*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bakteri kitinolitik yang digunakan ialah *Serratia marcescens* KAHN 15.12, *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12 yang merupakan koleksi laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, FMIPA, IPB dari hasil penelitian sebelumnya dan isolat BAE 36 yang berasal dari rizosfer pertanaman cabai di Cirebon. Bakteri ini sudah diketahui bersifat antagonis terhadap *C. capsici*. Cendawan *C. capsici* BGR 15102 yang digunakan merupakan koleksi Dr Widodo, MSi, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB; sedangkan cabai yang digunakan ialah cabai varietas Landung.

Uji Kualitatif Aktivitas Kitinolitik Bakteri

Bakteri kitinolitik ditumbuhkan pada medium agar-agar kitin 0.3% (KH_2PO_4 0.02%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.1%, koloidal kitin 0.3 %, ekstrak khamir 0.1%, dan agar-agar 2%). Sebanyak 1 ose isolat diinokulasikan pada medium agar-agar kitin 0.3% dan diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari. Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni yang menunjukkan aktivitas kitinolitik diukur indeks kitinolitiknya. Penghitungan nilai indeks kitinolitik (IK) berdasarkan persamaan:

$$\Delta Y = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \times 100\%, \text{ dengan}$$

ΔY , besarnya indeks kitinolitik; Y_1 , diameter koloni; dan Y_2 , diameter zona bening ditambahkan dengan diameter koloni.

Pengukuran Aktivitas Kitinase Isolat Bakteri BAE 36

Sebanyak 300 μL koloidal kitin 0.3 % ditambah dengan 150 μL bufer fosfat pH 7.0 0.1 M dalam 150 μL enzim ekstrak kasar dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 30 menit, lalu dididihkan. Komposisi kontrol dibuat sama dengan komposisi enzim sampel tetapi penambahan enzim ekstrak kasar dilakukan setelah koloidal kitin dan bufer fosfat mendidih. Enzim sampel dan kontrol

disentrifugasi pada 8400 g (*ependorfminispin* dengan rotor tipe/model F-45-12-11) selama 5 menit. Jumlah N-asetilglukosamin ditentukan dengan mencampur 200 μL supernatan ditambahkan 500 μL akuades dan 1000 μL pereaksi Schales. Campuran tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 420 nm. Konsentrasi N-asetilglukosamin dihitung berdasarkan kurva standar N-asetilglukosamin. Satu unit aktivitas enzim ialah jumlah enzim yang menghasilkan 1 μmol produk N-asetilglukosamin per menit (Green *et al.* 2005). Kadar protein enzim kasar ditentukan menggunakan metode Bradford. Penentuan kadar protein dilakukan untuk mengetahui aktivitas spesifik enzim (ASE). ASE (Unit mg^{-1} protein) dihitung menggunakan rumus:

$$\text{ASE} = \frac{\text{Aktivitas kitinase (Unit mL}^{-1}\text{)}}{\text{Kadar protein (mg mL}^{-1}\text{)}}$$

Uji Antagonis Antarisolat Bakteri

Masing-masing isolat bakteri dikulturkan pada medium *nutrient broth* (NB) hingga mencapai kerapatan 10^8 sel mL^{-1} . Kultur bakteri 1% (v/v) diinokulasikan ke medium *nutrient agar* (NA) yang masih cair, kemudian ditunggu hingga memadat. Satu ose isolat bakteri uji dimasukkan ke dalam 1 mL larutan NaCl 0.85% lalu dikocok dengan vortex. Sebanyak 20 μL suspensi tersebut diteteskan ke dalam sumur (diameter ± 9 mm) yang dibuat pada medium NA tersebut, kemudian cawan diinkubasi pada suhu ruang (± 27 °C) selama 24 jam. Kontrol positif ini ialah kanamisin (1 mg mL^{-1}) dan akuades steril digunakan sebagai kontrol negatif. Zona bening yang terbentuk di sekitar sumur menunjukkan bahwa antibakteri mempunyai sifat antagonistik.

