

Identifikasi Morfologi Jamur Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao dan Uji Daya Hambat *Bacillus* spp. terhadap Jamur Tersebut Secara *in Vitro*

Morphological Identification of Fungus Causing Cocoa Fruit Rot Disease and Inhibition Test of Bacillus spp. Against the Fungus in Vitro

Yetti Elfina^{*}, Irfandri, Aisyah Sabirunah, Dimas Wijayanto, Alfin Rizqi, Maulana Mu'arif

Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kampus Binawidya KM 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293, Indonesia

^{*}E-mail Penulis Korespondensi: yetti.elfina@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Cocoa plants in Nagari Bunga Tanjung, West Sumatra Province, are infected with cocoa pod rot disease by the fungal pathogen *Phytophthora palmivora* and this causes serious problems if not appropriately controlled. Therefore, *Bacillus* spp testing needs to be undertaken to obtain *Bacillus* spp that were more capable of inhibiting the growth of the pathogen. The research was conducted at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Riau University in February-June 2024. Completely Randomized Design (CRD) were used in this experimental study with 5 treatments and 4 replicates so that 20 there were experimental units. The treatments given were: B0 : Without *Bacillus* spp, B1 : *Bacillus amyloliquefaciens*, B2: *Bacillus cereus*, B3: *Bacillus pseudomycooides* and B4: *Bacillus velezensis*. Variables observed were the macroscopic and microscopic characteristics of *Phytophthora palmivora*, the diameter of pathogenic colonies after the application of *Bacillus* spp. and the inhibition of *Bacillus* spp. bacteria against *Phytophthora palmivora*. Further testing was done through Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at the 5% level. The results of the research conducted showed that the cause of cocoa fruit rot disease in Nagari Bungo Tanjung is *Phytophthora palmivora* based on morphological characteristics. All *Bacillus* spp. namely: *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, and *Bacillus velezensis* were able to inhibit the growth of *Phytophthora palmivora* fungus *in vitro*. *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, and *Bacillus velezensis* were able to inhibit the growth of *Phytophthora palmivora* *in vitro*. *Phytophthora palmivora* with inhibition power of 38.89%, 40.28%, 43.33%, 77.78%, respectively.

Keywords: *Bacillus* spp., cocoa, inhibition test, *Phytophthora palmivora*

ABSTRAK

Tanaman kakao di Nagari Bunga Tanjung, Provinsi Sumatera Barat terinfeksi penyakit busuk buah kakao oleh patogen jamur *Phytophthora palmivora* dan ini menyebabkan masalah serius jika tidak dilakukan pengendalian yang tepat. Sehingga pengujian *Bacillus* spp perlu dilakukan untuk didapatkan *Bacillus* spp yang lebih mampu menghambat pertumbuhan patogen tersebut. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau pada bulan Februari-Juni 2024. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan pada penelitian ini dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan meliputi: B0 : tanpa *Bacillus* spp, B1 : *Bacillus amyloliquefaciens*, B2 : *Bacillus cereus*, B3 : *Bacillus pseudomycooides* dan B4 : *Bacillus velezensis*. Peubah-peubah yang diamati adalah karakteristik makroskopis dan mikroskopis *Phytophthora palmivora*, diameter koloni patogen setelah dilakukan pengaplikasian *Bacillus* spp. dan daya hambat bakteri *Bacillus* spp. terhadap *Phytophthora palmivora*. Pengujian lanjut dilakukan melalui Uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwasannya penyebab penyakit busuk buah kakao di Nagari Bungo Tanjung adalah *Phytophthora palmivora* berdasarkan karakteristik morfologinya. Semua *Bacillus* spp. yaitu: *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, dan *Bacillus velezensis*, mampu menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* secara *in vitro*. *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, dan *Bacillus velezensis* mampu menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* dengan daya hambat masing-masing sebesar 38,89%, 40,28%, 43,33%, 77,78%.

