

Original Research Paper

Antagonist Test of *Bacillus subtilis* ATTC 6633 and *Trichoderma harzianum* on the Growth of *Magnaporthe oryzae* on Several Varieties of Priming Rice Seeds

Feskaharny Alamsjah¹, Zozy Aneloi Noli^{1*}, Hesti Dwi Marcellinna¹, Anthoni Agustien¹, Suwirnen¹, Kurniadi Ilham¹

¹Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : October 02th, 2023

Revised : October 24th, 2023

Accepted : November 24th, 2023

*Corresponding Author:

Zozy Aneloi Noli, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Email: zozynoli@sci.unand.ac.id

Abstract: *Priming* is a seed-soaking technique to increase seed viability and also suppress pathogens' growth. *Magnaporthe oryzae* is one of the pathogens in rice plants that causes leaf blast disease. The high rice consumption each year in Indonesia is not proportional to the amount of rice plant production, which is affected by the growth of pathogenic fungi. This study aims to determine the viability and percentage inhibition of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* against the growth of the pathogenic fungus *Magnaporthe oryzae* on local West Sumatra rice varieties Ceredek, Pandan Pulau, and Batang Sungkai. The research was conducted by testing the viability of microbes by counting the number of colonies and testing microbial antagonists with the Dual Culture method on seven days of observation. The results showed that *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* could inhibit the growth of the pathogen *M. oryzae*, which causes leaf blast disease. The viability of *Bacillus subtilis* after biopriming for 48 hours was most significant on Ceredek variety, which was 15.9×10^6 cfu/g, and for *Trichoderma harzianum* on Pandan Pulau variety, which was 0.4×10^6 cfu/g. The most significant inhibition percentage of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* was obtained in Ceredek rice with a value of 30.13% (medium category) and 63.04% (high category).

Keywords: Antagonist test, *Bacillus subtilis*, biopriming, *Magnaporthe oryzae*, *Trichoderma harzianum*.

Pendahuluan

Priming adalah teknik perendaman benih yang mampu meningkatkan kualitas benih dalam berkecambah (Kurnia *et al.*, 2016). Teknik priming telah banyak dilakukan seperti hidropriming, halopriming, osmopriming, matrix priming dan biopriming menggunakan agen hayati (Pawar & Laware, 2018). Agen hayati yang dapat digunakan dalam biopriming antara lain *Bacillus* dan *Trichoderma* (Liu *et al.*, 2013). Chowdappa *et al.*, (2013) melaporkan bahwa *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen dengan menghasilkan fitohormon seperti IAA dan GA3.

Biopriming dengan menggunakan agen hayati mampu meningkatkan produksi tanaman salah satunya pada tanaman padi. Padi varietas lokal cenderung digunakan oleh petani karena tingginya permintaan terhadap varietas lokal. Varietas padi lokal yang banyak diminati oleh masyarakat Sumatera Barat meliputi padi Varietas Ceredek, Pandan Pulau dan Batang Sungkai. Hasil penelitian Primilestari *et al.*, (2019) biopriming mampu meningkatkan mutu benih padi lokal jambi dengan hasil tertinggi pada varietas Kuning Betung.

Penggunaan agen hayati sebagai agen biopriming juga dapat menekan pertumbuhan jamur patogen penyebab penyakit pada tanaman padi. Salah satu penyakit yang menyerang

tanaman padi yaitu penyakit blas daun yang disebabkan oleh *Magnaporthe oryzae* yang mampu menembus kutikula luar daun padi dan menyerang jaringan tanaman hidup (Zhang *et al.*, 2016). Blas daun dapat berkembang dengan cepat sehingga mengganggu penyerapan unsur hara dan pertumbuhan tanaman padi dan berpotensi menyebabkan kematian tanaman padi apabila kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan patogen (Dewi *et al.*, 2013). Mikroba antagonis seperti *B. subtilis* dan *T. harzianum* dapat meningkatkan hasil panen dan melindungi tanaman dari patogen sebagai agen pengendali hayati. Menurut Atugala & Deshappriya (2015) mekanisme antagonis adalah dengan menekan pertumbuhan patogen, menghasilkan antibiotik (toksin), dan berkompetisi dalam memperebutkan ruang tumbuh.

B. subtilis dan *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit blas daun tanaman padi yang disebabkan oleh *Magnaporthe grisea* (Ali & Nadarajah, 2014; Hersanti *et al.*, 2020). Kemampuan *B. subtilis* dan *Trichoderma* dalam menekan pertumbuhan patogen menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghambat dan mendegradasi kitin pada dinding sel jamur sehingga jamur mengalami lisis (Triasih *et al.*, 2022); (Cahya *et al.*, 2022). Pada penelitian ini diharapkan *B. subtilis* dan *T. harzianum* dapat berperan sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen *M. oryzae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas dan persentase daya hambat *B. subtilis* dan *T. harzianum* terhadap pertumbuhan jamur patogen *M. oryzae* pada benih padi varietas Ceredek, Pandan Pulau dan Batang Sungkai.

