

Uji Antagonis *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium* terhadap Pertumbuhan Jamur *Cercospora* sp. yang Diisolasi dari *Nepenthes* sp.

Antagonist Test of Bacillus subtilis and Bacillus megaterium on the Growth of Cercospora sp. Isolated from Nepenthes sp.

Zuni Nur Rochmawati*, Guntur Trimulyono

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: zuninurrochmawati@gmail.com

Abstrak. *Cercospora* sp. merupakan jamur penyebab penyakit pada tanaman salah satunya pada *Nepenthes*. Pengendalian secara umum yang dilakukan untuk mengurangi penyebaran penyakit ini dengan menggunakan fungisida sintesis. *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium* merupakan bakteri antagonis yang bisa dimanfaatkan sebagai agensia pengendali fitopatogen. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan antagonis *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. Penelitian eksperimental ini menggunakan lima perlakuan meliputi kontrol negatif, *B. subtilis*, *B. megaterium*, kombinasi *B. subtilis* dan *B. megaterium* serta kontrol positif (fungisida berbahan aktif Mankozebe). Pengujian antagonis terhadap jamur *Cercospora* sp. dilakukan dengan metode sumuran. Analisis data hasil penghambatan pertumbuhan jamur dilakukan dengan ANOVA satu arah lalu uji Duncan. Jamur *Cercospora* sp. diisolasi dari tanaman *Nepenthes* sp. yang menunjukkan gejala bintik merah. Jamur tersebut memiliki ciri morfologi koloni berbentuk melingkar dan bergelombang, berwarna putih, miselia seperti kapas, serta memiliki hifa dan konidia septa. Pemberian perlakuan *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasi menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Cercospora* sp. dengan nilai persentase hambatan masing-masing sebesar $17,234 \pm 8,085\%$, $17,714 \pm 8,180\%$, dan $14,770 \pm 11,245\%$. Bakteri *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya mampu menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. yang diisolasi dari *Nepenthes* sp.

Kata kunci: uji antagonis; *Bacillus subtilis*; *Bacillus megaterium*; *Cercospora* sp.

Abstract. *Cercospora* sp. is a fungus that causes diseases in plants, for example *Nepenthes*. The common control to reduce the spread of this disease by using synthetic fungicides. *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* are antagonistic bacteria that can be used as agents to control phytopathogens. This research aimed to analyze the antagonistic ability of *B. subtilis*, *B. megaterium* and its combination in inhibiting the growth of *Cercospora* sp. This experimental research used five treatments including negative control, *B. subtilis*, *B. megaterium*, the combination and positive control (fungicide with active ingredient Mankozebe). Antagonist test against *Cercospora* sp. done by the well method. Data analysis of the growth inhibition was using one-way ANOVA then followed by Duncan test. *Cercospora* sp. was isolated from *Nepenthes* sp. which shows symptoms of red spots. These fungi have colony morphological characteristics that are circular, wavy, white, cotton-like mycelia, and have septate hyphae and conidia. *B. subtilis*, *B. megaterium* and the combination treatments showed the ability to inhibit the growth of *Cercospora* sp. with the percentage value of resistance respectively $17,234 \pm 8,085\%$, $17,714 \pm 8,180\%$, and $14,770 \pm 11,245\%$. *B. subtilis*, *B. megaterium* and combination treatments can inhibit the growth of *Cercospora* sp. isolated from *Nepenthes* sp.

Kata kunci: Antagonist test; *Bacillus subtilis*; *Bacillus megaterium*; *Nepenthes* sp.

PENDAHULUAN

Nepenthes merupakan tanaman khas daerah tropis yang memiliki nilai ekonomi karena keunikan bentuk kantongnya yang bervariasi (Syamswisna, 2009). Kantong *Nepenthes* memiliki beragam potensi manfaat, yakni untuk mengendalikan serangga hama (Buch *et al.*, 2013); sebagai bahan makanan, tanaman obat, tanaman hias, dan bagian batangnya sebagai tali pengikat (Sari, 2009). Potensinya yang beragam mendorong masyarakat berupaya untuk membudidayakannya. Namun,

pada proses budidayanya terdapat beberapa kendala meliputi teknik perbanyakan yang cukup sulit serta munculnya hama dan penyakit (Fanani *et al.*, 2015). Salah satu penyakit yang menyerang *Nepenthes* yakni bintik merah (*red spot*) akibat serangan jamur patogen *Cercospora* sp. (Handoyo dan Sitanggang, 2009).