Kata kunci: *Bacillus* spp., kakao, *Phytophthora palmivora*, uji daya hambat

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah komoditas perkebunan strategis yang berkontribusi meningkatkan devisa Indonesia. Kakao memiliki potensial dan ekonomi yang tinggi serta mempunyai keberlanjutan untuk dikembangkan (Budiman *et al.*, 2019). Pada tahun 2022 produksi kakao di Sumatera Barat sebesar 35.400 ton. Pada tahun 2023

produksi kakao meningkat menjadi 36.700 ton (BPS, 2023). Produksi kakao cenderung meningkat tetapi belum mencapai hasil yang maksimal dikarenakan belum optimalnya budidaya tanaman dan sering terinfeksi serangan penyakit.

Penyakit yang sering menginfeksi kakao adalah busuk buah kakao. Penyakit ini memiliki gejala perubahan warna menjadi coklat kehitaman serta menyebar cepat seluruh permukaan buah dengan terlihat perbedaan antara bagian sehat dan yang terinfeksi (Sudjud *et al.*, 2013). Penyakit ini disebabkan oleh patogen *P. palmivora*. Faktor eksternal atau faktor lingkungan pada tanaman seperti temperatur, intensitas cahaya, dan kelembapan menjadi penyebab patogen menyebar dengan cepat. Secara umum *Phytophthora* spp. mempunyai tingkatan patogenisitas yang berbeda dalam mempengaruhi intensitas penyakit (Wartono dan Taufiq, 2021). Penyakit busuk buah kakao perlu dikendalikan dengan melakukan sebuah teknik pengendalian yang tepat.

Pengendalian penyakit tanaman akibat patogen jamur sebagian besar dilakukan dengan fungisida, namun penggunaannya yang berlebihan dan tidak tepat telah menyebabkan masalah yang signifikan, sehingga diperlukan praktik pengelolaan alternatif. Pengendalian biologis dianggap sebagai alternatif yang menjanjikan, dengan melibatkan penggunaan organisme hidup yang selanjutnya disebut agens hayati. Menurut Muliani *et al.* (2022), *Bacillus* spp. termasuk dalam kelompok bakteri yang dimanfaatkan sebagai agens hayati.

Bacillus spp. menghasilkan beberapa metabolit sekunder seperti enzim kitinase dan polipeptida dan menunjukkan aktivitas anti jamur terhadap patogen tanaman (Prihatiningsih *et al.*, 2015). Karakteristik *Bacillus* spp. seperti: koloninya berbentuk bulat dan berukuran sedang 4 mm sampai 5 mm, warnanya putih kekusaman, dan memiliki tepian bergelombang. *Bacillus* spp. memiliki potensi untuk dikembangkan dalam mengendalikan penyakit busuk buah kakao.

Terdapat 6 isolat *rhizobacteri* yang ditemukan oleh Elfina, (2020), di antaranya *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. pseudomycooides*, dan *B. velezensis* yang dapat menghambat penyakit moler oleh patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae. Elfina *et al.*, (2024) melaporkan *B. cereus* dan *B. pseudomycooides* tidak mampu menghasilkan zona hambat namun *B. amyloliquefaciens* lebih mampu menghambat jamur *Pestaliopsis* sp. Isolat *Bacillus* spp. yang telah ditemukan perlu dilakukan pengujian kemampuan antagonisnya terhadap patogen lain dikarenakan isolat tersebut tergolong baru, misalnya *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao. Selain itu diperlukan identifikasi patogen *P. palmivora* untuk mengetahui secara pasti karakteristik morfologinya, diameter koloni setelah diberi perlakuan dan daya hambat *Bacillus* spp. terhadap *P. palmivora*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi morfologi jamur penyebab penyakit busuk buah kakao, diameter koloni patogen setelah diberi *Bacillus* spp. dan menentukan potensi *Bacillus* spp. sebagai penghambat pertumbuhan jamur dalam pengujian *in vitro* atau laboratorium

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Universitas Riau, tepatnya Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Kampus Bina Widya Pekanbaru, Riau. Lokasi pengambilan sampel yang terserang penyakit busuk buah berada di Nagari Bungo Tanjung, Kecamatan Batipuah, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat. Pelaksanaan penelitian dalam kurun waktu empat bulan, terhitung sejak Februari - Juni 2024.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri atas: cawan petri yang memiliki diameter 9 cm, *cork borer*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) dengan merk LabTech, mikroskop binokuler dan autoklaf dengan merk Hiyarama.