Bahan dan Metode

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental terdiri dari beberapa tahap yaitu peremajaan isolat *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Trichoderma harzianum* dan *Magnaporthe oryzae*, pembuatan kurva pertumbuhan, pembuatan suspensi *B. subtilis* ATCC 6633 dan *T. harzianum* sebagai agen biopriming, pengujian viabilitas dan uji antagonis *B. subtilis* ATCC 6633 dan *T. harzianum* terhadap *M. oryzae*.

Prosedur penelitian

Peremajaan isolat *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Trichoderma harzianum* dan *Magnaporthe oryzae*

Isolat bakteri *B. subtilis* ATCC 6633 diinokulasikan pada media *Nutrient Agar* (NA) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Isolat *T. harzianum* dan *M. oryzae* diinokulasikan pada media PDA kemudian diinkubasi pada suhu 27°C selama 5 hari.

Kurva pertumbuhan *Bacillus subtilis*

Fase eksponensial *B. subtilis* ATCC 6633 diperoleh dari pembuatan kurva pertumbuhan. Sebanyak 1 ose bakteri *B. subtilis* diinokulasikan pada media inokulum *Nutrient Broth* 100 ml. Kemudian diinkubasi pada shaker dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 30°C selama 24 Jam. Dipipet sebanyak 5 ml dari medium inokulum dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml berisi 95 ml medium NB produksi. Disampling 1 ml kultur bakteri dan diukur kekeruhan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm. mengukur setiap interval 2 jam dan dihentikan setelah terjadi penurunan pertumbuhan bakteri (Gusnawaty *et al.*, 2014).

Kurva pertumbuhan *Trichoderma harzianum*

Sebanyak 1 ose *T. harzianum* dari medium PDA diinokulasikan pada media inokulum PDB 10 ml. Kemudian diinkubasi pada shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 24 Jam. Dipipet sebanyak 10 ml dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 ml berisi 90 ml medium PDB. Ditimbang Eppendorf kosong, disampling 1 ml *T. harzianum* dimasukkan dalam tabung Eppendorf, kemudian disentrifuse selama 15 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Supernatan yang diperoleh dibuang kemudian endapan dicuci dengan aquades steril lalu di sentrifus kembali sebanyak 2 kali pengulangan. Tabung Eppendorf diinkubasi pada suhu 80°C. Setelah itu dilakukan penimbangan hingga didapatkan berat yang konstan setiap 24 jam dan dihentikan setelah terjadi penurunan pertumbuhan jamur.

Pembuatan Suspensi *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum* sebagai agen biopriming

Suspensi biopriming diperoleh pada fase eskponensial *B. subtilis* dan *T. harzianum*.

Koloni bakteri *B. subtilis* disuspensikan dalam aquades steril 10 ml hingga diperoleh kekeruhan yang sama dengan standar kekeruhan larutan Mc Farland's 0,5 ($1,5 \times 10^8$ sel/ml) (Balouiri *et al.*, 2016). Selanjutnya jamur *T. harzianum* di suspensikan kedalam aquades 10 ml, kemudian dilakukan pengenceran hingga kepadatan spora 10^7 spora/ml (Zani & Anhar, 2021).

Pengamatan

Viabilitas Bacillus subtilis ATCC 6633 dan Trichoderma harzianum

Benih padi setelah dipriming dalam suspensi *B. subtilis* dan *T. harzianum* selama 48 jam dicuplik sebanyak 1 gr kemudian di suspensi ke dalam 9 ml aquades. Hasil pengenceran 10^{-5} diambil 1 ml lalu dituang pada cawan Petri dan ditambahkan media NA untuk *B. subtilis* dan media PDA untuk *T. harzianum*. Cawan Petri digoyangkan supaya suspensi dan media homogen, kemudian diinkubasi selama 24 jam untuk *B. subtilis* dan 4x24 jam untuk *T. harzianum*. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah koloni atau *Total Plate Count* (TPC) (Sukmawati, 2018).

$$TPC = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \quad (1)$$

Uji Antagonis terhadap Magnaporthe oryzae

Pengujian antagonis dilakukan menggunakan teknik *dual culture* pada media PDA. Isolat *M. oryzae* diinokulasikan dengan jarak 3 cm dari tepi cawan Petri dan pada bagian berlawanan diinokulasikan Mikroba antagonis (*B. subtilis* dan *T. harzianum*). Perlakuan kontrol digunakan dengan hanya meremajakan jamur *M. oryzae* tanpa mikroba antagonis. Pengamatan dilakukan pada hari ke-7 dengan menggunakan rumus % daya hambat (Korsten & De Jager, 1995).

