

Skrining *Aspergillus* Antagonis Terhadap *Phytophthora palmivora* Butler. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao di Sulawesi Tengah

Fitriani Husain¹⁾ Umrah²⁾ dan Muhammad Alwi³⁾

¹⁾ Alumni Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117
^{2), 3)} Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117
E.mail: vhiesa_1991@yahoo.com.sg

ABSTRACT

The study about "Screening of *Aspergillus* antagonistic to *Phytophthora palmivora* causing black pod disease of cocoa at Sulawesi Tengah" has been carried out during three months. The purpose of this study is how to getting the best of local isolats of *Aspergillus* sp. antagonistic that can be controlling of *Phytophthora palmivora*. The method of this study is exploring the local *Aspergillus* fungi as biological control of the *P. palmivora* causing black pod disease of cocoa in five Districts central of production kakao, such as Donggala District, Parigi Moutong, Poso, Morowali, and Buol. Parameter observed were antagonist test *in vitro* and pra *in vivo* on the cocoa. The result of this study was obtained fourteen isolats of *Aspergillus* sp namely are (1) Poso District: L-1, L-2, L-3 ; (2) Morowali District, L-4, L-5, L-6; (3) Donggala District, L-7, L-8, L-9; (4) Parimo District , L-10, L-11, L-12; (5) Buol District, L-13, L-14. All isolates of *Aspergillus* sp. were antagonistic *in vitro* on *P. palmivora*, but only six isolates, namely are L-1, L-10, L14, L-4, L-6, dan L-8 were have the best ability to controlling *P. Palmivora* on the cocoa pod.

Key words: *Aspergillus* sp., antagonism, *Phytophthora palmivora* and Cocoa pod.

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia karena merupakan sumber pendapatan petani, menciptakan lapangan kerja, mendorong pengembangan wilayah dan sebagai sumber devisa negara (Manggabarani, 2006).

Tanaman kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri. Indonesia merupakan

produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah negara Pantai Gading (1.276.000 ton) dan Ghana (586.000 ton). Luas lahan tanaman kakao Indonesia ± 992.448 ha dengan produksi biji kakao sekitar 456.000 ton per tahun (Departemen Perindustrian, 2007; Suryana dkk., 2005).

Komoditas kakao merupakan salah satu komoditas unggulan Sulawesi Tengah, komoditas ekspor non migas yang berfungsi ganda yaitu sebagai sumber devisa negara dan menunjang pendapatan asli daerah (PAD). Volume dan nilai ekspor komoditi kakao merupakan yang terbesar untuk komoditi perkebunan volume ekspor meningkat 20,08 %, sedangkan nilai

ekspor meningkat sangat besar 87,74% (BPS Sulteng, 2007).

Salah satu kendala dalam pengembangan/produksi tanaman kakao di dunia khususnya di Indonesia yang menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan agribisnis kakao adalah serangan *Phytophthora palmivora* patogen yang menyebabkan busuk buah kakao. OPT utama yang saat ini menjadi prioritas utama untuk dikendalikan adalah busuk buah, mengingat kecenderungan intensitas dan luas serangannya yang semakin meningkat (Direktorat Jendral Perkebunan, 2008; Sulistyowati dkk., 2003).

Penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora* termasuk tipe nekrosis dan terjadi bercak bulat pada permukaan buah. Bila biji yang terdapat di dalam buah terinfeksi dapat menyebabkan kehilangan aroma fermentasi yang merupakan citarasa khas yang dikehendaki pada biji kakao.

Penerapan agen biokontrol seperti jamur antagonis *Aspergillus* sp. untuk mengendalikan jamur *Phytophthora palmivora*, penyebab penyakit busuk buah kakao di perkebunan rakyat Sulawesi Tengah sampai saat ini belum pernah dilakukan. Hal ini disebabkan karena penelitian penggunaan jamur tersebut terhadap penyakit busuk buah kakao belum berkembang. Padahal jamur *Aspergillus* sp. memiliki sifat antagonis lebih baik dibanding jamur *Trichoderma* sp. terhadap *P. palmivora* pada uji laboratorium (Sukamto *et al.*, 1997) sehingga berpotensi untuk dikembangkan, meskipun selama ini *Trichoderma* sp. merupakan jamur antagonis yang paling banyak digunakan sebagai agen biokontrol. Jamur *Aspergillus* sp. diketahui dapat menghasilkan senyawa *aspergillin* dan memproduksi zat yang dapat menghambat perkembangan jamur

patogen (Venkatasubbaiah dan Safeeulla, 1984).

