

UJI DAYA HAMBAT *Aspergillus niger* PADA BERBAGAI BAHAN PEMBAWA TERHADAP *Phytophthora palmivora* PENYEBAB BUSUK BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

***Aspergillus niger* Inhibition Test on a Variety of Carrier Materials Against *Phytophthora palmivora* Cause Rottennes of Cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Indah Wahdania¹⁾, Asrul²⁾, dan Rosmini²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu,
Email: indahagt1@yahoo.com

²⁾Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

ABSTRACT

Cocoa pod disease (BBK) caused by the fungus *Phytophthora palmivora* is one of the prime diseases that can affect cocoa production systems in the world . This disease can cause yield losses of up to 90 % , especially in the rainy season and the dry season. The objective of the research is to determine the inhibitor ability of fungus *A. niger* in various carriers and storage time duration on *Phytophthora palmivora* causing rotten disease of cocoa. This is an experimental research designed by using Random Complete Design with factorial pattern, that were carriers and storage period with 3 replication, factor 1: (P0 = control), (P1 = white glutinous rice flour + cassava starch), (P2 = cassava starch). (P3 = white glutinous rice flour + sweet corn flour), (P4 = white glutinous rice flour), (P5 = ripe coconut flour). Factor 2: (A1 = 1 week storage period), (A2 = 2 weeks storage period), (A3 = 3 weeks storage period), (A4 = 4 weeks storage period). Result of the research showed that the carrier of white glutinous rice flour + sweet corn flour (P3) and ripe coconut flour (P5) and in A3 storage period (3 weeks) is more effective to inhibiting *P. palmivora* growth, therefore can be used as a carrier to support *A. niger* fungus growth.

Key words: *Aspergillus niger*, Cacao, and Carrier

ABSTRAK

Penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* merupakan salah satu penyakit utama yang dapat mempengaruhi sistem produksi kakao di dunia. Penyakit ini dapat menyebabkan kerugian hasil hingga mencapai 90% terutama pada musim hujan dan pada musim kemarau. Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan daya hambat jamur *A. niger* pada berbagai jenis bahan pembawa dan lama penyimpanan terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktorial yakni dengan bahan pembawa dan lama penyimpanan dengan 3 ulangan, faktor 1 : (P0 = kontrol), (P1=media tepung ketan putih + tepung singkong), (P2=media tepung singkong), (P3=media tepung ketan putih + tepung jagung manis), (P4=media tepung ketan putih), (P5 = media tepung kelapa tua). Faktor 2:(A1= 1 minggu masa penyimpanan), (A2= 2 minggu masa penyimpanan), (A3= 3 minggu masa penyimpanan), (A4= 4 minggu masa penyimpanan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan pembawa tepung ketan putih+tepung jagung manis (P3) dan tepung kelapa tua (P5) dan pada lama penyimpanan A3 (minggu ke-3) lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora*. sehingga dapat digunakan sebagai media pembawa untuk mendukung pertumbuhan jamur *A. niger*.

Kata Kunci : *Aspergillus niger*, Media pembawa dan Kakao.

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan jenis tanaman perkebunan penting yang termasuk dalam famili *Sterculiaceae*. Saat ini Indonesia merupakan salah satu negara pembudidaya tanaman kakao paling luas di dunia dan termasuk negara penghasil kakao terbesar ketiga setelah Pantai Gading dan Ghana (Wahyudi, 2009).

Di Indonesia, Sulawesi terkenal sebagai daerah penghasil kakao terbanyak dan telah memiliki klon kakao unggul antara lain Sulawesi 1 dan Sulawesi 2. Luas areal perkebunan kakao rakyat di Sulawesi Tengah pada tahun 2010 mencapai 224.471 ha dengan total produksi 186.875 ton (BPS Sulteng, 2011). Dengan demikian tingkat produktivitas kakao yang diusahakan petani di Sulawesi Tengah adalah 0,83 ton/ha/tahun, masih sangat rendah bila dibanding dengan potensi produksi kakao unggul yang mencapai 2-2,5 ton/ha/tahun (Suhendi, 2004).

Penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* merupakan salah satu penyakit utama yang dapat mempengaruhi sistem produksi kakao di dunia. Penyakit ini dapat menyebabkan kerugian hingga mencapai 90% terutama pada musim hujan dan musim kemarau pada lahan dengan populasi semut yang banyak (Rosmana *et al.*, 2010a). Di Indonesia *P. Palmivora* merupakan spesies utama yang menyerang semua fase perkembangan buah kakao sehingga selain menyebabkan busuk buah, juga menyebabkan layu cherelle (Acebo-Guerrero *et al.*, 2012)

Oleh karena itu, untuk mengurangi persentase kehilangan hasil akibat serangan patogen busuk buah kakao perlu dicari alternatif pengendalian yang efektif, murah, sekaligus aman bagi lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian yang aman adalah menggunakan agens pengendali hayati yaitu jamur *A. niger*. Namun, di perkebunan rakyat Sulawesi Tengah sampai saat ini

belum banyak dilakukan pengendalian tersebut. Hal ini disebabkan karena penelitian penggunaan jamur tersebut belum berkembang. Padahal jamur *A. niger* memiliki sifat antagonis lebih baik dibanding jamur *Trichoderma* sp. Terhadap *P. palmivora* pada uji laboratorium (Sukamto, 1997) sehingga berpotensi untuk dikembangkan, meskipun selama ini *Trichoderma* sp. merupakan jamur antagonis yang paling banyak digunakan sebagai agen biokontrol. Jamur *A. niger* diketahui dapat menghasilkan senyawa *aspergillin* dan memproduksi zat yang dapat menghambat perkembangan jamur patogenik (Soesanto, 2008).

Bahan pembawa merupakan suatu wadah yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan jamur yang di dalamnya terdapat faktor pendukung seperti ketersediaan nutrisi. Jamur *A.niger* tidak dapat bertahan hidup lama pada substrat, sehingga perlu dilakukan uji ketahanan hidup terhadap jamur tersebut untuk melihat viabilitasnya pada tiap bahan pembawa. Aplikasi jamur antagonis pada tanaman dengan menggunakan suspensi kurang praktis dan efisien secara ekonomi dan logistik terutama dalam sistem pengiriman serta sulitnya penanganan dan penyimpanannya. Sedangkan aplikasi benih dalam formulasi kering mempunyai beberapa keuntungan antara lain memudahkan jamur antagonis tersebut disuplai dari produsen benih kepada petani, memudahkan aplikasinya dilapangan terutama dalam skala besar dan jamur dapat bertahan pada bahan pembawa (Asrul, 2003).

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka perlu dilakukan uji daya hambat jamur *A. niger* pada berbagai bahan pembawa untuk mempertahankan sifat antagonis. Hal ini perlu dilakukan mengingat pentingnya perlindungan tanaman terhadap serangan penyakit yang semakin tahun semakin meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya hambat jamur *A.niger* pada berbagai jenis bahan pembawa dan lama penyimpanan terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang mengenai ketahanan hidup jamur *Aspergillus niger* pada berbagai media pembawa dengan uji antagonis terhadap penyakit *Phytophthora palmivora* pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*), bertempat di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September 2015 sampai selesai.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktorial dan tiga ulangan yakni dengan bahan pembawa dan lama penyimpanan, sebagai berikut, faktor 1 : (P0 = kontrol), (P1 = media tepung ketan putih + tepung singkong), (P2 = media tepung singkong), (P3 = media tepung ketan putih + tepung jagung manis), (P4 = media tepung ketan putih), (P5 = media tepung kelapa tua). Faktor 2: (A1= 1 minggu masa penyimpanan), (A2= 2 minggu masa penyimpanan), (A3= 3 minggu masa penyimpanan), (A4= 4 minggu masa penyimpanan). Dari rancangan tersebut diperoleh 24 perlakuan, setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 72 unit percobaan.

Penelitian ini diawali dengan Penyiapan Inokulum, isolat jamur *A.niger* ditumbuhkan di atas medium PDA. Setelah 7 hari, kultur masing masing *A. niger* yang telah bersporulasi dibuat menjadi suspensi dengan menambahkan 10 ml akuades steril ke dalam tiap biakan. Spora dilepaskan dari media dengan cara menggores biakan dengan jarum ose, lalu suspensi jamur tersebut dipindahkan ke dalam tabung reaksi steril.

