

**Efektivitas Antagonisme *Trichoderma virens* Terhadap Fitopatogen *Phytophthora palmivora* Pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)**

*Effectiveness Of Antagonism Trichoderma virens Against Phytopathogen Phytophthora palmivora In Cacao Plants (Theobroma cacao L.)*

**Eko Wahyu Widiyatmoko\*, Christiani Yasmine, Indrabayu, Yoga Aji Handoko**

Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Jawa Tengah

\*Corresponding Author: [widiyatmoko17@gmail.com](mailto:widiyatmoko17@gmail.com)

**ABSTRACT**

Indonesia as a third-ranked cacao (*Theobroma cacao* L) producer country in the world after Ivory Coast and Ghana. Cacao as an export commodity form is produced in West Sumatera, Aceh, Lampung, West Sulawesi, Central Sulawesi, Southeast Sulawesi, and also East Nusa Tenggara. Cacao is a superior commodity but has decreased in quality due to disease attacks caused by the fungus *Phytophthora palmivora*. This disease appears white and has black spots on almost the entire surface of the cacao fruit and when touched it will feel wet rot. For this reason, an appropriate and environmentally friendly solution is needed, namely using biological biology agents as biofungicides. The role of antagonism that can be used as a biofungicide for controlling cacao fruit rot is *Trichoderma virens*. The natural antagonism can attack other fungi because *T. virens* produces *viridiol phytotoxins* and *gliotoxins* to parasitize *P. palmivora*.

---

Keyword: Cacao, Biofungicide, *Trichoderma virens*, *Viridiol phytotoxins*

**ABSTRAK**

Negara Indonesia menduduki peringkat ketiga di dunia sebagai penghasil kakao (*Theobroma cacao* L) setelah Pantai Gading dan Ghana. Kakao sebagai komoditas ekspor dihasilkan dari Sumatera Barat, Aceh, Lampung, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan juga Nusa Tenggara Timur. Buah kakao merupakan komoditas unggulan, tetapi mengalami penurunan kualitas karena adanya serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora*. Penyakit ini kasat mata timbul warna putih berkebul dan menimbulkan bercak hitam hampir seluruh permukaan buah kakao dan bila disentuh akan terasa basah membusuk. Untuk itu perlu solusi yang tepat dan ramah lingkungan yaitu menggunakan agen biologi hayati sebagai biofungisida. Peran antagonisme yang dapat digunakan sebagai biofungisida untuk pengendali busuk buah kakao adalah *Trichoderma virens*. Sifat antagonisme dapat menyerang cendawan lain, dikarenakan *T. virens* menghasilkan senyawa *viridiol phytotoxins* dan *gliotoxin* untuk menjadi parasit bagi *P. palmivora*.

---

Kata kunci: Kakao, Biofungisida, *Trichoderma virens*, *Viridiol fitotoksin*

**LATAR BELAKANG**

Menurut Hasniawati (2010), negara Indonesia menduduki peringkat ketiga di dunia sebagai penghasil kakao (*Theobroma cacao* L) setelah Pantai Gading dan Ghana. Selain itu tanaman kakao menjadi tanaman perkebunan yang diunggulkan dalam komoditas ekspor, dan berkontribusi dalam menaikkan devisa negara.

Produk ekspor kakao diperoleh dari daerah Sumatera Barat, Aceh, Lampung, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan juga Nusa Tenggara Timur (NTT). Pada 2017 total produk kakao yang diekspor sebanyak 149.889 Metric Ton (MT) dengan harga sekitar UU\$ 523,4 juta. Sedangkan 2018 pada periode

yang sama mengirimkan sebanyak 168.494 MT dengan harga sekitar US\$ 537,6 juta. Ekspor produk kakao mengalami kenaikan sebesar 12%

