



BioLink
Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/biolink>

UJI AKTIVITAS DAN IDENTIFIKASI JAMUR RHIZOSFER PADA TANAH PERAKARAN TANAMAN PISANG (*Musa paradisiaca*) TERHADAP JAMUR FUSARIUM

Test Activity and Identification of Mushrooms on Soil Crop Root Rhizosphere Banana (*Musa paradisiaca*) Against Fusarium

Dewi Nur Anggraeni¹, Muhammad Usman²

Fakultas Biologi Universitas Medan Area, Jalan Kolam No.1 Medan Estate, 20223

*Corresponding author: E-mail: dewinur.anggraeni@gmail.com

Abstrak

Penyebab utama menurunnya produksi pisang adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum f.sp.cubense* (Foc). Penyakit ini bersifat sistemik, sangat berbahaya karena dapat mematikan tanaman. Penyakit layu fusarium menempati urutan pertama dalam daftar penyakit pisang di Indonesia, penyakit layu fusarium sangat sulit dikendalikan karena belum ditemukan kultivar pisang komersial yang tahan. Pengendalian Hama Terpadu (Biological Control) dengan menggunakan agensia hayati, salah satunya adalah rhizosfer yang memiliki kemampuan dalam menekan perkembangan dari layu fusarium (*Fusarium oxysporum f.sp.cubense*) secara *in vitro*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan antagonis dari jamur rhizosfer terhadap jamur fusarium. Metode penelitian ini adalah uji aktivitas jamur rhizosfer terhadap jamur fusarium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 12 isolat rhizosfer memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan jamur fusarium dengan persentase daya hambat yaitu isolat A1 sebesar 82%, B2 sebesar 83% dan D3 sebesar 80%, isolat A2 merupakan isolat yang menghasilkan daya hambat terkecil yaitu sebesar 15%. Berdasarkan hasil identifikasi jamur rhizosfer terdiri dari genus *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, dan *Penicillium sp.*

Kata Kunci : *Jamur Rizhosfer, Fusarium oxysporum, Pisang(Musa paradisiaca)*

Abstract

The main cause of decline in banana production is fusarium wilt caused by the fungus *Fusarium oxysporum f.sp.cubense* (Foc). This disease is systemic, it is very dangerous because it can kill plants. Fusarium wilt disease ranks first in the list of diseases of bananas in Indonesia, fusarium wilt very difficult to control because it has not found a commercial banana cultivars resistant. Integrated Pest Management (Biological Control) using biological agents, one of which is the rhizosphere that has the ability to suppress the growth of Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum f.sp.cubense*) *in vitro*. The purpose of this study was to determine the ability of an antagonist of the rhizosphere fungus to fungus fusarium. This research method is a rhizosphere fungal activity test against fusarium fungus. The results showed that 12 isolates the rhizosphere has the potential to inhibit the growth of fungi fusarium the percentage inhibition ie 82% of isolates A1, B2 D3 by 83% and 80%, A2 isolates the isolates that produce inhibition of the smallest amounting to 15%. Based on identification consists of rhizosphere fungi genus *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, And *Penicillium sp.*

Keywords : *Rizhosfer fungus, Fusarium oxysporum, Banana (Musa paradisiaca)*

How to Cite: Anggraeni, D.N., Usman, M., (2015), Uji Aktivitas dan Identifikasi Jamur Rhizosfer pada Tanah Perakaran Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Jamur Fusarium , *BioLink*, Vol. 1 (2): 89-98

PENDAHULUAN

Pisang (*Musasp*) merupakan salah satu jenis buah tropika yang mempunyai potensi cukup tinggi untuk dikelola secara intensif dengan berorientasi agribisnis, karena pisang telah menjadi usaha dagang ekspor dan impor di pasar Internasional (Rukmana, 2000). Pisang memiliki banyak keunggulan yaitu produktivitas yang tinggi, nilai gizi dan ragam genetika yang tinggi, adaptif pada ekosistem yang luas, biaya produksi yang rendah dan diterima oleh masyarakat (Sulyo, 1992). Penyakit pada pisang umumnya disebabkan oleh jamur yang menyerang tanaman tersebut, salah satunya adalah jamur fusarium.

