

## Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Serangan *Phytophthora palmivora* Pada Media Tanam Campuran Kulit Buah Kakao Kering Untuk Pembibitan Kakao

Anisa Aulia Rahma\*, Fakhrusy Zakariyya, Gracia Melsiana Aldini

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

Email: [anisauliara@gmail.com](mailto:anisauliara@gmail.com), [fakhrusy.zakariyya@gmail.com](mailto:fakhrusy.zakariyya@gmail.com), [graciamelsiana@gmail.com](mailto:graciamelsiana@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.32528/nms.v1i2.55>

\*Correspondensi: Anisa Aulia Rahma

Email: [anisauliara@gmail.com](mailto:anisauliara@gmail.com)

Published: Maret, 2022



**Copyright:** © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstrak:** Kulit kakao kering dapat dimanfaatkan untuk pembibitan kakao dengan cara dikeringkan kemudian dikomposkan. Namun pemanfaatan kulit kakao kering sebagai sumber bahan organik masih terkendala karena adanya inokulum dari patogen *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah, hawar daun, dan kanker batang pada kakao. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengendalian *P. palmivora* menggunakan *Trichoderma* sp. dapat menurunkan inokulum *P. palmivora* yang ada pada kulit kakao sebagai media pembibitan tanaman kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. dapat menekan serangan laju *P. palmivora* secara *in vivo*. Pada pembibitan, semakin tinggi dosis *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan semakin rendah serangan *P. palmivora*. Pemanfaatan kulit kakao kering sebagai media tanam dapat digunakan bersamaan dengan penambahan *Trichoderma* sp. untuk menghindari resiko serangan *P. palmivora*.

**Keywords:** *Trichoderma* sp., *Phytophthora palmivora*, kakao

### PENDAHULUAN

Keberlanjutan produksi kakao Indonesia dapat ditempuh dengan peningkatan produksi melalui teknologi intensifikasi yang ramah lingkungan. Salah satu cara penerapan teknologi yang ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan limbah yang ada di kebun. Penggunaan limbah kulit kakao pada kebun kakao, khususnya di pembibitan seringkali digunakan untuk campuran media tanam untuk penambahan bahan organik (Bahrin *et al.*, 2018). Pemanfaatan kulit kakao kering di pembibitan kakao dapat digunakan dengan cara dikomposkan dan dikeringkan (Angraeni *et al.*, 2020). Akan tetapi, di sisi lain, pemanfaatan kulit kakao kering sebagai sumber bahan organik masih terdapat sumber inokulum dari patogen, khususnya patogen penyebab busuk buah, hawar daun, dan kanker batang.

Penyakit busuk buah, hawar daun, dan kanker batang dapat merusak dan merugikan pertanaman kakao. Penyakit ini disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* yang dapat berkembang pada kondisi lingkungan yang mempunyai kelembapan tinggi, curah hujan tinggi, metode budidaya yang buruk, dan penggunaan klon rentan (Semangun, 2000). *P. palmivora* menyebabkan kehilangan hasil 20-30%, dan menyebabkan kematian tanaman kakao hingga 10% (Drenth & Guest, 2013). Busuk buah ditandai dengan munculnya bercak coklat kehitaman pada buah yang dapat meluas dalam hitungan hari. *P. palmivora* mempunyai kisaran inang yang cukup luas yaitu lebih dari 200 spesies tanaman di daerah tropis misalnya kelapa, durian, alpukat, karet, dan beberapa

tanaman hias (Bowers *et al.*, 2001; Guest, 2007). Hal ini menjadi implikasi yang serius bagi petani kecil karena tanaman kakao yang mereka tanam ditumpangsarikan dengan tanaman lain (Perrine-Walker, 2020).

Siklus infeksi *P. palmivora* pada kakao terjadi secara kompleks karena adanya banyak jalur infeksi. Pada awal musim, infeksi akan terjadi dari inokulum primer yang ada pada tanah dan bagian tanaman, dan bertahan pada musim kemarau. Inokulum yang bertahan pada tanah dapat menginfeksi buah kakao melalui percikan air, aktivitas serangga dan hewan pengerat. Kemudian beberapa infeksi akan muncul secara bersamaan, seringkali di tempat yang sama seperti tahun sebelumnya (Ristaino & Gumpertz, 2000; ten Hoopen *et al.*, 2010).