Bintik merah (*red spot*) yang menyerang tanaman *Nepenthes* ditandai dengan munculnya bintik-bintik merah pada permukaan daun (Handoyo dan Sitanggang, 2009). Penyakit ini ditularkan melalui tanah yang lembap serta melalui gulma, selanjutnya menempel pada permukaan daun dan menyebar pada jaringan tanaman, sehingga menyebabkan daun tidak mampu berfotosintesis (Rachel, 2017). Selain menyebabkan penurunan kemampuan fotosintesis tanaman, penyakit ini juga menyebabkan penurunan berat akar dan kandungan gula pada tanaman sehingga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar (Skaracis *et al.*, 2010). Pada tanaman hortikultura, serangan jamur ini menyebabkan penurunan produksi hingga $\pm 40\%$ (Prasetyo *et al.*, 2017; Farahat, 2018).

Pengendalian yang paling umum digunakan untuk menekan pertumbuhan dan penyebaran penyakit ini yakni dengan menggunakan fungisida kimia berbahan aktif propamokarb hidroklorida dan mancozeb (Handoyo dan Sitanggang, 2009). Fungisida kimiawi dengan bahan aktif tersebut mampu menekan pertumbuhan *Cercospora capsici* hingga 87,98% secara *in vitro* (Thejakumar dan Devappa, 2016). Namun, penggunaan fungisida kimiawi secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya resistensi pada jamur serta pencemaran (Sumardiyo, 2008), membunuh organisme non-target dan mengganggu ekosistem (Kinasih *et al.*, 2017).

Alternatif pengendalian penyakit yang dapat dilakukan yakni memanfaatkan agen hayati berupa bakteri antagonis dari genus *Bacillus* (*Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium*). *Bacillus subtilis* menghasilkan senyawa antifungi Iturin A, Mikobasilin, Surfaktin, Mikosubtilin dan Fungistatin (Islam *et al.*, 2012), serta enzim amilase, protease, pullulanase, kitinase, xylanase dan lipase (Morikawa, 2006; Islam *et al.*, 2012). *Bacillus megaterium* menghasilkan senyawa antifungi yang mirip dengan Iturin A (Chen dan Chen, 2010), serta menghasilkan beberapa enzim seperti endoproteinase, fosfolipase A, glukonase (Bertagnolli *et al.*, 1996) dan, kitinase (Chakraborty *et al.*, 2006).

Bacillus subtilis mampu menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum gloiosporoides* dengan mekanisme menghancurkan dinding sel jamur menggunakan enzim degradatif makromolekul (protease) yang dihasilkan (Aini *et al.*, 2013). Serangan jamur *Cercospora beticola* pada tanaman bit mampu dihambat oleh isolat *Bacillus* RB2 sebesar 70,87% (Arzanlou *et al.*, 2016), dan isolat *Bacillus* BacB sebesar 38% (Collins dan Jacobsen, 2003). Kedua bakteri tersebut setelah diidentifikasi merupakan bakteri *B. subtilis*. *Bacillus megaterium* TRS-4 mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fomes lamoensis* sebesar $81,70 \pm 2,65\%$; jamur *Sphaerostilbe repens* $55,30 \pm 1,90\%$; *Poria hypobrumea* $77,60 \pm 2,86\%$, *Sclerotium rolfii* $84,09 \pm 2,66\%$ (Chakraborty *et al.*, 2006). Menurut Manna dan Kim (2018) *B. megaterium* KU143 memiliki kemampuan menekan pertumbuhan *Aspergillus candidus*, *A. fumigatus*, *Penicillium fellunatum* dan *P. islandicum* dengan menghambat pertumbuhan miselia, perkecambahan konidia dan pemanjangan tabung perkecambahan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan antagonis bakteri *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang diperlukan yaitu gelas beker 1000 ml sebanyak 5, erlenmeyer 1000 ml sebanyak 5, cawan petri sebanyak 25 buah, tabung reaksi 35 buah, ose, cork borer 0,5 cm, pembakar spiritus, korek api, spuit 12 ml 5 buah, kertas label, aluminium foil, plastik wrap, plastik PP, kapas, spidol, penggaris, timbangan digital magnetic stirrer, autoklaf, LAF (Laminar Air Flow), inkubator, vortex. Bahan-bahan yang diperlukan meliputi media PDA (Potato Dextrose Agar) 1 Liter, media NA (Nutrient Agar) 500 ml, media NB (Nutrient Broth) 500 ml, isolat bakteri *B. subtilis* FNCC 0059 dan isolat bakteri *B. Megaterium* FNCC 0083, isolat jamur *Cercospora* sp. yang didapat dari Green House Anghler Biochem dan diisolasi dari tanaman *Nepenthes* sp. yang menunjukkan gejala bintik merah (*red spot*), aquades 20 liter, klorox 50 ml, alkohol 70% 1 liter, spiritus, fungisida sintetik berbahan aktif Mancozeb. Penelitian ini dilakukan Maret-April 2020. Isolasi dan identifikasi jamur, uji antagonis dan analisis dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi C9, Jurusan Biologi (FMIPA-Unesa).