$$\% \text{ Daya hambat} = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

R1 = Diameter koloni *M. oryzae* pada perlakuan kontrol

R2 = Diameter koloni *M. oryzae* dengan mikroba antagonis

Analisis data

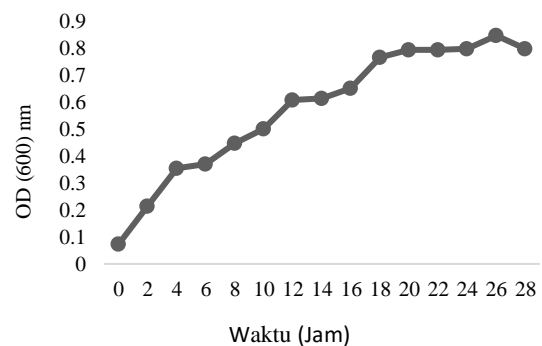
Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kemudian disajikan dalam bentuk

Gambar dan Tabel meliputi kurva pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum*, Viabilitas *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum* dan uji antagonis *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Magnaporthe oryzae*.

Hasil dan Pembahasan

Kurva pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum*

Kurva pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum* hingga diperoleh fase eksponensial disajikan pada Gambar 1 dan 2. Fase pertumbuhan mikroba terdiri dari empat fase yakni fase adaptasi (lag), fase eksponensial (log), fase stasioner dan fase kematian (Saraswati *et al.*, 2021).

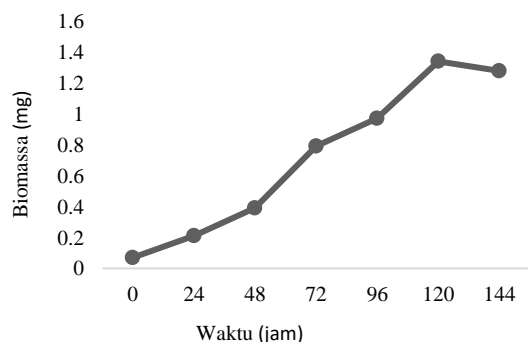


Gambar 1. Kurva pertumbuhan mikroba *Bacillus subtilis*

Pertumbuhan *B. subtilis* dan *T. harzianum* menunjukkan fase adaptasi yang relatif cepat. Hal ini terjadi karena medium pertumbuhan untuk inokulum dan medium produksi yang digunakan sama. Menurut Saraswati *et al.*, (2021) fase adaptasi dipengaruhi oleh faktor media dan lingkungan pertumbuhan, jika media pertumbuhan dan lingkungan awal sama dengan sebelumnya, maka fase adaptasi akan berjalan lebih cepat. Namun, jika media dan kondisi lingkungan yang baru berbeda dari sebelumnya, enzim akan membutuhkan waktu untuk mensintesisnya.

Kurva pertumbuhan *B. subtilis* pada Gambar 1 menunjukkan bahwa fase eksponensial terjadi pada jam ke-1 hingga jam ke-20 (0,793 nm). Fase eksponensial *T.*

harzianum pada Gambar 2 terjadi pada jam ke-24 hingga jam ke-120 dengan nilai biomassa tertinggi 1,34 mg. Pertumbuhan mikroba pada fase eksponensial pertumbuhan sel akan berlangsung sangat cepat dan produksi enzim meningkat (Johnsen & Krause, 2014). Pada fase ini mikroba membelah diri, sehingga jumlah mikroba menjadi dua kali lebih banyak dari sebelumnya (Syarifuddin *et al.*, 2022).



Gambar 2. Kurva pertumbuhan *Trichoderma harzianum*

Fase stasioner *B. subtilis* ditemukan pada jam ke-20 hingga jam ke-24, sedangkan pada *T. harzianum* jam ke-120. Pada fase pertumbuhan stasioner, jumlah populasi sel tetap konstan karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Menurut Sadhu *et al.*, (2014) pada fase stasioner jumlah sel akan berkurang karena berkurangnya nutrisi dalam media. Nutrisi dapat berupa sumber karbon, sumber nitrogen dan ion-ion logam yang terkandung dalam media produksi.