Buah kakao merupakan komoditas unggulan, tetapi mengalami penurunan kualitas karena adanya serangan penyakit. Manti (2009), menegaskan ada beberapa patogen penyakit yang menyerang tanaman kakao antara lain penyakit busuk buah dan penyakit kanker batang yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*; penyakit VSD (*Vaskular Streak Dieback*) yang disebabkan infeksi cendawan *Oncobasidium theobromae*; serta penyakit yang disebabkan jamur akar oleh patogen *Rigidoporus microporus*, *Fomes lamaoensis*, dan *Ganoderma pseudoforeum*. Beberapa patogen dapat menyerang tanaman kakao, namun patogen yang sangat merugikan pada komoditas kakao adalah penyakit busuk pada buah oleh serangan *P. palmivora*. Penyakit ini kasat mata timbul warna putih berkebul dan menimbulkan bercak hitam pada hampir seluruh permukaan buah kakao. Penyakit busuk buah dapat menimbulkan kerugian cukup besar berotasi diantara 10 dan 30% di seluruh belahan dunia (McMahon dan Purwantara, 2004). Pertumbuhan *P. palmivora* pada bagian luar buah kakao lebih cepat dan menginfeksi menyeluruh pada pada biji (Cook, 1983). Penyebaran penyakit busuk buah menyerang dari fase pentil buah hingga fase buah masak. Buah kakao yang terserang penyakit tampak hitam arang dan bila disentuh akan terasa basah membusuk (Manti, 2009).

Berbagai upaya pengendalian *Phytophthora palmivora* telah dilakukan antara lain mekanis, fisik, dan kimiawi, namun terdapat beberapa kelemahan dalam pengendaliannya. Pengendalian mekanik dan fisik seperti membat ranting dan buah kakao yang terkena *P. palmivora* akan menyebarkan cendawan ini dari tempat satu ke tempat yang lain, walaupun sudah dibakar. Kemudian dalam pengendalian kimia tidak akan efektif dalam luasan lahan tanaman kakao, serta akan meninggalkan residu bagi lingkungan. Untuk itu perlu solusi yang tepat dan ramah lingkungan yaitu menggunakan agen biologi hayati sebagai biofungisida. Peran antagonisme yang dapat digunakan sebagai biofungisida untuk pengendali busuk buah kakao

untuk volume ekspor dan harga ekspor sebesar 3% dari tahun sebelumnya (Jasman dan Sutanto, 2018).

adalah *Trichoderma* spp. Agensia hayati ini mampu menjadi pengendali perkembangan *P. palmivora* dalam tingkat kritis. *Trichoderma* spp merupakan cendawan antagonis yang banyak terdapat di tanah dan digunakan untuk mengendalikan patogen tanah. Sebagian besar *Trichoderma* spp terdapat di tanah, walaupun dapat ditemukan pada substrat berkayu, sehingga dapat difungsikan sebagai pengendalian patogen tanah. Sifat antagonisnya dapat menyerang cendawan lain, karena memiliki sifat mikoparasit yang dimanfaatkan sebagai biokontrol terhadap berbagai jenis cendawan fitopatogen (Tandion, 2008).

Jamur yang digunakan untuk pengendalian hayati fitopatogen tanaman kakao adalah *Trichoderma virens*. Dijelaskan oleh Harwitz (2003), jamur ini sifatnya saprofit tanah sehingga dapat menanggulangi cendawan yang berada di dalam tanah serta dapat menjadi parasit bagi patogen yang berada di tanaman budidaya. Kemampuan *T. virens* menjadi hiperparasit merupakan suatu mekanisme pertahanan untuk melawan beberapa jenis patogen penyebab penyakit tanaman. Selain itu *T. virens* melakukan persaingan hidup, lisis, dan antibiosis sebagai mekanisme antagonisnya. Pertumbuhan *T. virens* sangat cepat pada kecocokan media tumbuh atau inangnya, sehingga dapat diperbanyak secara masal dan menjadi spektrum pengendalian yang cukup luas. Beberapa jenis mikroba selain cendawan adalah bakteri yaitu *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* yang mampu menekan cendawan *P. palmivora* pada tanaman kakao (Suprpta, 2012).