Penelitian ini menggunakan sampel buah kakao sebagai bahan utama. *Bacillus* spp. sebagai bakteri antagonis hasil koleksi Ir. Yetti Elfina S. M.P, *Nutrient Agar* (NA), alkohol 70%, *Potato Dextrose Agar* (PDA), NaOCl 10%, *aluminium foil*, akuades steril, dan spiritus.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL), dalam pengujian *Bacillus* spp. sebagai penghambat pertumbuhan patogen kakao. Terdapat 5 perlakuan yang diuji dengan 4 kali pengulangan, sehingga menghasilkan total 20 unit percobaan dengan satu unit percobaan mencakup 2 cawan petri. Perlakuan terdiri dari B0 : Tanpa *Bacillus* spp, B1 : *Bacillus amyloliquefaciens*, B2 : *Bacillus cereus*, B3 : *Bacillus pseudomycooides* dan B4 : *Bacillus velezensis*.

Isolasi *Phytophthora palmivora* dari Buah Kakao

Metode penanaman jaringan dipilih untuk teknik mengisolasi patogen pada media PDA. Dilakukan pemotongan sampel bagian buah kakao yang terserang *P. palmivora* sebesar 1 x 1 cm dengan kondisi terdapat jaringan

sehat dan jaringan yang terinfeksi. Selanjutnya potongan daun tersebut direndam dengan NaOCl 10% selama 3 menit kemudian dilakukan perendaman dalam akuades steril dengan waktu 3 menit yang dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Pelaksanaan selanjutnya adalah mengering anginkan dengan kertas tisu steril. Sebanyak tiga bagian sampel buah kakao diinkubasi di cawan petri selama 3 hari pada temperatur ruang.

Identifikasi Jamur *Phytophthora palmivora*

Mengidentifikasi isolat *Phytophthora* pada tingkat spesies, perlu dilakukan induksi produksi struktur aseksual dan generatif yang akan membantu mengidentifikasi spesies. Pengambilan miselium jamur yang telah diisolasi dengan jarum ose steril ke kaca objek yang steril bertujuan untuk mengamati karakteristik mikroskopis jamur yang disebut dengan metode preparat basah. Kemudian dilakukan pengamatan hifa, konidia, dan konidiofor menggunakan mikroskop binokuler. Panduan dalam mengidentifikasi *P. Palmivora* berdasarkan Drenth dan Sendall (2001) dan Muzuni *et al.*, (2020)

Peremajaan Jamur *Phytophthora palmivora*

Isolat murni dari patogen *P. palmivora* yang telah diisolasi dilakukan penumbuhan ulang dengan mengambil miselium jamur menggunakan jarum ose steril. Isolat *P. palmivora* diinkubasi di rak inkubasi selama ± 7 (tujuh) hari.

Peremajaan Bakteri *Bacillus* spp.

Peremajaan semua isolat *Bacillus* spp. dilakukan di LAFC secara steril dengan menggosokkan satu ose isolat pada media NA dengan jarum ose. Selanjutnya selama 48 jam dilakukan inkubasi..

Pengamatan

Karakteristik morfologi *Phytophthora palmivora* pada busuk buah kakao dengan makroskopis serta mikroskopis

Pengamatan makroskopis secara visual seperti warna miselium, arah pertumbuhan miselium dan tekstur miselium. Karakteristik mikroskopis *P. palmivora* diamati dengan melihat bentuk konidia dan bentuk hifa dengan menggunakan mikroskop.

Diameter koloni *Phytophthora palmivora* yang telah diaplikasikan beberapa perlakuan isolat *Bacillus* spp.