Uji Viabilitas Formulasi Agens Pengendali Hayati

Komposisi bahan pembawa yang digunakan ialah 50 g talk, 1 g pepton, 0.5 g CMC, 1.5 g sukrosa teknis, dan 1 g ekstrak khamir (Putri *et al.* 2016), dan 0.5 g CaCO_3 . Bahan tersebut disterilisasi 3 kali pada suhu 121 °C selama ± 20 menit. Sebanyak 5 mL suspensi bakteri (10^8 sel mL^{-1}) diinokulasikan

pada bahan pembawa yang telah steril dan dingin. Agens pengendali hayati yang diuji viabilitasnya ialah formulasi isolat bakteri BAE 36 dan formulasi konsorsium yang terdiri atas isolat bakteri BAE 36, *S. marcescens* dan *B. thuringiensis*. Uji viabilitas dilakukan dengan metode *total plate count* pada medium NA dan kepadatan populasi bakteri diukur mulai minggu ke-0 sampai minggu ke-12.

Uji Efektivitas Agens Pengendali Hayati pada Buah Cabai Besar di Laboratorium

Uji efektivitas agens hayati dilakukan dengan menyemprotkan supernatan bakteri (hasil sentrifugasi kultur bakteri) dan terdiri atas 11 perlakuan, yaitu perlakuan supernatan BAE 36 (P1), supernatan *S. marcescens* (P2), supernatan *B. thuringiensis* (P3), supernatan konsorsium (P4), formulasi BAE 36 (P5), formulasi *S. marcescens* (P6), formulasi *B. thuringiensis* (P7), formulasi konsorsium (P8), bahan pembawa (P9), fungisida kimia (propinep 70%) dengan dosis 4 g L^{-1} sesuai anjuran pada label (P10), kontrol patogen (*C. capsici*) (P11). Sebelum diberi perlakuan, buah cabai disterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% selama 3 menit dan NaOCl teknis 2% kemudian dibilas dengan akuades steril. Buah cabai yang telah diberi perlakuan dikeringanginkan, dimasukkan ke dalam wadah plastik kemudian ditutup dan disimpan selama satu hari. Selanjutnya, buah cabai disuntik suspensi $0.01 \text{ mL C. capsici}$ (10^6 spora mL^{-1}) pada permukaan cabai dan diinkubasi selama 10 hari. Setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan dan masing-masing ulangan terdiri atas 5 cabai. Keparahan penyakit (KP) dihitung dengan rumus:

$$\text{KP} = \frac{\sum_{i=0}^i (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n , jumlah buah setiap kelas bercak; V , nilai skor setiap kelas bercak; N , jumlah buah yang diamati; Z , nilai skor kelas luas bercak yang tertinggi. Skor gejala menurut kelas bercak yang dibuat oleh James (1976) dengan modifikasi, yaitu 0, $0 \leq x \leq 0.05\%$; 1, $0.05 < x \leq 1\%$; 2, $1 < x \leq 10\%$; 3, $10 < x \leq 25\%$; 4, $25 < x \leq 50\%$; dan 5, $x > 50\%$.

Uji Efektivitas Formulasi Agens Pengendali Hayati di Rumah Kaca

Aplikasi formulasi bakteri kitinolitik di rumah kaca disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan [formulasi isolat BAE 36 (A1), formulasi konsorsium yang terdiri atas *S. Marcescens* KAHN 15.12, *B. thuringiensis* SAHA 12.12 dan BAE 36 (A2), bahan pembawa (A3), fungisida kimia (A4-propinop 70%), kontrol patogen (A5-*C.capsici*), kontrol (A6-tanpa agens pengendali hayati dan patogen *C. capsici*)] dan setiap perlakuan terdiri atas 4 ulangan. Benih cabai disterilisasi permukaannya dengan NaOCl 1%, kemudian direndam dalam air hangat steril. Benih yang dipilih ialah benih yang tenggelam. Benih yang telah diseleksi direndam dalam suspensi spora *C. capsici* (10^6 spora mL⁻¹) selama 30 menit, kemudian didiamkan beberapa saat sebelum direndam dengan masing-masing perlakuan agens pengendali hayati selama \pm 6 jam. Benih yang telah diberi perlakuan ditanam dalam polibag yang berisi medium tanam (tanah dan kompos, 2:1) yang telah disterilisasi menggunakan autoklaf selama \pm 60 menit. Peubah yang diamati ialah insidensi penyakit rebah kecambah. Pengamatan dilakukan saat 21 hari setelah tanam. Insidensi penyakit (IP) rebah kecambah dihitung dengan persamaan:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n, jumlah tanaman yang bergejala; dan N, jumlah tanaman dalam perlakuan.