Viabilitas *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum*

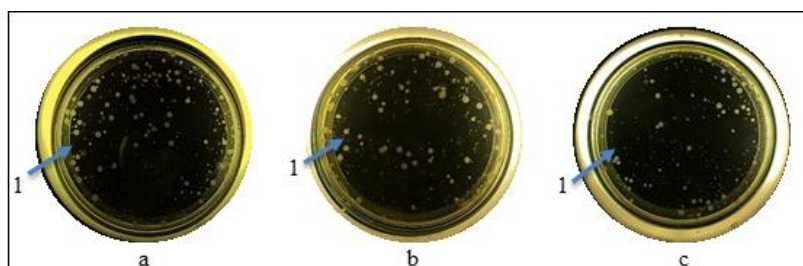
Hasil penelitian ini viabilitas mikroba dilakukan setelah biopriming dengan *B. subtilis* dan *T. harzianum* selama 48 jam pada beberapa varietas padi untuk mengetahui pertumbuhan *B. subtilis* dan *T. harzianum*. Total koloni *B. subtilis* dan *T. harzianum* pada beberapa varietas padi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1. Viabilitas *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* pada beberapa varietas benih padi setelah perendaman 48 jam

Agen Biopriming	Total koloni (x 10 ⁶ cfu/g)		
	Varietas Ceredek	Varietas Pandan Pulau	Varietas Batang Sungkai
<i>B. subtilis</i>	15,9	13,4	11,2
<i>T. harzianum</i>	0,3	0,4	0,2

Hasil penelitian pada Tabel 4 dan Gambar 3 viabilitas *B. subtilis* menunjukkan adanya pertumbuhan *B. subtilis* pada padi varietas ceredek sebesar 15,9 x 10⁶ cfu/g, varietas Pandan Pulau sebesar 13,4 x 10⁶ cfu/g dan varietas Batang Sungkai sebesar 11,2 x 10⁶ cfu/g. Sedangkan pada Gambar 4 pertumbuhan

T. harzianum pada padi varietas ceredek sebesar 0,3 x 10⁶ cfu/g, varietas Pandan Pulau sebesar 0,4 x 10⁶ cfu/g dan varietas Bayang Sungkai sebesar 0,2 x 10⁶ cfu/g. Pertumbuhan *B. subtilis* dan *T. harzianum* sebagai agen biopriming berperan dalam pertumbuhan benih padi (*Oryza sativa* L.).



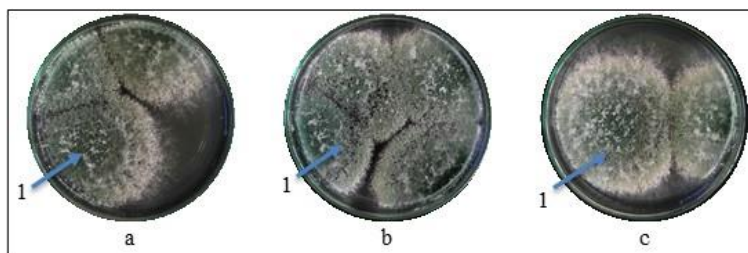
Gambar 3. Pertumbuhan *Bacillus subtilis* setelah biopriming selama 48 jam; Keterangan: (a) varietas Ceredek, (b) varietas Pandan Pulau dan (c) varietas Batang Sungkai;

Pertumbuhan *B. subtilis* pada padi varietas Ceredek, Pandan Pulau dan Batang

Sungkai disajikan pada Gambar 3. *Bacillus* sebagai PGPR merupakan bakteri pemacu

pertumbuhan tanaman, dengan keunggulan reproduksi cepat, nutrisi sederhana dan kompatibilitas lingkungan yang kuat (Rehman *et al.*, 2019). Perlakuan biopriming dengan menggunakan rizobakteri dapat meningkatkan pertumbuhan bibit padi. Hal ini dipicu oleh

kemampuan rizobakteri dalam menghasilkan auksin IAA (Chitra & Jijeesh, 2021). IAA dari bakteri berperan mempercepat perkecambahan benih dengan merangsang proses diferensiasi akar membentuk rambut akar dan tunas (Herlina *et al.*, 2017).



Gambar 4. Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* setelah biopriming selama 48 jam; Keterangan: (a) varietas Ceredek, (b) varietas Pandan Pulau dan (c) varietas Batang Sungkai

Pertumbuhan *T. harzianum* pada tiga varietas padi dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil penelitian Anitha *et al.*, (2015) pada *T. harzianum* menghasilkan IAA berpengaruh positif terhadap akar tanaman, pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Hasil penelitian Muliani *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa IAA berperan dalam penyerapan air dan zat hara melalui pertumbuhan akar. Hormon IAA yang dihasilkan *T. harzianum* memecah dormansi benih dan merangsang proses perkecambahan benih, hormon ini dapat digunakan untuk merangsang perkecambahan benih (Haerani *et al.*, 2021).