Pengendalian busuk buah kakao telah dilakukan melalui beberapa cara yaitu secara mekanis, kultur teknis, penggunaan klon tahan, kimiawi, dan biologis. Beberapa bahan aktif fungisida yang sering digunakan yaitu klorotanil, mankozeb, mefenoksam, dan fosetyl Al (Puig *et al.*, 2021). Penggunaan fungisida yang dilakukan terus-menerus memiliki efek buruk bagi lingkungan dan manusia. Sampai saat ini pengendalian penyakit busuk buah tidak dapat dikontrol secara kuratif. Alternatif pengendalian penyakit busuk buah dapat menggunakan agensia hayati misalnya *Trichoderma* sp. Berdasarkan penelitian Hakkar *et al.* (2014) aplikasi *Trichoderma asperellum* pada konsentrasi 4 g L<sup>-1</sup> dapat menghambat kemunculan busuk buah kakao sekitar 50% di musim hujan.

Metode pengendalian busuk buah kakao secara teknis dan kimiawi yang sering dianjurkan adalah dengan membenamkan buah busuk ke dalam tanah dan diperlakukan menggunakan urea dan kapur. Urea dan kapur diduga dapat menurunkan keberadaan inokulum *P. palmivora* dalam tanah mengingat *P. palmivora* mempunyai sifat sebagai patogen *soilborne* yang sporanya dapat bertahan di tanah dalam jangka waktu lama. Kulit buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* bisa menjadi sumber inokulum apabila tidak dikeluarkan dari kebun (Guest, 2007). Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengendalian busuk buah menggunakan *Trichoderma* sp. dapat menurunkan inokulum *P. palmivora* yang ada pada kulit kakao kering untuk media pembibitan tanaman kakao.

## METODE

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu secara *in vivo* dan di lapangan yang dilaksanakan pada bulan Juni-Oktober 2021 bertempat di Pembibitan dan Laboratorium Perlindungan Tanaman, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Pada penelitian secara *in vivo* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan dengan ulangan masing-masing sebanyak 5 kali. Pada penelitian ini menggunakan kakao klon Sulawesi 01 yang rentan terhadap penyakit busuk buah.

Penelitian ini menggunakan kulit buah kakao yang sudah terinfeksi penyakit busuk buah yang dikumpulkan dan dicacah dengan ukuran  $\pm 1$  cm. Kemudian dicampurkan dengan bahan tambahan seperti pada Tabel 1.

Tabel. 1. Perlakuan inokulasi *Phytophthora palmivora* pada buah kakao Sulawesi 01

No.	Kode	Perlakuan
1.	A	Kulit kakao kering terinfeksi <i>Phytophthora palmivora</i> (Kontrol positif)
2.	B	Kulit kakao kering + <i>Trichoderma</i> sp.
3.	C	Kulit kakao kering + kapur + urea (Kontrol negatif)

### Pengukuran Pertumbuhan *Phytophthora palmivora*

Pada perlakuan pertama dilakukan dengan inokulasi langsung dari kulit buah kakao kering yang terinfeksi *P. palmivora* ke buah kakao sehat. Pada perlakuan kedua, kulit buah kakao kering diambil sebanyak 100 gram kemudian dicampur dengan *Trichoderma* sp., setelah itu diinokulasikan ke buah kakao yang sehat. Sedangkan perlakuan ketiga, kulit kakao kering diambil 100 gram kemudian dicampur dengan urea dosis 0,06% dan kapur dosis 0,3%, setelah itu disiram dengan air hingga kapasitas lapang dan ditutup rapat selama 1 minggu. Setelah inkubasi berakhir, kulit kakao ditularkan ke buah kakao sehat.

Semua percobaan ini dilakukan di dalam kotak uji dengan ukuran 90 x 200 x 30 cm. Bagian bawah kotak dialasi spons dengan ketebalan 3 cm yang berfungsi untuk menjaga kelembapan sehingga menciptakan kondisi yang sesuai untuk perkembangan *P. palmivora*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 8 hari. Variabel yang diamati yaitu luas bercak busuk buah yang muncul dengan mengukur diameternya. Hasil pengukuran diameter digunakan untuk menentukan luas dan laju pertumbuhan bercak. Luas bercak yang timbul dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$I = \left(\frac{d1+d2}{4}\right)^2 \times \pi$$

Keterangan.

