

Penghambatan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* dan Penekanan Serangannya pada Perkecambahan Tanaman Padi oleh Bakteri Endofit Padi

Growth Inhibition of *Rhizoctonia solani* and Its Infection Inhibition on the Rice Seedling by Rice Endophytic Bacteria

Fitri Widiyanti*, Endah Yulia, Dinda Sekar Fiko
Universitas Padjadjaran, Bandung 45363

ABSTRAK

Rhizoctonia solani merupakan salah satu patogen penting pada tanaman padi yang dapat menyebabkan hawar pada benih, daun, dan pelepah daun. Penyakit hawar pelepah ini menjadi masalah yang cukup serius di berbagai negara penanam padi, termasuk Indonesia. Pengendalian yang mengandalkan penggunaan pestisida sintesis dan varietas tahan sering kali menimbulkan permasalahan baru baik pencemaran lingkungan maupun munculnya populasi patogen resisten sehingga masih diperlukan pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan. Penelitian ini melaporkan potensi bakteri endofit asal tanaman padi sehat dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* secara *in vitro* dan kemampuannya dalam menekan infeksi *R. solani* pada perkecambahan padi. Percobaan menggunakan metode kultur ganda antara galur-galur bakteri endofit dan *R. solani*. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan koloni *R. solani* dan pertumbuhan miselium secara mikroskopis. Pengujian dilanjutkan dengan memperlakukan benih padi menggunakan bakteri endofit. Benih padi yang telah dilapisi dengan bakteri endofit kemudian ditumbuhkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang yang telah ditumbuhi *R. solani*. Tingkat gangguan penyakit hawar pada benih menunjukkan bahwa hampir semua galur bakteri yang diuji dapat menghambat pertumbuhan koloni *R. solani* dan juga menyebabkan malformasi pada miseliumnya. Aplikasi bakteri endofit pada benih padi juga secara nyata menurunkan tingkat infeksi *R. solani* pada benih padi. Di antara bakteri yang diuji, OS7 berpotensi dikembangkan sebagai agens pengendali hayati hawar pelepah yang disebabkan oleh *R. solani*. Penelitian dalam skala rumah kaca dan skala lapangan perlu dilakukan lebih lanjut.

Kata kunci: agens pengendali hayati, malformasi, metode kultur ganda, penyakit hawar pelepah

ABSTRACT

Rhizoctonia solani is one of the important pathogens in rice plants that can cause blight on seeds, leaves, and leaf sheaths. This rice sheath blight is a serious problem in many rice growing countries, including Indonesia. Controls that rely on the use of synthetic pesticides and resistant varieties often cause new problems, both environmental pollution and the emergence of resistant pathogen populations, so that safer and more environmentally friendly controls are still needed. This study reported the potential of endophytic bacteria from healthy rice plants in inhibiting the growth of *R. solani* *in vitro* and their ability to suppress *R. solani* infection in rice germination. The experiment used a dual culture method between endophytic bacterial strains and *R. solani*. Observations were made on the growth of *R. solani* colonies and microscopic mycelium growth. The test was continued by treating the rice seeds using endophytic bacteria. Rice seeds that have been coated with endophytic bacteria were then grown on

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jalan Raya Bandung-Sumedang km 21, Jatinangor-Sumedang 45363.
Surel: fitri.widiyanti@unpad.ac.id

potato dextrose agar medium that has been overgrown with *R. solani*. The level of disease blight in seeds showed that almost all of the bacterial strains tested could inhibit the growth of *R. solani* colonies and also cause malformations in their mycelium. The application of endophytic bacteria to rice seeds also significantly reduced the infection rate of *R. solani* in rice seeds. Among the bacteria tested, OS7 has the potential to be developed as a biological control agent for rice sheath blight caused by *R. solani*. Further research on the greenhouse and field scale needs to be done.

Keywords: biological control agent, dual culture method, malformation, sheath blight disease

PENDAHULUAN

Penyakit hawar pelepah pada tanaman padi yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* merupakan salah satu faktor pembatas produksi padi yang menyebabkan kehilangan hasil hingga mencapai 50% (Slaton *et al.* 2003). Tanaman padi yang terinfeksi oleh *R. solani* menunjukkan gejala bercak basah pada pelepah daun yang kemudian berkembang menjadi keabuan dengan tepi berwarna cokelat. Bercak-bercak tersebut berkembang bersatu menjadi bercak lebih besar yang kemudian mengakibatkan tanaman menjadi kering dan mati (Yellareddygar *et al.* 2014).

Rhizoctonia solani merupakan cendawan tanah yang hidup sebagai parasit fakultatif. Sklerotium *R. solani* dapat bertahan dalam tanah lebih dari dua tahun. Cendawan ini dapat menyerang tanaman padi pada berbagai fase pertumbuhan. Serangan *R. solani* pada fase pembentukan bunga atau pengisian panikel menyebabkan terganggunya transporasi air dan unsur hara serta asimilasi karbohidrat sehingga pengisian bulir padi tidak maksimal (Yellareddygar *et al.* 2014).