Analisis data

Data penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan taraf kepercayaan 95% (ANOVA). Apabila data yang didapatkan berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% menggunakan program SPSS.

HASIL

Aktivitas Kualitatif Kitinolitik Bakteri

Ketiga isolat bakteri yang ditumbuhkan pada medium agar-agar kitin 0.3% menghasilkan zona bening di sekitar koloni.

Isolat bakteri BAE 36 menunjukkan indeks kitinolitik tertinggi sebesar 3.6. Isolat bakteri *S. marcescens* KAHN 15.12 menunjukkan indeks kitinolitik sebesar 1.2 sedangkan *B. thuringiensis* SAHA 12.12 menunjukkan indeks kitinolitik terendah sebesar 0.2 (Gambar 1).

Aktivitas Spesifik Kitinase Isolat BAE 36

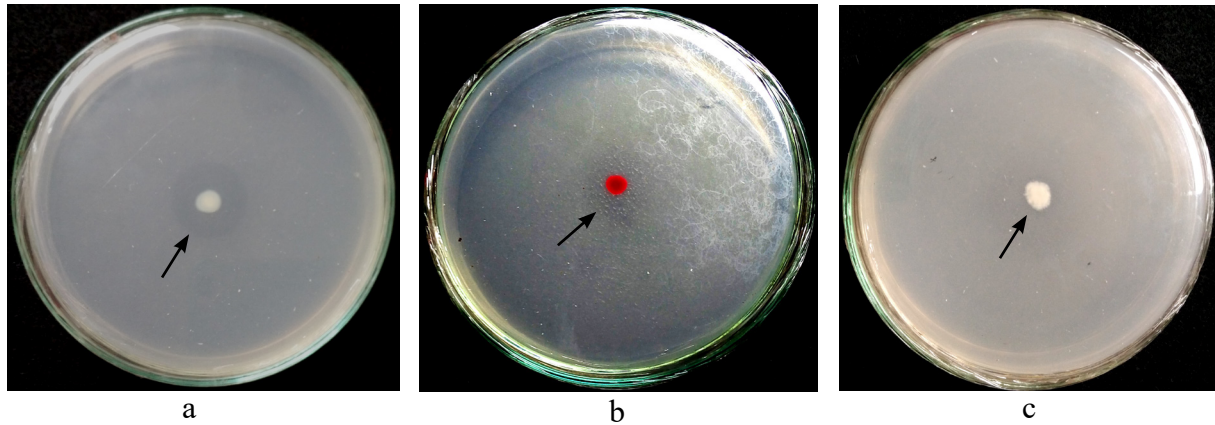
Uji aktivitas spesifik kitinase isolat *S. marcescens* KAHN 15.12 dan *B. thuringiensis* SAHA 12.12 telah dilakukan oleh Nurdin *et al.* (2015). Aktivitas spesifik kitinase isolat BAE 36 pada penelitian ini mulai terdeteksi pada jam ke-27. Kultur isolat BAE 36 memiliki jumlah sel tertinggi pada jam ke-20. Aktivitas spesifik kitinase tertinggi tercapai pada jam ke-30 sebesar 3.86 U mg⁻¹. Aktivitas spesifik enzim kitinase mulai terdeteksi pada fase stasioner (Gambar 2).