I = luas bercak penyakit busuk buah

d1 = diameter bercak melintang

d2 = diameter bercak membujur

Rerata laju pertumbuhan penyakit busuk buah dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L = \frac{I}{\text{jumlah hari pengamatan}}$$

Keterangan.

L = rerata laju pertumbuhan

I = luas bercak penyakit busuk buah pada hari terakhir

## Pengukuran serangan *Phytophthora palmivora* pada bibit kakao

Penelitian tahap kedua yang dilakukan di lapangan yaitu penanaman kecambah benih kakao ICCRI 06 H (turunan Sulawesi 1) ditanam di polibag berukuran 10 x 15 cm dengan media tanah dan kulit kakao kering dengan perbandingan 1 : 1 (v/v). Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor dengan ulangan sebanyak lima kali dan masing-masing ulangan berisi 10 sampel. Perlakuan yang digunakan antara lain : (a) media tanah + kulit kakao kering, (b) media tanah + kulit kakao kering + 1 gram/polibag *Trichoderma* sp., (c) media tanah + kulit kakao kering + 2 gram/polibag *Trichoderma* sp., dan (d) media tanah + kulit kakao kering + 4 gram/polibag *Trichoderma* sp.

Pengamatan serangan *Phytophthora palmivora* dilakukan dengan menghitung insidensi penyakit, *Area Under The Disease Progress Curve* (AUDPC), dan efektivitas penurunan serangan akibat perlakuan (%) pada setiap dua minggu. Pengukuran insidensi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan.

- n = jumlah bibit terserang *Phytophthora palmivora* (hawar daun)  
N = Jumlah tanaman teramati

Efektivitas penurunan serangan (%) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X = \frac{a-b}{a} \times 100$$

Keterangan.

- X = efektivitas penurunan serangan (%)  
a = perlakuan media yang ditambah *Trichoderma* sp.  
b = perlakuan media tanpa ditambah *Trichoderma* sp. (kontrol)

*Area Under Disease Progress Curve* (AUDPC) dapat menggunakan rumus merujuk dengan Simko (2012), yaitu :

$$AUDPC = \frac{\Sigma(Y_i + Y_{i+1})}{2} \times t_{i+1} - t$$

Keterangan

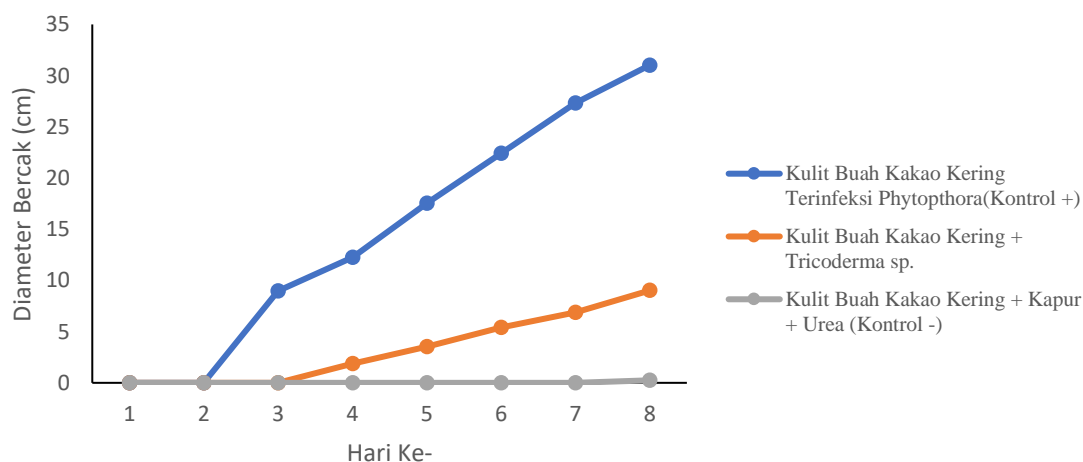
- AUDPC = Area Under Disease Progress Curve  
Y = keparahan penyakit pada waktu t  
i = jumlah hari setelah tanam waktu pengamatan ke-i