Isolasi jamur *Cercospora* sp. dilakukan di Laminar Air Flow. Sampel daun *Nepenthes* sp. yang memiliki gejala penyakit *red spot* dipotong dengan ukuran 1x1 cm menggunakan scalpel steril. Sampel daun kemudian dicuci menggunakan aquades steril, lalu direndam dengan klorox selama 5 menit.

Selanjutnya, sampel direndam dalam gelas beker berisi alkohol 70% selama 10 detik, lalu dicuci dengan aquades steril. Sampel daun lalu diletakkan di atas media agar PDA pada cawan petri dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu ruang sekitar 5 hingga 7 hari.

Karakterisasi jamur dilakukan dengan mengamati morfologi jamur (makroskopis) serta mengamati konidia dan miselium jamur menggunakan mikroskop (mikroskopis) dan mencocokkan pada buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* karya Barnett dan Hunter (1998).

Kultur bakteri yang digunakan adalah *B. subtilis* FNCC 0059 dan *B. megaterium* FNCC 0083. Bakteri *B. subtilis* FNCC 0059 dan *B. megaterium* FNCC 0083 diinokulasikan pada media NB didalam erlenmeyer menggunakan ose, lalu bakteri diinkubasi pada suhu ruang dengan digoyang menggunakan *shaker* selama 48 jam. Kultur bakteri *B. subtilis* yang digunakan 10^8 CFU/mL (Collins dan Jacobsen, 2003) dan kultur *B. megaterium* yang digunakan 10^8 CFU/mL (Kong *et al*, 2014).

Untuk membuat kombinasi, bakteri *B. subtilis* dan *B. megaterium* masing-masing diencerkan setengahnya hingga konsentrasi 5×10^7 CFU/mL. Kombinasi bakteri dibuat dengan perbandingan 1:1 didalam erlenmeyer (Nautiyal *et al.*, 2006).

Uji antagonis diawali dengan menumbuhkan jamur *Cercospora* sp. pada media PDA dengan jarak 1,5 cm dari pusat cawan petri hingga jamur berdiameter 2-4 cm (Altalhi, 2009). Selanjutnya dengan jarak yang sama pada media PDA dibuat sumuran dengan diameter 5 mm menggunakan *cork bore*. Kultur bakteri *B. subtilis* 10^8 CFU/mL, *B. megaterium* 10^8 CFU/mL dan kombinasi keduanya dimasukkan ke dalam sumuran sebanyak 100 μ L menggunakan mikropipet (Chen dan Chen, 2010). Pada perlakuan kontrol digunakan akuades steril. Pada kontrol positif digunakan fungisida sintetis (Mankoze) 0,002%. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 32°C dalam inkubator dan dilakukan pengamatan penghambatan pertumbuhan jamur.

Penghambatan pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. dilakukan dengan mengamati diameter jamur pada perlakuan dibandingkan dengan diameter jamur pada kontrol, diukur menggunakan penggaris lalu dihitung dengan rumus :

$$R = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

Keterangan:

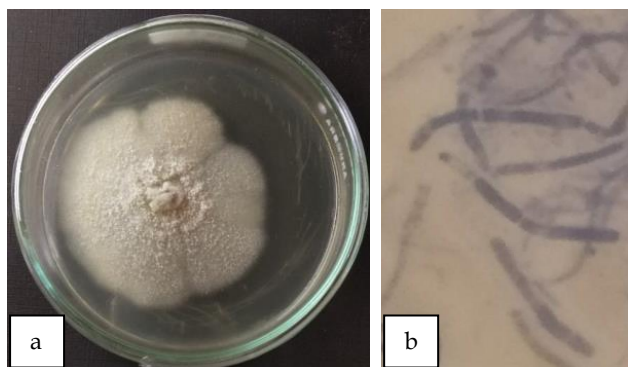
R1. diameter tumbuh jamur perlakuan;