Untuk itu dilakukanlah penelitian tentang “ Skrining *Aspergillus* Antagonis Terhadap *Phytophthora palmivora* Butler Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao Di Sulawesi Tengah” yang dapat mengeksplorasi jamur *Aspergillus* spesifik lokal sehingga memberi peluang di temukannya suatu jamur *Aspergillus* yang memiliki sifat antagonis yang adaptif, efektif, dan efisien dalam mengendalikan jamur *P. palmivora* yang banyak menyerang perkebunan kakao Sulawesi Tengah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2012. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Unit Bioteknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini di desain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 14 perlakuan (P1-P14) dan 2 ulangan sehingga diperoleh 28 unit percobaan. Adapun susunan percobaan adalah sebagai berikut :

P₀ (Aplikasi *P. palmivora* dengan air sebagai kontrol); **P₁** (L-1 + *P. palmivora*); **P₂** (L-2 + *P. palmivora*); **P₃** (L-3 + *P. palmivora*); **P₄** (L-4 + *P. palmivora*); **P₅** (L-5 + *P. palmivora*); **P₆** (L-6 + *P. palmivora*); **P₇** (L-7 + *P. palmivora*); **P₈** (L-8 + *P. palmivora*); **P₉** (L-9 + *P. palmivora*); **P₁₀** (L-10 + *P. palmivora*); **P₁₁** (L-11 + *P. palmivora*); **P₁₂** (L-12 + *P. palmivora*); **P₁₃** (L-13 + *P. palmivora*); **P₁₄** (L-14 + *P. palmivora*).

Eksplorasi Jamur *Aspergillus* sp. dari Lahan Perkebunan Kakao yang Bersifat Antagonis

Jamur *Aspergillus* sp. dieksplorasi dari tanah di sekitar lahan perkebunan kakao yang dikumpulkan dari lima lokasi sentra produksi kakao yakni Kabupaten Donggala, Parigi Moutong, Poso, Morowali, dan Buol. Eksplorasi jamur dilakukan dengan mengambil sampel tanah masing-masing lokasi kurang lebih 1 kg pada rizosfer tanaman kakao. Pengambilan sampel tanah diambil dari kedalaman 15 cm.

Isolasi Jamur Antagonis

Sampel tanah dari masing-masing lokasi kemudian disuspensikan dengan akuadest. Isolasi dilakukan dengan teknik cawan sebar (Crowford *et al.*, 1993 dalam Muthahanas dan Listiana, 2008). Isolat yang berhasil tumbuh selama periode inkubasi, dipindahkan ke media PDA lainnya untuk pemurnian guna keperluan identifikasi. Pemurnian isolat dilakukan dengan kultur berulang, yaitu dengan cara memindahkan jenis-jenis jamur yang terlihat berbeda ke media tumbuh baru dalam cawan petri.

Isolasi Jamur Patogen

Setelah itu dilanjutkan dengan isolasi jamur patogen. Jamur patogen diisolasi dari sampel buah kakao sakit sampai diperoleh isolat murni.

Uji Antagonis Secara *In-Vitro*

Semua isolat jamur *Aspergillus* sp. yang diperoleh, diuji kemampuannya dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora*. Pengujian dilakukan dalam cawan petri yang berisi media PDA. Cara pengujian sifat antagonis isolat jamur *Aspergillus* sp. adalah dengan meletakkan inokulum isolat secara bersamaan dalam media dengan isolat *P. palmivora* posisi berlawanan,

kemudian diinkubasikan pada suhu kamar sampai terjadi pertautan antara kedua koloni jamur. Kemampuan suatu isolat jamur untuk menekan perkembangan jamur *P. palmivora* diukur dari penguasaan ruang pada permukaan media yang menghambat perkembangan koloni *P. palmivora*.