## HASIL DAN PEMBAHASAN

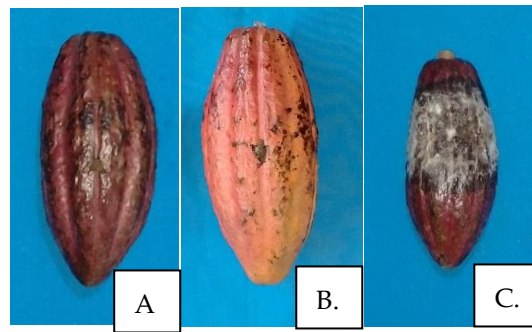
Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan inokulasi langsung dari kulit buah kakao terinfeksi *P. palmivora* ke buah sehat memiliki diameter bercak seluas 31 cm pada hari terakhir pengamatan (Gambar 1.) Sedangkan pada perlakuan kulit buah kakao kering yang ditambahkan *Trichoderma* sp. memiliki diameter seluas 9 cm, dan kulit buah kakao kering yang diperlakukan kapur dan urea seluas 0,126 cm. Perlakuan menggunakan *Trichoderma* sp., dan kombinasi kapur dan urea menunjukkan bahwa pada penelitian ini terjadi proses amonifikasi. Amonifikasi merupakan pembentukan amonium dari bahan organik (Alexander, 1977). Amoniak yang dihasilkan dari proses amonifikasi mempunyai sifat toksik terhadap berbagai jenis mikroorganisme, sehingga amonifikasi pada kulit buah kakao dapat diarahkan pemanfaatannya untuk menekan inokulum *P. palmivora* yang masih tersisa di dalam kulit buah kakao (Darmono *et al.*, 1999).

Kulit kering buah kakao biasanya hanya dibanam dalam tanah sebagai sumber organik. Namun keberadaan *P. palmivora* pada kulit kakao mengakibatkan inokulum *P. palmivora* bertahan dan berkembang biak di dalam tanah dalam waktu yang lama. Hal ini mengakibatkan *P. palmivora* dapat menular ke sistem perakaran kakao. Melalui proses amonifikasi, diharapkan *P. palmivora* yang masih ada di dalam kulit kakao dapat musnah dan aman untuk digunakan sebagai sumber bahan organik dalam tanah (Opoku & Wheeler, 1998; Sri Sukanto, 1998).

Pada pengujian skala laboratorium, pemberian kapur dan urea pada kulit buah kakao kering mempunyai efek mempercepat proses amonifikasi dibanding pemberian *Trichoderma* sp., hal ini sesuai dengan penelitian Darmono *et al.* (1999) yang menunjukkan bahwa proses amonifikasi menggunakan *Trichoderma* sp. memakan waktu kurang lebih 1,5 bulan. Diketahui bahwa pemberian kapur dapat mempercepat amonifikasi di dalam tanah (Pratama & Niken Puspita Sari, 2015). Gas amoniak yang dihasilkan dari proses amonifikasi inilah yang diduga menyebabkan kematian spora *P. palmivora*.



Gambar 1. Perkembangan diameter busuk buah pada beberapa perlakuan

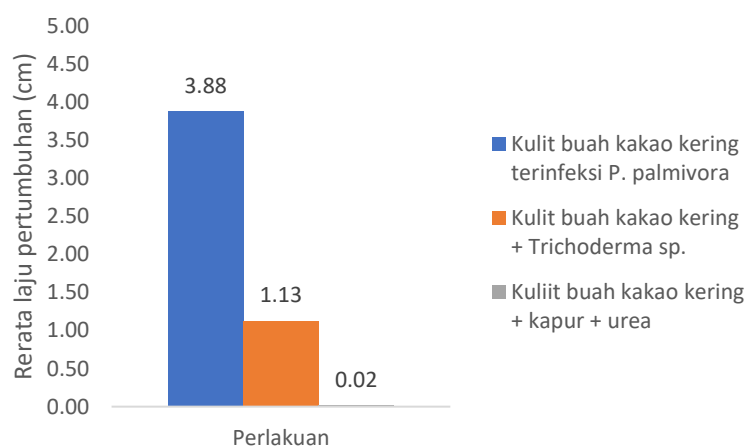


Gambar 2. Perkembangan diameter busuk buah pada beberapa perlakuan kulit kakao kering yang ditambahkan dengan A. *Trichoderma* sp., B. Urea dan Kapur (Kontrol -), C. Kontrol +

Rerata laju pertumbuhan busuk buah tertinggi diperoleh oleh perlakuan inokulasi langsung kulit buah kakao kering ke buah sehat yaitu 3,88 cm<sup>2</sup>/hari. Sedangkan untuk perlakuan kulit buah kakao kering yang ditambah *Trichoderma* sp. dan kombinasi kapur dan urea memiliki rerata laju pertumbuhan 1,13 cm<sup>2</sup>/hari dan 0,02 cm<sup>2</sup>/hari. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Susilo *et al.* (2002), luas bercak pada buah kakao dipengaruhi oleh sifat genetik dari tanaman kakao. Pertumbuhan intensitas penyakit busuk buah dapat disebabkan oleh ketahanan masing-masing klon yang berbeda ataupun tingkat virulensi dari jamur *P. palmivora*.