Pengendalian penyakit hawar pelepah masih mengandalkan pada fungisida. Alternatif pengendalian yang lain perlu dilakukan, di antaranya dengan memanfaatkan bakteri endofit sebagai agens pengendali hayati. Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gangguan bagi inangnya (Wu *et al.* 2021). Bakteri ini memberikan manfaat bagi tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Bakteri endofit membantu tanaman meningkatkan penyerapan nutrisi melalui fiksasi nitrogen dari udara atau melarutkan fosfat serta memengaruhi fitohormon yang

berperan sebagai pemicu pertumbuhan. Selain itu bakteri endofit secara tidak langsung memberikan manfaat bagi tanaman dengan memberikan perlindungan terhadap serangan patogen baik secara kontak maupun melalui senyawa antimikrob yang dihasilkannya (Ali *et al.* 2021). Bakteri endofit juga dapat menempati lingkungan yang sama dengan patogen pada tanaman sehingga inokulasi bakteri endofit sebagai agens pengendali hayati dianggap sebagai metode yang tepat untuk mengendalikan patogen tanaman (Wu *et al.* 2021).

Bakteri endofit telah dilaporkan dapat ditemukan pada semua jenis tanaman. Conn *et al.* (2008) melaporkan diperolehnya bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman gandum sehat dengan mekanisme pengaktifan gen kunci ketahanan tanaman. De Oliveira (2010) menyatakan bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman tomat dapat meningkatkan pertahanan tanaman terhadap berbagai jenis patogen, baik patogen golongan cendawan maupun bakteri. Asmoro dan Munif (2019) juga melaporkan keberhasilan mendapatkan bakteri endofit dari tanaman paku-pakuan yang menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *R. solani* pada tanaman padi. Meskipun kisaran inang dari bakteri endofit ini cukup luas, aktivitas bakteri endofit dilaporkan lebih baik ketika diaplikasikan pada tanaman inang yang sama dengan asalnya atau yang berkerabat dekat dengan tanaman inang asal (Long *et al.* 2008; Afzal *et al.* 2019).

Widiantini *et al.* (2017) melaporkan keberhasilan diperolehnya beberapa galur bakteri (Os) dari tanaman padi dengan kemampuan menghambat pertumbuhan cendawan *Pyricularia oryzae*, penyebab penyakit blas pada padi. Lebih lanjut

dilaporkan pula bahwa bakteri endofit tersebut menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang juga dapat menghambat pertumbuhan *P. oryzae* (Widiantini *et al.* 2019). Oleh karena itu penelitian yang bertujuan mendapatkan bakteri endofit Os sebagai agens pengendali hayati terhadap *R. solani* ini perlu untuk dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Perbanyakkan *Rhizoctonia solani* dan Bakteri Endofit

Perbanyakkan *R. solani* dilakukan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK). Bakteri endofit yang digunakan berasal dari koleksi biakan Laboratorium Bioteknologi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Sebanyak sembilan galur bakteri yang digunakan berasal dari tanaman padi (Os1, Os2, Os3, Os4, Os5, Os6, Os7, Os8, dan Os10). Bakteri ini diperbanyak pada medium *international project streptomyces* 2 (ISP2). Cendawan dan bakteri tersebut diinkubasikan pada suhu ruang.

Uji Patogenisitas *Rhizoctonia solani*

Uji patogenisitas dilakukan secara *in vivo*. Cendawan ditumbuhkan pada medium ADK dan diinkubasi pada suhu ruang selama lima hari. Benih padi varietas Ciherang direndam di dalam akuades selama 24 jam, ditiriskan, dan diperam selama 24 jam. Sebanyak lima benih padi ditumbuhkan di dalam cawan petri pada tempat *R. solani* yang telah tumbuh memenuhi cawan. Uji patogenisitas diulang sebanyak tiga kali. Benih diinkubasi selama lima hari pada suhu ruang dan gejala diamati pada benih padi. Benih padi yang terinfeksi *R. solani* ditandai dengan munculnya bercak berwarna kecokelatan dari pangkal bakal batang hingga ujung akar.

Uji Antagonis dan Pengaruh Perlakuan Benih dengan Bakteri Endofit terhadap *Rhizoctonia solani*

Kedua uji ini disusun dalam rancangan acak lengkap yang terdiri atas 10 perlakuan bakteri endofit, termasuk satu perlakuan kontrol. Uji diulang sebanyak empat kali. Data yang

diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan taraf 5% menggunakan software SPSS versi 21.0.

Uji Antagonisme Bakteri Endofit terhadap *R. solani*. Uji ini dilakukan dengan metode kultur ganda antara bakteri endofit dan *R. solani*. Perlakuan yang diuji ialah sembilan galur bakteri endofit yang dipasangkan dengan biakan *R. solani*. Bakteri endofit digoreskan pada medium separoh ADK dalam cawan petri, selanjutnya 5 mm diameter miselium *R. solani* diletakkan berseberangan dengan jarak 30 mm dari biakan bakteri.

