



Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit dan Konsorsiumnya terhadap Pertumbuhan Jamur *Culvularia oryzae* Bugnic

Antagonism of Endophytic Bacteria and the Consortium Against *Culvularia oryzae* Bugnic

Zurai Resti^{1)*}, Martinus¹⁾, Yenny Liswarni¹⁾

¹⁾Program studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis Padang 25163, Sumatera Barat

*E-mail: zurairesti@agr.unand.ac.id

Diterima: 26 Januari 2022

Disetujui: 23 Juni 2022

Dipublikasi: 30 Desember 2022

ABSTRACT

Endophytic bacteria have several advantages, including controlling plant pathogens and increasing plant growth. As a biological control, endophytic bacteria can suppress the development of plant pathogenic fungi. This study aimed to obtain endophytic bacteria and the consortium of endophytic bacteria that can inhibit the growth of *C. oryzae*. The study used a Completely Randomized Design (CRD) for studying the ability of endophytic bacteria using eight isolates: *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *B. cereus* P14, *B. cereus* Se07, *Serratia marcescens* strain JB1E2, *S. marcescens* strain JB3, *S. marcescens* strain ULG1E2 and *S. marcescens* strain ULG1E4, with three replications. For Studying the ability of endophytic bacteria consortium using six endophytic bacteria consortia and control with three replications. Observations were made on the inhibition growth of *C. oryzae*. The results showed that all endophytic bacteria and the endophytic bacteria consortium could inhibit *C. oryzae*, with inhibition of 58.50% – 75.00% and 38.00% – 77.00%. Endophytic bacteria which can significantly suppress the growth of *C. oryzae* were *B. cereus* Se07, *Bacillus* sp HI and *Bacillus* sp SJI with inhibition of 75.00%, 70.50%, and 70.00%. The endophytic bacteria consortium that had a high ability to suppress the growth of *C. oryzae* was the consortium of B (*S. marcescens* strain ULG1E4, *S. marcescens* strain JB1E3), D (*Bacillus* sp SJI, *Bacillus* sp HI, *S. marcescens* JB1E3), and G (*Bacillus* sp SJI, *S. marcescens* strain ULG1E4), with inhibition of 77.00%, 72.33%, and 71.33%, respectively.

Keywords: Antagonistic, *Bacillus*, dual plate method, *Serratia*

PENDAHULUAN

Padi merupakan sumber makanan pokok terpenting di dunia setelah gandum, yang dikonsumsi lebih dari sepertiga penduduk dunia. Faktor penting yang dapat menurunkan produksi beras salah satu nya adalah penyakit bulir hitam yang disebabkan

oleh *Curvularia oryzae* (Butt et al., 2011). *C. oryzae* pertama kali ditemukan pada bulir-bulir padi yang menyebabkan diskolorisasi (Busi et al., 2009; Butt et al., 2011). Kerugian akibat infeksi *C. oryzae* pada padi dapat mencapai 20-50% (Du et al., 2001). Pengendaliannya selama ini masih menggunakan fungisida sintetik yang memberi pengaruh

tidak baik terhadap lingkungan. Untuk itu perlu digunakan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan agen pengendali hayati dari kelompok bakteri endofit.

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman selama siklus hidupnya atau Sebagian, yang tidak menimbulkan kerugian bagi tanaman inangnya. Tanaman inang menyediakan pasokan nutrisi dan perlindungan bagi bakteri endofit dari tekanan abiotik, sementara tanaman mendapat manfaat dari asosiasi tersebut, seperti meningkatkan pertumbuhan, dapat mengurangi stres, menekan perkembangan patogen, membantu pelarutan fosfat, dan fiksasi nitrogen (Shan et al., 2019). Bakteri endofit ini dapat menekan pertumbuhan patogen secara langsung melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi karena menghasilkan senyawa antibiotik anti jamur, insektisidal, senyawa volatil organik dan enzim (Ryan et al., 2008).

Menurut James dan Mathew (2017), konsorsium bakteri endofit dapat memberikan berbagai mekanisme pengendalian (kompetisi, antibiotik, induksi ketahanan dan lain-lain) secara bersamaan, sehingga lebih efektif dalam mengendalikan patogen. Selanjutnya menurut Kumar dan Jagadesh (2016), kombinasi mikroorganisme dalam bentuk konsorsium, dapat mengendalikan berbagai patogen tanaman dengan lebih efektif. Bakteri menjadi memiliki lebih dari satu pengaruh menguntungkan, dengan mekanisme penekanan penyakit yang berbeda. Dengan menggabungkan strain dengan mekanisme penekanan penyakit yang berbeda, dapat mengendalikan patogen secara lebih efektif.