Penggunaan urea dan kapur pada kulit buah kakao kering mampu meningkatkan kandungan nitrogen yang cukup nyata dalam jaringan kulit buah kakao. Kulit buah kakao mampu menyerap nitrogen hasil hidrolisis urea. Nitrogen tersebut kemungkinan terserap ke dalam kulit buah kakao dalam bentuk nitrat (NH<sub>3</sub>), atau gas amoniak. Peningkatan kandungan nitrogen di dalam kulit buah kakao berarti peningkatan kualitas kulit buah sebagai pupuk organik (Darmono *et al.*, 1999).

Meskipun pemberian *Trichoderma* sp. memiliki nilai rerata laju pertumbuhan busuk buah lebih tinggi dibanding pemberian kapur dan urea, penambahan *Trichoderma* sp. diketahui mampu berperan sebagai biofertilizer yang secara signifikan mengurangi volatilisasi NH<sub>3</sub> tanah dan meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen secara bersamaan (Wang *et al.*, 2017).

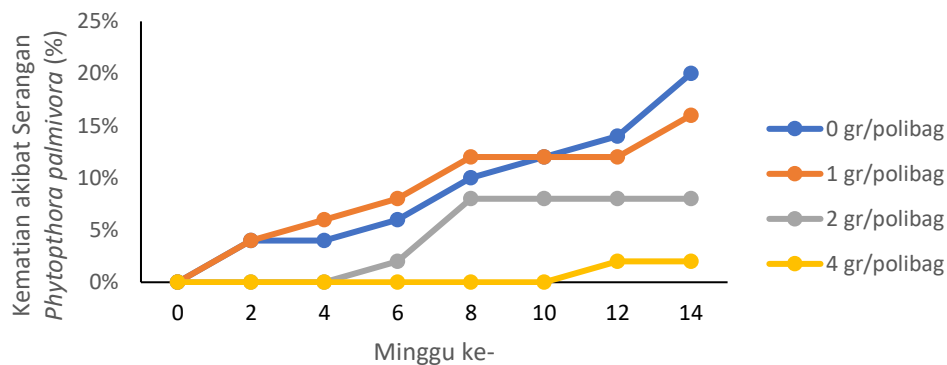


Gambar 3. Rerata laju pertumbuhan busuk buah pada beberapa perlakuan

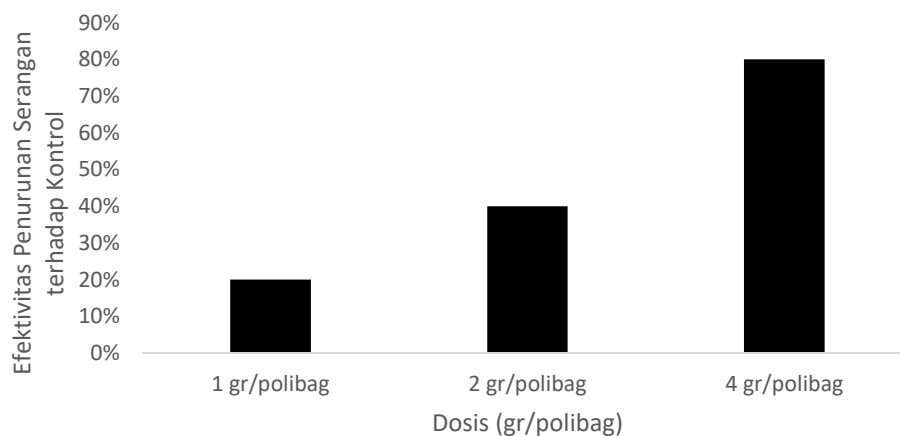
### Serangan *Phytophthora palmivora* pada Pembibitan Kakao

Serangan *Phytophthora palmivora* di bibit kakao dapat terlihat berdasarkan insidensi serangan *P. palmivora* yang ditunjukkan pada Gambar 4. Insidensi penyakit mulai tampak pada minggu kedua setelah semai. Serangan *P. palmivora* tampak lebih dini pada perlakuan penambahan *Trichoderma* sp. sebanyak 1 gram/polibag dan kontrol yakni pada minggu kedua. Penambahan *Trichoderma* sp. sebanyak 2 gram/polibag menunjukkan bahwa serangan *P. palmivora* muncul pada minggu ke-6 setelah semai, sedangkan penambahan *Trichoderma* sp. sebanyak 4 gram/polibag menunjukkan bahwa serangan *P. palmivora* muncul pada 12 minggu setelah pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan maka akan semakin lama munculnya serangan *P. palmivora* yang menyebabkan kematian bibit.