Jamur *Fusariumoxysporumf.sp.cubense*(Foc) dapat membentuk struktur klamidospora yang mampu bertahan hidup lebih dari 20 tahun tanpa tanaman inang di dalam tanah (Booth, 1971; Ploetz, 2000). Dilaporkan ledakan penyakit layu Fusarium pada kultivar Cavendish menyebabkan kerusakan besar di Halmahera, Sumatera dan Jawa, serta Johor di Malaysia Barat (Ploetz dan Pegg, 2000). Penggunaan fungisida maupun kultur teknis tidak efektif, karena ketika tanah terinfeksi patogen, maka untuk beberapa tahun tidak dapat dikendalikan dengan fumigasi ataupun eradikasi. Kerugian dan kehilangan hasil oleh penyakit layu Fusarium bisa mencapai 100 % (Ploetz dan Pegg, 2000).

Pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (PHT) dapat menggunakan agensia hayati. Keunggulan dari agens hayati adalah dapat berperan ganda; 1) sebagai promotor dalam meningkatkan produksi pertanian atau mensintesis substansi yang meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti peningkatan

ketersediaan hara bagi tanaman, mampu memacu pertumbuhan tanaman (fitohormon dan penyerapan fosfat), 2) sebagai agens hayati dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, mampu menurunkan tingkat kejadian penyakit (seperti menghasilkan antibiotik (antimikroba), berkompetisi, menghasilkan enzim kitinase penyebab lisis (Akhtar and Siddiqui, 2008).

Beberapa penelitian telah membuktikan adanya kemampuan mikroorganisme dari daerah rhizosfer yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tanaman. Oleh karena itu Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui aktifitas dari jamur rhizosfer dan mampu mengidentifikasi jenis dari jamur rhizosfer yang mampu menghambat pertumbuhan jamur fusarium.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Agroteknologi, Universitas Medan Area dari bulan Juni – Oktober 2015 dan pengambilan tanah rhizosfer perakaran pisang di daerah endemik penyakit *Fusariumoxysporum f.sp.cubense* (FOC) pada Desa laudendang, Kecamatan Medan Tembung.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah sekitar perakaran tanaman pisang, biakan murni patogen *Fusarium oxysporum f.sp.cubense*(FOC), aquadest steril, Media PDA (*Potato Dekstrosa Agar*), kloramfenikol, alkohol, spritus dan tissue. Alat yang digunakan yaitu petridish, jarum ose, lampu bunsen, rak tabung reaksi, laminar air flow,

erlemeyer, autoclave, kompor listrik, cook borer, camera digital dan alat tulis.

Dalam penelitian pengambilan sampel tanah berasal dari sekitar perakaran tanaman pisang yang sehat pada satu lahan pertanaman pisang di Desa Laudendang, Kecamatan Medan Tembung. Isolasi jamur rhizosfer dengan menggunakan metode pengenceran berseri. Uji biokontrol dilakukan dengan metode *dual culture* (metode biakan ganda). Pengambilan data diambil dari hasil uji kemampuan jamur rhizosfer dalam menekan perkembangan dari layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp.cubense) kemudian diidentifikasi dan dianalisis secara deskriptif.