Antagonis Antarisolat Bakteri

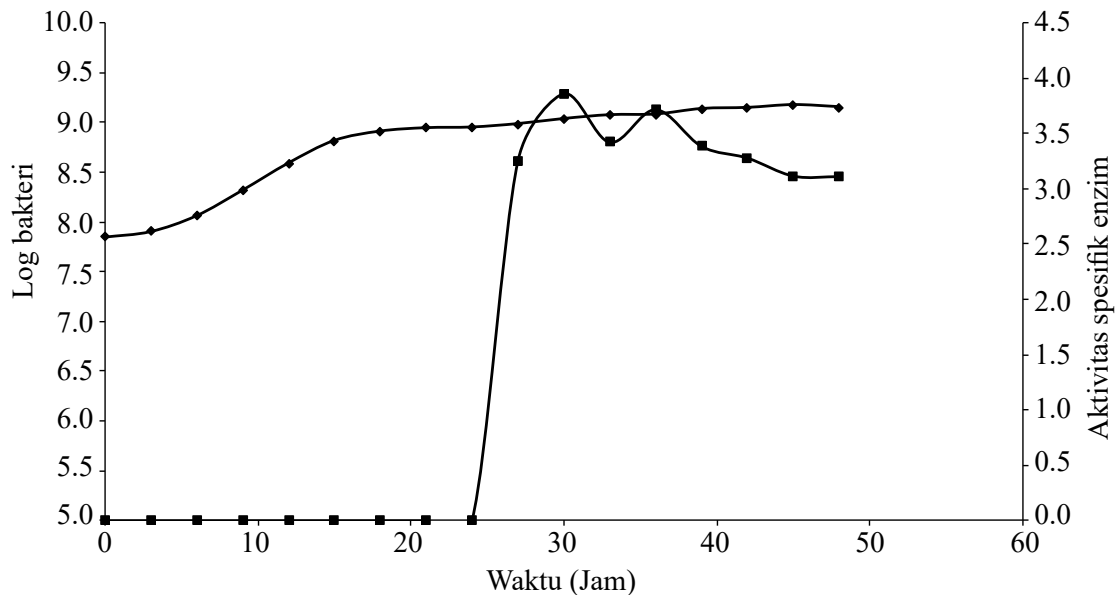
Uji antagonis dilakukan untuk mengetahui sifat antagonis antar isolat yang dikonsorsiumkan pada formulasi. Isolat BAE 36, *S. marcescens* KAHN 15.12 dan *B. thuringiensis* SAHA 12.12 tidak menunjukkan sifat antagonis. Hal ini dapat dibuktikan dengan tidak terbentuknya zona bening di sekitar sumur yang berisi masing-masing isolat uji. Zona bening terbentuk di sekitar sumuran yang diisi dengan kanamisin (kontrol positif) (Gambar 3).

Viabilitas Formula Agens Pengendali Hayati

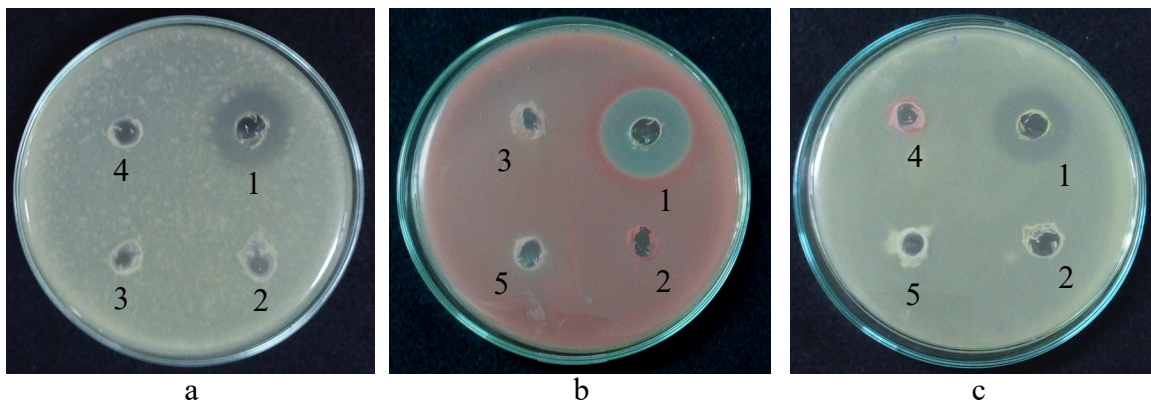
Formula agens pengendali hayati dalam bahan pembawa utama berupa talk terdiri atas isolat bakteri BAE 36 (formula BAE 36) dan formula konsorsium (isolat bakteri BAE 36 + *S. marcescens* + *B. thuringiensis*). Formula agens pengendali hayati dalam bahan pembawa bertujuan untuk mempertahankan daya hidup sel bakteri dan mempermudah penyimpanan. Jumlah populasi bakteri pada formula konsorsium lebih tinggi dibandingkan dengan formula BAE 36. Kepadatan populasi bakteri menurun seiring dengan lamanya masa simpan (Tabel 1).



Gambar 1 Aktivitas kitinolitik isolat bakteri pada medium agar-agar kitin 0.3%. a, Isolat BAE 36; b, *Serratia marcescens* KAHN 15.12; dan c, *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12.