Insidensi serangan pada akhir pengamatan menunjukkan bahwa penambahan dosis *Trichoderma* sp. dapat efektif menekan serangan *P. palmivora*. Serangan tertinggi didapatkan pada kontrol yakni sebesar 20 %, sedangkan serangan terendah ditunjukkan pada penambahan 4 gram/polibag *Trichoderma* sp. yakni sebesar 2 %. Efektivitas dapat dilihat pada Gambar 5. Penekanan penyakit dengan penambahan *Trichoderma* sp. tertinggi ditunjukkan pada penambahan *Trichoderma* sp. sebanyak 4 gram/polibag.



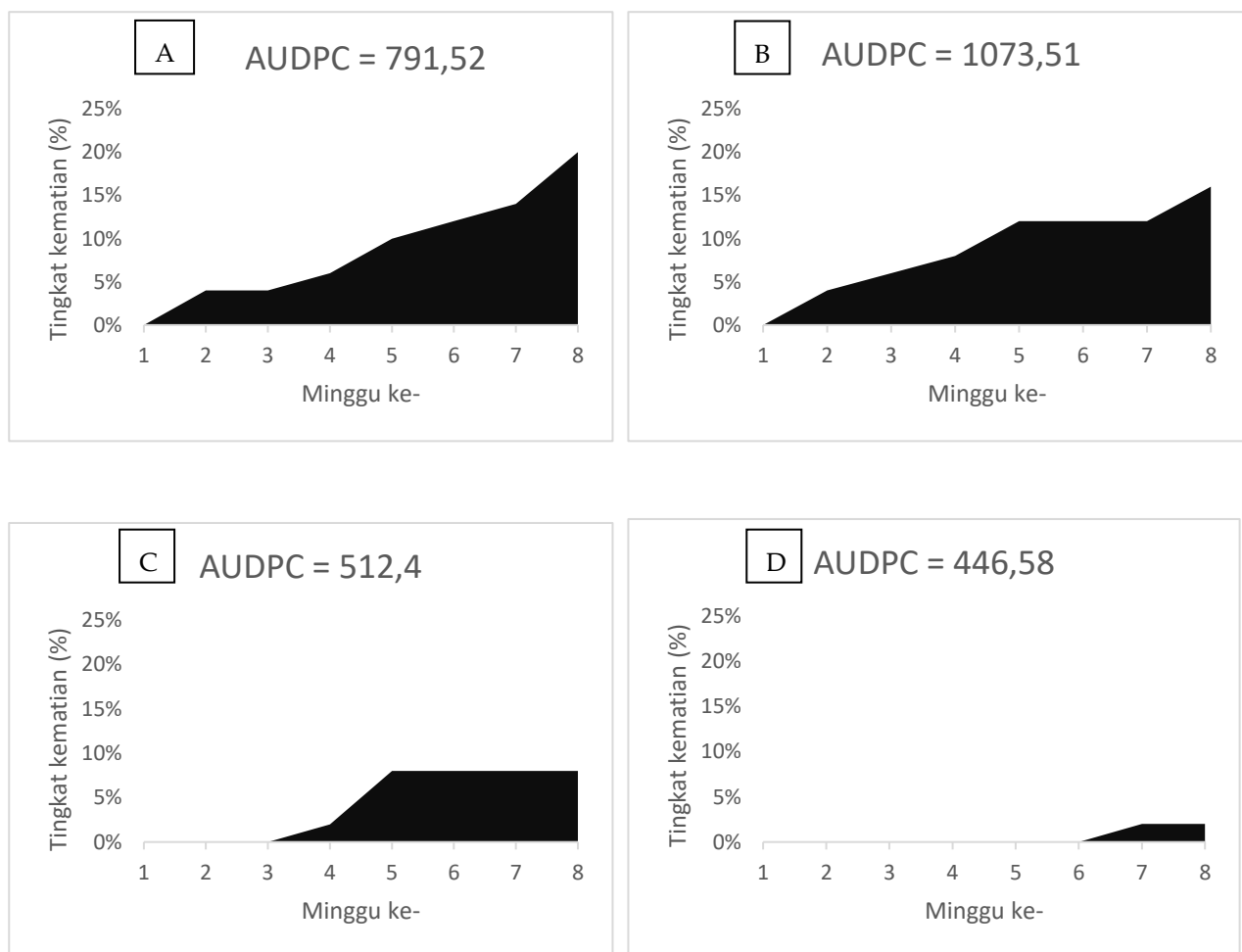
Gambar 4. Rerata laju serangan *Phytophthora palmivora* pada beberapa perlakuan