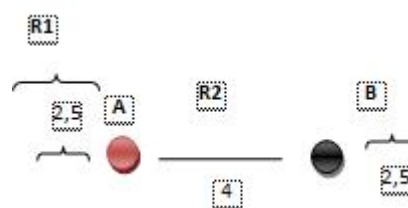
Isolasi Jamur Rhizosfer

Sampel tanah dari tanaman pisang diambil sebanyak 1 gram kemudian disuspensikan dalam 10 ml aquades steril lalu divortek selama 2 menit, setelah itu sebanyak 1 ml suspensi dipindahkan ke dalam 9 ml aquades steril dalam tabung reaksi, lalu divortek sampai homogen (pengenceran tahap I/10⁻¹), Pengenceran yang sama dilakukan sampai pengenceran 10⁻³ dan 10⁻⁴. Hasil pengenceran 10⁻³ sampai 10⁻⁴ masing-masing diambil 1 ml dimasukkan ke dalam cawan petri steril dengan menggunakan pipet ukur secara aseptis, kemudian medium PDA yang masih encer (suhu 45^oC) yang telah ditambah kloramfenikol dituangkan kedalam cawan petri, kemudian dihomogenkan dengan cara menggoyangkan cawan petri sampai suspensi tersebar merata dalam media. Setelah itu diinkubasikan pada suhu kamar (22^o C - 25^o C) selama 5-7 hari. Untuk mendapatkan biakan murni maka dilakukan pemurnian jamur yang diperoleh (Affandi dkk, 2001).

Pemurnian dilakukan dengan cara memindahkan satu koloni jamur yang tumbuh pada pengenceran 10⁻³ dan 10⁻⁴ pada medium PDA steril yang baru.

Uji Biokontrol

Uji biokontrol ini dilakukan untuk melihat kemampuan jamur rhizosfer dalam menekan pertumbuhan jamur *FOC*. Uji ini dilakukan dengan teknik biakan ganda (*dual culture*) terhadap jamur rhizosfer yang telah di isolasi dan jamur *FOC*. Isolat rhizosfer diletakkan pada petridish berukuran 9 cm yang sudah di isi media PDA (*potato dekstroza agar*) dengan jarak 2,5 cm dari tepi. Selanjutnya isolat *FOC* diletakkan disebelah isolat rhizosfer dengan jarak 4 cm. Isolat dipotong dengan menggunakan *cook borer* dengan ukuran diameter 0,5 cm (gambar 1).



Gambar 1. Uji biokontrol jamur rhizosfer dan jamur patogen (A = Jamur patogen, B = Jamur rhizosfer)

Keterangan :

- R1 : Jari-jari koloni jamur *FOC* yang tumbuh ke arah berlawanan dengan tempat jamur rhizosfer.
- R2 : Jari-jari koloni jamur *FOC* yang tumbuh ke arah jamur rhizosfer.
- A : Patogen *FOC*
- B : Isolat jamur rhizosfer

Daya Hambat

Pengamatan daya hambat dilakukan pada saat biakan ganda

berumur 7 hari dan 14 hari. Penghambatan pertumbuhan miselium jamur *Fusarium* sp. oleh jamur rhizosfer dihitung berdasarkan rumus yang diadaptasikan dari rumus yang dikemukakan oleh Fokkema (1973) dalam (Skidmore, 1976) yaitu:

$$I = \frac{(r_1 - r_2)}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

- I : Persentase hambatan,
- r1 : Jari-jari koloni jamur *Fusarium* sp. yang tumbuh ke arah jamur rhizosfer.
- r2 : Jari-jari koloni jamur *Fusarium* sp yang tumbuh ke arah berlawanan dengan tempat jamur rhizosfer

Identifikasi Jamur Rhizosfer

Isolat jamur yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Fusarium* diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis dengan menggunakan buku identifikasi jamur yaitu *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* (Barnett and Hunter, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Pengambilan Sampel

Sampel tanah rhizosfer diambil dari lahan endemik penyakit layu *Fusarium* tanaman pisang di beberapa lokasi tanaman pisang di Desa Laudendang, Kecamatan Medan Tembung. Tanaman pisang yang menjadi sampel adalah tanaman sehat diantara tanaman yang menunjukkan gejala layu (Gambar 2).