Biofungisida dari *T. virens* merupakan solusi yang tepat dalam mekanisme biokimiawinya yaitu cendawan memarasit cendawan karena *T. virens* mengeluarkan *Viridiol* Fitotoksin yang mampu menekan patogen *P. palmivora* pada tanaman kakao dengan efektif. Berdasarkan latar belakang tersebut review ini mengkaji mekanisme biokimiawi *T. virens* sebagai biokontrol yang efektif terhadap patogen penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora*.

**Karakteristik Fitopatogen *Phytophthora palmivora* dan *Trichoderma virens* Sebagai Antagonismenya**

Cendawan *Phytophthora palmivora* disebut sebagai fitopatogen karena merupakan penyakit yang menyerang tanaman karena kemampuannya untuk memarasit substrat atau inang hidup yaitu tanaman dengan mengeluarkan toksin pada kondisi lingkungan yang mendukung.

Gregor (1984), menyatakan bahwa *P. palmivora* memiliki sporangium berbentuk menyerupai jeruk nipis dan memiliki benjolan di tepi ujungnya yang disebut *papillate*. Menurut Afriyeni (2013), terdapat tiga tipe sporangium yaitu *papillate*, *semi-papillate*, dan *non-papillate*. Kemudian pada sporangium terdapat organ jantan yang disebut *antheridium*, dan organ betina yang disebut *oogonium*. Sporangium ini memiliki sifat anti kering dalam arti berada pada kondisi lembab, bila terkena air sporangium melepaskan zoosporanya. Reaksi yang ditimbulkan bila zoospora terkena air maka akan berenang-renang menghasilkan kista, ketika berada pada permukaan inangnya. Kemudian akan menghasilkan hifa yang hialin

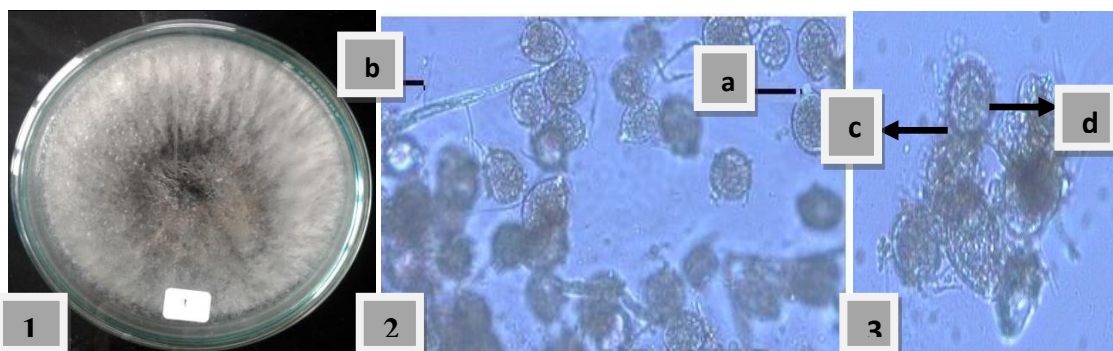
berbentuk pipih bercabang dan tidak bersekat, setelah itu akan masuk ke dalam jaringan inangnya. Miselium menghasilkan zoospora yang memiliki bulu cambuk dan memiliki aktivitas seksual (*oospora*) pada spora yang dihasilkan oleh penyatuan gamet yang tak sama secara morfologis (Agrios, 1996). Ujung sporangium dilalui zoospora yang keluar satu persatu melewati *papilia*. Zoospora memiliki dua flagella yang panjangnya berbeda (Semangun, 1991).

Klasifikasi *P. palmivora* termasuk pada Kindom: *Protista*; Filum: *Heterokontophyta*; Kelas: *Oomycetes*; Ordo: *Peronosporales*; Famili: *Phythiaceae*; Genus: *Phytophthora*; dan Spesies: *P. palmivora*. Patogen *P. palmivora* membutuhkan temperatur dan kelembaban udara yang ideal 50-50%, dengan temperatur optimum 31° C dalam perkembangannya (Tuckey, 1931 dalam Agrios 1996).