Hasil skrining bakteri endofit dari tanaman bawang merah menemukan 6 isolat yang potensial sebagai pemacu pertumbuhan dan pengendali hayati penyakit hawar daun

Resti et al. Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit

bakteri. Bakteri endofit tersebut adalah *Bacillus cereus* P14, *B. cereus* Se07, *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *Serratia marcescens* galur ULG1E2 dan *S. marcescens* galur JB1E3. Bakteri tersebut memiliki efektifitas penekanan penyakit 28,32 – 64,30%, dan efektifitas peningkatan hasil panen 50,65 – 214,85%, bila diintroduksi secara tunggal (Resti et al., 2013).

Bacillus spp merupakan agens hayati yang sudah banyak digunakan dan terbukti berhasil sebagai agen biokontrol terhadap jamur patogen tanaman. *Bacillus* spp dilaporkan dapat menghasilkan berbagai jenis senyawa antimikroba dan ramah lingkungan (Khan et al., 2021). Sementara itu, *S. marcescens* merupakan agen antagonis yang mampu pengendalian *Pyricularia oryzae*, karena menghasilkan enzim kitinolitik yang menyebabkan degradasi dinding sel jamur, induksi reaksi pertahanan tanaman dan menghasilkan senyawa anti-jamur (Jaiganesh et al., 2007).

Konsorsium bakteri dapat menghasilkan enzim kitinase yang mendegradasi dinding sel jamur pathogen, melindungi tanaman terhadap patogen, meningkatkan ketahanan tanaman dan menghasilkan anti-jamur (Hadi et al., 2021). Bakteri seperti *Bacillus*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Serratia* dan *Vibrio* telah diaplikasikan dalam bentuk konsorsium, dan menghambat jamur patogen *Fusarium oxysporum* F sp *cubense*. Kemampuan *Bacillus cereus* P14, *Bacillus cereus* Se07, *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *Serratia marcescens* galur ULG1E2 dan *Serratia marcescens* galur JB1E3 bila diintroduksi sebagai konsorsium bakteri belum pernah diteliti. Konsorsium bakteri endofit ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsorsium bakteri endofit yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. oryzae*.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli - Desember 2021, di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.

Metode

Penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu: Tahap I: Pengujian kemampuan antagonis bakteri endofit terhadap *C.oryzae*. Tahap II: pengujian kemampuan antagonis konsorsium bakteri endofit terhadap *C.oryzae*. Percobaan tahap I menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuannya adalah 8 bakteri endofit *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *B. cereus* P14, *B. cereus* Se07, *S.marcescens* galur JB1E2, *S. marcescens* galur JB1E3, *S.marcescens* galur ULG1E2 dan *S. marcescens* galur ULG1E) dan kontrol.

Percobaan tahap II menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan konsorsium bakteri endofit dan kontrol dengan 3 ulangan. Bakteri endofit yang digunakan merupakan koleksi Resti (2016) (Tabel 1).

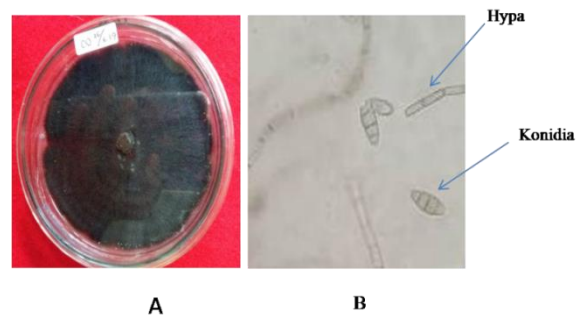
Tabel 1. Perlakuan konsorsium bakteri endofit

Kode	Bakteri endofit
A	Kontrol
B	<i>S.marcescens</i> isolat ULG1E4, <i>S. marcescens</i> galur JB1E3
C	<i>Bacillus</i> sp HI, <i>S.marcescens</i> galur JB1E3
D	<i>Bacillus</i> sp HI, <i>Bacillus</i> sp SJI, <i>S.marcescens</i> galur JB1E3
E	<i>S.marcescens</i> galur ULG1E4, <i>S.marcescens</i> galur JB1E3, <i>S.marcescens</i> galur JB1E2
F	<i>Bacillus</i> sp HI, <i>Bacillus</i> sp SJI
G	<i>Bacillus</i> sp SJI, <i>S.marcescens</i> galur ULG1E4