Uji antagonis *Bacillus subtilis* ATCC 6633 dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Magnaporthe oryzae*

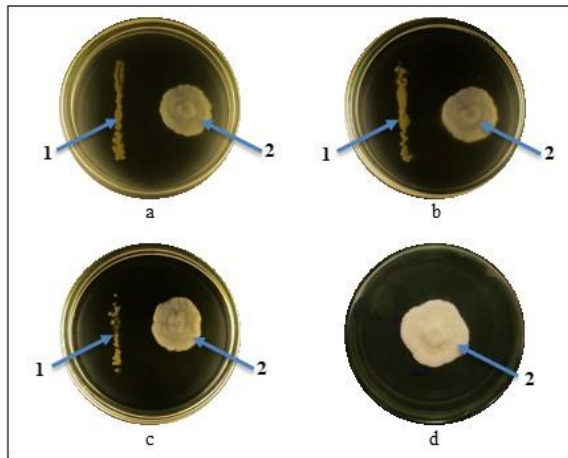
Hasil uji antagonis menggunakan *dual culture* menunjukkan *B. subtilis* dan *T. harzianum* menghambat pertumbuhan patogen *M. oryzae*. Diameter koloni dan % daya hambat mikroba antagonis *B. subtilis* dan *T. harzianum* pada pertumbuhan jamur patogen *M. oryzae* (Tabel 2). Diameter koloni *M. oryzae* perlakuan kontrol (tanpa *B. subtilis* dan *T. harzianum*) sebesar 3,95 cm lebih besar dibandingkan *M. oryzae* yang ditumbuhkan bersama agen biopriming yaitu *B. subtilis* dan *T. harzianum*.

Tabel 2. Diameter koloni dan % daya hambat *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Magnaporthe oryzae* pada 7 hari pengamatan

Perlakuan	Diameter koloni <i>M. oryzae</i> (cm)	Daya hambat (%)
Kontrol (tanpa <i>B. subtilis</i> dan <i>T. harzianum</i>)	3,95	0
<i>B. subtilis</i> , Var. Ceredek	2,76	30,13
<i>B. subtilis</i> , Var. Pandan Pulau	2,83	28,35
<i>B. subtilis</i> , Var. Batang Sungkai	2,97	24,81
<i>T. harzianum</i> , Var. Ceredek	1,66	63,04
<i>T. harzianum</i> , Var. Pandan Pulau	1,48	62,03
<i>T. harzianum</i> , Var. Batang Sungkai	1,55	58,48

Menurut (Rizal, 2017) semakin kecil diameter koloni jamur patogen, maka semakin kuat daya hambat mikroba antagonis terhadap pertumbuhan patogen. Penelitian Djaenuddin, (2016) melaporkan *B. subtilis* dan *T. harzianum* mampu menginduksi pembentukan metabolit sekunder yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap bercak daun, mati kecambah dan blas daun. *M. oryzae* merupakan jamur

berbahaya yang dapat menyerang tanaman padi penyebab penyakit blas. Penggunaan *B. subtilis* dan *T. harzianum* diharapkan mampu melindungi tanaman padi dari penyakit blas. Hasil penelitian Živković *et al.*, (2010) melaporkan kategori % daya hambat yaitu 1-25% dikategorikan rendah, 26-50% dikategorikan sedang, 51-75% dikategorikan tinggi dan 76-100% dikategorikan sangat tinggi.

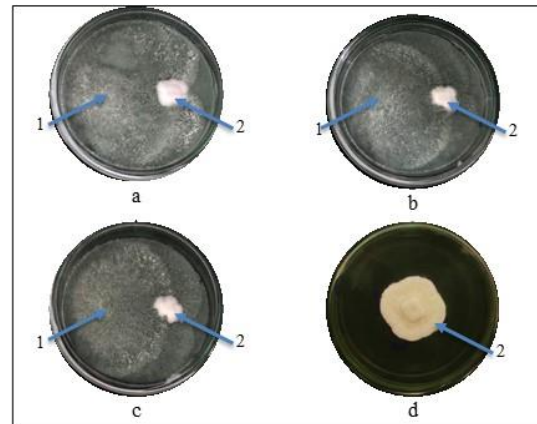


Gambar 5. Daya hambat *Bacillus subtilis* terhadap *Magnaporthe oryzae*. Keterangan: (a) varietas Ceredek, (b) varietas Pandan Pulau dan (c) varietas Batang Sungkai; (d) kontrol (tanpa *Bacillus subtilis*); (1) *Bacillus subtilis*, (2) *Magnaporthe oryzae*