Gambar 2 Pertumbuhan dan aktivitas kitinase isolat bakteri BAE 36 pada medium *nutrient broth* mengandung koloidal kitin 0.3%. ♦, Pertumbuhan; dan ■, Aktivitas kitinase.



Gambar 3 Hasil uji antagonis antibakteri. a, *Serratia marcescens* KAHN 15.12 dan BAE 36 tidak bersifat antagonis terhadap bakteri *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12; b, Isolat BAE 36 dan *B. thuringiensis* SAHA 12.12 tidak bersifat antagonis terhadap *S. marcescens* KAHN 15.12; c, *S. marcescens* dan *B. thuringiensis* tidak bersifat antagonis terhadap isolat BAE 36. 1, K+; 2, K-; 3. Isolat BAE; 4, *S. Marcescens*; dan 5, *B. thuringiensis*.

Pengujian Efektivitas Agens Pengendali Hayati pada Buah Cabai di Laboratorium

Aplikasi supernatan yang mengandung enzim ekstrak kasar kitinase dan formula bakteri pada buah cabai mampu mengurangi keparahan penyakit antraknosa (*C. capsici*). Buah cabai yang diberi perlakuan formula bakteri menunjukkan keparahan penyakit antraknosa lebih rendah dibandingkan dengan yang diberi patogen saja. Keparahannya penyakit antraknosa pada perlakuan fungisida lebih rendah dibandingkan dengan formulasi agens pengendali hayati secara keseluruhan kecuali formulasi BAE 36. Keparahannya penyakit antraknosa pada kontrol patogen mencapai sebesar 97.3%, sedangkan pada cabai yang diberi perlakuan formulasi bakteri isolat BAE 36 lebih rendah, yaitu 64.3% (Gambar 4). Perlakuan formulasi bakteri, supernatan,

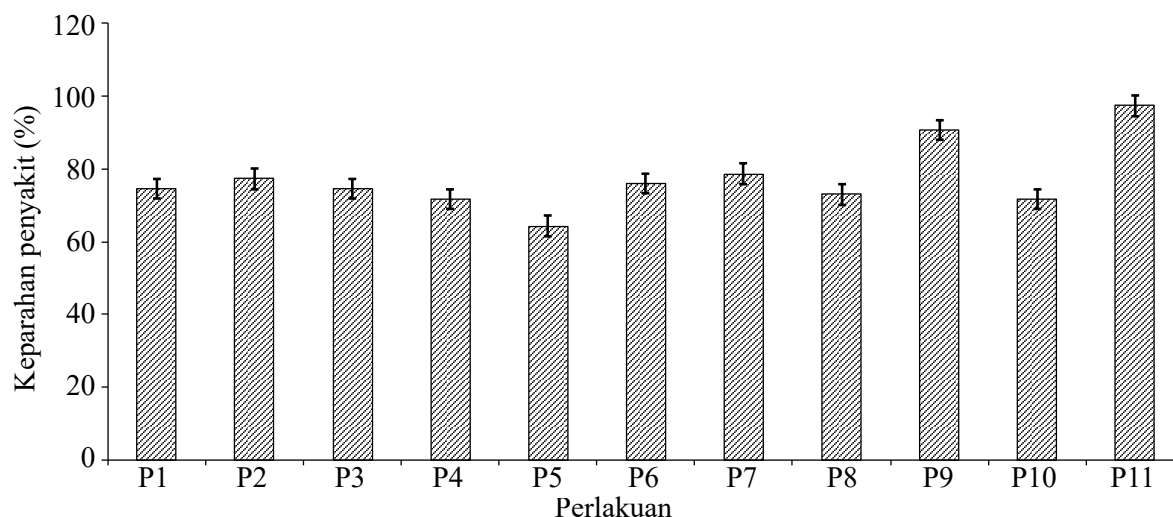
dan fungisida kimia secara keseluruhan dapat mengurangi gejala antraknosa.