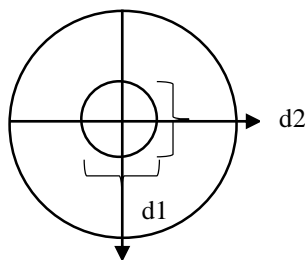
Pengukuran diameter dilakukan pada cawan petri yang telah dipenuhi oleh koloni jamur pada perlakuan tanpa *Bacillus* spp. (B0). Penentuan diameter koloni dilakukan dengan menarik dua garis tegak lurus yang berpotongan di pusat cawan petri yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut rumus perhitungan diameter koloni jamur:

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan : D = Diameter koloni *Phytophthora palmivora*.

d1= Diameter vertikal koloni jamur *Phytophthora palmivora*

d2= Diameter horizontal koloni jamur *Phytophthora palmivora*

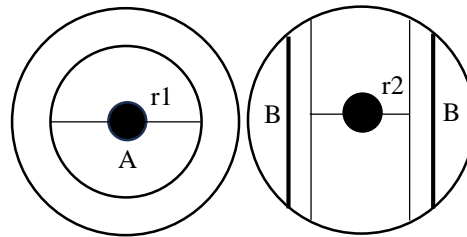


Gambar 1. Cawan petri untuk mengukur diameter koloni *P. palmivora*

Kemampuan *Bacillus* spp. dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* di Media PDA (%)

Pengujian daya hambat *Bacillus* spp untuk *P. palmivora* menggunakan metode Munif *et al.* (2012). Bakteri *Bacillus* spp. digoreskan pada media PDA sejauh 1 cm dari tepi di kedua sisi. Isolat *P. palmivora* berumur 7 hari

dengan ukuran 0,5 cm diletakkan pada titik tengah cawan Petri yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pengamatan daya hambat tercapai pada hari ke-7.



Gambar 2. Pengujian daya hambat *Bacillus* spp. pada *P. palmivora*

Keterangan : A = Jamur *P. palmivora*
 B = Bakteri *Bacillus* spp.
 r1 = Jarak jari-jari *P. palmivora* tanpa perlakuan
 r2 = Jarak jari-jari *P. palmivora* pada perlakuan

Persentase daya hambat *Bacillus* spp. terhadap *P. palmivora* ditentukan melalui hasil pengukuran jari-jari dari patogen. Berikut adalah rumus untuk menghitung persentase daya hambat :

$$\text{Daya hambat} = \frac{r1-r2}{r1} \times 100 \%$$

Keterangan : r 1 = Panjang jari-jari *P. palmivora* di media kontrol (cm)
 r 2 = Jarak jari-jari *P. palmivora* pada perlakuan (cm)

Analisis Data

Data kualitatif dianalisis dengan pendekatan deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Data kuantitatif secara statistik dilakukan dengan analisis ragam menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui data hasil pengamatan persentase daya hambat bakteri *Bacillus* spp. atas *P. palmivora*. Model matematis analisis ragam adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan: Y_{ij} = Nilai pengamatan *Bacillus* spp., perlakuan ke-i, ulangan ke-j
 μ = Nilai rerata secara umum
 B_i = Efek *Bacillus* spp. perlakuan ke-i
 ϵ_{ij} = Galat *Bacillus* spp. ke-i, ulangan ke-j

Perbedaan rata-rata antar perlakuan dianalisis lebih lanjut dengan metode *Uji Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) untuk menentukan kelompok mana yang berbeda secara statistik pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik *Phytophthora Palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao

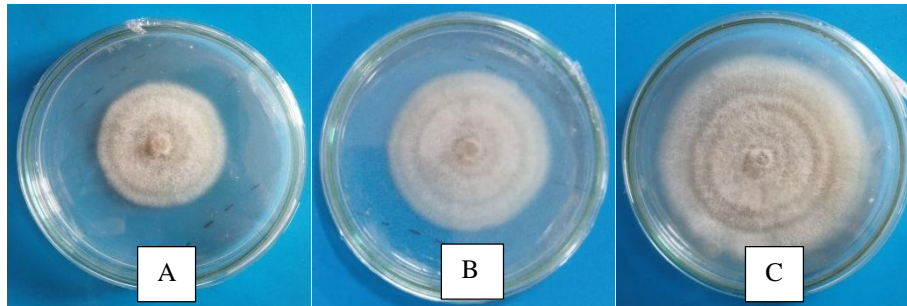
Hasil identifikasi pada Tabel 1. merujuk pada Drenth dan Sendall (2001) untuk mengetahui karaktersitik patogen *P. palmivora* yang menyebabkan busuk buah kakao.

Tabel 1. Karakteristik jamur penyebab penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) pada media PDA.

Karakteristik morfologi	Hasil penelitian*	Rujukan
Makroskopis		Muzuni <i>et al.</i> (2020)
Warna koloni	Putih kecokelatan	Pada koloni bagian atas berwarna putih, bagian bawah koloni berwarna coklat
Arah penyebaran	Ke samping	Ke samping
Tekstur miselium	Seperti kapas dan konsentris	Seperti kapas
Mikroskopis:		Drenth dan Sendall (2001)
Bentuk konidia	Papila (Bulat telur)	Lonjong
Bentuk hifa	Tidak bersekat	Tidak bersekat
Ukuran konidia	-	30-60 x 20-50 μ m

Keterangan : *: Hasil pengamatan pada penelitian ini

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, isolat *P. palmivora* memiliki warna koloni putih kecoklatan dengan arah penyebaran kesamping dan tekstur miselium seperti kapas. Hasil identifikasi yang dilakukan memiliki kesesuaian dengan pernyataan Muzuni *et al.*, (2020) koloni *P. palmivora* memiliki warna putih pada permukaan atas dan berwarna coklat pada bagian bawah. Selanjutnya untuk arah penyebaran ke samping dan memiliki tekstur miselium seperti kapas. Hasil identifikasi juga didukung oleh pendapat Wibowo *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwasanya koloni pada permukaan berwarna putih dengan miselium seperti kapas dan berbentuk datar serta memiliki penyebaran yang merata.



Gambar 3. Karakteristik makroskopis *P. palmivora* pada media PDA; (A) 3 HSI (B) 5 HSI (C) 7 HSI

Diameter Koloni *Phytophthora palmivora* Setelah Aplikasi *Bacillus* spp.

Pada Tabel 2. dapat dilihat pertumbuhan diameter koloni jamur *P. palmivora* terhambat karena diberi perlakuan *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides* dan *Bacillus velezensis*. Hal ini diperkirakan adanya beberapa faktor yang dapat memiliki pengaruh dalam mengganggu pertumbuhan dari patogen seperti antibiotik berupa kitinase dan polipeptida. Menurut Hansel *et al.* (2024), kompetisi ruang dan nutrisi, memproduksi antibiotik, dan induksi ketahanan tanaman merupakan mekanisme penghambatan *Bacillus* spp. terhadap *Phytophthora* sp. Bakteri *Bacillus* spp. mempunyai kemampuan bersaing dengan *P. palmivora* untuk mendapatkan ruang dan nutrisi di berbagai media serta secara signifikan menghambat pertumbuhan koloni *P. palmivora*.

Tabel 2. Diameter koloni *P. palmivora* setelah aplikasi *Bacillus* spp.

<i>Bacillus</i> spp.	Diameter (mm)
Tanpa <i>Bacillus</i> spp.	90,00 a
<i>Bacillus cereus</i>	64,50 b
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	63,38 bc
<i>Bacillus pseudomycooides</i>	56,63 c
<i>Bacillus velezensis</i>	20,00 d

Keterangan : angka yang ditandai dengan huruf kecil yang berbeda dikategorikan berbeda nyata berdasarkan uji DNMRT dengan taraf 5%,