Penyediaan jamur patogen *C.oryzae*

Jamur patogen *C.oryzae* merupakan koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakul-

tas Pertanian, Universitas Andalas. Potongan misellium jamur dengan diameter 0,6 cm ditempatkan pada bagian tengah medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA, Merck), dalam cawan petri berdiameter 10 cm. Cawan petri diinkubasi pada suhu ruang selama 12 hari. Koloni jamur yang tumbuh digunakan untuk perlakuan uji antagonis. Bentuk makroskopis dan mikroskopis *C. oryzae* disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Morfologi *C. oryzae* dalam media PDA: A. Makroskopis, umur 14 hari, B. Mikroskopis, konidia dan potongan hifa

Persiapan bakteri endofit

Semua bakteri endofit uji diremajakan dengan metode gores pada media *Nutrient Agar* (NA, Merck) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2 x 24 jam. Suspensi bakteri yang digunakan untuk pengujian disiapkan dengan kerapatan populasi 10^8 sel/ml.

Konfirmasi bakteri endofit

Konfirmasi bakteri endofit bertujuan untuk memastikan bahwa bakteri yang digunakan memiliki karakter yang sama dengan bakteri koleksi. Karakter yang diamati adalah morfologi koloni, warna, Gram dan reaksi hipersensitif. Bakteri endofit dibiakkan pada medium NA. Satu koloni bakteri yang berumur 2 x 24 jam ditempatkan pada kaca objek dan dicampurkan dengan satu tetes larutan KOH 3%. Bila hasil campuran tersebut kental menunjukkan bahwa bakteri tersebut bersifat Gram negatif, sebaliknya bila encer berarti Gram positif (Schaad et al., 2001).

Suspensi bakteri endofit (10^8 sel/ml) diinfiltrasikan pada permukaan bawah daun tembakau menggunakan jarum suntik dan diinkubasi selama 2x24 jam. Bila tidak terjadi nekrotik dalam waktu 2x24 jam, artinya bakteri bersifat *Hipersensitive Reaction* (HR) negatif (Klemen et al., 1990).

Persiapan konsorsium bakteri endofit

Bakteri endofit yang kompatibel, sesuai dengan perlakuan, dibiakkan dalam 50 ml medium *Nutrien Broth* (NB, Merck) dalam *erlenmeyer* 100 ml, dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 72 jam, kecepatan 150 rpm pada suhu kamar. Konsorsium disiapkan dengan populasi 10^8 sel/ml. Kerapatan populasi ditentukan dengan membandingkan dengan larutan *Mc Farland* skala 8. Kultur cair konsorsium bakteri endofit selanjutnya di sentrifus dengan kecepatan 5.000 rpm selama 20 menit. Supernatan dipisahkan dari pelletnya dan disaring dengan *Millipore syringae membrane* 0,22 μ l (Elita et al., 2013). Supernatan konsorsium bakteri endofit tersebut selanjutnya disimpan dalam botol kultur untuk digunakan sebagai perlakuan.

Uji antagonis bakteri endofit terhadap *C. oryzae*

Pengujian menggunakan metode *dual plate* (Jon dan Sup, 2014). Miselium *C. oryzae* dengan diameter 0,6 cm ditempatkan pada bagian tengah cawan petri (Φ 10 cm) yang berisi 10 ml medium PDA + NA (volume 1:1). Setelah 24 jam, satu ose bakteri endofit digoreskan pada empat sisi bagian pinggir cawan petri. Tiap bakteri endofit ditempatkan pada petri yang berbeda. Cawan petri selanjutnya diinkubasi selama 14 hari pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan terhadap persentase daya hambat bakteri endofit terhadap perkembangan *C. oryzae*, menggunakan rumus:

$$DH = \frac{R_k - R_p}{R_k} \times 100 \%$$

Keterangan:

DH = Persentase daya hambat

R_k = Jari-jari koloni jamur pada kontrol

R_p = Jari-jari koloni jamur pada perlakuan

Untuk perlakuan kontrol, miselium jamur *C. oryzae* diameter 0,6 mm ditempatkan pada bagian tengah cawan petri yang berisi medium PDA, dan diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari.