Pengamatan dilakukan terhadap jari-jari koloni *R. solani* ketika pada perlakuan kontrol miselium cendawan *R. solani* sudah memenuhi cawan petri. Potensi bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* dapat dihitung dari persentase penghambatannya. Semakin besar zona hambat terbentuk maka bakteri endofit semakin kuat menghambat *R. solani*. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{c - t}{c} \times 100\%, \text{ dengan}$$

c, jari-jari koloni *R. solani* pada kontrol dan t, jari-jari koloni *R. solani* pada perlakuan

Pengaruh Perlakuan Bakteri Endofit pada Benih Padi terhadap Serangan *R. solani*. Sembilan galur bakteri endofit digunakan untuk perlakuan benih padi. Benih padi yang tidak diberi bakteri endofit digunakan sebagai kontrol. Suspensi bakteri endofit dibuat dalam 100 mL medium ISP2 cair, dikocok selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm, disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 6000 rpm pada suhu ruang. Sel bakteri diencerkan dengan larutan xanthan gum 3% dengan perbandingan 1 mL suspensi bakteri dan 9 mL larutan xanthan gum 3%. Selanjutnya campuran ini dikocok kuat dan kerapatan sel bakteri endofit dihitung menggunakan spektrofotometer dan disesuaikan hingga mencapai $OD_{600} = 1$ yang setara dengan kerapatan sel bakteri 10^7 cfu mL⁻¹.

Benih padi direndam di dalam akuades selama 24 jam, diperam dalam kertas lembap

selama 24 jam. Selanjutnya benih disterilkan dalam larutan kloroks 1% selama 30 detik dan dibilas dengan akuades steril. Masing-masing perlakuan bakteri endofit diinokulasikan pada 40 benih padi dengan cara meneteskan 1 mL suspensi bakteri endofit-*xanthan gum*. Selanjutnya benih padi dikeringanginkan dalam *laminar air flow*. Benih yang telah diberi perlakuan bakteri endofit ditanam pada biakan *R. solani* yang telah tumbuh memenuhi cawan petri. Setiap cawan petri diisi dengan 10 benih padi sehingga setiap perlakuan bakteri terdiri atas empat cawan petri sebagai ulangan.

Peubah yang diamati ialah jumlah benih padi yang terinfeksi *R. solani*. Gejala yang diamati ialah munculnya pencokelatan pada akar dan pangkal bakal batang. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus:

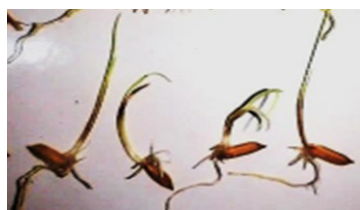
$$I = \frac{c - t}{c} \times 100\%, \text{ dengan}$$

c, jumlah benih pada perlakuan kontrol dan t, jumlah benih bergejala pada perlakuan.

HASIL

Patogenisitas *Rhizoctonia solani*

Uji patogenisitas *R. solani* yang dilakukan secara *in vitro* mengindikasikan bahwa *R. solani* bersifat patogenik. Patogenisitas *R. solani* pada benih dapat dilihat dari perkecambahan benih padi pada biakan cendawan yang mengalami pencokelatan pada akar dan pangkal bakal batang (Gambar 1). Patogenisitas cendawan patogen menjadi sangat penting karena akan berpengaruh terhadap hasil pengujian antagonisme dan perlakuan benih.



Gambar 1 Kecambah padi menunjukkan gejala pencokelatan pada akar dan pangkal calon batang yang terinfeksi *Rhizoctonia solani*.