Uji Semi *In-Vivo* Jamur Antagonis

Uji semi *in vivo* dilakukan dengan cara mengambil cuplikan buah sehat. Permukaan buah kakao segar dan sehat dilubangi dengan bor berdiameter 5 mm, dibuat 1-2 lubang per buah kakao. Selanjutnya pada lubang tersebut dimasukkan bulatan kapas yang telah dicelup ke dalam suspensi *Aspergillus* sp. setelah itu menginkubasinya selama 24 jam. Setelah 24 jam, lubang yang berisi kapas yang telah diinkubasi, ditetesi dengan suspensi *P. palmivora* lalu menginkubasinya selama 3-5 hari. Penetapan potensi jamur antagonis dilakukan dengan mengukur luas bercak *P. palmivora* menggunakan kertas grafik mm. Ukuran luas bercak menandakan keefektifan jamur antagonis dalam menekan perkembangan *P. palmivora*.

Analisis Data

Persentase daya penghambatan mikroorganisme antagonis yang dominan terhadap jamur patogen secara *in-vitro*, dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{\Theta_b - \Theta_a}{\Theta_a} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase daya hambat

Θ_a = Diameter koloni pada kontrol

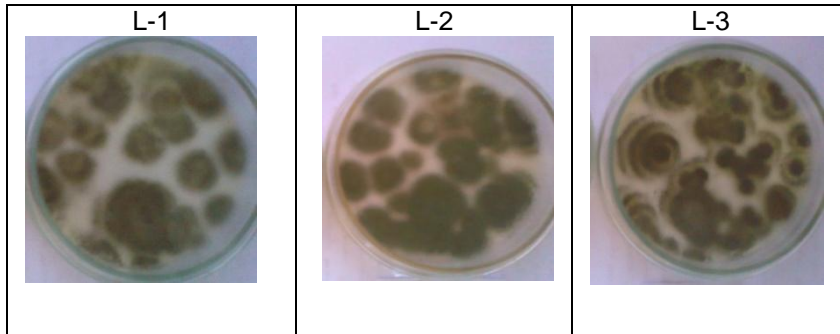
Θ_b = Diameter koloni pada perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Antagonis secara in vitro

Hasil uji antagonis antara isolat *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* patogen dapat dilihat pada Gambar 1,

terlihat semua isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari Kabupaten Poso antagonis terhadap jamur patogen dengan mekanisme parasitisme. Hal ini terlihat jamur *Aspergillus* sp. hampir menutupi semua permukaan media bahkan menutupi *P. palmivora*.

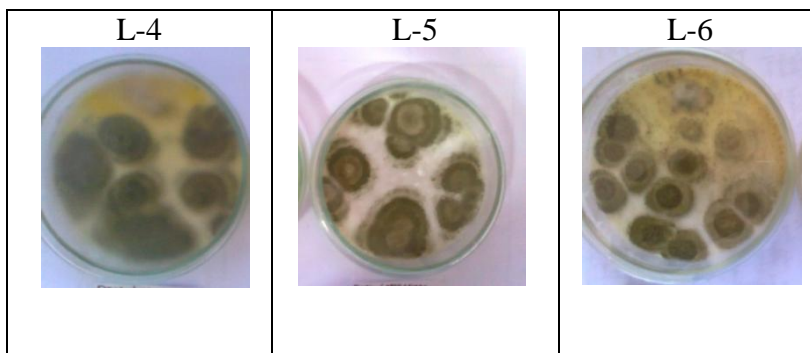


Gambar 1. Hasil uji antagonis *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* dari perkebunan kakao di Kabupaten Poso.

Keterangan: L-1 (Isolat dari Desa Sa'atu); L-2 (Isolat dari Desa Taripa); L-3 (Isolat dari Desa Saojo)

Isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari Kabupaten Morowali bersifat antagonis terhadap jamur patogen dengan mekanisme

parasitisme (Gambar 2). Hal ini terlihat jamur *Aspergillus* sp. hampir menutupi semua permukaan media bahkan menutupi *P. palmivora*.

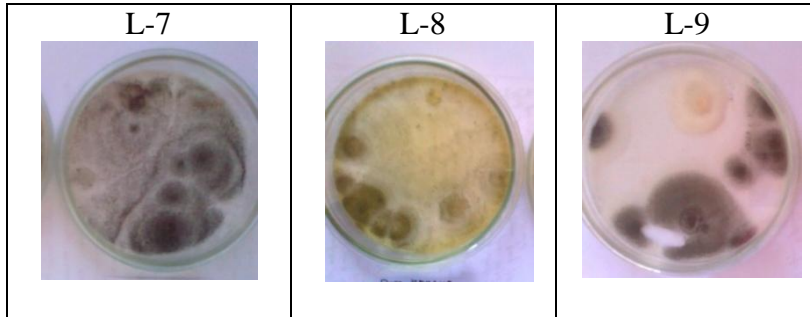


Gambar 2. Hasil uji antagonis *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* dari perkebunan kakao di Kabupaten Morowali