R2. diameter tumbuh jamur kontrol

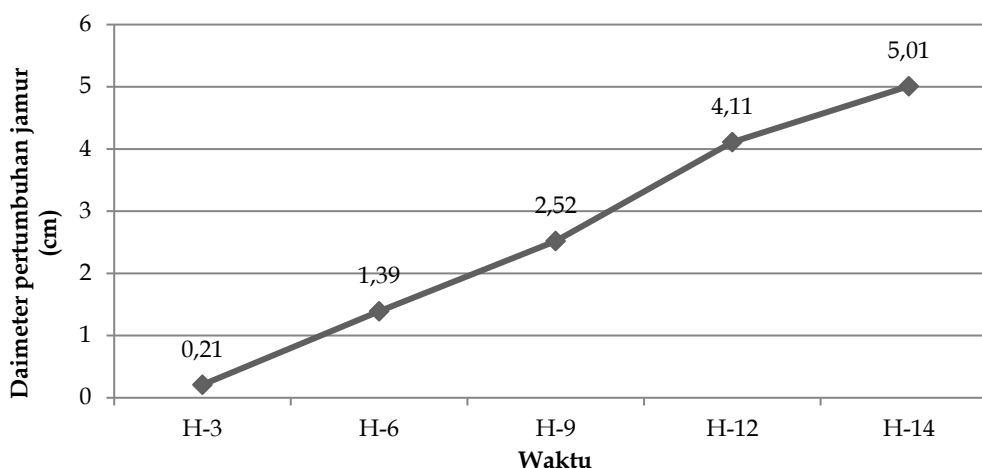
Data penghambatan pertumbuhan jamur patogen dianalisis dengan *One Way* ANOVA. Lalu dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk mengetahui perlakuan terbaik yang menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.

HASIL

Hasil isolasi jamur *Cercospora* sp. dari tanaman *Nepenthes* sp. memiliki ciri makroskopis morfologi koloni berbentuk melingkar dan bergelombang, berwarna putih, miselia seperti kapas. Ciri mikroskopis dari jamur *Cercospora* sp. yang diisolasi dari daun tanaman *Nepenthes* yakni memiliki hifa dan konidia bersekat (Gambar 1). Jamur *Cercospora* sp. yang diisolasi dari *Nepenthes* sp. memiliki rerata laju pertumbuhan yang lambat selama 14 hari pengamatan (Gambar 2).



Gambar 1. a. Morfologi koloni; **b.** konidia jamur *Cercospora* sp. perbesaran 1000x



Gambar 2. Rerata diameter pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.

Hasil uji antagonis *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya terhadap jamur *Cercospora* sp. menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur. Persentase hambatan pertumbuhan tertinggi sebesar $24,368 \pm 7,743\%$ pada kontrol positif mankozeb, sedangkan persentase hambatan pertumbuhan terendah sebesar $0,00 \pm 0,00\%$ pada kontrol negatif. Persentase hambatan pertumbuhan oleh *B. subtilis* dan *B. megaterium* masing-masing sebesar $17,234 \pm 8,085\%$ dan $17,714 \pm 8,180\%$; sedangkan persentase hambatan pertumbuhan jamur oleh kombinasi sebesar $14,770 \pm 11,245\%$ (Tabel 1). Analisis data persentase penghambatan pertumbuhan jamur menggunakan uji statistika menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi (0,188) lebih besar dari nilai α (0,05), serta varian data homogen yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi (0,367) lebih besar dari nilai α (0,05). Analisis data lalu dilanjutkan dengan ANOVA satu arah yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemberian perlakuan terhadap pertumbuhan jamur, sebab nilai F hitung (6,374) lebih besar daripada F tabel (2,87). Namun berdasarkan hasil uji Duncan, pemberian perlakuan *B. subtilis*, *B. megaterium*, dan kombinasi sama baiknya dengan kontrol positif Mankozebe, yang ditunjukkan dengan kesamaan notasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata persentase penghambatan pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.