Uji antagonis konsorsium bakteri endofit terhadap *C. oryzae*

Satu ml supernatan konsorsium bakteri endofit dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi 10 ml medium PDA (konsentrasi 10%), kemudian dihomogenkan. Setelah medium PDA dingin dan padat, miselium jamur *C. oryzae* diameter 0,6 mm ditempatkan pada bagian tengah cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang selama 12 hari. Untuk perlakuan kontrol, 0,6 ml diameter jamur *C. oryzae* ditempatkan pada bagian tengah cawan petri yang berisi medium PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 12 hari. Pengamatan dilakukan terhadap persentase daya hambat menggunakan rumus:

$$DH = \frac{D_k - D_p}{D_k} \times 100\%$$

DK

Keterangan:

DH = Persentase daya hambat

D_k = Diameter koloni jamur pada kontrol

D_p = Diameter koloni jamur pada perlakuan

Analisis data

Data dianalisis dengan uji ANOVA dan apabila berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

HASIL

Uji antagonis bakteri endofit terhadap *C. oryzae*

Kemampuan antagonis bakteri endofit ditunjukkan dengan persentase daya hambat terhadap pertumbuhan jamur *C. oryzae*.

Semua bakteri endofit yang diuji mampu menekan perkembangan jamur *C. oryzae*, dengan persentase daya hambat antara 58,50 - 75,00%. Bakteri endofit *B.cereus* Se07, *Bacillus* sp HI dan *Bacillus* sp SJI, bahkan mampu menekan pertumbuhan jamur lebih dari 70%. Kemampuan tertinggi terdapat pada perlakuan *B.cereus* Se07 dengan persentase daya hambat 75,00% (Tabel 2, Gambar 2).

Tabel 2. Persentase daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *C.oryzae* secara *in vitro* (14 hsi)

Bakteri endofit	Daya hambat (%)
<i>B.cereus</i> Se07	75,00 a
<i>Bacillus</i> sp HI	74,00 ab
<i>Bacillus</i> sp SJI	70,50 abc
<i>B.cereus</i> P14	69,50 bc
<i>S.marcescens</i> galur JB1E2	66,25 cd
<i>S.marcescens</i> galur JB1E3	63,50 de
<i>S.marcescens</i> galur ULG1E4	60,00 ef
<i>S.marcescens</i> galur ULG1E2	58,50 f
Kontrol	0.00 g

KK : 5,65%

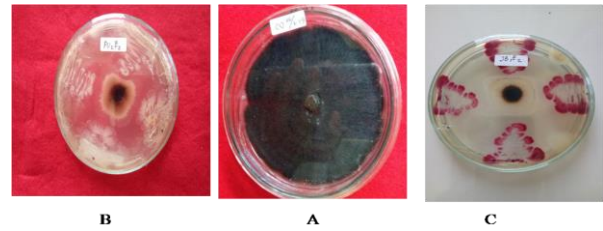
Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT taraf nyata 5%

Tabel 3. Persentase daya hambat konsorsium bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *C.oryzae* secara *in vitro* (14 hsi)

Perlakuan	Daya hambat (%)
B (<i>S.marcescens</i> isolat ULG1E4, <i>S. marcescens</i> galur JB1E3)	77,00 a
D (<i>Bacillus</i> sp HI, <i>Bacillus</i> sp SJI, <i>S.marcescens</i> galur JB1E3)	72,33 ab
G (<i>Dacillus</i> sp SJI, <i>S.marcescens</i> galur ULG1E4)	71,33 b
C (<i>Bacillus</i> sp HI, <i>S.marcescens</i> galur JB1E3)	54,00 c
E (<i>S.marcescens</i> galur ULG1E4, <i>S.marcescens</i> galurJB1E3, <i>S.marcescens</i> galur JB1E2)	43,00 d
F (<i>Bacillus</i> sp HI, <i>Bacillus</i> sp SJI)	38,00 d
A (Kontrol)	0,00 e