Pengujian Efektivitas Formulasi Agens Pengendali Hayati di Rumah Kaca

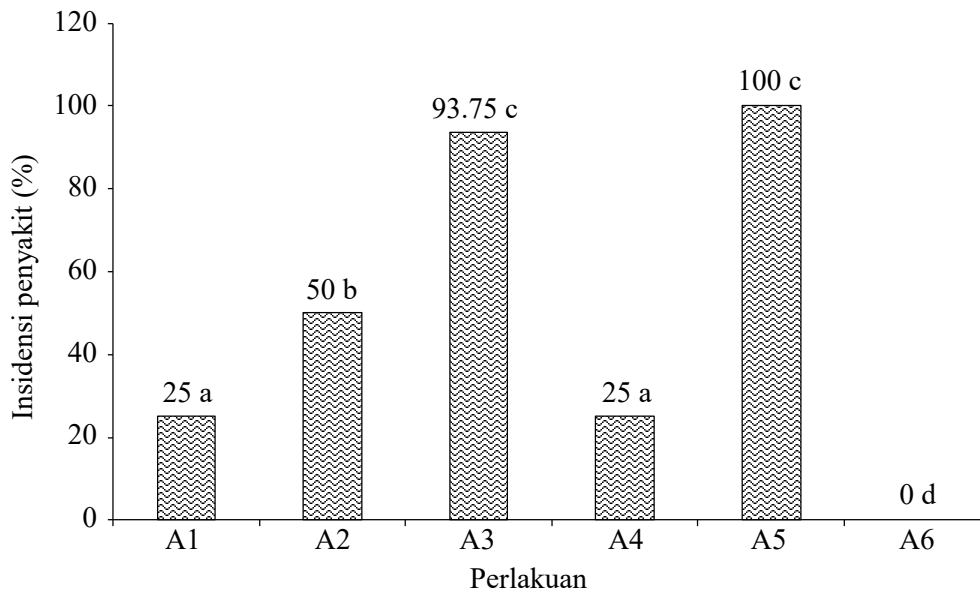
Gejala yang muncul setelah inokulasi patogen *C. capsici*, yaitu rebah kecambah pada tanaman cabai. Aplikasi formula bakteri kitinolitik pada benih cabai dapat mengurangi insidensi penyakit rebah kecambah. Perlakuan yang paling tinggi dalam menghambat *C. capsici*, yaitu A1 (formulasi isolat BAE 36) dan A4 (fungisida kimia). Kedua perlakuan ini menghasilkan insidensi rebah kecambah terendah, sedangkan insidensi rebah kecambah pada perlakuan A2 (formulasi konsorsium) ialah sebesar 50%. Semua perlakuan formulasi agens pengendali hayati menunjukkan insidensi penyakit rebah kecambah yang

Tabel 1 Viabilitas sel bakteri konsorsium dan BAE 36 dalam formula

Isolat	Populasi bakteri (cfu g ⁻¹) minggu ke-						
	0	2	4	6	8	10	12
Konsorsium	3.0×10^8	2.1×10^8	1.6×10^8	1.5×10^8	8.5×10^7	3.8×10^7	9.8×10^6
BAE 36	1.6×10^9	6.3×10^8	8.1×10^8	6.2×10^8	3.3×10^8	1.1×10^8	6.2×10^7



Gambar 4 Keparahan penyakit antraknosa pada buah cabai 10 hari setelah infeksi *Colletotrichum capsici*. P1 = Supernatan BAE 36; P2 = Supernatan *S. marcescens*; P3 = Supernatan *B. thuringiensis*; P4 = Supernatan konsorsium; P5 = Formulasi BAE 36; P6 = Formulasi *S. marcescens*; P7 = Formulasi *B. thuringiensis*; P8 = Formulasi konsorsium; P9 = Bahan pembawa; P10 = Fungisida kimia; P11, = Kontrol patogen. Garis vertikal pada tiap batang menunjukkan standar deviasi.



Gambar 5 Insidensi rebah kecambah pada bibit cabai. A1 = Formulasi BAE 36; A2 = Formulasi konsorsium; A3 = Bahan pembawa (tanpa bakteri); A4 = Fungisida kimia; A5 = Kontrol patogen, A6 = Kontrol (tanpa perlakuan agens pengendali hayati dan patogen *C. capsici*). Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata pada uji Duncan pada taraf 5%.

berbeda nyata terhadap kontrol patogen (Gambar 5).

PEMBAHASAN

Uji kualitatif aktivitas kitinolitik bakteri merupakan uji konfirmasi untuk mengetahui kemampuan ketiga isolat bakteri dalam mengeksresikan kitinase yang ditandai dengan terbentuknya zona bening. Indeks kitinolitik ketiga koloni bakteri berkisar 0.1–3.6. Kitin yang terdapat dalam medium didegradasi menjadi N-asetilglukosamin yang akan digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan bakteri (Suryanto *et al.* 2012).