Perlakuan	Persentase Penghambatan (%)					Rerata \pm SD (%)
	1	2	3	4	5	
Kontrol negatif	0	0	0	0	0	$0,000 \pm 0,000^a$
<i>B. subtilis</i>	8,45	23,66	22,47	23,26	8,33	$17,234 \pm 8,085^b$
<i>B. megaterium</i>	9,86	29,03	21,35	18,61	9,72	$17,714 \pm 8,180^b$
Kombinasi	2,82	21,51	26,97	19,77	2,78	$14,770 \pm 11,245^b$
Mankozebe	18,31	34,41	29,21	24,42	15,49	$24,368 \pm 7,743^b$

Keterangan :

* 1, 2, 3, 4, 5 = ulangan

* Angka yang ditandai dengan huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan

PEMBAHASAN

Jamur *Cercospora* sp. merupakan jamur patogen penyebab penyakit bercak merah terhadap beberapa jenis tanaman hias, pangan, sayuran, sereal, tanaman perkebunan sampai tanaman kehutanan (Hidayah dan Anggraeni, 2015). Jamur *Cercospora* memiliki banyak spesies dan kebanyakan diidentifikasi berdasarkan tanaman inang dan bentuk morfologinya (Ata dan Papuangan, 2016). Menurut Barnett dan Hunter (1998), beberapa ciri dari jamur *Cercospora* berupa konidiofor berwarna gelap, sederhana, muncul dalam kelompok dan keluar dari jaringan daun, konidia hialin atau abu-abu, berbentuk silindris panjang atau filiform, bersekat, merupakan parasit pada tanaman dan umumnya menyebabkan penyakit bercak/bintik daun. Lambatnya pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. berpengaruh terhadap perkembangan penyakitnya. Sumartini (2008) menyebutkan bahwa penyakit bercak akibat serangan jamur *Cercospora* sp. memiliki waktu

perkembangan lambat dan periode laten 13-39 hari. Meskipun demikian, jamur ini merupakan tipe jamur patogen yang mampu menghasilkan banyak generasi setiap musim tanam (Oerke *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil uji ANOVA ($\alpha : 0.05$) dapat diketahui bahwa, perlakuan tunggal *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa antar perlakuan tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan sama baiknya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp.

Genus *Bacillus* dikenal sebagai salah satu genus bakteri yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan berbagai jenis fitopatogen pada tanaman. Arzanlou *et al* (2016) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa isolat *Bacillus* RB2 yang diisolasi dari rizosfer tanaman bit mampu menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora beticola*. Collins dan Jacobsen (2003) juga menambahkan bahwa isolat *Bacillus* BacB yang diisolasi dari filosfer tanaman bit mampu menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora beticola*.

Lipopeptida siklik merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan oleh genus *Bacillus* terutama *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium* yang memiliki kemampuan sebagai antifungi antara lain surfaktin, iturin dan fengisin atau plipastatin (Zhang dan Sun, 2018; Cawoy *et al.*, 2014; Santoyo *et al.*, 2012; Islam *et al.*, 2012; Pueyo *et al.*, 2009). Iturin, surfaktin dan fengisin dapat mengurangi perkembangan penyakit oleh jamur patogen (Arroyave-Toru *et al.*, 2017).

Iturin merupakan salah satu lipopeptida siklik yang dihasilkan *Bacillus* yang memiliki kemampuan antifungi paling besar (Dunlap *et al*, 2019). Iturin yang dihasilkan oleh *B. subtilis* memiliki mekanisme dengan membentuk campuran molekul-molekul mikroskopis yang bersifat hidrofilik dan lipofilik sehingga dapat melubangi membran sel jamur dan spora untuk mencegah pertumbuhannya (Dunlap *et al.*, 2019). Iturin dan fengisin diduga mampu menghambat proses intraseluler pembentukan toksin pada jamur patogen (Hu *et al.*, 2019); mengganggu integritas membran sehingga menyebabkan terjadinya lisis pada miselium dan konidia (Raaijmakers *et al.*, 2010). Surfaktin mempengaruhi pembentukan *germ-tube* menjadi abnormal, sehingga jamur tidak dapat membentuk sel yang digunakan untuk menginfeksi tanaman (Tendulkar *et al.*, 2007).

Bacillus subtilis dan *B. megaterium* selain menghasilkan senyawa antifungi juga menghasilkan enzim kitinase (Islam *et al.*, 2012; Chakraborty *et al.*, 2006). Enzim tersebut mampu merusak dinding sel jamur yang tersusun oleh kitin, sehingga pertumbuhan sel jamur dapat terhambat (Islam *et al.*, 2012). Collins dan Jacobsen (2003) menyebutkan bahwa isolat *Bacillus* BACB memiliki kemampuan mendegradasi kitin dan beta glukukan pada dinding sel jamur.