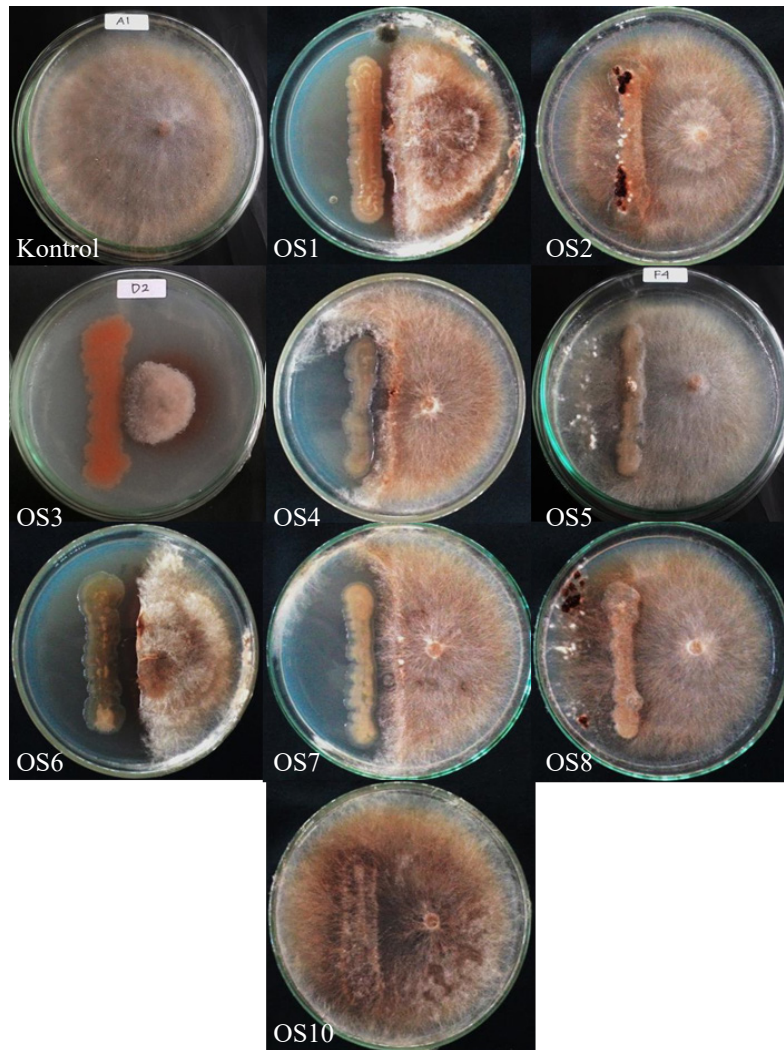
Antagonisme Bakteri Endofit terhadap *Rhizoctonia solani*

Uji antagonisme menghasilkan delapan bakteri endofit yang menghambat pertumbuhan miselium *R. solani*, kecuali galur Os10 (Gambar 2; Tabel 1). Bakteri endofit ini tidak berbeda dengan pertumbuhan *R. solani* pada kontrol. Delapan galur yang lain menunjukkan zona bening yang jelas dengan *R. solani*.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua bakteri endofit, kecuali Os10 dan Os2, dapat menghambat pertumbuhan koloni *R. solani* dengan baik (Tabel 2). Semakin kecil jari-jari koloni *R. solani* yang terbentuk, semakin baik pula penghambatan bakteri endofit terhadap *R. solani*. Berdasarkan persentase penghambatan yang ditimbulkannya, bakteri Os6 memiliki aktivitas antagonisme paling tinggi dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 78.03%.

Lebih lanjut, hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa pada pengujian antagonisme bakteri terdapat perbedaan morfologi miselium *R. solani* yang terhambat pertumbuhannya. Pada perlakuan dengan bakteri Os1, Os3, Os4, Os6, dan Os7, kondisi miselium cendawan pada bagian dasar yang berhadapan langsung dengan agens antagonis menebal pada titik tertentu dan mengalami perubahan warna. Miselium tersebut selanjutnya tumbuh lebih tipis ke bagian atas dan melewati agens antagonis karena dihambat pertumbuhannya pada bagian permukaan agar-agar (Gambar 2).

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa *R. solani* pada perlakuan kontrol tumbuh dengan normal (Gambar 3). Pada perlakuan Os1, Os3, Os4, Os6, dan Os7, hifa *R. solani* dihambat pertumbuhannya dan mengalami abnormalitas morfologi. Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan terjadi perubahan struktur morfologi dari hifa patogen *R. solani* seperti mengeriting, merata, membengkak; fragmentasi atau lisis; melanisasi (Gambar 3).



Gambar 2 Kemampuan penghambatan bakteri endofit terhadap *Rhizoctonia solani* pada hari kesepuluh setelah perlakuan. Kode pada setiap gambar menunjukkan kode bakteri endofit yang digunakan.

Tabel 1 Pertumbuhan koloni *Rhizoctonia solani* pada uji antagonisme dengan bakteri endofit pada hari kesepuluh setelah perlakuan

Bakteri endofit	Jari-jari koloni (cm)	Persentase penghambatan (%)
Os1	1.50 ± 0.24 a	75.00
Os2	5.32 ± 0.47 cd	11.25
Os3	1.30 ± 0.70 a	75.70
Os4	1.50 ± 0.24 a	71.96
Os5	4.27 ± 0.76 b	20.83
Os6	1.17 ± 0.23 a	78.03
Os7	1.32 ± 0.96 a	75.23
Os8	5.00 ± 0.00 bc	16.66
Os10	6.00 ± 0.00 d	0
Kontrol	6.00 ± 0.00 d	-

Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Pengaruh Perlakuan Benih Padi dengan Bakteri Endofit terhadap Serangan *R. solani*