Pembuatan Medium Kultur Beras (MKB), MKB disiapkan dengan cara menambahkan 6 ml akuades ke dalam erlenmeyer volume 100 ml yang berisi 10 g beras, kemudian erlenmeyer ditutup dengan sumbat kapas dan didiamkan selama 2 jam. Selanjutnya, MKB disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit. Produksi massal

spora pada MKB Sebanyak 1 ml inokulum jamur ditambahkan ke dalam MKB yang telah disiapkan. Selanjutnya MKB diinkubasi selama 10 hari pada suhu ruang sampai memproduksi konidia. Penghitungan konidia *A.niger* pada MKB di akhir masa inkubasi, konidia yang diproduksi pada semua unit MKB dihitung menggunakan *haemocytometer*. Sebelumnya ke dalam MKB yang telah dikolonisasi *A.niger* ditambahkan 50 ml akuades steril, kemudian dihomogenkan menggunakan pengaduk magnetik. Selanjutnya dilakukan pengenceran serial (10^{-1} sampai 10^{-8}). Hasil dari pengenceran ini dihitung kerapatan sporanya dengan bantuan *haemocytometer* dan diamati di bawah mikroskop cahaya.

Untuk menghitung kerapatan spora digunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$K = \frac{t}{(n \times 0,25)} \times \text{Konsentrasi yang digunakan}$$

Keterangan:

K = Konsentrasi spora per ml larutan

t = Jumlah total spora dalam kotak perhitungan

n = Jumlah kotak yang diamati

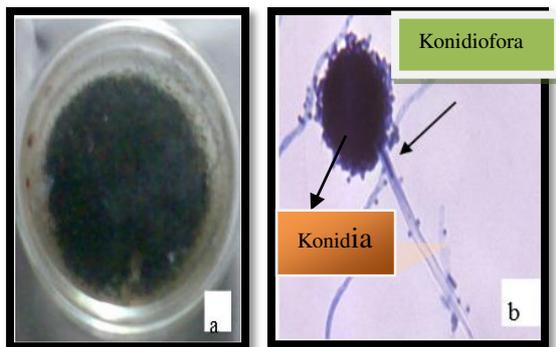
0,25 = faktor koreksi

Penyiapan Bahan Pembawa masing-masing bahan pembawa, yaitu tepung ketan putih + tepung singkong, tepung singkong, tepung ketan putih+tepung jagung manis, tepung ketan putih dan tepung kelapa tua dihaluskan/dihomogenkan sampai dapat melewati saringan 2 mm kemudian setiap 1 kg disterilkan dalam kantong plastik tahan panas menggunakan autoklaf. Pengembangan *A. niger* menjadi pupuk dan pestisida hayati selama 30 menit. Setelah dingin, masing-masing bahan pembawa dihampar di atas bak plastik sampai kering angin. Bahan pembawa yang sudah kering angin disiram secara merata dengan inokulum *A. niger* sebanyak 50 ml pada kerapatan 10^7 spora /ml lalu diaduk sampai rata dan dibiarkan /diinkubasikan selama 14 hari pada tempat gelap. Pada akhir masa inkubasi, bahan pembawa kembali diaduk dan dipastikan pertumbuhan jamur merata dan medium

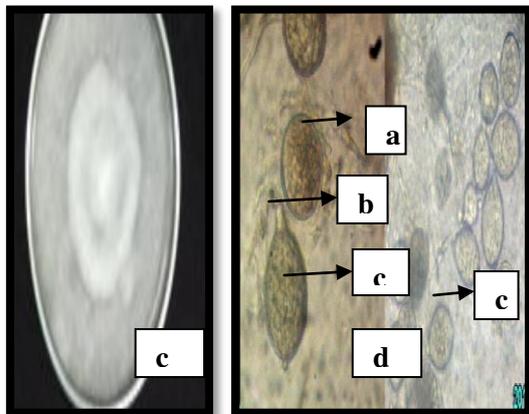
kemudian kembali dikering anginkan. Formulasi siap digunakan, sebagian formulasi disimpan untuk evaluasi ketahanan hidup *A.niger* dalam bahan pembawa. Setiap perlakuan diulang 3 (tiga) kali. Evaluasi ketahanan hidup *A. niger* dalam bahan pembawa dilakukan dengan menghitung daya hambatan (Johnson dan Curl, 1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan morfologi isolat jamur *A. niger* secara makroskopis terlihat koloni jamur berbentuk bulat, berwarna coklat kehitaman dengan tepi merata dan agak kasar (Gambar 1a). Secara mikroskopis hifanya tak bersepta, setiap konidiofora menyongkong satu konidia. Konidia memiliki ciri yaitu berbentuk bulat dengan konidiofora panjang berbentuk silinder, serta tidak berwarna (hialin) (Gambar 1b).