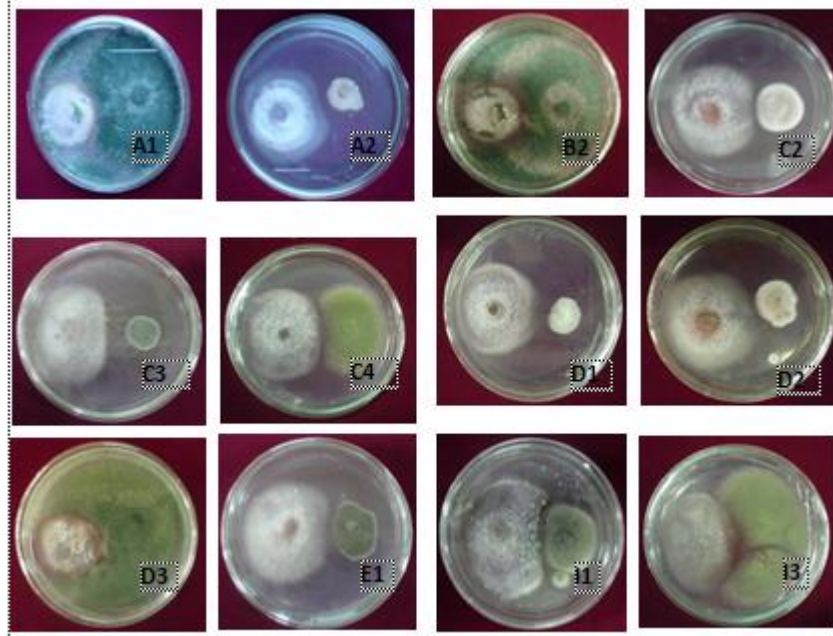


Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel tanah rizhosfer tanaman pisang di Desa Laudendang, Kecamatan Medan Tembung

Uji Daya Hambat Jamur Rhizosfer

Hasil uji daya hambat yang telah dilakukan dilaboratorium didapatkan 12 isolat jamur yang bersifat biokontrol yaitu isolat : A1,A2,B2, C2, C3, C4,D1, D2,

D3, E1, I1 dan I3. Hasil uji biakan gandanya ditampilkan pada Gambar 3 dan daya hambat masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Kemampuan daya hambat jamur rizosfer terhadap pertumbuhan jamur patogen (*F.oxysporum* f.s. *ubense*) berumur 7 hari

Keterangan :

- A1 : Pisang Tanduk
- A2 : Pisang Tanduk
- B2 : Pisang Nangka
- C2 : Pisang Barangan
- C3 : Pisang Barangan
- C4 : Pisang Barangan

- D1 : Pisang Kepok
- D2 : Pisang Kepok
- D3 : Pisang Kepok
- E1 : Pisang Raja
- I1 : Pisang terinfeksi Foc
- I3 : Pisang terinfeksi Foc

Tabel 1. Persentase daya hambat jamur rizhosfer dan antibiosisnya.

No	Isolat Jamur Rhizosfer	Daya Hambat (%)	Antibiosis *)
1	A1	82	+
2	A2	15	+
3	B2	83	+
4	C2	17	+
5	C3	64	-
6	C4	51	+
7	D1	29	-
8			-
9			+
10			+



11	I1	26	+
12	I3	35	-

Identifikasi Jamur Rhizosfer yang Bersifat Biokontrol :

Berikut ini adalah hasil identifikasi isolate jamur rhizosfer, dapat dilihat pada Tabel 2.

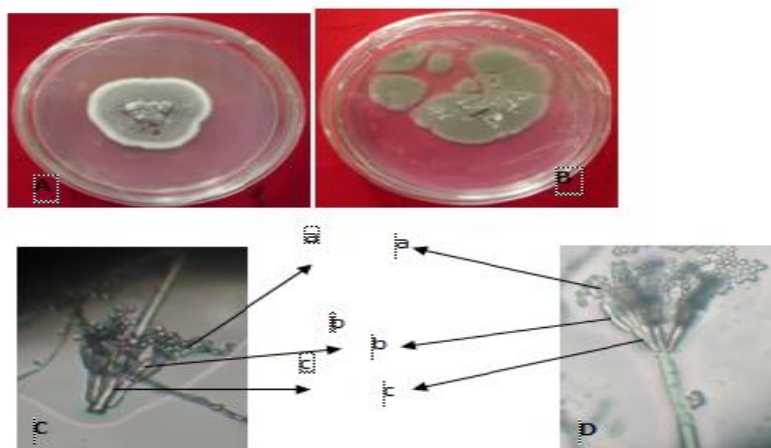
Tabel 2. Hasil identifikasi jamur rhizosfer