Keterangan: L-4 (Isolat dari Desa Kolaka); L-5 (Isolat dari Desa Lemboroma); L-6 (Isolat dari Desa Korololaki)

Isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari Kabupaten Donggala bersifat antagonis terhadap jamur patogen dengan mekanisme parasitisme (Gambar

3). Hal ini terlihat jamur *Aspergillus* sp. hampir menutupi semua permukaan media bahkan menutupi *P. palmivora*.

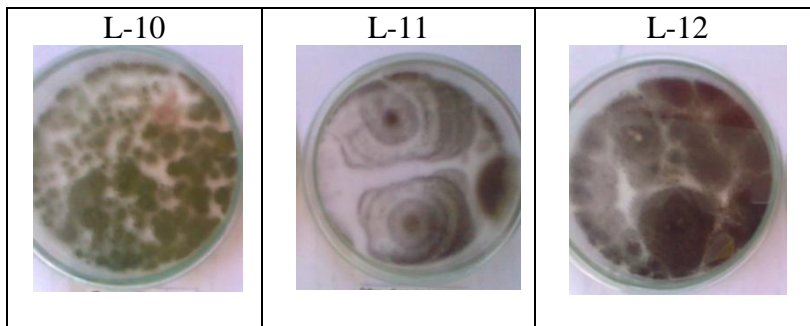


Gambar 3. Hasil uji antagonis *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* dari perkebunan kakao di Kabupaten Donggala

Keterangan: L-7 (Isolat dari Desa Sibualong); L-8 (Isolat dari Desa Rerang); L-9 (Isolat dari Desa Alindau)

Isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari Kabupaten Parimo bersifat antagonis terhadap jamur patogen dengan mekanisme parasitisme (Gambar 4). Hal

ini terlihat jamur *Aspergillus* sp. hampir menutupi semua permukaan media bahkan menutupi *P. palmivora*.

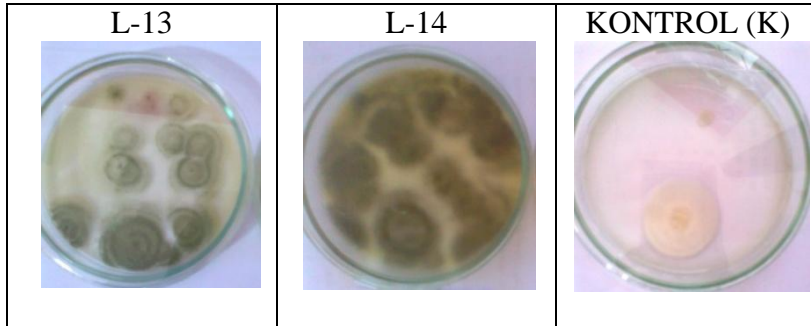


Gambar 4. Hasil uji antagonis *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* dari perkebunan kakao di Kabupaten Parigi Moutong

Keterangan: L-10 (Isolat dari Desa Toribulu); L-11 (Isolat dari Desa Bambalemo); L-12 (Isolat dari Desa Towera)

Isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari Kabupaten Buol bersifat antagonis terhadap jamur patogen dengan mekanisme parasitisme (Gambar 5). Hal

ini terlihat jamur *Aspergillus* sp. hampir menutupi semua permukaan media bahkan menutupi *P. palmivora*.



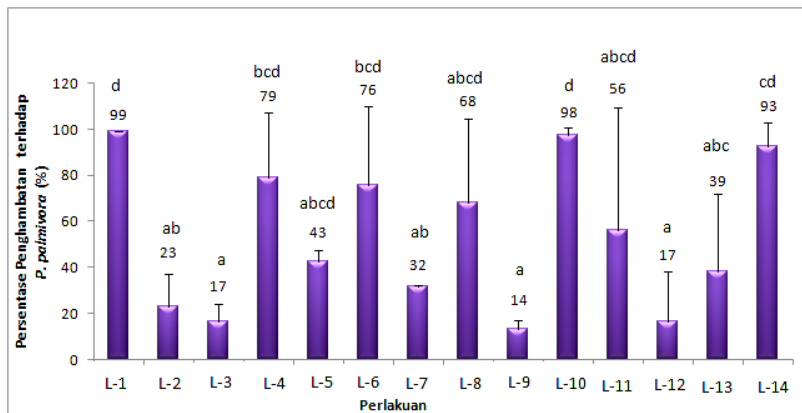
Gambar 5. Hasil uji antagonis *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* dari perkebunan kakao di Kabupaten Buol.