Gambar 5 menunjukkan bahwa pertumbuhan dari *M. oryzae* terhambat oleh *B. subtilis* sehingga ukuran koloni *M. oryzae* lebih kecil dibandingkan kontrol (tanpa *T. harzianum*) pada ketiga varietas padi. Persentase daya hambat *M. oryzae* yang ditumbuhkan dengan *B. subtilis* dengan metode *dual culture* pada varietas Ceredek sebesar 30,13% (kategori sedang), varietas Pandan Pulau sebesar 28,35% (kategori sedang) dan varietas Batang Sungkai sebesar 24,81% (kategori rendah). Menurut Kaseng *et al.*, (2016) *B. subtilis* mempunyai kemampuan antagonis yang baik, karena adanya kesesuaian faktor-faktor lingkungan yang menyebabkan bakteri dapat beradaptasi dan berkembang lebih cepat, sehingga mampu mendukung kemampuan antagonis dan menghambat perkembangan patogen. *Bacillus* sp. adalah kelompok bakteri yang berperan dalam meningkatkan resistensi tanaman dan juga menghasilkan senyawa antijamur (Meika *et al.*, 2023).

Pertumbuhan *T. harzianum* setelah 7 hari terlihat cepat kearah *M. oryzae*, sehingga tidak memberikan ruang pertumbuhan untuk *M. oryzae* (Gambar 6). Persentase daya hambat *M. oryzae* yang ditumbuhkan dengan *T. harzianum* pada varietas Ceredek sebesar 63,04% (kategori tinggi), varietas Pandan Pulau sebesar 62,03% (kategori tinggi) dan varietas Batang Sungkai sebesar 58,48% (kategori tinggi). *Trichoderma* spp. tidak hanya mendorong pertumbuhan dan

perkembangan tanaman tetapi juga memiliki aktivitas antagonis luas terhadap berbagai fitopatogen tular tanah (Keswani *et al.*, 2014). Menurut Meika *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa penggunaan *Trichoderma* sp. maupun *Bacillus* sp. dengan persentase zona hambat berturut-turut 72,85% dan 62,94% dapat menekan pertumbuhan patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang Wakegi.



Gambar 6. Daya hambat *Trichoderma harzianum* terhadap *Magnaporthe oryzae*. Keterangan: (a) varietas Ceredek, (b) varietas Pandan Pulau, (c) varietas Batang Sungkai; (d) kontrol (tanpa *Trichoderma harzianum*); (1) *Trichoderma harzianum*, (2) *Magnaporthe oryzae*

Penggunaan mikroba sebagai pengendali hayati mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang berperan sebagai mikroorganisme antagonis. Pengaplikasian *B. subtilis* sebagai agen antagonis mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan mekanisme kompetisi dan antibiosis (Suriani & Muis, 2016). *T. harzianum* sebagai kapang antagonis berperan dalam mekanisme kompetisi dan parasitisme dengan melilit hifa dari jamur patogen *M. oryzae*. Penelitian Amaria *et al.*, (2015) menyatakan bahwa apabila hifa jamur antagonis tumbuh diatas hifa jamur patogen maka mekanisme tersebut disebut parasitisme. *Bacillus* sp memiliki kemampuan dalam mengendalikan jamur patogen secara *in vivo* dengan cara menguraikan dinding sel jamur melalui produksi kitinase (Nurdin *et al.*, 2016). Dendang (2015) melaporkan bahwa *Trichoderma* menghasilkan enzim β -(1-3) glukukanase dan kitinase sehingga menyebabkan terjadinya lisis patogen dan menyebabkan

hancurnya dinding sel jamur. Menurut Prasannath (2017) Enzim kitinase bersifat antijamur yang menghambat pertumbuhan spora dan menyebabkan lisis pada dinding sel jamur.

Kesimpulan

Bacillus subtilis dan *Trichoderma harzianum* dapat berperan sebagai agen biopriming yang mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Magnaporthe oryzae*. Viabilitas *Bacillus subtilis* terbesar diperoleh pada padi varietas Ceredek dan *Trichoderma harzianum* pada padi varietas Pandan Pulau. Persentase daya hambat terbesar diperoleh dari biopriming menggunakan *Trichoderma harzianum* dengan kategori tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih Penulis sampaikan disampaikan kepada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang sudah memfasilitasi sehingga selesainya penelitian ini.