No	Isolat Jamur Rhizofer	Genus
1	A1	<i>Trichoderma</i>
2	A2	<i>Penicillium</i>
3	B2	<i>Trichoderma</i>
4	C2	<i>Penicillium</i>
5	C3	<i>Trichoderma</i>
6	C4	<i>Aspergillus</i>
7	D1	<i>Penicillium</i>
8	D2	<i>Aspergillus</i>
9	D3	<i>Trichoderma</i>
10	E1	<i>Aspergillus</i>
11	I1	Tidak teridentifikasi
12	I3	Tidak teridentifikasi

Isolat jamur yang teridentifikasi berasal dari dari genus *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*, sedangkan dari uji antagonisme diperoleh isolat yang mempunyai nilai daya hambat tertinggi adalah isolat B2 genus dari *Trichoderma*. Genus *Trichoderma* memperlihatkan daya hambat yang tinggi dibandingkan genus yang lain (Tabel 1).

Jamur *Penicillium* sp. (Isolat A2 , Isolat C2 dan D1)

Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada gambar 4, dengan kode isolat A2 , C2 dan D1 ini memiliki ciri-ciri mirip dengan jamur *Penicillium* sp.



Gambar 4. Makroskopis dan mikroskopis jamur *Penicillium* sp. Gambar A dan B : Makroskopis jamur *Penicillium* sp, Gambar C dan D: Mikroskopis jamur *Penicillium* sp. (a : konidia, b : fialid, c : metula)

Dari hasil penelitian didapatkan 3 isolat koloni jamur *Penicillium* sp. berwarna abu-abu kehijauan dan abu-abu. Berdasarkan hasil identifikasi oleh Singh dan Mathur (1991), bahwa bentuk makroskopis dari koloni *Penicillium* sp. adalah pertumbuhannya cepat, datar, berserabut, dan seperti kain beludru, wol atau seperti tekstur kapas. Koloni awalnya adalah putih dan berubah menjadi biru kehijauan, abu-abu kehijauan, abu-abu zaitun, kadang-kadang kuning atau kemerah-merahan. Jika biakan dalam petri tersebut dibalikkan biasanya berwarna kuning pucat.

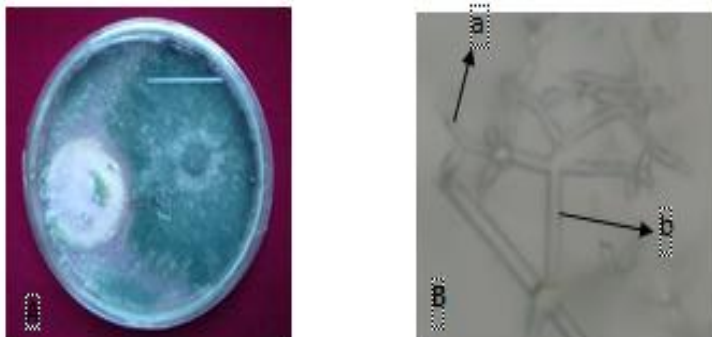
Sedangkan bentuk mikroskopis jamur *Penicillium* sp. memiliki ciri-ciri yaitu memiliki hifa yang hialin, konidia yang bulat dan uniseluler dan memiliki sekumpulan fialid. Ini sesuai dengan pernyataan Singh *et al* (1991), bahwa *Penicillium* sp. memiliki ciri-ciri mikroskopis yaitu hifa hialin (bening), konidiofor muncul tegak dari misellium dan bercabang mendekati ujungnya, kemudian ujung konidiofor memiliki sekumpulan fialid. *Penicillium* sp. juga

memiliki konidia yang berbentuk bulat dan uniseluler.