Keterangan: L-13 (Isolat dari Desa Nandu); L-14 (Isolat dari Desa Bunobogu Selatan); K (Kontrol)

Hasil Uji Semi in vivo

Hasil uji semi *in vivo* antara isolat *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* patogen pada buah kakao dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil penghambatan menunjukkan bahwa perlakuan L-1, L-10, L-14, L-4, L-6 dan L-8 merupakan isolat *Aspergillus* sp. yang paling efektif dalam

menekan perkembangan *P. palmivora* pada buah kakao secara semi *in vivo*. Hal ini ditunjukkan oleh persentase penghambatan mikroorganismenya paling tinggi karena menunjukkan luas bercak yang rendah bila dibandingkan dengan isolat-isolat lainnya.



Gambar 6. Grafik penghambatan jamur *Aspergillus* sp. dari berbagai sampel tanah terhadap *P. palmivora* yang di uji secara semi *in vivo*

Keterangan: Batang grafik yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji $\alpha = 0,05$

Pengujian menggunakan agen pengendali hayati *Aspergillus* sp. yang bersifat antagonis terhadap *Phytophthora palmivora* telah dilakukan. Isolat *Aspergillus* sp. diperoleh dari lahan perkebunan kakao yang juga merupakan lima kabupaten sentra penghasil kakao, yakni Kabupaten Donggala, Parigi Moutong, Poso, Morowali, dan Buol. Secara umum, berdasarkan hasil pengamatan karakteristik *Aspergillus* sp. baik dalam hal morfologi dan mikroskopik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Akan tetapi menunjukkan warna yang berbeda, yaitu warna hitam, coklat kehitaman, dan hijau. Perbedaan juga terlihat terhadap kemampuannya sebagai antagonis dalam mengendalikan *P. palmivora* pada buah kakao.

Bentuk morfologi *Aspergillus* sp. yang terlihat adalah koloni yang tumbuh cepat pada medium PDA. Koloni yang terbentuk merupakan hifa yang saling bertautan membentuk misellium. Misellium ini akan semakin banyak dengan semakin panjangnya masa inkubasi. Sedangkan secara mikroskopis, *Aspergillus* sp. memiliki konidia yang berbentuk bulat dengan konidiofor berwarna bening.

Aspergillus niger memiliki koloni yang terbentuk sangat cepat dan tumbuh cepat pada media PDA. Konidiofor lembut, panjang dan berwarna bening. Konidium berbentuk bulat dengan permukaannya agak kasar dan berwarna hitam. Vesikel berbentuk agak bulat dan berukuran agak kecil. Hifa berseptata dan hialin (Umrah, 2008).

Secara genetik isolat *Aspergillus* sp. yang diperoleh mungkin berbeda. Akan tetapi hal yang paling utama dalam penelitian ini adalah sifat antagonis dari *Aspergillus* sp. terhadap *P. palmivora* penyebab busuk buah

kakao. Berdasarkan hasil uji antagonis secara *in vitro*, semua isolat *Aspergillus* yang diperoleh memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora* secara parasitisme (Gambar 1- Gambar 5). Hal ini sesuai dengan hasil uji antagonisme yang dilakukan Sukamto *et al.*, (1997) menunjukkan bahwa jamur *A. niger* mempunyai daya hambat paling tinggi (98,79%) terhadap *P. palmivora* bila dibandingkan dengan jamur *Trichoderma* sp. (77,59%) dalam cawan petri.