Genus *Bacillus* memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Al-Thubiani *et al.*, 2015). Al-Sarairoh *et al.* (2015) menyebutkan bahwa isolat *Bacillus* 7B1 memproduksi senyawa antibakteri bersifat bakteriostatik, yang memiliki kemampuan menekan pertumbuhan *S. aureus*, *B. subtilis* dan *M. luteus*. Basitrasin yang dihasilkan oleh genus *Bacillus* efektif sebagai antimikroba bakteri gram positif (Al-Thubiani *et al.*, 2015). Meskipun terjadi penekanan pertumbuhan antara *B. subtilis* dan *B. megaterium*, namun kombinasi kedua bakteri tersebut mampu menghambat pertumbuhan *Cercospora* sp dengan baik.

Mankozeb merupakan salah satu fungisida kontak yang menghambat pertumbuhan patogen dengan kontak langsung (Paramita *et al.*, 2014) dan menekan kinerja enzim pertumbuhan jamur (Kusumadewi *et al.*, 2014). Menurut Sumardiyono (2008), mekanisme kerja mankozeb yakni dengan mengikat unsur untuk pertumbuhan jamur, serta kandungan didalam fungisida berbahan aktif tersebut akan diubah oleh tanaman menjadi isotiosianat yang akan mengikat gugus SH pada asam amino sel jamur sehingga menonaktifkan enzim dalam sel jamur tersebut.

SIMPULAN

Pemberian perlakuan bakteri *B. subtilis*, *B. megaterium* dan kombinasinya mampu menghambat pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. sama baiknya dengan fungisida sintetik berbahan aktif Mankozeb.

DAFTAR PUSTAKA

Aini FN, Sukanto S, Wahyuni D, Suhesti RG, dan Ayunin Q, 2013. Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gleosporoides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Pelita Perkebunan* Vol. 29(1) : 44-52.