Penicillium sp. dapat bersifat antagonis terhadap patogen tular tanah. Jamur ini telah dicoba sebagai mikroba antagonis terhadap *Sclerotium rolfsii* yang merupakan patogen tular tanah yang merusak lebih dari 500 spesies tanaman, namun daya hambatnya paling rendah dibandingkan *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. yakni sebesar 56.98-46.24% (Bosah *et al.*, 2010). Menurut Haggag dan Mohamed (2007) dalam Sudarma dan Suprpta (2011), *Penicillium* sp. dapat bersifat antagonis karena mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid seperti agrokavine dan ergometrine yang memiliki sifat anti jamur terhadap *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani* dan *Alternaria tenuis*.

Jamur *Trichoderma* sp. (Isolat A1, B2, C3 dan D3)

Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada gambar 5 dari isolat A1, B2, C3 dan D3 ini memiliki ciri-ciri yang mirip dengan jamur *Trichoderma* sp.



Gambar 5. Makroskopis dan mikroskopis jamur *Trichoderma* sp. A : Makroskopis jamur *Trichoderma* sp. B : Mikroskopis Jamur *Trichoderma* sp. (a : fialid, b : konidiofor).

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa koloni berwarna hijau dan memiliki hifa yang bercabang banyak dan membentuk sudut siku-siku pada cabang utama dan hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki ciri koloni *Trichoderma* sp. dan ini sesuai dengan pernyataan Rifai (1996), bahwa warna koloni *Trichoderma* sp. ada yang kekuningan, kuning, putih dan hijau. Koloni ini biasanya kompak atau mengapas yang berhubungan dengan pertumbuhan struktur konidioforanya. Sebagian koloni membentuk zona mirip cincin yang khas dan jelas. Fialid kebanyakan berbentuk botol. Dalam biakan koloni *Trichoderma* sp. tumbuh dengan cepat. Miselium hialin, berseptata dengan banyak percabangan dan membentuk sudut siku-siku pada cabang utama serta hifa berdinding lembut. *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur tanah yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen tanaman. Jamur ini dapat ditemui di hampir semua jenis tanah dan pada berbagai habitat. Selain itu jamur ini dapat berkembang dengan cepat pada daerah perakaran (Setyowati *et al*, 2003).

Trichoderma sp. sangat besar peluangnya menjadi salah satu agen hayati, dimana terdapat pada semua ekosistem/habitat, mudah untuk diisolasi dan ditumbuhkan, sangat cepat tumbuh dalam tanah dan substrat yang berbeda, bersifat mikoparasit, penghasil antibiotik dan sangat baik berkompetisi tempat hidup dan makanan. *Trichoderma* sp. diketahui menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel dengan

konsentrasi yang tinggi seperti β -(1-3) glukonase dan kitinase yang berperan dalam degradasi dinding sel jamur (Gomes, 2007 dan Harman, 2000 dalam Sudarma dan Suprpta, 2011).

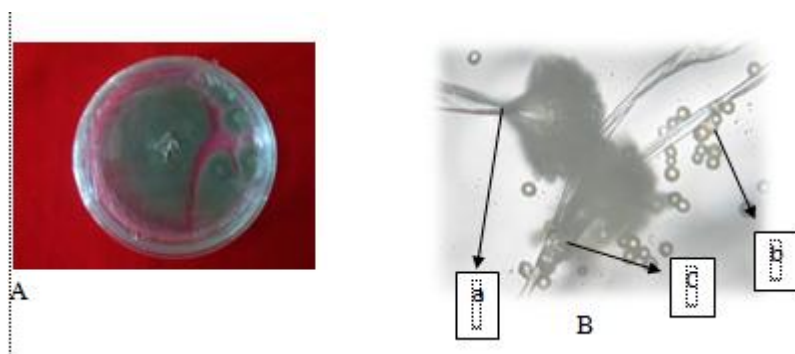
Genus *Trichoderma* sp., telah banyak diteliti sebagai agensia hayati untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman tertentu. *T. harzianum* dan *T. viride* telah banyak dikomersialkan untuk mengendalikan penyakit busuk akar, dan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh jamur *Fusarium*, *Rhizoctonia* dan *Pythium* (Whipps dan Lumsden, 2001; Verma *et al*, 2007). Purwantisari dan Rini (2009) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. adalah salah satu jamur antagonis spesifik lokasi yang menunjukkan kemampuannya dalam uji antagonisme secara *in vitro* dalam mengendalikan pertumbuhan jamur patogen *P. infestans* penyebab penyakit busuk daun tanaman kentang tersebut. *Trichoderma viride* juga efektif digunakan secara *in vitro* dalam mengendalikan patogen pasca panen seperti: *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *Fusarium* sp. dan *Penicillium* sp. (Rajendiran *et al*, 2010 dalam Sudarma dan Suprpta, 2011).