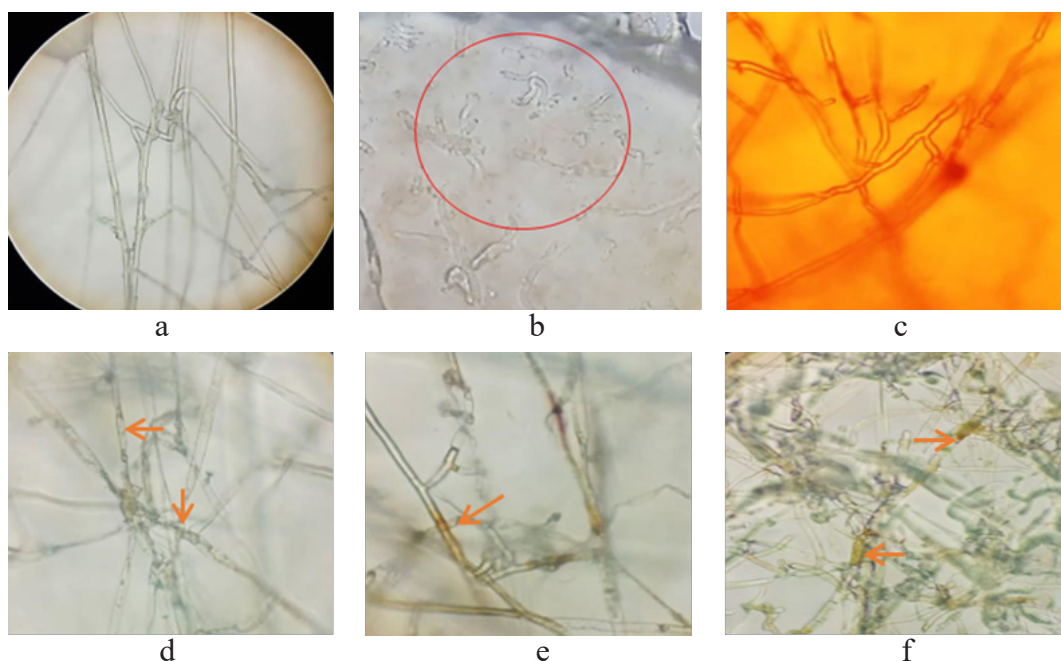
Kesembilan bakteri endofit memengaruhi rata-rata jumlah benih bergejala yang berbeda nyata dengan kontrol, kecuali bakteri Os2 dan Os10. Bakteri endofit Os2 dan Os10 merupakan bakteri yang memiliki kemampuan

paling rendah dalam menekan infeksi patogen dengan persentase penghambatan masing-masing hanya 10% dan 17.5%. Benih bergejala pada perlakuan Os1, Os3, Os4, Os5, Os7, dan Os8 menunjukkan tidak berbeda nyata bila saling dibandingkan, bakteri-bakteri tersebut memiliki kategori cukup baik dalam menghambat serangan *R. solani*. Kisaran rata-

Tabel 2 Kemampuan bakteri endofit dalam menghambat serangan *Rhizoctonia solani* pada perkecambahan padi tujuh hari setelah perlakuan

Bakteri endofit	Rata-rata jumlah benih bergejala	Persentase penghambatan benih bergejala (%)
Os 1	6.00 ± 0.40 ab	40.0
Os 2	8.24 ± 0.85 bcd	17.5
Os 3	6.00 ± 0.91 ab	40.0
Os 4	6.00 ± 1.29 ab	40.0
Os 5	6.75 ± 0.40 ab	30.0
Os 6	7.50 ± 0.64 bc	25.0
Os 7	4.50 ± 0.64 a	55.0
Os 8	6.00 ± 0.70 ab	40.0
Os 10	9.00 ± 0.40 cd	10.0
Kontrol	10.00 ± 0.00 d	-

Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.



Gambar 3 Morfologi miselium *Rhizoctonia solani* yang mengalami perubahan morfologi karena perlakuan bakteri endofit. a, Kontrol; b, Lisis; c, Mengeriting; d, Merata; e, *Melanisasi* dan f, *Melanisasi dan membengkak*.

rata persentase penghambatan infeksi yang ditimbulkan oleh Os1, Os3, Os4, Os5, dan Os8 ialah 30% hingga 55%. Meskipun demikian berdasarkan persentase penghambatannya Os7 memiliki kemampuan menghambat infeksi *R. solani* yang paling baik di antara perlakuan bakteri lain dengan persentase penghambatan sebesar 55%

Bakteri endofit Os6 merupakan perlakuan yang memiliki persentase penghambatan yang juga rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu 25%. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil uji antagonisme Os6 yang dapat menekan pertumbuhan cendawan patogen hingga 78.03% (Tabel 1).

PEMBAHASAN

Keefektifan agens antagonis dalam menghambat pertumbuhan patogen dapat dilihat dari ukuran zona penghambatan atau zona bening. Semakin besar zona bening, maka semakin besar kemampuan suatu agens antagonis untuk menghambat pertumbuhan patogen (Balouiri *et al.* 2016). Perlakuan Os6 memiliki zona penghambatan lebih luas daripada perlakuan yang lainnya. Koloni *R. solani* yang terbentuk pada perlakuan Os6 berukuran paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan pengujian secara *in vitro*, perlakuan Os6 diduga mempunyai potensi yang paling besar dalam menghambat pertumbuhan patogen *R. solani*. Persentase penghambatan pertumbuhan koloni *R. solani* pada perlakuan Os6 mencapai 78.03%. Perlakuan lainnya yang berbeda nyata dengan kontrol dan memiliki potensi cukup besar ialah perlakuan Os3, Os7, Os1, dan Os4 dengan penghambatan pertumbuhan koloni *R. solani* pada pengamatan 10 hari setelah perlakuan berturut-turut mencapai 75.4%, 75.23%, 75%, dan 71.96%.