Perlakuan *Bacillus velezensis* menunjukkan hasil yang signifikan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lain, dengan diameter rata-rata mencapai 20,00 mm. *Bacillus pseudomycooides* memiliki diameter koloni sebesar 56,63 mm dan pengaruhnya berbeda tidak nyata dengan perlakuan *Bacillus amyloliquefaciens* dengan ukuran rata-rata 63,38 mm. Pemberian *Bacillus amyloliquefaciens* pada uji daya hambat patogen diklasifikasikan berbeda tidak nyata dengan *Bacillus cereus* dengan diameter koloni sebesar 64,50 mm. Pertumbuhan patogen pada pengaplikasian tanpa *Bacillus* spp. berdiameter 90,00 mm, dan secara statistik berbeda nyata dengan pertumbuhan *P. palmivora* pada media yang diaplikasikan *Bacillus* spp. Penyebabnya karena pada perlakuan tanpa aplikasi *Bacillus* spp. faktor penghambatan tidak ada dalam pertumbuhan *P. palmivora* sehingga dapat tumbuh dengan baik.

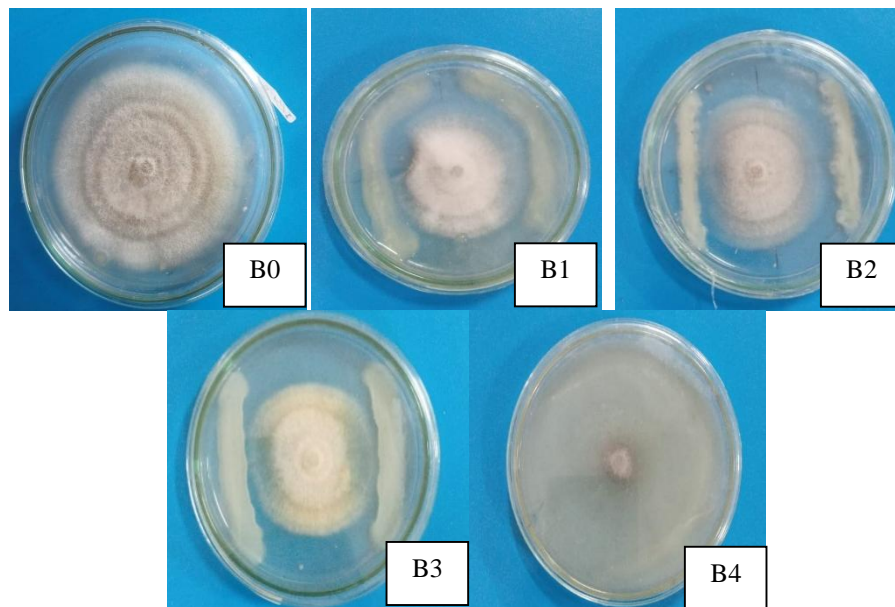
Daya Hambat Bakteri *Bacillus* spp. terhadap *P. Palmivora* Pada Media PDA

Pengaplikasian tanpa *Bacillus* spp. menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata secara signifikan jika dibandingkan dengan perlakuan *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, dan *Bacillus velezensis* yang dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 3 dan secara visual ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *Bacillus* spp. untuk menghambat pertumbuhan *P. palmivora* sehingga diduga dapat mendegradasi dinding sel patogen melalui enzim amilase. Hal ini berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Suriani dan Muis (2016) dimana *Bacillus* spp. memiliki metabolit sekunder berupa amilase yang dapat merusak dinding sel patogen.

Tabel 3. Kemampuan *Bacillus* spp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora*

<i>Bacillus</i> spp.	Daya hambat (%)
Tanpa <i>Bacillus</i> spp.	90,00 a
<i>Bacillus cereus</i>	38,89 b
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	40,28 b
<i>Bacillus pseudomycooides</i>	43,33 b
<i>Bacillus velezensis</i>	77,78 c

Keterangan : angka dengan huruf kecil yang berbeda dikategorikan berbeda nyata berdasarkan uji DNMR dengan taraf 5%,



Gambar 4. Hasil pengamatan daya hambat *Bacillus* spp terhadap *P. palmivora*. (B0) tanpa *Bacillus* spp., (B1) *Bacillus cereus*., (B2) *Bacillus amyloliquefaciens*, (B3) *Bacillus pseudomycooides*, dan (B4) *Bacillus velezensis*.