Setelah dilakukan uji antagonis secara *in vitro*, dilakukan uji semi *in vivo* terhadap buah kakao sehat untuk menguji kemampuan *Aspergillus* sp. dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora*. Uji secara semi *in vivo* dilakukan pada cuplikan buah kakao dengan cara membuat lubang pada kulit buah lalu memasukkan suspensi *Aspergillus* sp. dan *P. palmivora*, setelah itu diinkubasi selama 3-5 hari. Penetapan potensi jamur antagonis dilakukan dengan mengukur luas bercak *P. palmivora* menggunakan kertas grafik mm. Ukuran luas bercak menandakan keefektifan jamur antagonis dalam menekan perkembangan *P. palmivora*. Dari hasil yang diperoleh, hasil isolat yang memiliki kemampuan antagonis terbaik dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora* yaitu pada isolat L-1, L-10, L-14, L-4, L-6 dan L-8. Keenam isolat *Aspergillus* sp. tersebut menunjukkan kemampuannya dalam menekan jamur patogen dan bahkan memparasit hifa-hifa patogen. Hal ini terlihat dari luas bercak *P. palmivora* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan isolat lainnya. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan analisis sidik ragam, uji antagonis secara *in vitro* tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan. Akan tetapi, pada uji semi *in vivo* memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Hal tersebut dikarenakan setiap jenis *Aspergillus* sp. memiliki kemampuan yang berbeda untuk

hidup di lingkungan, misalnya media sintetik (PDA). Apa yang terlihat dari hasil semi *in vivo* adalah kemampuan dari isolat *Aspergillus* sp. untuk mengendalikan *P. palmivora* pada buah kakao. *P. palmivora* punya kemampuan tumbuh yang berbeda antara tumbuh pada medium dan buah. Suatu *Aspergillus* sp. yang bisa mengendalikan *P. palmivora* pada habitatnya, itulah yang bisa dijadikan ukuran sebagai antagonis yang berpotensi mengendalikan perkembangan jamur patogen.

Berdasarkan pengamatan uji antagonis secara *in vitro* dan uji efektivitas semi hayati secara *in vivo*, penelitian ini menunjukkan bahwa isolat *Aspergillus* sp. yang berasal dari perkebunan kakao di Sulawesi Tengah juga berpotensi sebagai agen pengendali hayati bersifat antagonis dalam menekan perkembangan *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao.

SIMPULAN

Dapat diperoleh 14 isolat *Aspergillus* sp. berpotensi sebagai agen pengendali hayati yang bersifat antagonis terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah kakao pada lima kabupaten sentra penghasil kakao di Sulawesi Tengah.

Karakterisasi *Aspergillus* sp. telah diamati baik dari morfologi, warna koloni, dan pengamatan mikroskopis serta uji antagonis secara *in vitro* memperlihatkan kemampuan jamur antagonis dalam menekan pertumbuhan *P. palmivora* secara parasitisme.

Hasil uji efektivitas secara semi *in vivo* menunjukkan enam isolat terbaik dalam menghambat pertumbuhan *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao, yakni isolat L-1 (menunjukkan persentase

penghambatan 99%), L-10 (98%), L-14 (93%), L-4 (79%), L-6 (76%) dan L-8 (68%).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada kedua pembimbing saya Dr. Umrah, M.Si dan Muh. Alwi, S.Si., M.Si yang sudah mengikhhlaskan waktunya untuk membimbing saya. Dosen-dosen Biologi, Kedua Orang tua yang senantiasa mendoakan anaknya. Saudara-saudara saya dan seluruh teman teman yang selalu menyemangati.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebola, M.O. and Amadi, J.E., 2010, *Screening three Aspergillus species for antagonistic activities against the cocoa black pod organism (Phytophthora palmivora)*, Agric. Biol. J. N. Am., 2010, 1(3): 362-365.
- Baker, S.E., 2006, *Aspergillus niger* genomic: Past, Present and into the future, Medical Mycology 44: 517 – 521.
- BPS., 2007, Sulawesi Tengah Dalam Angka 2006, Palu.
- Darmono, T. W., 1994, Kemampuan beberapa isolat *Trichoderma* spp dalam menekan inokulum *Phytophthora palmivora* di dalam jaringan buah kakao, Menara Perkebunan, Pusat penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor.
- Darmono, T. W., 1997, *Biofungisida Trichoderma Untuk Pengendalian Patogen Penyakit Tanaman Perkebunan*, Dalam, Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek (1 Mei 1997), Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor, 54-61.