Zona bening merupakan zona hambatan yang terbentuk di sekeliling koloni agens antagonis. Zona ini terbentuk karena adanya mekanisme antibiosis. Menurut Compant *et al.* (2005) terdapat beberapa mekanisme penekanan pertumbuhan patogen yang dilakukan oleh agens antagonis, salah satunya

adalah antibiosis. Mekanisme antibiosis merupakan penghambatan patogen oleh senyawa metabolit yang dihasilkan agens hayati seperti enzim, senyawa-senyawa volatil, zat pelisis dan senyawa antibiotik lainnya. Agens antagonis menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat menghambat atau membunuh patogen sehingga daerah tersebut tidak ditumbuhi oleh patogen (Nawangsih 2007). Senyawa antibiotik dapat mengakibatkan terjadinya endolisis atau autolisis, yaitu pecahnya sitoplasma suatu sel oleh enzim yang diikuti kematian sel yang mungkin disebabkan kekurangan hara, antibiotik ataupun kerusakan dinding sel (Raaijmakers *et al.* 2002). Selain senyawa bioaktif seperti antibiotik, agens antagonis juga menghasilkan enzim hidrolitik (protease, kitinase, selulase, lipase) dan inhibitor enzim (Ali *et al.* 2021).

Aktivitas antagonis bakteri kitinolitik dapat mengakibatkan hifa *R. solani* membengkok, menggulung, memendek, mengalami lisis, mengalami fragmentasi, mengeriting, dan mengecil (Novina *et al.* 2013). Secara mikroskopis kondisi miselium *R. solani* setelah berinteraksi dengan bakteri endofit mengalami penipisan dan patah menjadi beberapa bagian kecil (fragmentasi).

Diperkirakan bakteri endofit Os1 dan Os4 menghasilkan enzim glukonase yang dapat menyebabkan lisis pada dinding sel cendawan. *Streptomyces* menghasilkan enzim glukonase yang dapat menghancurkan dinding sel cendawan (Valois *et al.* 1996). Enzim β -(1,3) glukonase dan kitinase juga dihasilkan oleh agens antagonis cendawan lainnya seperti *Trichoderma* yang bertindak sebagai mikoparasit terhadap cendawan *R. solani* dan menyebabkan eksolisis pada hifa inang (Inayati *et al.* 2020). Enzim β -1,3 glukonase dan kitinase berperan dalam mendegradasi kitin sebagai komponen utama dinding sel cendawan sehingga hifa akan mengalami vakuolasi, lisis, dan hancur (Huang *et al.* 2005).

Malformasi miselium *R. solani* lainnya adalah melanisasi. Melanisasi merupakan proses pembentukan melanin yang dilakukan oleh organisme termasuk cendawan patogen untuk bertahan hidup dari cekaman lingkungan

(Henson *et al.* 1999). Melanin memengaruhi virulensi patogen untuk bertahan dari sifat antimikrob yang dilakukan oleh tanaman (Nosanchuk dan Casadeval 2006). Bakteri endofit Os6 dan Os7 diduga menghasilkan senyawa anticendawan yang membuat lingkungan menjadi tidak optimal bagi pertumbuhan *R. solani* sehingga mengalami proses melanisasi untuk mempertahankan diri.

Widiantini *et al.* (2017) melaporkan bahwa bakteri endofit Os6 dan Os7 ketika ditumbuhkan pada medium yang sama menunjukkan karakteristik yang berbeda. Pada medium ISP2, Os6 berwarna krem kecokelatan, sedangkan Os7 berwarna krem. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa kedua galur bakteri tersebut bukan dari jenis yang sama. Selain itu, terdapat sedikit perbedaan kerapatan bakteri Os6 dan Os7 yang digunakan pada metode pengujian perlakuan benih. Os7 memiliki kerapatan bakteri lebih tinggi (1.16×10^7 cfu mL⁻¹) dibandingkan dengan Os6 (1.00×10^7 cfu mL⁻¹) (data tidak ditampilkan). Kerapatan bakteri dilaporkan dapat memengaruhi kemampuan bakteri dalam mengkolonisasi akar yang akhirnya me-ningkatkan kemampuan agens biokontrol tersebut dalam mengendalikan penyakit tanaman (Compant *et al.* 2005). Hal ini diduga terjadi pada daya hambat oleh Os6 dan Os7 ketika digunakan sebagai perlakuan benih, yang mana penghambatan OS6 lebih rendah daripada Os7. Faktor lain yang dapat memengaruhi fenomena kontradiktif tersebut adalah *quorum sensing* (QS). *Quorum sensing* adalah mekanisme komunikasi antarsel dalam populasi yang dilakukan oleh bakteri nonpatogenik maupun bakteri patogenik. Mekanisme komunikasi tersebut berperan penting pada pengaturan ekspresi gen dalam proses proteksi maupun infeksi pada tanaman inang (Hadiwiyono 2009). Ekspresi gen akan terfasilitasi oleh sistem QS hanya ketika populasi bakteri telah mencapai suatu jumlah kerapatan sel yang cukup dan bergantung pada sintesis otopengimbas (*autoinducer*) yang dibebaskan oleh sel-sel bakteri sebagai sinyal komunikasi bakteri (Nasser dan Reverchon 2007; Williams *et al.* 2007). Salah satu