Gambar 1. (a). Koloni jamur *A. niger* dimedia PDA , (b). Konidia jamur *A. niger*



Gambar 1. (c). Koloni jamur *P.palmivora*,

(d). (d.a). Klamidospore, (d.b). papilla, (d.c). sporangium.

Pengamatan isolat jamur *P. palmivora* secara makroskopis terlihat tepi koloni tidak beraturan, bentuk miselium tampak datar berwarna putih seperti kapas (Gambar 1c). Secara mikroskopis terlihat bentuk sporangium jamur yang jelas terbentuk seperti buah jeruk nipis dengan tonjolan di ujungnya (Gambar 1d). *P. palmivora* memiliki karakter hifa yang bercabang dan tidak bersekat, sporangium berbentuk ovoid dan terdapat papilia pada ujungnya (Gambar D.b). Klamidospore berbentuk bulat dengan dinding yang agak tebal (Gambar D.a).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan bahan pembawa pada *A.niger* yang menghambat pertumbuhan jamur *P.palmivora* menunjukkan pengaruh yang sangat nyata. Rata-rata perlakuan bahan pembawa pada *A.niger* yang menghambat pertumbuhan jamur *P.palmivora* pada Tabel 1.

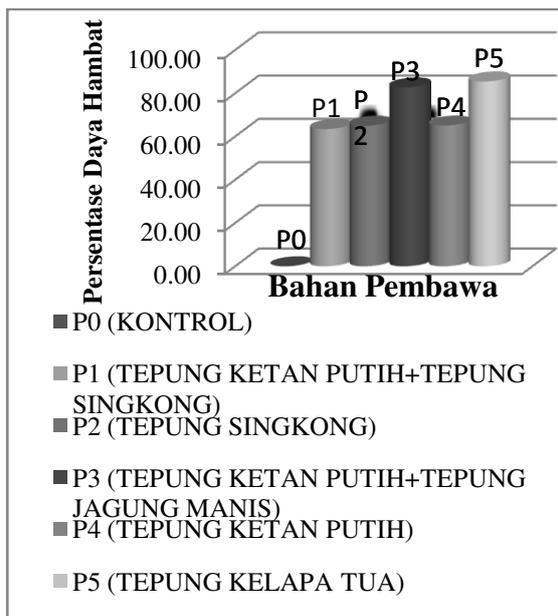
Hasil uji BNJ $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa bahan pembawa P5 pada lama penyimpanan A1, berbeda nyata dengan P0, P1, P2, P3, dan P4. Bahan pembawa P5 pada lama penyimpanan A2 berbeda nyata dengan P0, P1, P2 dan P4 tetapi tidak berbeda nyata dengan P3. Bahan pembawa P5 pada lama penyimpanan A3 berbeda nyata dengan P0, P1, P2, P4 dan tidak berbeda nyata dengan P3. Bahan pembawa P3 pada lama penyimpanan A4 berbeda nyata dengan P0, P1, P2, P4 tetapi tidak berbeda nyata dengan P5.

Bahan pembawa merupakan medium yang digunakan untuk memindahkan mikroorganisme hidup dari laboratorium ke lapang. Bahan pembawa harus mampu menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup mikroorganisme target selama periode penyimpanan. Menurut Jones & Burges (1998) Bahan pembawa merupakan bahan yang dicampurkan dengan organisme dilengkapi dengan bahan tambahan untuk memaksimalkan kemampuan bertahan hidup di penyimpanan yang disebut juga dengan formulasi.

Tabel 1. Rata-rata daya hambat (%) *Aspergillus niger* pada berbagai bahan pembawa dan lama penyimpanan.

Bahan Pembawa	Lama Penyimpanan					BNJ $\alpha=0,05$
	A1	A2	A3	A4	Rerata	
P0	_p 0,00 ^a	_p 0,00 ^a	_p 0,00 ^a	_p 0,00 ^a	0,00	1,6
P1	_r 70,70 ^b	_q 25,40 ^a	_s 81,60 ^d	_s 76,20 ^c	63,48	
P2	_q 48,70 ^a	_r 71,50 ^c	_r 71,30 ^c	_q 68,50 ^b	65,00	
P3	_s 73,30 ^a	_s 86,70 ^c	_t 90,00 ^d	_t 80,80 ^b	82,70	
P4	_q 47,30 ^a	_r 72,20 ^c	_q 67,70 ^b	_r 73,10 ^c	65,08	
P5	_t 85,60 ^b	_s 86,70 ^b	_t 90,00 ^c	_t 79,60 ^a	85,48	
Rerata	54,27	57,08	66,77	63,03	60,29	

Keterangan: Rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom yang sama masing-masing berbeda tidak nyata pada uji BNJ $\alpha = 0,05$.