- Deparaba, F., 1997, *Penyakit Busuk Buah Kakao (Phytophthora palmivora Bult) dan pengendaliannya*, Jurnal Litbang Pertanian 16 (4) : 122-126.
- Evans, H. C., 2007, *Cacao Diseases-The Trilogy Revisited*. The American Phytopathology Society, 97 (12):1640-1643.
- Gandjar, I., 1999, *Pengenalan Kapang Tropik Umum*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Jawetz, E, Melnick & Adelberg, 1996, *Microbiologi Kedokteran*, edisi 20, 631 – 632, EGC, Jakarta.
- Manggabarani, A., 2006, *Revitalisasi Perkebunan di Indonesia*, Makalah disampaikan pada Acara Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis UNHAS, di Makassar.
- Martoredjo, T., 2010, *Ilmu Penyakit Pascapanen*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Muthahanas, I. dan E. Listiana, 2008, *Skrining Streptomyces sp isolat lombok sebagai pengendalian hayati beberapa jamur patogen tanaman*, Crop Agro 1 (2): 130 – 136.
- Nindiaty, S.A., I.R. Sastrahidayat dan A.L. Abadi, 2005, *Pemanfaatan Mikroorganisme Antagonis Filosfer dan Rhizosfer Untuk Menekan Serangan Penyakit Bercak Daun (Cercospora personata Berk dan Curt) Pada Tanaman Kacang Tanah (Arachis hypogaea L)*, Habitat XVI (3): 202 – 214.
- Poedjiwidodo, Y., 1996, *Sambung Samping Kakao*, Trubus Agriwidya, Ungaran.
- Rapper, K.B. dan D.I. Fennel, 1977, *The genus Aspergillus*, Robert E. Krieger Publishing Company Hunatngton, New York.
- Razak, H.A, 1996, *Hama dan Penyakit Batang pada Tanaman Kakao di Sulawesi Selatan*, Cocoa Pud borer Extention Project Sulawesi.
- Sandi, S., 2004, *Pengaruh enzim fitase mikrobial Aspergillus niger terhadap Bioavailability fosfor dan calsium pada ayam roiler*, Pengantar Falsafah Sains, Institut Pertanian Bogor.
- Sastrosupadi, A., 1995, *Rancangan Percobaan Praktis Untuk Bidang Pertanian*, Kanisius, Yogyakarta.
- Semangun, H., 2000, *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan Di Indonesia*, Gadjia Mada University Press, Yogyakarta.
- Singh, R., Singh, B.K., Upadhyay, R.S., Rai, Bharat dan Su Lee, Y., 2002, *Biological Control of Fusarium Wilt Disease of Pigeonpea*, J. Plant Pathol 18 (5): 279 – 293.
- Smith, J.E. dan J.A. Patterman, 1977, *Genetic and Physiology of Aspergillus*, Academic Press London.
- Sukanto, S., Semangun, H., dan Harsayo, A., 1997, *Identifikasi beberapa Isolat Jamur dan Sifat Antagonisnya Terhadap Phytophthora palmivora pada Kakao*, Pelita Perkebunan 13 (3) : 148-160.
- Sulistiyowati, E. Dan Y. D. Junianto, 1992, *Hama dan Penyakit Tanaman Kakao*, Makalah disampaikan pada Pelatihan bagi Petugas Perkebunan Sulawesi Tenggara, Laboratorium Lapangan Disbun Provinsi Sultra, Kendari.
- Suryana, 2005, *Prospek Pengembangan Pasar dan Prospek Komoditas*, Direktorat pengembangan perkebunan, Direktorat Jendral Bina Produksi Perkebunan Departemen Pertanian, Republik Indonesia.

- Susanto, F.X, 1994, *Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil Kanisius*, Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian RI, Jakarta.
- Susanto, 1997, *Pengolahan kakao*, Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian RI, Jakarta.
- Umayah dan Purwantara, A., 2006, *Identifikasi isolat Phytophthora palmivora asal kakao*, Menara Perkebunan 74 (2): 76 – 85.
- Umrah, 2008, *Identifikasi Jamur Aspergillus niger Asal Lahan Perkebunan Kakao Rakyat*, Laporan Penelitian Mandiri, Fakultas Pertanian.
- Umrah, Anggraeni, T., Esyanty, R. R. dan Aryantha, I. P., 2009, *Antagonisitas dan Efektivitas Trichoderma spp dalam Menekan Perkembangan Phytophthora palmivora Pada Buah Kakao*, J. Agroland. 16(1): 9-16.
- Venkatasubbaiah, P. dan K.M. Safeeulla, 1984, *Aspergillus niger for biological control of Rhizoctonia solani on coffee seedling*, Trop. Pest Management, 30:401 - 406.