Pengujian aktivitas kitinase isolat BAE36 dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat BAE 36 dalam menghasilkan kitinase secara kuantitatif. Aktivitas spesifik kitinase tertinggi isolat BAE 36 sebesar 3.86 U mg⁻¹ ditunjukkan pada fase stasioner. Studi yang dilakukan oleh Nurdin *et al.* (2015) pada kultur *Serratia marcescens* KAHN 15.12 dan *Bacillus thuringiensis* SAHA 12.12 menunjukkan profil produksi kitinase yang sama. Nutrisi pada medium mulai menurun pada fase stasioner sehingga pada fase ini

kitinase dieksresikan dalam jumlah yang tinggi untuk memecah koloidal kitin yang terdapat pada medium menjadi N-asetilglukosamin guna dijadikan sumber karbon dan nitrogen bagi bakteri.

Formula agens pengendali hayati menggunakan bahan pembawa utama, yaitu talk. Talk yang telah steril tidak mengandung senyawa toksik yang berbahaya bagi mikroorganisme sehingga aman digunakan sebagai bahan pembawa (Saharan *et al.* 2010). Formulasi BAE 36 mengalami penurunan populasi menjadi 10⁷ cfu g⁻¹ dan formulasi konsorsium menjadi 10⁶ cfu g⁻¹ pada akhir penyimpanan. Faktor-faktor penyebab penurunan populasi bakteri di dalam bahan pembawa antara lain: suhu lingkungan, lama penyimpanan, perubahan kadar air, jenis dan sifat dari bahan pembawa. Setiap bakteri mempunyai kemampuan bertahan yang berbeda selama masa penyimpanan, seperti golongan *Bacillus* spp. yang dapat menghasilkan endospora pada keadaan ekstrem sehingga kemampuan viabilitas akan lebih baik dibandingkan dengan bakteri lain (Bai *et al.* 2003). Salah satu penyebab terjadinya penurunan jumlah sel ialah

penurunan jumlah nutrisi yang terkandung di dalam bahan pembawa. Selain itu, penurunan jumlah populasi juga dapat disebabkan oleh kompetisi antibakteri dalam memperoleh nutrisi (Sulistiani 2009).

Pengujian efektivitas agens pengendali hayati pada buah cabai di laboratorium menunjukkan hasil yang terbaik pada formula BAE 36 dengan keparahan penyakit antraknosa sebesar 64.3%. Hal ini membuktikan bahwa isolat BAE 36 mempunyai kemampuan mengendalikan cendawan *C. capsici*. Penekanan keparahan penyakit antraknosa dapat melalui mekanisme eksresi kitinase ekstraseluler sehingga menyebabkan dinding sel cendawan terdegradasi (El-Katatny *et al.* 2000). Perlakuan supernatan mendapatkan hasil terbaik dengan keparahan penyakit antraknosa sebesar 71%, hasil yang kurang maksimal diduga karena supernatan tidak dikemas dalam bentuk formulasi sehingga supernatan belum maksimal melindungi permukaan buah cabai dari infeksi *C. capsici*. Hasil uji efektivitas di rumah kaca lebih baik dibandingkan dengan uji efektivitas pada buah cabai diduga karena bakteri yang digunakan pada formulasi diisolasi dari tanah sehingga hasil yang didapatkan lebih efektif saat diaplikasikan pada benih cabai di rumah kaca dibandingkan aplikasi pada buah cabai.

Gejala penyakit yang muncul setelah inokulasi cendawan patogen *C. capsici* ialah rebah kecambah melalui infeksi benih masa pembibitan. Uji efektivitas formulasi agens pengendali hayati di rumah kaca dengan perendaman bakteri kitinolitik menunjukkan insidensi penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol patogen. Bakteri kitinolitik dapat menghasilkan kitinase yang mampu melisis dinding sel cendawan (El-Katatny *et al.* 2000; Nurdin *et al.* 2015). Sutariati (2006) melaporkan bahwa perendaman benih cabai dalam campuran bakteri *Bacillus polymixa* dan *Pseudomonas fluorescens* mampu menghambat serangan *C. capsici*.