- Al-Saraireh H, Al-Zereini WA, dan Tarawneh KA, 2015. Antimicrobial Activity of Secondary Metabolites from a Soil *Bacillus* sp. 7B1 Isolated from South Al-Karak, Jordan. *Jordan Journal of Biological Science* Vol. 8 (2) : 127-132.
- Altalhi A, 2009. Genotypic Characterization of *Bacillus subtilis* strains Colonizing Pomegranate Phyllosphere and Their Antagonistic Activities Against *Cercospora beticola*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* Vol. 42 (6) : 524-532.
- Al-Thubiani ASA, Maher YA, Fathi A, Abourehab MAS, Alarjah M, Khan MSA dan Al-Ghamdi SB, 2018. Identification and Characterization of a Novel Antimicrobial peptide Compound Produced by *Bacillus megaterium* strain Isolated from Oral Microflora. *Saudi Pharmaceutical Journal* Vol. 26(2018) : 1089-1097.
- Arroyave-Toro JJ, Mosquera S, Villegas-Escobar V, 2017. Biocontrol Activity of *Bacillus subtilis* EA-CB0015 Cells and Lipopeptides Against Postharvest Fungal Pathogens. *Biological control* Vol. 2017.
- Arzanlou M, Mousavi S, Bakhshi M, Khakvar R, dan Bandehagh A, 2016. Inhibitory Effect of Antagonistic Bacteria Inhabiting the Rhizosphere of the Sugarbeet Plants, on *Cercospora beticola* Sacc., the Causal Agent of Cercospora Leaf Spot Disease on Sugarbeet. *Journal of Plant Protection Research* Vol. 56 (1) : 6-14.
- Barnett HL, dan Hunter BB, 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Minnesota : The APS.
- Bertagnolli BL, Soglio FK, dan Sinclair JB, 1996. Extracellular enzyme profiles of the fungal pathogen *Rhizoctonia solani* isolate 2B-12 and of two antagonists, *Bacillus megaterium* strain B153-2-2 and *Trichoderma harzianum* isolate Th008.I. Possible correlations with inhibition of growth and biocontrol. *Physiological and Molecular Plant Pathology* Vol. 48(3) : 145-160.
- Buch F, Rott M, Rottloff S, Paetz C, Hilke I, Raessler M, dan Mithöfer A, 2013. Secreted pitfall-trap fluid of carnivorous *Nepenthes* plants is unsuitable for microbial growth. *Annals of Botany* Vol. 111: 375-383.
- Cawoy H, Debois D, Franzil L, Pauw ED, Thonart P, dan Ongena M, 2014. Lipopeptides as Main Ingredients for Inhibitor of Fungal Phytopathogens by *Bacillus subtilis/amyololiquefaciens*. *Microbial Biotechnology*, 8 : 281-295.
- Chakraborty U, Chakraborty B, dan Basnet M, 2006. Plant growth promotion and induction of resistance in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium*. *Journal Basic Microbiol* Vol. 46 : 186-195.
- Chen L, dan Chen W, 2010. Isolation and Characterization of a Novel Small Antifungal Peptide from *Bacillus megaterium* D4 Isolated from the Dung of Wild Plateau Yak in China. *Protein & Peptide Letters* Vol. 17(4): 542-546.
- Collins DP, dan Jacobsen BJ, 2003. Optimizing a *Bacillus subtilis* Isolate for Biological Control of Sugar Beet Cercospora Leaf Spot. *Biological Control* Vol. 26(2003) : 153-161.
- Dunlap CA, Bowman MJ, dan Rooney AP, 2019. Iturin Lipopeptide Diversity in the *Bacillus subtilis* Species Group Important Antifungals for Plant Disease Biocontrol Applications. *Frontiers in Microbiology* Vol. 10 (1794) : 1-12
- Fanani AK, Abadi AL, Luqman, Aini Q, 2015. Eksplorasi Bakteri Patogen Pada Beberapa Spesies Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes* sp.). *Jurnal HPT* Vol. 3 (3) : 104-110.
- Handoyo F, dan Sitanggang M, 2009. *Petunjuk Praktis Perawatan Nepenthes*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Hu X, Roberts DP, Xie L, Qin L, Li Y, Liao X, Han P, Yu C, dan Liao X, 2019. Seed Treatment Containing *Bacillus subtilis* BY-2 in Combination with Other *Bacillus* Isolates for Control of *Sclerotinia sclerotiorum* on Oilseed Rape. *Biological control* Vol. 133 (2019) : 50-57.
- Islam MdR, Jeong YT, Lee YS, dan Song CH. 2012. Isolation and Identification of Antifungal Compounds from *Bacillus subtilis* C9 Inhibiting the Growth of Plant Pathogenic Fungi. *Mycobiology* Vol. 40 (1) : 59-65.
- Kinasih I, Nugraha RS, Putra ER, Permana AD, dan Rosmiati M, 2017. Toksisitas Beberapa Jenis Fungisida Komersial pada Serangga Penyerbuk *Trigona (Tetragonula) laeviceps* Smith. *Jurnal Entomologi Indonesia* Vol. 14 (1) : 29-36.
- Kusumadewi T, Khotimah S, dan Yanti AH, 2014. Ekstrak Metanol Buah *Sonneratia alba* J.E.Sm sebagai Penghambat Pertumbuhan *Helminthosporium* sp. yang Diisolasi dari Daun Jagung. *Jurnal Protobiont* Vol. 3 (2) : 149-154.
- Kong Q, Chi C, Yu J, Shan S, Li Q, Li Q, Guan B, Nierman WC, Bennet JW, 2014. The Inhibitory effect of *Bacillus megaterium* on Aflatoxin and Cyclopiazonic Acid Biosynthetic Pathway Gene Expression in *Aspergillus flavus*. *Applied Microbial and Cell Physiology* Vol. 98 : 5161-5172.
- Mannaa M, dan Kim K, 2018. Biocontrol Activity of Volatile-Producing *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas protegens* Against *Aspergillus* and *Penicillium* spp. Predominant in Stored Rice Grains : Study II. *Mycobiology* Vol. 46 (1) : 52-63.
- Morikawa M, 2006. Beneficial Biofilm Formation by Industrial Bacteria *Bacillus subtilis* and Related Species. *Journal Biosci Bioeng* Vol. 101(1) : 1-8.
- Nautiyal, Shekhar C, Mehta S, dan Singh HB, 2006. Biological Control and Plant Growth Promotion by *Bacillus* strains from Milk. *Journal Microbiology Biotechnology* Vol. 16(2) : 184-192.
- Oerke EC, Leucker M, dan Steiner U, 2019. Sensory Assessment of *Cercospora beticola* Sporulation for Phenotyping the Partial Disease Resistance of Sugar Beet Genotypes. *Plant Methods* Vol. 133 (2019).
- Paramita NR, Sumardiyono C, dan Sudarmadi, 2014. Pengendalian Kimia dan Ketahanan *Colletotrichum* spp. terhadap Fungisida Simoksamil pada Cabai Merah. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* Vol. 8 (1) : 41-46.