Gambar dibawah menunjukkan penyebaran penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora pamivora* pada buah kakao dalam rentang waktu 1-4 hari sebagai berikut:



Gambar 1. Pertumbuhan cendawan *P. palmivora* pada buah kakao. (a) hari ke-1 = 20-25% (b) hari ke-2 40-50% (c) hari ke-3 = 75-80% (d) hari ke-4 = 100% (Liswarni, 2011).



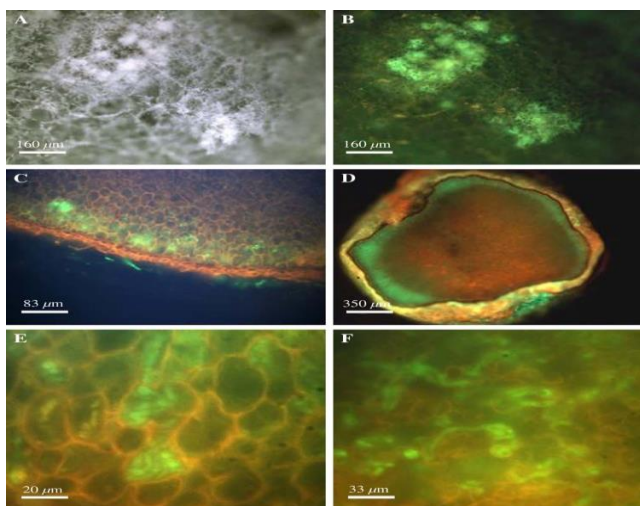
Gambar 2. (1) Koloni Jamur *P. palmivora* pada cawan petri (2) dan (3) bentuk mikroskopis *P. palmivora*, (a) sporangium *papillate*, (b) benang hifa, (c) *antheridium* (d) jaringan *oogonium* (Afriyeni, 2013).

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui, bahwa penyebaran patogen *P. palmivora* cukup cepat pada hitungan hari saja. Pada hari keempat penyebaran sudah merata, penyebaran warna hitam menyeluruh dan tampak basah. Penyebaran *P. palmivora* secara kasat mata tidak dapat langsung terlihat, namun cendawan ini dapat dilihat dibawah mikroskop dengan perbesaran tertentu.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat koloni jamur *P. palmivora* dengan benang hifa yang bercabang-cabang dan berisi kotak spora yang banyak. Bentuk dari koloni *P. palmivora* sekilas menyerupai kacang tanah pada perbesaran mikroskop 10 x 40x.

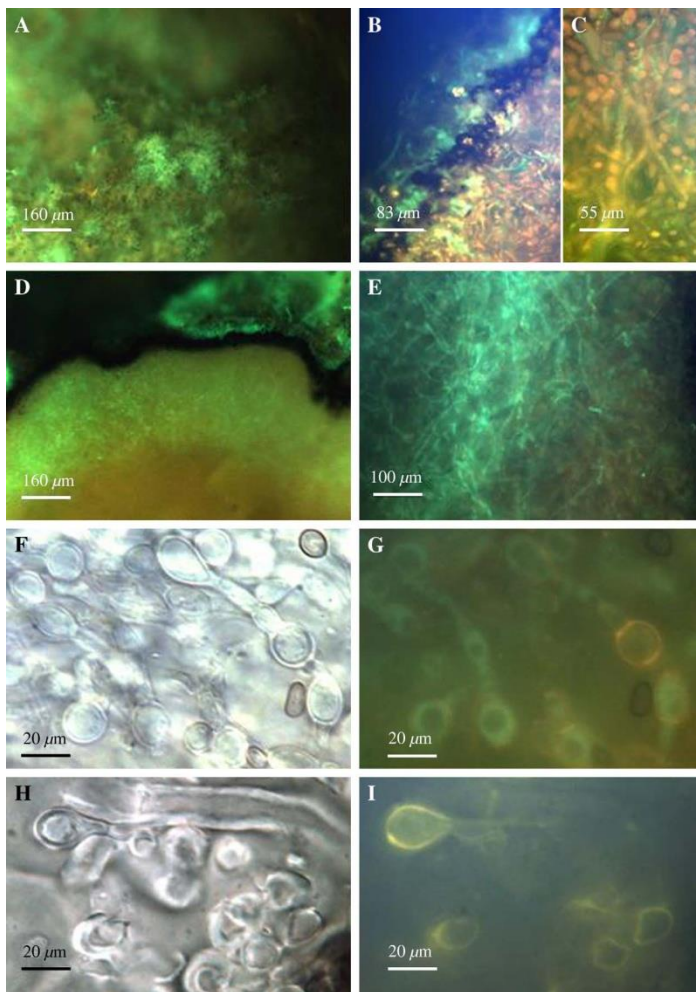
Beberapa jenis *Trichoderma* spp mampu memarasit cendawan yang bersifat patogenik dalam arti berpotensi menciptakan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik. Beberapa spesies dikenali dapat menghasilkan enzim  $\beta$ 1,3-glukanase dan kitinase yang dapat menjadikan eksolisis pada benang hifa inangnya. Namun reaksi paling utama yang dimiliki oleh *T. virens* adalah memiliki kemampuan mikoparasit dan persaingan yang