KK = 2,45 %

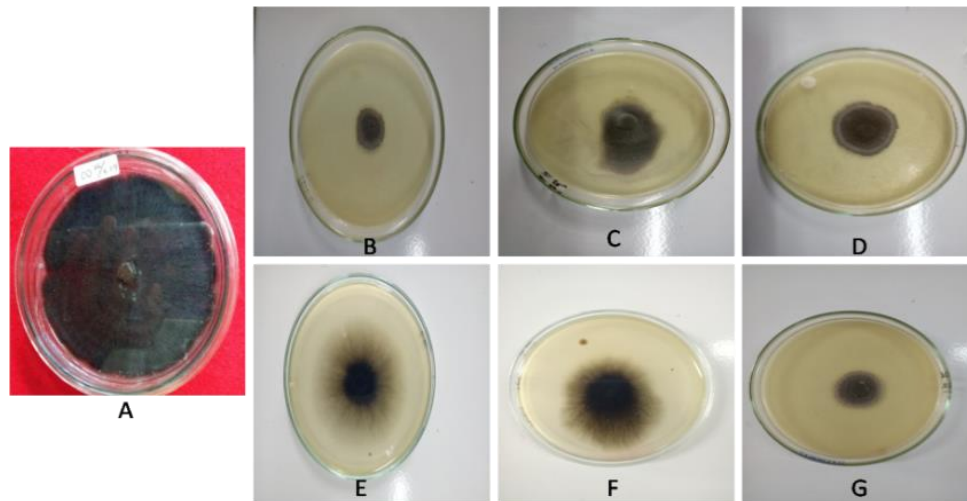
Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT taraf nyata 5%



Gambar 2. Daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *C.oryzae* (14 hsi): A. Kontrol, B. *Bacillus* sp SJI, C. *S. marcescens* galur JB1E2

Uji antagonis konsorsium bakteri endofit terhadap *C.oryzae*

Semua perlakuan konsorsium bakteri endofit mampu menekan pertumbuhan *C. oryzae*. Persentase daya hambat konsorsium bakteri endofit antara 30-77%. Perlakuan konsorsium yang memiliki persentase daya hambat melebihi 70% adalah konsorsium B (*S.marcescens* galur ULG1E4, *S. marcescens* galur JB1E3), D(*Bacillus* sp HI; *Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur JB1E3), dan G (*Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur ULG1E4), dengan daya hambat berturut-turut 77,00, 72,33 dan 71,33% (Tabel 3 dan Gambar 3).



Gambar 3. Kemampuan antagonis konsorsium bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *C. oryzae* pada medium PDA (14 hsi): A. Kontrol, B. *S.marcescens* isolat ULG1E4; *S. marcescens* galur JB1E3, C. *Bacillus* sp HI; *S.marcescens* galur JB1E3, D. *Bacillus* sp SJI; *S.marcescens* galur JB1E3, E. *S.marcescens* galur ULG1E4; *S.marcescens* galur JB1E3; *S.marcescens* galur JB1E2, F. *Bacillus* sp HI; *Bacillus* sp SJI, G. *Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur ULG1E4

PEMBAHASAN

Bakteri endofit *B.cereus* Se07, *Bacillus* sp HI dan *Bacillus* sp SJI mampu menekan pertumbuhan jamur *C.oryzae* lebih dari 70%. Kemampuan tertinggi terdapat pada perlakuan *B.cereus* Se07 dengan persentase daya hambat 75% (Tabel 2, Gambar 2). Hasil ini lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Pengujian anti-jamur bakteri tersebut terhadap jamur patogen *Colletothricum capsici* memiliki daya hambat 28,48%, pengujian terhadap jamur *C. gloeosporioides* memiliki daya hambat 19,99% dan pengujian terhadap *Fusarium oxysporum* sub sp *cubense* memiliki daya hambat 14,54% (Resti et al., 2017). Hasil pengujian ini juga lebih baik daripada pengujian Mardiah (2018), *B.cereus* memiliki kemampuan anti-jamur dan menekan pertumbuhan *Ganoderma boninense* dengan daya hambat 62,22%. Sedangkan *Bacillus oryzicola* YC7007 yang diisolasi dari perakaran tanaman padi mampu menekan pertumbuhan berbagai jenis jamur patogen tanaman padi, menginduksi ketahanan dan

meningkatkan pertumbuhan tanaman padi (Chung et al., 2015).