Referensi

- Ali, H., & Nadarajah, K. (2014). Evaluating the efficacy of *Trichoderma* spp and *Bacillus subtilis* as biocontrol agents against *Magnaporthe grisea* in rice. *Australian Journal of Crop Science*, 8(9), 1324–1335. DOI: <https://doi.org/10.3316/informit.675920848997070>
- Amaria, W., Harni, R., & Samsudin. (2015). Evaluasi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 2(1), 51–60. DOI: <https://doi.org/10.21082/jtidp.v2n1.2015.p51-60>
- Anitha, U. V., Mummigatti, & Jahagirdar, Sh. (2015). Influence of Seed Priming Agents on Yield, Yield Parameters and Purple Seed Stain Disease in Soybean. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 20–23.
- Atugala, D. M., & Deshappriya, N. (2015). Effect of Endophytic Fungi on Plant Growth and Blast Disease Incidence of Two Traditional Rice Varieties. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 43(2), 173–187. DOI: <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v43i2.7945>
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (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>
- Cahaya, K. D., Kawuri, R., & Wijana, I. M. S. (2022). Potensi *Bacillus* sp. Sebagai Agen Antagonis Terhadap *Athelia rolfsii* Penyebab Busuk Pangkal Batang Kedelai (*Glycine max* L.). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2), 325. DOI: <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2022.v09.i02.p12>
- Chitra, P., & Jijeesh, C. M. (2021). Biopriming of seeds with plant growth promoting bacteria *Pseudomonas fluorescens* for better germination and seedling vigour of the East Indian sandalwood. *New Forests*, 52(5), 829–841. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09823-0>
- Chowdappa, P., Mohan Kumar, S. P., Jyothi Lakshmi, M., & Upreti, K. K. (2013). Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biological Control*, 65(1), 109–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.11.009>
- Dendang, B. (2015). Uji Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap *Ganoderma* sp. Yang Menyerang Tanaman Sengon Secara In-Vitro. *Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 147–156. DOI: <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2015.v04iss2pp147-156>
- Dewi, I. M., Cholil, A., & Muhibuddin, A. (2013). The relationship between leaf tissue characteristics and the rate of attack of leaf blast disease (*Pyricularia oryzae* cav.) in several rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *Pests of Plant Diseases*, 1(2), 10–18.
- Djaenuddin, N. (2016). Interaksi Bakteri

- Antagonis dengan Tanaman: Ketahanan Terinduksi pada Tanaman Jagung. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), 143–148.
- Gusnawaty, H., Taufik, M., & Herman. (2014). Efektifitas *Trichoderma Indigenus* Sulawesi Tenggara sebagai Biofungisida Terhadap *Colletotrichum* Sp. Secara In-Vitro. *Jurnal Agroteknos*, 4(1), 38–43. DOI: <https://doi.org/10.56189/ja.v4i1.204>
- Haerani, N., Nurdin, N., & Sofyan. (2021). Uji Efektivitas Teknik Biopriming dengan Cendawan *Trichoderma* pada Perbaikan Viabilitas Benih dan Produksi Mentimun. *Jurnal Agrotan*, 7(1), 42–54.
- Herlina, L., Pukan, K. K., & Mustikaningtyas, D. (2017). The endophytic bacteria producing IAA (*Indole Acetic Acid*) in *Arachis hypogaea*. *Cell Biology and Development*, 1(1), 31–35. DOI: <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v010106>
- Hersanti, Safitri, N., Djaya, L., & Sianipar, M. S. (2020). Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* dalam Campuran Serat Karbon dan Silika Nano untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae*). *Agrikultura*, 31(3), 182–192. DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i3.29483>
- Johnsen, H. R., & Krause, K. (2014). Cellulase activity screening using pure carboxymethylcellulose: Application to soluble cellulolytic samples and to plant tissue prints. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(1), 830–838. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms15010830>
- Kaseng, E. S., Muhliah, N., & Irawan, S. (2016). Uji Daya Hambat Terhadap Pertumbuhan Bakteri Uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Ekstrak Etanol Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan Efek Antidiabetiknya Pada Mencit Yang Diinduksi Aloksan. *Jurnal Bionature*, 17(1), 1–6. DOI: <https://doi.org/10.35580/bionature.v17i1.2587>
- Keswani, C., Mishra, S., Sarma, B. K., Singh, S. P., & Singh, H. B. (2014). Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, 533–544. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5344-5>
- Korsten, L., & De Jager, E. S. (1995). Mode of action of *Bacillus subtilis* for control avocado postharvest pathogens. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 18, 124–130.
- Kurnia, T. D., Pudjihartati, E., & Hasan, L. T. (2016). Bio-Priming Benih Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill) untuk Meningkatkan Mutu Perkecambah. *Jurnal Biota*, 1(2), 62–67. DOI: <https://doi.org/10.24002/biota.v1i2.992>
- Liu, F., Xing, S., Ma, H., Du, Z., & Ma, B. (2013). Cytokinin-Producing, Plant Growth Promoting Rhizobacteria That Confer Resistance to Drought Stress in *Platyclusus orientalis* Container Seedlings. *Appl Microbiol Biotechnol*, 97(20), 55–64. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5193-2>
- Meika, Asrul, & Rosmini. (2023). Uji Antagonis *Trichoderma* Sp. dan Bakteri *Bacillus* Sp. DB12 Terhadap *Alternaria porri* Penyebab Bercak Ungu Pada Bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki) Secara In Vitro. *E-Journal Agrotekbis*, 11(3), 573–580. DOI: <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v11i3.1728>
- Muliani, Y., Adviany, I., & Sangga, A. M. A. (2022). Aplikasi *Trichoderma harzianum* Rifai. terhadap *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* pada Tanaman Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.). *Agroscrip: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 4(2), 83–93. DOI: <https://doi.org/10.36423/agroscrip.v4i2.1116>
- Nurdin, G. M., Mubarak, N. R., & Sudirman, L. I. (2016). Selection of chitinolytic bacteria as biological control of *Colletotrichum capsici*. *Malaysian Journal of Microbiology*, 12(1), 35–42. DOI: <https://doi.org/10.21161/mjm.74515>
- Pawar, V. A., & Laware, S. L. (2018). Seed Priming A Critical Review. *International Journal of Scientific Research in*