Trichoderma harzianum memiliki kemampuan antagonis paling baik dibandingkan dengan mikroba antagonis yang lain, seperti *Bacillus thuringiensis*, *Rhizobium meliloti* dan *Aspergillus niger* untuk mengendalikan penyakit busuk akar tanaman bunga matahari (Dawar *et al*, 2008).

Jamur *Aspergillus* (Isolat C4, D2 dan E1)

Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis yang diisolasi dari tanah tanaman pisang (isolat C4, D2 dan E1) memiliki koloni berwarna hijau muda pada medium PDA, koloni mula-mula berwarna putih, tapi lama-kelamaan berwarna hijau,

koloni tebal, tepi koloni berwarna hijau tua dan elavasi timbul tepian seperti wol. Dilihat dari pertumbuhannya dalam waktu 8 hari diameter koloninya mencapai 8 cm, pertumbuhan konsentris tak beraturan, seperti terlihat pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Makroskopis dan mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. A : Makroskopis jamur *Aspergillus* sp. B : Mikroskopis Jamur *Aspergillus* sp. (a : konidiofor, b : konidia, c : hifa

Ciri Mikroskopis dari *Aspergillus* sp. Adalah memiliki hifa aseptat, miselium bercabang. Konidiofor panjang dan membengkak menjadi vesikel pada ujungnya membawa sterigma dimana tumbuh konidia. Memiliki konidia 1 sel, berbentuk bulat dan hyalin. Adapun gambar mikroskopis isolat C4 dengan menggunakan perbesaran 40x dapat dilihat pada gambar 6. Dalam buku klasifikasi menurut Barenett (1972), secara makroskopis dan mikroskopis ciri jamur endofit tersebut dapat diketahui bahwa isolat termasuk Famili Moniliaceae, genus *Aspergillus* sp.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di dapatkan 12 isolat jamur rhizosfer. Jamur rhizosfer yang berhasil diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis adalah berasal dari genus *Penicilium* sp., *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M.S. and Siddiqui, Z.A. 2008. Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Potential Bioprotectants against Plant Pathogens. In: Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry, Siddiqui, Z.A., M.S. Akhtar and K. Futai (Eds.). Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands, pp: 61-97.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Baker, K.F., and R.J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. W.H. Freeman and Company, San Fransisco. 433p.
- Ploetz, R.C., and Pegg, K.G. 2000. Diseases of banana, abaca and enset: Fungal diseases of the root, corm and pseudostem : Fusarium Wilt. In Jones, D.R., 2000. Introduction to banana, abaca and enset. CAB Production London. p: 143-159.
- Setyowati, N H Bustamam & M. 2003. Penurunan penyakit busuk akar dan pertumbuhan gulma pada tanaman selada yang dipupuk mikroba. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 5(2), 48 - 57.
- Loudon, G. M., 1995, Organic Chemistry, third edition, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, California.
- Maun, S., 1997, Dasar-Dasar Kimia Organik, diterjemahkan dari Fundamentals of

- Organic Chemistry, by Fessenden and Fessenden, Binarupa Aksara, Jakarta.
- March, J., 1992, *Advanced Organic Chemistry*, fourth edition, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Salomons, T. W. Graham, 1983, *Organic Chemistry*, third edition, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Shirley, A. D, 1966, *Organic Chemistry*, Holt Rinehart and Winston, Inc, New York.
- Wilbrahim, A. C, and Smatta, M., 1992, *Kimia Organik dan Hayati*, ITB Bandung, Bandung