Grafik 1a. Presentasi daya hambat bahan pembawa

Gambar 1a diatas menunjukkan bahwa perlakuan P3 dan P5 memiliki daya hambat tertinggi yakni berkisar 90,00% dibanding dengan perlakuan lainnya. Dengan demikian perlakuan P3 dan P5 dapat berpotensi sebagai antagonis, sesuai dengan pendapat Widyastuti (2005) bahwa

jamur yang dapat berpotensi sebagai antagonis apabila memiliki persentase daya hambat lebih dari 60%.

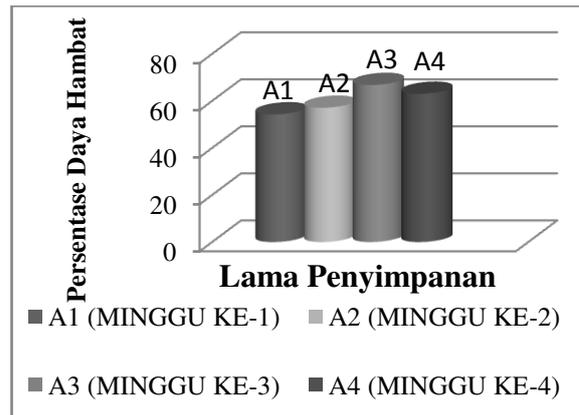
Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Daya Hambat Jamur *A.niger*. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama penyimpanan terhadap daya hambat jamur *A. niger* pada *P. Palmivora* berpengaruh sangat nyata. Presentase daya hambatnya disajikan pada grafik 1a.

Hasil uji BNJ $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa lama penyimpanan A1, A2, A3 dan A4 tidak berbeda nyata dengan P0. Lama penyimpanan A3 pada bahan pembawa P1 berbeda nyata pada lama penyimpanan A1, A2 dan A4. Lama penyimpanan A2 pada bahan pembawa P2 berbeda nyata pada lama penyimpanan A1 dan A4, tetapi tidak berbeda nyata dengan A3. Lama penyimpanan A3 pada bahan pembawa P3 berbeda nyata dengan A1, A2, A3 dan A4. Lama penyimpanan A4 pada bahan pembawa P4 berbeda nyata dengan A1 dan A3, tetapi tidak berbeda nyata dengan A2. Lama penyimpanan A3 pada bahan pembawa P5 berbeda nyata dengan A1, A2

dan A4. Pada minggu ke-3 (A3) lebih efektif dibandingkan pada minggu terakhir penyimpanan dikarenakan pada minggu ke-4 unsur hara atau nutrisi makanan bagi jamur *A. niger* diduga telah habis sehingga sudah tidak efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora*.

Gambar 1b menunjukkan bahwa lama penyimpanan pada minggu ke-3 lebih efektif dibandingkan pada penyimpanan minggu ke-4. Dilihat dari persentasenya A3 mencapai nilai 60,77% sedangkan A4 hanya mencapai 63,03%. Hal ini dikarenakan unsur hara atau nutrisi yang diperlukan jamur *A. niger* diduga sudah mengalami penurunan sehingga tidak memenuhi kriteria dasar sebagai agens pengendalian hayati. Persyaratan bahwa suatu patogen masih baik untuk digunakan sebagai agens pengendalian hayati, yaitu apabila masih mempunyai viabilitas spora yang tetap terpelihara (Wahyuni, 1996).