Penekanan pertumbuhan jamur *C. oryzae* oleh bakteri endofit terjadi melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi terhadap nutrisi dan habitat jamur patogen *C.oryzae*. *B. cereus* Se07, *Bacillus* sp HI dan *Bacillus* sp SJI mampu memproduksi enzim kitinase (Resti et al., 2020) dan siderofor (Resti et al., 2017). Sunpapao et al. (2018) melaporkan daya hambat bakteri *Streptomyces* galur NRB-2 terhadap *C.oryzae* penyebab bercak daun pada kelapa sawit setinggi 72,50%. Mekanisme penghambatan pertumbuhan jamur melalui kompetisi terhadap nutrisi dan habitat oleh *Streptomyces* galur NRB-2 mampu mensekresikan enzim kitinase yang mendegradasi dinding sel patogen.

Daya hambat konsorsium bakteri endofit antara 30 - 77%. Perlakuan konsorsium yang memiliki daya hambat melebihi 70% adalah konsorsium B (*S.marcescens* galur ULG1E4, *S. marcescens* galur JB1E3), D (*Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur JB1E3), dan G (*Bacillus* sp SJI; *S.*

marcescens galur ULG1E4). Perlakuan terbaik yaitu konsorsium *S.marcescens* galur ULG1E4 dan *S.marcescens* galur JB1E3 (Tabel 3, Gambar 3).

Bakteri *S.marcescens* galur ULG1E4 dan galur JB1E3 ini bila diaplikasikan secara tunggal mampu menekan pertumbuhan *C.oryzae* hingga 60% dan 63,50% (Tabel 2). Sedangkan bila diaplikasikan dalam bentuk konsorsium, kemampuannya meningkat menjadi 77%. Sama dengan hasil penelitian Resti et al. (2018) sebelumnya, konsorsium bakteri endofit *Bacillus* sp HI, *S.marcescens* galur JB1E3 dan konsorsium *Bacillus* sp SJI, *Bacillus* sp HI, *S.marcescens* galur JB1E3 juga mampu menekan perkembangan bakteri patogen *Ralstonia solanacearum*.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa aplikasi bakteri endofit dalam bentuk konsorsium lebih efektif dalam menekan perkembangan jamur patogen, bila dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Menurut James dan Mathew (2015), konsorsium bakteri endofit dapat memberikan berbagai mekanisme pengendalian (kompetisi, antibiotik, induksi ketahanan dan lain-lain) secara bersamaan, sehingga akan lebih efektif dalam mengendalikan patogen. Selanjutnya menurut Kumar dan Jagadesh (2016), kombinasi mikroorganisme dalam konsorsium dapat mengendalikan berbagai patogen tanaman dengan lebih efektif.

Bakteri endofit yang digunakan sebagai sumber konsorsium ini menurut Resti et al. (2017) memiliki berbagai karakter potensial sebagai agen pengendali hayati seperti produksi enzim kitinase, protease, lipase dan siderofor yang apabila digabungkan memberikan kemampuan penekanan penyakit yang jauh lebih efektif.

KESIMPULAN

Semua bakteri endofit dan semua konsorsium bakteri endofit mampu meng-

Resti et al. Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit

hambat pertumbuhan jamur *C.oryzae* dengan daya hambat berkisar antara 58,50 - 75,00% dan 38,00 - 77,00%. Bakteri endofit yang memiliki kemampuan tinggi dalam menekan pertumbuhan *C.oryzae* adalah *B.cereus* Se07, *Bacillus* sp HI dan *Bacillus* sp SJI dengan daya hambat berturut-turut: 75,00, 70,50, dan 70,00%. Konsorsium bakteri endofit yang memiliki kemampuan tinggi dalam menekan pertumbuhan *C.oryzae* adalah konsorsium **B** (*S.marcescens* galur ULG1E4, *S. marcescens* galur JB1E3), **D** (*Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur JB1E3), dan **G** (*Bacillus* sp SJI, *S.marcescens* galur ULG1E4), dengan daya hambat berturut-turut 77,00, 72,33, dan 71,33%. Perlu pengujian lebih lanjut tentang penggunaannya secara in planta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Faradilla Suwandi atas bantuannya dalam persiapan dan kultur jamur *Culvularia oryzae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Busi S, P Peddikotla, M Suryanarayana, Upadhyayula, dan V Yenamandra. 2009. Secondary metabolite of *Cuivularia oryzae*. MTCC 2605. Record of Natural Product 3(4): 204-208
- Butt AR, SI Yaseen, dan A Javaid. 2011. Seedborne mycoflora of stored rice grains and its chemical control. Journal of Animal Plant Science 2 (2):193-196.
- Chung EJ, MT Hossain, A Khan, KH Kim, CO Joo, dan YR Chung. 2015. *Bacillus oryzicola* sp. Nov. an endophytic bacterium isolated from roots of rice with antimicrobial, plant growth promoting and systemic resistance inducing activities in rice. Plant Pathology Journal 3(2): 152-162.
- Elita A, S Saryono, dan J Christine. 2013. Penentuan waktu optimum produksi antimikroba dan uji fitokimia ekstrak