Gambar 5. Efektivitas penurunan serangan pada perlakuan

AUDPC merupakan parameter yang berguna untuk mengukur insidensi serangan *Phytophthora palmivora* terhadap waktu. Pada Gambar 6. menunjukkan beberapa nilai AUDPC pada 4 perlakuan *Trichoderma* sp. pada pembibitan kakao. Nilai AUDPC tertinggi diperoleh pada perlakuan *Trichoderma* sp. 1 gr/polibag, sedangkan nilai AUDPC terendah diperoleh pada perlakuan *Trichoderma* sp. 4 gr/polibag. Dilihat dari tingkat kematian bibit kakao, pemberian *Trichoderma* sp. dapat menurunkan kematian bibit akibat serangan *P. palmivora*. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa antifungal yang dikeluarkan oleh *Trichoderma* sp. akan menghambat patogen apabila ada kontak langsung dengan patogennya (Herre *et al.*, 2007).

*Trichoderma* sp. mempunyai jalur mekanisme melalui ISR (*Induced Systemic Resistance*) dengan menghasilkan asam jasmonat dan etilen. Asam jasmonat dan etilen yang dihasilkan akan meningkatkan metabolisme tanaman terhadap patogen (Harman *et al.*, 2004). Menurut Bae *et al.* (2011) kolonisasi jamur endofit kakao *Trichoderma stilbohypoxyli* pada tanaman cabai menginduksi pengenalan yang berhubungan dengan pertahanan seperti protein *lipid transferase*. Gen ini ikut serta dalam respons hipersensitif, biosintesis fitoaleksin seskuiterpen, serta gen yang berperan dalam metabolisme hormon, seperti etilena, asam salisilat, asam jasmonat dan asam giberelat juga terinduksi diinduksi.



Gambar 6. Area Under Disease Progress Curve pada perlakuan A. Kontrol, B. 1 gr/polibag *Trichoderma* sp., C. 2 gr/polibag *Trichoderma* sp., D. 4 gr/polibag *Trichoderma* sp.



---

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. dapat menekan serangan laju *P. palmivora* secara *in vivo*. Pada pembibitan, semakin tinggi dosis *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan semakin rendah serangan *P. palmivora*. Pemanfaatan kulit kakao kering sebagai media tanam dapat digunakan bersamaan dengan penambahan *Trichoderma* sp. untuk menghindari resiko serangan *P. palmivora*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. (1977) 'Introduction to Soil Microbiology, Ed. ke-2', *New York: John Wiley & Sons*.
- Angraeni, L., R. Sriwati, Susanna. (2020) 'Application of Various Species *Trichoderma* spp. in Composting Cocoa Pod Husk Contaminated *Phytophthora palmivora*', *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science* 515 012069. DOI : 10.1088/1755-1315/515/1/01/012069
- Bae, H, D.P. Roberts, H. S. Lim, M. D. Strem, S. C. Park, C. M. Ryu, R. L. Melnick, B. A. Bailey. (2011) 'Endophytic *Trichoderma* Isolates from Tropical Environments Delay Disease Onset and Induce Resistance Against *Phytophthora capsici* in Hot Pepper Using Multiple Mechanisms', *Molecular Plant Microbes Interactions*. 24:336–351. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/MPMI-09-10-0221>.
- Bahrin, A., M. Y. Fahimuddin, T. C. Rakian, L. O. Safuan, & L. O. M. H. Kilowasid. (2018) 'Cocoa Pod Husk Biochar Reduce Watering Frequency and Increase Cocoa Seedlings Growth', *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology Volume 3, Sept-Oct 2018*. DOI://[dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.5.9](http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.5.9).
- Bowers, J.H., B.A. Bailey, P.K. Hebbar, S. Sanogo & R.D. Lumsden. (2001) 'The Impact of Plant Diseases on World Chocolate Production', *Plant Health Progress*.
- Darmono, T. W., T. Panji, H. Kwartono. (1999) 'Amonifikasi Kulit Buah Kakao sebagai Tindakan Alternatif untuk Memusnahkan Inokulum *Phytophthora palmivora*', *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 4(2):46-49.
- Drenth, A., and Guest, D. I. (2013) '*Phytophthora palmivora* in Tropical Tree Crops. *Phytophthora: A global perspective*', K. Lamour, ed. *CABI Publishing, Wallingford, U.K.*
- Guest, D. (2007) 'Black pod: Diverse Pathogens with A Global Impact on Cocoa Yield', *Phytopathology*, 97: 1650–1653.
- Hakkar, A. A., A. Rosmana, M.D. Rahim. (2014) 'Pengendalian Penyakit Busuk Buah *Phytophthora* pada Kakao dengan Cendawan Endofit *Trichoderma asperellum*', *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(5):139-144. DOI: 10.14692/jfi.10.5.139.
- Harman G.E., Ch. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, M. Lorito. (2004) '*Trichoderma* Species Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts', *Nature Review Materials* 2:43-56.