Penggunaan isolat bakteri BAE 36 secara tunggal lebih baik untuk menghambat insidensi rebah kecambah dibandingkan

dengan formula konsorsium pada uji *in vivo* meskipun pada uji antagonis antibakteri menunjukkan hasil yang kompatibel. Hal ini diduga ketiga bakteri menghasilkan senyawa atau enzim ekstraseluler yang kurang sinergis sehingga formulasi dari tiga bakteri kurang maksimal dalam mengendalikan *C. capsici* (Nawangsih *et al.* 2011).

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri kitinolitik BAE 36 yang telah diformulasikan berpotensi digunakan sebagai agens pengendali hayati *C. capsici* penyebab antrakso pada cabai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari Program Hibah Kompetensi Kemenristek Dikti Tahun 2017 dengan kontrak No 011/SP2H/LT/DRPM/IV/2017 kepada Dr. Nisa Rachmania Mubarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai Y, Zhuo X, Smith DL. 2003. Enhanced soybean plant growth resulting from co inoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Sci.* 43:1774–1781. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1774>.
- Chaisensaeng P, Mongkolthanaruk, Bunyatratchata. 2013. Screening and potential for biological control of anthracnose disease *Colletotrichum capsici* on chili fruits by yeast isolates. *J Life Sci Technol.* 1(4):201–204.
- El-Katatny MH, Somitsch W, Robra KH, El-Katatny MS, Gilbitz GM. 2000. Production of chitinase and β 1,3-glucanase by *Trichoderma harzianum* for control of the phytopathogenic fungus *Sclerotium rolfsii*. *Food Technol Biotechnol.* 38:173–180.
- Green AT, Healy MG, Healy A. 2005. Production of chitinolytic by *Serratia marcescens* QMB1466 using various chitinous substrates. *J Chem Technol Biotechnol.* 80(1):28–34. DOI: <https://doi.org/10.1002/jctb.1145>.
- James WC. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their

- preparation and usage. *Can Plant Dis Surv.* 51(2):63.
- Lee J, Hong JH, Do JW, Yoon JB. 2010. Identification of QTLs for resistance to anthracnose two *Colletotrichum* species in pepper. *J Crop Sci Biotechnol.* 13(4):227–233.
- Nawangsih AA, Damayanti I, Wiyono S, Kartika JG. 2011. Selection and characterization of endophytic bacteria as biocontrol agents of tomato bacterial wilt disease. *Hayati J Biosciences*, 18(2):66–70. DOI: <https://doi.org/10.4308/hjb.18.2.66>.
- Nurdin GM, Mubarik NS, Sudirman LI. 2015. Selection of chitinolytic bacteria as biocontrol of *Colletotrichum capsici*. *Malay J Microbiol.* 12(1):35–42.
- Pakdeevraporn P, Wasee S, Taylor PWJ, Mongkolporn O. 2005. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* in capsicum. *Plant Breeding.* 124:206–208. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2004.01065.x>.
- Putri D, Munif A, Mutaqin KH. 2016. Lama penyimpanan, karakterisasi fisiologi, dan viabilitas bakteri endofit *Bacillus* sp. dalam formula tepung. *J Fitopatol Indones.* 12(1):19–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.12.1.19>.
- Putro NS, Aini LQ, Abad AL. 2014. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). *J HPT.* 2(4):2338–4336.
- Saima M, Kuddus, Roohi IZA. 2013. Isolation of novel chitinolytic bacteria and production optimization of extracellular chitinase. *J Gen Eng Biotechnol.* 11: 39–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2013.03.001>.
- Saharan K, Sarma, MVRK, Srivastava R, Sharma AK, Johri BN, Prakash A, Sahai V, Bisaria VS. 2010. Development of non-sterile inorganic carrier-based formulations of fluorescent pseudomonad R62 and R81 and evaluation of their efficacy on agricultural crops. *Appl Soil Ecol.* 46:251–258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.004>.
- Sulistiani. 2009. Formulasi Spora *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada berbagai bahan pembawa [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Suryanto D, Wibowo RH, Siregar EBM, Munir E. 2012. A possibility of chitinolytic bacteria utilization to control basal stems disease caused by *Ganoderma boninense* in oil palm seedling. *Afr J Microbiol.* 6(9):20532059. DOI: <https://doi.org/10.5897/ajmr11.1343>.
- Sutariati GAK. 2006. Perlakuan benih dengan agens biokontrol untuk pengendalian penyakit antraknosa, peningkatan hasil dan mutu benih cabai (disertasi). Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.