- kasar fermentasi bakteri endofit *Pseudomonas* sp dari umbi tanaman dahlia (*Dahlia variabilis*). Journal of Indonesian Chemistry Acta 3 (2): 56-62.
- Hadi AE, A Khalisha, A Pambudi and Y Effendi. 2021. Potential of bacteria consortium as growth controller of pathogenic fungi *Fusarium oxysporum* F. sp. cubense (Foc). Proceeding of the 7th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment Science 637: 1-11.
- Jaiganesh V, A Eswaran, P Balabaskar, dan C Kannan. 2007. Antagonistic Activity of *Serratia marcescens* against *Pyricularia oryzae*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 35(2): 48-54.
- James D dan KS Mathew. 2015. Evaluation of endophytic microbial consortium for the management of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. Journal of Biological Control 29(3): 148-156.
- Jon XS dan BS Kam B. 2014. Biocontrol of *Fusarium* crown and root rot and promotion of growth of tomato by *Paenibacillus* strains isolated from soil. Microbiology 42(2): 158-166.
- Khan M, M Salman, SA Jan, dan ZK Shinwari. 2021. Biological control of fungal phytopathogens: A comprehensive review based on *Bacillus* species. MOJ Biology and Medicine 6(2):90-92.
- Klement ZK, Rudolph, dan DC Sand. 1990. Methods in phytobacteriology. Academic Press. Budapest.
- Kumar KH dan KS Jagadeesh. 2016. Microbe-plant-mediated defense against phytopathogens and growth benefits. South Indian Journal of Biological Sciences 2(4): 395-403.
- Mardiah I. 2018. Identification of endophytic bacteria isolated from palm oil plants with anti-fungal activities against *Ganoderma boninense*. Pharmacology and clinical research 3(2): 41-49.
- Resti Z, T Habazar, DP Putra, dan Nasrun. 2013. Skrining dan identifikasi isolat bakteri endofit untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri pada bawang merah. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 13(2): 167-178.
- Resti Z. 2016. Karakterisasi respon fisiologis tanaman bawang merah yang dintro-duksi dengan bakteri endofit indigenous terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv *allii*). {Disertasi}. Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang.
- Resti Z, Reflin, dan S Gani. 2017. Antagonistic and plant growth promoting potentials of indigenous endophytic bacteria of shallots. International Journal of Science and Applied Technology 2(2): 42-49.
- Resti Z, E Sulyanti, dan Reflin. 2018. Konsor-sium bakteri endofit sebagai pengendali hayati *Ralstonia solanacearum* dan pemicu pertumbuhan tanaman cabai. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 4(2): 208-214.
- Resti Z, Warnita, Y Liswarni. 2020. Uji kemampuan antagonis konsorsium bakteri endofit terhadap jamur patogen *Alternaria porrii* (Ell) Cif. Prosiding Plant Protection Day dan Seminar Nasional IV Unpad: 192-199.
- Ryan RP, K Germaine, A Franks, DJ Ryan, dan DN Dawling. 2008. Bacterial endophytes: Recent developments and applications. Federation of European Microbiological Societies Microbiology Letters: 1-9.
- Sunpapao A, T Chairin, dan SI Ito. 2018. The biocontrol by *Streptomyces* and *Trichoderma* of leaf spot disease caused by

- Culvularia oryzae* in oil palm seedling. Biological control 123: 36-42.
- Schaad NW, JB Jones, dan W Chun. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. The American Phytopathology Society. St Paul.
- Resti et al. Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit
- Shan DZ, BC Zhang, QX Ying, ZH Sun, XL He, YZ Liu, J Li, KK Chan, dan ZX Lin. 2019. Root associated endophytic bacterial community composition of *Pennisatum sinense* from four representative provinces in China. Microorganism 7(47): 1-15.