jenis otopengimbas ialah *acyl-homoserine lactone* (AHL). Pada kondisi normal AHL terbentuk pada kerapatan populasi yang cukup tinggi yang selanjutnya mengimbas ekspresi gen pembentuk anticendawan seperti fenazina yang berperan sebagai agens pengendali hayati (Fray *et al.* 1999). Sistem QS menunjukkan bahwa kemampuan bakteri endofit mengekspresikan gen protektif bergantung pada kerapatan sel bakteri tersebut.

Pada uji pengaruh perlakuan bakteri endofit pada benih padi, metode yang digunakan termasuk ke dalam jenis *biological seed treatment*. Menurut Rocha *et al.* (2019), pelapisan benih dengan agens biokontrol ialah metode aplikasi yang efektif dan ekonomis dalam mengintroduksi agens biokontrol. Meskipun *biological seed treatment* seringkali memiliki spektrum pengendalian yang terbatas dibandingkan dengan perlakuan bahan kimia sintesis, namun kemampuan agens biokontrol untuk mengkolonisasi rizosfer tanaman dapat menghasilkan manfaat lebih pada fase perkecambahan (Callan *et al.* 1997). Penggunaan mikroorganisme (bakteri atau cendawan) yang bersifat antagonis terhadap patogen sering dilakukan dengan mengombinasikan dengan perlakuan benih seperti *seed coating*, *seed pelleting*, dan *seed priming* (Silva *et al.* 2004). Pengnoo *et al.* (2006) melaporkan bahwa formulasi bakteri *Bacillus firmus* dapat menekan infeksi *R. solani* penyebab penyakit hawar daun kacang tanah melalui metode perlakuan benih. Kombinasi formulasi yang tepat, pelapisan benih dengan agens pengendali hayati dapat menjadi senjata andalan untuk mengendalikan berbagai jenis patogen dan penyakit (Rocha *et al.* 2019).

Dari hasil penelitian ini diperoleh bakteri endofit Os7 sebagai kandidat yang mempunyai potensi dikembangkan sebagai agens pengendali hayati. Bakteri ini memiliki aktivitas penghambatan pertumbuhan dan penghambatan infeksi *R. solani* yang baik. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi bakteri endofit Os7 untuk diaplikasikan pada tanaman padi sehingga dapat memberikan perlindungan yang baik terhadap infeksi patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, Shahzad S. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiological Research*. 221:36–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.02.001>.
- Ali M, Ali Q, Sohail MA, Ashraf MF, Saleem MH, Hussain S, Zhou L. 2021. Diversity and taxonomy distribution of endophytic bacteria community in the rice plant and its prospective. *International Journal of Molecular Sciences*. 22:10165. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms221810165>.
- Asmoro PP, Munif A. 2019. Bakteri endofit dari tumbuhan paku-pakuan sebagai agens hayati *Rhizoctonia solani* dan pemacu pertumbuhan tanaman padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 15(6):239–247. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.15.6.239-247>.
- Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6(2):71–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>.
- Callan NW, Mathre DE, Mathre XJB, Vavrina CS. 1997. Biological seed treatments: factors involved in efficacy. *HortScience*. 32(2):179–183. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.2.179>.
- Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Clément C, Barka EA, 2005. Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN. *Applied and Environmental Microbiology*. 71(16):85–93. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.71.4.1685-1693.2005>.
- Conn VM, Walker AR, Franco CMM. 2008. Endophytic actinobacteria induce defense pathways in *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 21(2):208–218. DOI: <https://doi.org/10.1094/MPMI-21-2-0208>.
- De Oliveira MF, Da Silva MG, Van Der Sand ST. 2010. Anti-phytopathogen potential of endophytic actinobacteria isolated from tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) in southern Brazil, and characterization of *Streptomyces* sp. R18 (6), a potential biocontrol agent. *Research in Microbiology*. 161(7):565–572. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.05.008>.
- Fray RG, Throup JP, Daykin M, Wallace A, Williams P, Stewart GSAB, Grierson D. 1999. Plants genetically modified to produce *N*-acylhomoserine lactones communicate with bacteria. *Nature biotechnology*. 17:1017–1020. DOI: <https://doi.org/10.1038/13717>.
- Hadiwiyono. 2009. *Quorum sensing*: Suatu sistem komunikasi bakteri fitopatogen, peranannya pada proses infeksi, dan peluangnya sebagai basis pengembangan strategi baru dalam pengendalian penyakit tumbuhan. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(2):45–54.
- Henson JM, Butler MJ, Day AW. 1999. The dark side of the mycelium melanins of phytopathogenic fungi. *Annual Review Phytopathology*. 37:447–471. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.37.1.447>.
- Huang C, Wang T, Chung S, Chen C. 2005. Identification of an antifungal chitinase from a potential biocontrol agent, *Bacillus cereus* 28–9. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*. 38(1):82–88. DOI: <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2005.38.1.082>.
- Inayati A, Sulistyowati L, Aini LQ, Yusnawan E. 2020. Mycoparasitic activity of indigenous *Trichoderma virens* against mungbean soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*: hyperparasite and hydrolytic enzyme production. *Agrivita*. 42(2):229–242. DOI: <https://doi.org/10.17503/agrivita.v0i0.2514>.
- Long HH, Schmidt DD, Baldwin IT. 2008. Native bacterial endophytes promotes host growth in a species-specific manner; phytohormone manipulations do not result in common growth responses. *Plos One*: e2702. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002702>.
- Nasser W, Reverchon S. 2007. New insights into the regulatory mechanisms of the LuxR family of quorum sensing