tanggguh terhadap patogen penyakit sehingga berperan sebagai biokontrol (Chet, 1987). *T. virens* mempunyai aktivitas antijamur, sifat antifugalnya menghasilkan senyawa reproduksi enzim yang disebut enzimolitik, kemudian bekerja melarutkan dinding sel patogen. Antibiotik gliotoksin dan viridiol yang dapat menghambat berbagai jenis fungi, berkompetisi dengan patogen penyakit dan dapat membantu pertumbuhan tanaman termasuk tanaman kakao yang menghambat fitopatogen *P. palmivora* (Kinerley and Mukherjee, 2010). Disebut sebagai antagonis, *T. virens* berperan dalam memarasit cendawan lain yang merupakan parasit untuk tanaman, sehingga *T. virens* sangat menguntungkan terhadap tanaman itu sendiri. Spesies jamur *T. virens* dapat bersaing cepat dengan patogen penyakit karena mengeluarkan antibiotika dari senyawa *viridiol* fitotoksin yang dapat menghambat fitopatogen, menginfeksi fitopatogen dengan melakukan penekanan langsung lebih cepat menggunakan oksigen, air, dan nutrisi (Kinerley and Mukherjee, 2010).



Gambar 3. *Trichoderma virens* dalam beberapa perbesaran milimikron ( $\mu$ ) menggunakan mikroskop elektron. (a) permukaan sklerotial pada *T. virens* (b) miselium terlihat hijau terang dibawah sinar UV (c) penetrasi *T. virens* melalui sel kulit dan pertumbuhan di korteks setelah 9 hari inkubasi (d) lapisan hijau di belakang kulit jelas, titik masuk preferensial setelah 13 hari inkubasi (e) pertumbuhan jamur intraseluler, menghasilkan tikar hifa di dalam sel inang (f) pertumbuhan *T. virens* antar sel menjadi ciri kolonisasi medula setelah 15 hari inkubasi (Sarroccho, 2006).





Gambar 4. *T. virens* dalam beberapa perbesaran milimikron ( $\mu$ ) menggunakan mikroskop elektron (a) Permukaan sklerotial menghasilkan *T. virens*, miselium terlihat hijau dibawah sinar UV (b) setelah 9 hari (c) setelah 14 hari (d) menunjukkan pertumbuhan antar sel dan penetrasi melalui sel kulit (e) struktur *T. virens* setelah 20 hari membentuk klamidospora (f) klamidospora terbenuk di medula (g) dinding matang klamidospora di bawah sinar UV autofluoresensi (h) (i) setelah 20 hari *T. virens* tipe liar klamidospora di medula menunjukkan autofluoresensi dibawah UV (Sarroccho, 2006).