- Prasetyo MSH, Masnilah R, dan Wagiyana, 2017. Kajian Intensitas Penyakit Bercak Coklat Sempit *Cercospora oryzae* dan Teknik Pengendaliannya pada Padi (*Oryza sativa* L.) di Kabupaten Jember. *Gontor Agrotech Science Jurnal* Vol. 3 (2) : 59-83.
- Pueyo MT, Jr CB, Carmora-Ribeiro AM, dan di-Mascio, 2009. Lipopeptides Produced by a Soil *Bacillus megaterium* Strain. *Microbiology Ecology* Vol. 58 : 367-378.
- Rachel L, 2017. *Cercospora Leaf Spot Disease*. Web publication <https://homeguides.sfgate.com/cercospora-leaf-spot-disease-12186475.html#targetText=Disease%20Description,type%20that%20produces%20edible%20mushrooms.&targetText=The%20disease%20thrives%20in%20a,properly%20disposed%20of%20or%20composted>. Diunduh pada 8 Oktober 2019.
- Raajimakers JM, de Bruijn I, Nybroe O, dan Ongena M, 2010. Natural Function of Lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas* : More Than Surfactins and Antibiotic. *FEMS Microbiol Rev* Vol. 34 : 1037-1062.
- Santoyo G, Orozco-Mosqueda MC, dan Govindappa M, 2012. Mechanism of Biocontrol and Plant Growth-Promoting Activity in Soil Bacterial Species of *Bacillus* and *Pseudomonas*: A Review. *Biocontrol Science and Technology* Vol. 22 (8) : 855-872.
- Sari R, 2009. Keanekaragaman jenis kantung semar (*Nepenthes* spp) dan pemanfaatannya bagi masyarakat lokal. Prosiding Seminar Nasional Etnobotani IV, Bogor : 18 Mei 2009. 308-312.
- Skaracis GN, Pavli OI, dan Biancardi E, 2010. *Cercospora* Leaf Spot Disease of Sugar Beet. *Sugar Tech* Vol. 12 (3-4) : 220-228.
- Sumardiyono C, 2008. Ketahanan Jamur terhadap Fungisida di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* Vol. 14 (1) : 1-5.
- Sumartini, 2008. Bioekologi dan Pengendalian Penyakit Bercak Daun pada Kacang Tanah. *Buletin Palawija* Vol. 16 : 18-26.
- Syamswisna, 2009. Studi Habitat Kantong Semar (*Nepenthes reinwardtiana* Miq.) Di Paninjauan, Kabupaten Solok. *Jurnal Penelitian* Vol. 1(1) : 1-2.
- Tendulkar SR, Saikumari YK, Patel V, Raghotama S, Munshi TK, Balaram P, dan Chattoo, BB, 2007. Isolation, Purification and Characterization of an Antifungal Molecule Produced by *Bacillus licheniformis* BC98, and its Effect on Phytopathogen *Magnaporthe grisea*. *Journal of Applied Microbiology* Vol. 103 (2007) : 2331-2339.
- Thejakumar MB, dan Devappa V, 2016. Efficacy of Different Fungicides Against *Alternaria alternata* and *Cercospora capsici* Under In-Vitro Conditions. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* Vol. 3 (5) : 126-129.
- Zhang L, dan Sun C, 2018. Cyclic Lipopeptides Fengycins from Marine Bacterium *Bacillus subtilis* Kill Plant Pathogenic Fungus *Magnaporthe grisea* by Inducing Reactive Oxygen Species Production and Chromatin Condensation. *Applied and Environmental Microbiology*.

Published: 30 September 2020

Authors:

Zuni Nur Rochmawati, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: zuninurrochmawati@gmail.com
Guntur Trimulyono, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

How to cite this article:

Rochmawati ZN, Trimulyono G, 2021. Uji Antagonis *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium* terhadap Pertumbuhan Jamur *Cercospora* sp. yang Diisolasi dari *Nepenthes* sp. *LenteraBio*; 9(3): 205-210