- regulators. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 387:381–390. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00216-006-0702-0>.
- Nawangsih AA. 2007. Pemanfaatan bakteri endofit pada pisang untuk mengendalikan penyakit darah: isolasi, uji penghambatan *in vitro* dan *in planta*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 12(1):43–49.
- Nosanchuk JD, Casadevall A. 2006. Impact of melanin on microbial virulence and clinical resistance to antimicrobial compounds antimicrobial agents and chemotherapy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 50(11):1723–1727. DOI: <https://doi.org/10.1128/AAC.00545-06>.
- Novina D, Suryanto D, Elimasni. 2013. Uji potensi bakteri kitinolitik dalam menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* penyebab rebah kecambah pada kentang varietas granola. *Saintia Biologi*. 1(1):26–32.
- Pengnoo A, Wiwattanapattapee R, Chumthong A, Kanjanamaneesathian M. 2006. Bacterial antagonist as seed treatment to control leaf blight disease of bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22:9–14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-005-2820-9>.
- Raaijmakers JM, Vlami M, De Souza JT. 2002. Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Antonie van Leeuwenhoek*. 81(1):537–547. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020501420831>.
- Rocha I, Ma Y, Souza-Alonso P, Vosatka M, Freitas H, Oliveira RS. 2019. Seed coating: a tool for delivering beneficial microbes to agricultural crops. *Frontiers in Plant Science*. 10:1357. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01357>.
- Silva HSA, Romeiro RDA, Macagnan D, Vieira BDAH, Pereira MCB, Mounteer A. 2004. Rhizobacterial induction of systemic resistance in tomato plants: Non-specific protection and increase in enzyme activities. *Biological Control*. 29(2):288–295. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00163-4](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00163-4).
- Slaton NA, Cartwright RD, Meng J, Gbur JEE, Norman RJ. 2003. Sheath blight severity and rice yield as affected by nitrogen fertilizer rate, application method, and fungicide. *Agronomy Journal*. 95(6):1489–1496. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1489>.
- Valois T, Fayad K, Barasubiye T, Garon M, Dery C, Brzezinski R, Beaulieu C. 1996. Glucanolytic actinomycetes antagonistic to *Phytophthora fragariae* var. *rubi*, the causal agent of raspberry root rot. *Applied and Environmental Microbiology*. 62(5):1630–1635. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.62.5.1630-1635.1996>.
- Widiantini F, Hartati F, Qadriyani MR, Yulia E. 2019. Antifungal potency of secondary metabolites produced by endophytic bacteria against pathogenic fungi *Pyricularia oryzae* Cav. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23(2):185–189. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.48392>.
- Widiantini F, Herdiansyah A, Yulia E. 2017. Biocontrol potential of endophytic bacteria isolated from healthy rice plant against rice blast disease (*Pyricularia oryzae* Cav.). *2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security: A Comprehensive Approach*. 287–295. DOI: <https://doi.org/10.18502/cls.v2i6.1051>.
- Williams P, Winzer K, Chan WC, Camara M. 2007. Look who's talking: communication and quorum sensing in the bacterial world. *Journal of Biological Sciences*. 362:1119–1134. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2039>.
- Wu W, Chen W, Liu S, Wu J, Zhu Y, Qin, L, Zhu B. 2021. Beneficial relationships between endophytic bacteria and medicinal plants. *Frontiers in Plant Science*. 12:646146. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.646146>.
- Yellareddygar SKR, Reddy MS, Kloepper JW, Lawrence KS, Fadamiro H. 2014. Rice sheath blight: A review of disease and pathogen management approaches. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*. 5(4):1–4. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000241>.