**Mekanisme Biokimia Gliotoxin dan Viridiol Fitotoksin oleh *Trichoderma virens* Sebagai Antagonisme Terhadap Fitopatogen *Phytophthora palmivora***

Mikoparasitisme pada *Trichoderma virens* berhubungan dengan kemampuannya untuk mensintesis ekstraseluler kitinase (Baek, 1999). Selain mikoparasitnya, *T. virens* merupakan saprofit yang kuat, sehingga dapat dikulturkan pada sejumlah substrat dan dapat mempertahankan sendiri dengan tidak adanya inang. Bersamaan dengan aktivitas mikoparasitnya, *T. virens* juga menghasilkan beberapa antibiotik *epithiodiketopiperazine* yang

aktif, yaitu molekul organik dua atom nitrogen. Antibiotik gliotoxin yang diproduksi oleh galur *T. virens* yaitu “Q” yang memiliki spektrum aktifitas yang luas terhadap bakteri, *actinomycetes*, dan jamur. Gliotoxin bertindak secara sinergis dengan kitinase dalam aktivitas antijamur oleh *T. virens*, dan tidak dapat melawan bakteri. Namun senyawa ini merupakan penghambat kuat oomycetes, seperti *Pythium* sp dan *Phytophthora* sp, termasuk *Phytophthora palmivora*. Strain ‘Q’ dari *T. virens* tidak menghasilkan gliovirin dan strain ‘P’ tidak memproduksi gliotoxin (Howell, 1993). Ketika salah satu strain ‘P’ atau ‘Q’ dari *T. virens*

ditanam pada substrat dengan rasio C/N tinggi, keduanya menghasilkan viridiol senyawa yang mirip steroid. Aktivitas antibiotik viridiol hanya sedikit atau tidak sama sekali, namun viridiol merupakan *phytotoxin* yang kuat ketika ditempatkan di kontak tanaman, khususnya permukaan buah kakao. Penempatan viridiol yang tepat, yang dicampur dengan tanah permukaan dapat bertindak sebagai herbisida yang efektif untuk gulma, tanpa membahayakan tanaman-tanaman tingkat tinggi (Howell, 1993).

Antibiotik gliotoxin mampu menghambat pertumbuhan cendawan dan bakteri, sedangkan antibiotik viridiol hanya mampu menghambat cendawan (Hanson dan Howell, 2004). Selain memproduksi toksin viridiol dan gliotoksin untuk menekan cendawan tanaman kakao, *T. virens* juga memproduksi IAA (Indole Asetic Acid) yang memiliki peran sebagai penyubur tanah, walaupun secara tidak langsung. IAA mempunyai peranan dalam pemanjangan sel-sel akar yang menyebabkan terjadinya serapan unsur hara pada tanaman tinggi. Serapan unsur hara yang optimum mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena nutrisi tanaman tercukupi, sehingga produktivitas tanaman semakin meningkat (Cornejo, 2009).

Teknik pengaplikasian *Trichoderma virens* dilakukan dengan cara disemprotkan menyeluruh di daun permukaan batang, buah dan sekitar perakaran tanaman kakao yang terserang *P. palmivora* pada kerapatan  $10^7$  spora/ml menggunakan *sprayer* dengan pancaran nozzle yang berkabut (Nurhayati, 2012). Biakan *trichoderma virens* dicampurkan dengan air untuk memudahkan dalam penyebaran sporangiumnya. Kondisi yang sesuai untuk pengaplikasiannya adalah pada saat pagi hari sebelum matahari terik dan terhindar dari air hujan, bersuhu 27°C – 28°C. Teknik penyemprotan biofungisida ini diharapkan mampu menekan lebih banyak patogen *P. palmivora* yang menginfeksi tanaman kakao dibandingkan dengan teknik penyiraman langsung pada perakaran tanaman kakao.

### SIMPULAN

Senyawa viridiol merupakan antibiotik *phytotoxin* kuat yang diproduksi oleh *T. virens*

untuk menghambat pertumbuhan cendawan, sedangkan senyawa gliotoxin merupakan antibiotik yang berperan dengan enzim kitinase, sehingga mampu menekan cendawan dan bakteri.