Hasil pengamatan secara makroskopis koloni jamur *A. niger* berbentuk bulat, berwarna coklat kehitaman dengan tepi rata dan agak kasar. Secara mikroskopis hifanya berseptata, setiap konidiofor menyongkong satu konidia. Konidia memiliki ciri yaitu berbentuk bulat dengan konidiofor panjang berbentuk silinder, serta tidak berwarna (hialin). Hasil identifikasi menggunakan buku "Pengenalan Kapang Tropik Umum" (Gandjar *et al.*, 1999), karakteristik morfologi jamur *A. niger* yang ditemukan sesuai dengan karakteristik yang ada pada *A. niger*. Menurut Miskiyah *et al.* (2006), *A. niger* mempunyai hifa berseptata, koloninya berwarna putih dan berubah menjadi hitam ketika konidia dibentuk. Kepala konidia jamur *A. niger* berwarna hitam, berbentuk bulat cenderung memisah menjadi bagian-bagian yang lebih longgar seiring dengan bertambahnya umur. Selain itu, *A. niger* memiliki warna dasar putih dengan lapisan konidiaspora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam. Secara makroskopis permukaan terlihat berwarna kehitaman dengan bentuk koloni bulat ketika diposisikan terbalik (berlawanan) terlihat berwarna putih kekuningan.



Grafik 1b. Presentasi daya hambat lama penyimpanan.

Hasil pengamatan morfologi *P. palmivora* secara makroskopis terlihat bentuk koloni tidak beraturan, bentuk permukaan miselium datar dan berwarna putih seperti kapas. Secara mikroskopis *P. palmivora* memiliki karakteristik hifa yang bercabang dan tidak bersekat, sporangium berbentuk ovoid dan terdapat papilia pada ujungnya (Gambar D.b). Klamidospore berbentuk bulat dengan dinding yang agak tebal (Gambar D.a).

Hasil pengamatan ini sesuai dengan laporan Motulo *et al.*, (2007) yang telah mendeskripsikan karakteristik morfologi dari *P. palmivora* yaitu, sporangianya mempunyai papilla yang mencolok. Bentuk sporangia sangat beragam tergantung pada isolatnya, pada umumnya berbentuk elipsoid sampai ke ovoid dan mempunyai papilla yang menonjol. Klasifikasi morfologi jamur *P. palmivora* yang dilakukan oleh Waterhouse (1963) juga menunjukkan bahwa ciri yang khas dari sporangia *P. palmivora* adalah mempunyai papilla yang jelas pada ujung sporangiumnya. Papilla ini berfungsi untuk tempat keluarnya zoospore dari sporangium. Klamidospore merupakan spora yang berdinding tebal dan berfungsi sebagai spora resisten. Klamidospore biasanya terbentuk pada interkalar (terbentuk diantara hifa) atau terminal (pada ujung hifa), membentuk dinding tebal dan membulat.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi bahan pembawa (P) dan lama penyimpanan (A) berpengaruh sangat nyata terhadap daya hambat jamur *A. niger*.

Bahan pembawa P3 (tepung ketan putih+jagung manis) dan P5 (tepung kelapa tua) mampu mempertahankan daya hambat jamur *A. niger* lebih dari 60% sampai pada penyimpanan 4 minggu (A). Hal ini dikarenakan kelapa tua dan jagung manis + ketan putih memiliki kandungan karbohidrat dan lemak yang cenderung tinggi dan cukup bagi kebutuhan nutrisi sehingga dapat dijadikan sebagai media tumbuh yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur *A. niger* dibandingkan dengan media pembawa lainnya. Pada penyimpanan 3 minggu (A3) daya hambat jamur *A. niger* lebih tinggi dibanding pada 4 minggu. Diduga unsur hara atau nutrisi makanan bagi jamur *A. niger* sudah berkurang pada minggu ke-4 sehingga daya hambat jamur *A. niger* terhadap *P. palmivora* mulai menurun.

Daging kelapa tua mengandung protein 3,4 gram, karbohidrat 14 gram dan lemak 34,7. Selain itu di dalam daging kelapa tua juga terkandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B1 0,1 miligram dan vitamin C 2 miligram. (Simanjuntak, 1998). Menurut Fardiaz (1999), kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan hidup jamur, dikarenakan jamur dapat tumbuh dengan baik pada makanan yang mengandung karbohidrat, protein dan lipid.

Media jagung giling merupakan suatu media perbayakan yang relatif memberi hasil yang lebih baik dalam kecepatan tumbuh, jumlah dan viabilitas spora jamur sehingga media jagung giling dapat digunakan sebagai salah satu alternatif. Jagung merupakan media yang baik untuk pertumbuhan jamur, hal ini disebabkan karena jagung mengandung berbagai unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur. Kandungan gizi dari jagung antara lain air, protein (10 %), minyak / lemak (4%), karbohidrat (70,7 %) dan vitamin, sehingga dapat digunakan sebagai sumber bahan makanan bagi pertumbuhan mikroorganisme (Anonim, 2001).