Perlakuan *Bacillus velezensis* dengan daya hambat mencapai 77,78 %, berbeda nyata dari perlakuan *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus pseudomycooides*. *Bacillus amyloliquefaciens* diklasifikasikan tidak berbeda nyata terhadap *Bacillus cereus*, dan *Bacillus pseudomycooides*. Daya hambat dari *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, dan *Bacillus pseudomycooides* adalah 38,89 %, 40,28 %, dan 43,33%.

Kemampuan *B. velezensis* lebih baik daripada perlakuan lainnya dengan persentase 77,78 % dalam menghambat pertumbuhan *P. palmivora*. Hardiyanti *et al.*, (2017) menyatakan bahwasannya isolat yang bagus untuk dilakukan penelitian lanjutan adalah isolat yang memiliki kemampuan antagonis dan menghambat pertumbuhan patogen dengan presentase diatas 50%. Sehingga isolat *Bacillus velezensis* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan patogen dikarenakan menghasilkan seperangkat metabolit sekunder seperti lipopeptida siklik (surfaktan, fengycin, bacillibactin, dan bacilycin) dan poliketida (difficidin, makrolaktin, dan bacillaene) yang bersifat sebagai anti jamur (Alenezi *et al.*, 2021). Menurut Baptista *et al.*, (2022) fengycin telah terbukti menyebabkan kerusakan parah pada hifa jamur. *Bacillus velezensis* dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap *P. palmivora* dengan meningkatkan aktivitas enzim pertahanan tanaman dan memicu respons sistem kekebalan tanaman.

Persentase daya hambat setiap perlakuan memiliki nilai yang tidak sama, dikarenakan adanya komposisi kandungan yang berbeda baik dari *Bacillus* spp., maupun yang terdapat pada patogen. Hal ini didasari oleh pernyataan oleh Anjarsari *et al.*, (2021) di mana perbedaan persentase daya hambat setiap perlakuan diakibatkan oleh adanya perbedaan jenis dan komposisi senyawa yang dihasilkan baik terutama dalam perbedaan fisiologis bakteri menyerap nutrisi pada media.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwasannya penyakit busuk buah kakao di wilayah Nagari Bunga Tanjung, Kecamatan Batipuh, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* berdasarkan karakteristik morfologi. Semua *Bacillus* spp. Yang diujikan pada penelitian ini, yaitu *Bacillus cereus*,