- 
- Herre, E. A., L. C. Mejia, D. A. Kyllö, E. Rojas, Z. Maynard, A. Butler, S. A. Van Bael. (2007) 'Ecological Implications of Anti-Pathogen Effects of Tropical Fungal Endophytes and Mycorrhizae', *Ecology* 88:550-558.
- Opoku, L.Y. & B.E.J. Wheeler. (1998) 'Survival of *Phytophthora palmivora* and *Phytophthora megakarya* on and in Roots of Cocoa Seedlings', *Cocoa Grower's Bull.* 51:33-41.
- Perrine-Walker, F. (2020) 'Review: *Phytophthora palmivora*-Cocoa Interaction', *Journal of Fungi*, 6, 167. DOI:10.3390/jof6030167.
- Pratama, S.W., dan Niken Puspita Sari. (2015) 'Aplikasi Kapur dan Urea serta Pengaruhnya terhadap Perkembangan *Phytophthora palmivora*', *Pelita Perkebunan* 31(1) 2015, 41-48.
- Puig, A.S., W. Quintanilla, T. Matsumoto, L. Keith, O. A. Gutierrez, J. P. Marelli. (2021) '*Phytophthora palmivora* Causing Disease on *Theobroma cacao* in Hawaii', *Agriculture* 2021, 11, 396. DOI: 10.3390/agriculture11050396.
- Ristiano, J. B., and M. L. Gumpertz. (2000) 'New Frontiers in The Study of Dipersal and Spatial nalysis of Epidemics Caused by Species in The Genus *Phytophthora*', *Annual Review of Phytopathology* 38:541-576.
- Semangun, H. (2000) 'Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia', *Yogyakarta : Gadjah Mada University Press*.
- Simko, I., H. P. Piepho. (2012) 'The Area Under the Disease Progress Stairs: Calculation, Advantage, and Application', *Phytopathology* 102:381-389.
- Sri-Sukamto. (1998) 'Pengendalian Penyakit Utama Tanaman Kakao', *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 14:271-276.
- Susilo, A.W.; D. Suhendi & Sri-Sukamto. (2002) 'Ragam Genetik Kerentanan Tanaman Kakao terhadap *Phytophthora palmivora* (Butl.)', *Pelita Perkebunan*, 18, 1-9.
- ten Hoopen, G. M., O. Sounigo, and R. Babin, Yede, G. Dikwe & C. Cilas. (2010) 'Spatial and Temporal Analysis of *Phytophthora megakarya* Epidemic in a Plantation in the Centre Region of Cameroon', Pages 683-687 in: *Proc. 16 th International Cocoa Research Conference, Bali, Indonesia*.
- Wang, X., S. Xu, S. Wu, S. Feng, Z. Bai, G. Zhuang, X. Zhuang. (2017) 'Effect of *Trichoderma viride* Biofertilizer on Ammonia Volatilization from An Alkaline Soil in Northern China', *Journal of Environmental Sciences*. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.jes.2017.05.016.