Tepung ketan putih memiliki nutrisi yang lebih baik dengan kandungan protein paling tinggi (10,59%) (Ni'mah, 1999) dibandingkan dengan kandungan protein jagung manis yakni sebesar 9,2% (Anonim, 2003) dan beras IR66 sebesar 6,8% (Anonim, 2003). Menurut Djali & Riswanto (2001) tepung tapioka dan tepung jagung merupakan pati yang memiliki komposisi yang lebih lengkap dengan kadar air yang cukup tinggi. Protein yang terkandung pada tepung tapioka sebesar 1,10%. Tepung tapioka pada dasarnya merupakan pati dari ketela pohon, dengan kandungan karbohidrat (86,9 g), protein (0,5 g) dan lemak (0,3 g). Wijayanti (2010) melaporkan tepung tapioka berpotensi sebagai campuran bahan pembawa natrium alginat pada pupuk biologis yang dihasilkan melalui enkapsulasi. Viabilitas *Azospirillum brasilense* dalam kapsul Ca-alginat dan di dalam formula bahan pembawa (perbandingan konsentrasi antara natrium alginat dan tepung tapioka) sangat baik karena viabilitas *A. brasilense* dapat bertahan selama 40 hari masa simpan.

Jamur *A. niger* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogenik karena memproduksi enzim hidrolitik seperti lipase, protease dan selulase, pektinase (Schuster *et al.*, 2002). Jamur *A. niger* juga menghasilkan enzim ekstraseluler diantaranya enzim kitinase, α -amilase, β -amilase, glukoamilase, katalase, lactase dan invertase (Ratledge, 1994). Mekanisme penghambatan jamur *Aspergillus* sp. adalah memecah komponen dinding sel jamur patogen dengan adanya enzim khitinase dan β -1,3 glukanase (Laminarinase) yang disekresikan jamur tersebut (Sudarma dan Suprpta, 2011).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan yaitu: Karakteristik morfologi jamur *A. niger* secara makroskopis koloni jamur *A. niger* berbentuk bulat, berwarna coklat kehitaman dengan tepi rata dan agak

kasar. Secara mikroskopis hifanya tak bersepta, setiap konidiofor menyongkong satu konidia. Konidia memiliki ciri yaitu berbentuk bulat dengan konidiofor panjang berbentuk silinder, serta tidak berwarna (hialin). Tepung ketan putih+tepung jagung manis (P3) dan tepung kelapa tua (P5) dapat mempertahankan daya hambat *A. niger* lebih tinggi dibanding bahan pembawa tepung ketan putih+tepung singkong (P1), tepung singkong (P2), tepung ketan putih (P4). Pada lama penyimpanan 4 minggu (A4), daya hambat jamur *A.niger* masih dapat dipertahankan sampai lebih dari 60%.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi tentang uji daya hambat jamur *Aspergillus niger* pada berbagai bahan pembawa terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah kakao (*Thobroma cacao* L.) guna untuk mengetahui keefektifan jamur *A. niger* pada media pembawa lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003a. Jagung Manis. <<http://www.Google.com/Search?q=cache:MPUiR7pgcTUC:agrolink.Moa.My/doa/bdc/botanijagung.html>> diakses bulan Mei tahun 2015.
- , 2003b. Garut Sumber Karbohidrat Non Beras <http://www.Bbkjateng.go.id/aneka_pangan.htm> diakses bulan Mei tahun 2015.
- , 2001. Teknik Bercocok Tanam Jagung, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Ariati, S.N., 2012, Induksi *Tanaman kakao Pada Medium MS dengan Penambahan 2,4-D*, Jurnal Natural Science, 1.(1) 74-84.
- Asrul. 2003. Pengaruh Perlakuan Benih Tomat Dengan *Pseudomonas putida* Pf-20 Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*). Agrriosains. UGM Yogyakarta : 420.
- BPS. 2007, Sulawesi Tengah Dalam Angka 2006, Palu.
- Djali M, dan Riswanto I. 2001. Pengaruh Penggunaan Berbagai Media (Absorben) Terhadap Kualitas Ubi Kayu (Manihot usculenta) Selama penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna Untuk Menumbuhkan Industri Kecil & Menengah. Bandung. P: R11-1-R11-21.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Gabriel B.P. & Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gandjar, I., W. Sjamsuridjal, dan A. Detrasi.. 2006. Mikologi: Dasar dan Terapan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta, Indonesia.
- Gunam, I. B. W. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaoH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase Dari *Aspergillus niger*. Jurnal Biologi XIV (1) : 55 – 61.
- Johnson LF & Curl EA. 1972. Methods for Research on The Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens. Burgess Publishing Company, Minnesota. 247p.
- Lacey, L.A. 1997. *Initial Handling and Diagnosis of Diseases Insect. In Lacey, L.A. (Ed.) Insect Pathology an Advanced Teatise*. Academic Press. New York. 233 – 271.
- Milala, M.A, A. Shugaba, A.111 A. Gidado, 2A.C. Ene and IJ. A Wafar (2005), “Studies on the Use of Agricultural Wastes for Cellulase Enzyme Production by *Aspergillus niger*”, Research Journal of Agricultural and Biological Sciences 1 (4) : 325-328.
- Miskiyah, I. Mulyawati dan W. Haliza. 2006. Pemanfaatan ampas kelapa limbah pengolahan minyak kelapa murni menjadi pakan. Prosiding. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Verteriner: 830-83
- Murtalo, H. F. J., M.S. Sinaga, M.A. Hartana, G. Suastika, dan H. Asewidinnoor, 2007. Karakter morfologi dan molekuler isolat *Phytophthora palmivora* asal kelapa dan kakao. *Jurnal Litri*. 13:111-118.
- Ni'mah, G.K. 1999. Peranan protein dalam menentukan rasio jantan dan betina dari *Sitophilus* spp. terhadap beberapa jenis beras ketan. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mngkurat. Banjarbaru