*T. virens* direkomendasikan sebagai biofungisida hayati yang mampu menekan fitopatogen *P. palmivora* pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang efektif dan efisien.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afriyeni, Y, N Nasril , Periadnadi, and Jumjunidang. 1996. "Jenis-jenis jamur pada pembusukan buah kakao (*Theobroma cacao*, L.) di Sumatera Barat." *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 2(2) : 124-129.
- Agrios, N G. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan (terjemahan Munzir Busnia)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Baek, J M, C R Howel, and C M Kenerly. 1999. "The role of extracellular chitinase from *Trichoderma virens* Gv29-8 in the biocontrol of *Rhizoctonia solani*." *Curr. Genet* 35:41-50.
- Cook, R J, and K F Baker. 1983. *The nature and practice of biological control of plant pathogens. The American Phytopathological society*. Minnesota: St. Paul.
- Cornejo, C H A, Marcias L Rodrigues, Cortes C Penagos, and Lopes Bucio. 2009. "Trichoderma virens, A plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabidopsis." *Plant Physiol* 149 (3): 1579 – 1592.
- Gregor, M V. 1984. *Mikrobiologi Edisi Kelima Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Hanson, L E, and C R Howell. 2004. "Elicitors of plant defense responses elicit response of biocontrol strains of *Trichoderma virens*." *Phytopathology* 94 (2) : 171-176.
- Harwitz, A. 2008. *TmKA, a mitogen-activated protein kinase of T. virens, is involved in biocontrol properties and repression of conidiation in the dark*. 01 22. Accessed

- 03 10, 2019.  
<http://ec.asm.org/content/abstract/2/3/446>.
- Hasniawati, A P. 2009. *Produksi Kakao Indonesia Belum Maksimal*. 10 12. Accessed 03 22, 2019. <http://klasik.kontan.co.id/industri/news/32744>.
- Howell, C R, R D Stipanovic, and R D Lumsden. 1993. "Antibiotic production by strain of *Gliocladium virens* and its relation to the biocontrol Sci." *Technol* 3:435-440.
- Jasman, P, and Soetanto. 2018. *Harga Eksport Kakao*. 02 5. Accessed 03 15, 2019. <https://industri.kontan.co.id/news/terkere-k-harga-global-kakao-domestik-dikisaran-rp-30-ribu-per-kg>.
- Liswarni, Y. 2011. "Insidensi penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora* BULT.) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) di sentra produksi kakao Kabupaten Pasaman Barat." *Manggoro* 12 (2) : 43-48.
- Manti, I. 2009. *Jenis dan Tingkat Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao di Kabupaten Padang Pariaman*. 06 16. Accessed 03 15, 2019. <http://sumber.litbang.deptan.go.id/ind/index>.
- McMahon, P A, and Purwantara. 2004. "Phytophthora on cocoa. p. 104 – 115. In: A. Drenth & D. I. Guest (Eds.). *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*." *ACIAR Monograph* 22-28.
- Nurhayati, U Abu, and E A Silvia. 2012. "Aplikasi *Trichoderma virens* Melalui Penyemprotan pada Daun, Akar, dan Perendaman Akar untuk Menekan Infeksi Penyakit Downy Mildew pada Tanaman Caisin." *Dharmapala* Vol 4, No.2 : Hal 22-28.
- Sarrocchio, S, L Mette, and G Vannacci. 2006. "Histopathological studies of sclerotia of phytopathogenic fungi parasitized by a GFP transformed *Trichoderma virens* antagonistic strain." *Mycological Research* 110 179-187.
- Suprpta, D N. 2012. "Potential of microbial antagonists as biocontrol agents against plant fungal pathogens." *International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences Journal* 1-8.
- Tandion, H. 2008. "Pengaruh jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotium roflsii* Sacc. Pada tanaman kedelai (*Glycine max*) di rumah kaca." *Dharmapala* Vol 6, No.3 : Hal 44-50.