Bacillus amyloliquefaciens, *Bacillus pseudomycooides*, dan *Bacillus velezensis* terbukti memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* di laboratorium (*in vitro*). Efektivitas penghambatan pertumbuhan jamur *P. Palmivora* oleh *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pseudomycooides*, dan *Bacillus velezensis* berdasarkan daya hambatnya, masing-masing sebesar 38,89%, 40,28%, 43,33%, dan 77,78%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alenezi, F. N., Slama, H. B., Bouket, A. C., Cherif-Silini, H., Silini, A., Luptakova, L., dan Belbahri, L. (2021). *Bacillus velezensis*: A treasure house of bioactive compounds of medicinal, biocontrol and environmental importance. *Forests*, 102(12), 1714. DOI:10.3390/f12121714.
- Anjarsari, D. T., Prasetyawati, E. T., dan Wuryandari, Y. (2021). Uji daya hambat *Bacillus* sp. terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Seminar Nasional Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur. DOI: 10.11594/nstp.2022.2003
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) (2023). Produksi Tanaman Perkebunan. Badan Pusat Statistik. Jakarta. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMyIzI%253D/produksi-tanaman-perkebunan.html>
- Baptista, J. P., Teixeira, G. M., de Jesus, M. L. A., Bertè, R., Higashi, A., Mosela, M., dan de Oliveira, A. G. (2022). Antifungal activity and genomic characterization of the biocontrol agent *Bacillus velezensis* CMRP 4489. *Scientific Reports*. 12 (1), 17401. DOI:10.1038/s41598-022-22380-0
- Budiman, K., Kartono, K., dan Timisela, N. (2019). Risiko Usaha tani Kakao di Kabupaten Kolaka. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(2), 119-126. DOI:10.30598/jbdp.2019.15.2.119
- Drenth, A., dan Sendall, B. (2001). Practical guide to detection and identification of *Phytophthora*. *Tropical Plant Protection*. 1:32-33. <https://shorturl.at/0ANFV>
- Elfina, Y. (2020). Potensi Rhizobakteri Indegenus dan Kitosan untuk Mengendalikan Penyakit Moler *Fusarium oxysporum* f.sp cepae pada Tanaman Bawang Merah. [Laporan Kemajuan Penelitian Disertasi, Universitas Padjajaran]. Bandung.
- Elfina, Y., Sukendi, S., Efriyeldi, E., and Sutikno, A. (2024). A test for *Bacillus* spp. ability to suppress *Pestalotiopsis* sp. causing rubber leaf drought through *in-vitro*. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (JUATIKA)*. 6 (2). <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i2.3575>
- Hansel, J., A. C. Saville dan J. B Ristaino. (2024). Evaluation of a formulation of *Bacillus subtilis* for control of *Phytophthora* blight of bell pepper. *Plant Disease*, 108(4), 1014-1024. DOI:10.1094/PDIS-04-23-0807-RE
- Hardiyanti, S., B.P.W. Soekarno dan T.S.Yuliani. (2017). Kemampuan mikrob endofit dan rizosfer tanaman karet dalam mengendalikan *Rigidoporus lignosus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13 (5), 153-160. DOI:10.14692/jfi.13.5.153
- Muliani, I. Y., MP, R. R. S., dan TP, S. (2022). *Agensia Pengendali Hayati*. Jejak Publisher. <https://repository.uninus.ac.id/147/>
- Munif, A, S. Wiyono dan Suwarno. (2012). Isolasi bakteri endofit asal padi gogo dan potensinya sebagai agens biokontrol dan pemacu pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(3), 57-64. DOI:10.14692/jfi.8.3.57
- Muzuni, Haidin. dan Yanti, N. A. (2020). Karakterisasi morfologi *Phytophthora* sp. asal buah kakao Desa Olo-Oloho, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*. 7(1), 1064-1069. DOI:10.33772/biowallacea.v7i1.11812
- Prihatiningsih, N., Arwiyanto, T., Hadisutrisno, B., dan Widada, J. (2015). Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian penyakit layu bakteri kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 15(1), 64-71. DOI:10.23960/j.hptt.11564-71
- Sudjud, S., Sastrahidayat, R. I., Mudjiono, G., dan Muhibuddin, A. (2013). The intensity distribution of cacao pod rot disease (*Phytophthora palmivora* Butl.) in Smallholder Plantation in North Maluku Indonesia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 3(7). <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/6304/6407>
- Suriani, dan 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:10.21082/jp3.v35n1.2016.p37-45.
- Umayah, A., Dan Purwantara, A. (2006). Identifikasi isolat *Phytophthora* asal kakao. *Menara Perkebunan*, 74(2). DOI:10.22302/iribb.jur.mp.v74i2.108
- Wartono, W., dan Taufiq, E. (2021). Patogen penyakit busuk buah kakao: karakter dan patogenisitas *Phytophthora palmivora* isolat asal pakuwon, sukabumi. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*. 8(1), 49. DOI:10.21082/jtidp.v8n1.2021.p49-58
- Wibowo, O.A., Sudarma, I.M. dan Puspawati, N. M. (2017). Uji daya hambat cendawan eksofit terhadap *Phytophthora palmivora* (Butler) penyebab penyakit busuk buah kakao secara *in vitro*. *Jurnal Agrokomplek Tropika*. 6(3), 279-289. <https://erepo.unud.ac.id/id/eprint/14959>