- Prayogo, Y dan W. Tengkanoo. 2005. *Pengaruh media tumbuh terhadap daya berkecambah, sporulasi, dan virulensi Metarhizium anisopliae (Metchnikoff) Sorokin isolat Kendalpayak pada larva Spodoptera litura*. Hlm:123-131. Dalam: Bintoro, P., Umiyati, P. Widiyaningrum & I. O. Utami (Editor). *Jurnal Pengembangan Ilmu-ilmu Pertanian SAINTEKS*. Vol. XI(3).
- Qurat-Ul-Ain. 2010. Production and Characterization of Cellulases of *Aspergillus niger* by Using Rice Husk Saw Dust Substrates. **Pakistan Journal Botany**, **44** : 377-382, Special Issue.
- Ratledge, C. 1994. Biochemistry of Microbial Degradation. Kluwer Academic Publishers, London.
- Simanjuntak, S.D.D. 1998. Penggunaan *Aspergillus niger* untuk meningkatkan nilai gizi bungkil inti sawit dalam ransum broiler. Thesis Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sirisansaneeyakul, S.,S. Jitbanjongkit., N. Prasomsart., P. Luangpituksa. 2000. Production of β -Fructofuranosidase from *Aspergillus niger* ATCC 20611. *Kasetsart Journal (Natural Sciences)*, 34: 378-386.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Suplemen ke Gulma dan Nematoda. p. 165 – 179. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Suhendi, D., Winarno, H. Dan Susilo, A. W., 2004, *Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Kakao Melalui Penggunaan Klon Unggul Baru*. Prosiding Simposium Kakao 2004, Yogyakarta.
- Sudarma, I.M., dan D.N. Suprpta. 2011. Diversity of soil microorganism in banana habitats with and without fusarium wilt in symptom. *Journal ISAAS* (17) : 147-159. Steinhaus, F.A. 1963. *Insect Pathology an Advanced Theatise*. Academic Press. New York. 689 hal.
- Sukamto, S. 1997. Uji Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Jamur Akar Coklat pada Tanaman Kakao di Laboratorium. Hal. 453-460. Dalam: Suparman (Ed.), *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah PFI*, Palembang, 27-29 Oktober.
- Sri-Sukamto dan Pujiastuti, D. 2004. Keefektifan beberapa bahan pengendali penyakit busuk buah kakao *Phytophthora palmivora*. *Pelita Perkebunan* 20(3):132-142 .
- Umayah, A. dan Purwantara, A. 2006. Identifikasi Isolat *Phytophthora* Asal Kakao. *Menara Perkebunan* 74 (2).76-85.
- Wahyudi, T.; P. Rahardjo. 2009. Sejarah dan Prospek. Dalam "Panduan Lengkap Kakao" (Wahyudi et al., eds.). Penebar Swadaya. Jakarta.11-26.