- Biological Sciences*, 5(5), 94–101. DOI: <https://doi.org/10.26438/ijsrbs/v5i5.94101>
- Prasannath, K. (2017). Plant defense-related enzymes against pathogens: a review. *Agrieasr Journal of Agricultural Sciences*, 11(1), 38. DOI: <https://doi.org/10.4038/agrieast.v11i1.33>
- Primilestari, S., Salvia, E., & Perdani, A. Y. (2019). Peningkatan Mutu Fisiologis Benih Padi Lokal Jambi melalui Invigorasi. *Agrosaintek: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 3(2), 84–90. DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.74>
- Rehman, B., Hassan, T. U., & Bano, A. (2019). Potential of indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria to resist Pb toxicity in polluted soil. *Soil and Sediment Contamination*, 28(1), 101–121. DOI: <https://doi.org/10.1080/15320383.2018.1539947>
- Rizal, S. (2017). Uji Antagonis Gliocladium Sp Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Penyebab Penyakit Busuk Antraknosa (*Colletotrichum capsici*). *Sainmatika*, 14(2), 100–106. DOI: <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v14i2.1419>
- Sadhu, S., Ghosh, P. K., Aditya, G., & Maiti, T. K. (2014). Optimization and strain improvement by mutation for enhanced cellulase production by *Bacillus* sp. (MTCC10046) isolated from cow dung. *Journal of King Saud University - Science*, 26(4), 323–332. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2014.06.001>
- Saraswati, P. W., Nocianitri, K. A., & Arihantana, N. M. I. H. (2021). Pola Pertumbuhan *Lactobacillus* sp. F213 Selama Fermentasi Pada Sari Buah Terung Belanda (*Solanum betaceum* Cav.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 10(4), 621. DOI: <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p08>
- Sukmawati. (2018). Total Microbial Plates on Beef and Beef Offal. *Bioscience*, 2(1), 22. DOI: <https://doi.org/10.24036/02018219825-0-00>
- Suriani, & Muis, A. (2016). Prospek *Bacillus subtilis* sebagai Agen Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah pada Tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(1), 37–45. DOI: <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n1.2016.p37-45>
- Syarifuddin, A., Wijayatri, R., Kurniawan, I. F., & Agusta, H. F. (2022). Penentuan Kurva Pertumbuhan dan Aktivitas Antibakteri dari Isolat Ekstrak Etil Asetat Bakteri (Te.325) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(2), 252. DOI: <https://doi.org/10.35814/jifi.v20i2.1079>
- Triasih, U., Abadi, A. L., Muhibbudin, A., & Widyaningsih, S. (2022). Uji Beberapa Jamur Antagonis Terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Busuk Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris*) Secara In Vitro. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 389–397. DOI: <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.309>
- Zani, R. Z., & Anhar, A. (2021). Respon *Trichoderma* spp. terhadap Indeks Vigor Benih dan Berat Kering Kecambah Padi Varietas Sirandah Batuampa. In *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* (Vol. 8, Issue 1).
- Zhang, N., Luo, J., Rossman, A. Y., Aoki, T., Chuma, I., Crous, P. W., Dean, R., De Vries, R. P., Donofrio, N., Hyde, K. D., Lebrun, M. H., Talbot, N. J., Tharreau, D., Tosa, Y., Valent, B., Wang, Z., & Xu, J. R. (2016). Generic names in Magnaporthales. *IMA Fungus*, 7(1), 155–159. DOI: <https://doi.org/10.5598/imafungus.2016.07.01.09>
- Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Ž., Gavrilović, V., Popović, T., & Balaž, J. (2010). Screening of Antagonistic Activity of Microorganisms Against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of Biological Sciences*, 62(3), 611–623. DOI: <https://doi.org/10.2298/ABS1003611Z>