

JAMUR YANG BERASOSIASI DENGAN *Plutella xylostella* L. PADA SENTRA TANAMAN KUBIS DI KOTA TOMOHON DAN KECAMATAN MODOINDING

FUNGAL-ASSOCIATED *Plutella xylostella* L. ON CABBAGE PLANTS CENTERS IN THE TOMOHON AND DISTRICT OF MODOINDING

Waywind Soewarno¹

Betsy A. N. Pinaría²

Christina L. Salaki²

Odi R. Pinontoan²

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jamur-jamur yang berasosiasi dengan larva *P. xylostella* mati. Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan yaitu mulai dari bulan Agustus s/d November 2012, yang berlokasi di kota Tomohon dan Kecamatan Modoinding. Prosedur kerja penelitian ini meliputi: (1) koleksi larva *P. xylostella* mati dengan cara mengambil sampel bersama dengan daun kubis; (2) identifikasi jamur-jamur yang berasosiasi dengan larva *P. xylostella* mati melalui pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik dan isolasi pada medium PDA + AB dengan cara *direct plating* dan pengenceran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima spesies jamur pada larva-larva *P. xylostella* mati, yakni *Hirsutella* sp., *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., dan *Aspergillus* sp.. Spesies jamur *Hirsutella* sp. Dan *Metarhizium* sp. termasuk jenis entomopatogenik, sedangkan jamur *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., dan *Aspergillus* sp bersifat oportunistik atau saprofit.

ABSTRACT

The aims of the research is to identify the fungi associated with the death *P. xylostella* larvae. The research was carried out during 3 (three) months i.e. started from August until November 2012, which is located in the Tomohon City and District of Modoinding. Working procedures of the study include: (1) a collection of the death *P. xylostella* larvae by taking samples along with cabbage leaves, (2) identification of fungi associated with dead *P. xylostella* larvae through macroscopic and microscopic observations and isolation on PDA + AB medium by direct plating and dilution. The results showed that there are five species of fungi of the death *P. xylostella* larvae, namely *Hirsutella* sp., *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., and *Aspergillus* sp. The species of fungi *Hirsutella* sp. and *Metarhizium* sp. including entomopathogenic fungi, while *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., and *Aspergillus* sp. may be opportunistic or saprophyte.

Keyword: Dead *P. xylostella* larvae, entomopathogenic fungi, opportunistic fungi

¹ Student of Plants Pests and Disease Agriculture Faculty Sam Ratulangi University Manado

² Lecture of Plants Pests and Disease Agriculture Faculty Sam Ratulangi University Manado

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ekologi ialah studi hubungan antara organisme-organisme hidup dan antara organisme-organisme hidup dan lingkungannya. Dalam analisis agroekosistem, serangga dipertimbangkan sebagai populasi daripada individu-individu. Satu *Pultella xylostella* L. yang memakan daun kubis belum menyebabkan kehilangan hasil, tetapi suatu populasi dengan 10.000 individu dapat menyebabkan kehilangan hasil.

Ngengat *diamondback*, *P. xylostella*, merupakan hama penting dan kosmopolitan pada tanaman *Cruciferae* di beberapa bagian dunia (Loc dan Chi 2007). Di Indonesia hama ini dilaporkan menyerang *Cruciferae* di Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Utara (Anonim 2008). Menurut Sembel (2010) hama ini merupakan hama penting pada pertanaman kubis di Tomohon dan Modinding.

Sebagaimana musuh-musuh alami lain, patogen-patogen serangga dapat sangat mengontrol populasi-populasi sasaran. Organisme patogenik yang dipakai sebagai pengontrol serangga ialah bakteri, virus, jamur, protozoa, dan nematoda. Epizootik-epizootik secara alami karena virus dan jamur sering bertanggung jawab bagi guncangan populasi hama serangga secara spektakuler. Epizootik-epizootik alami diakibatkan *nucleopolyhedro viruses* (NPV) pada lalat gergaji (*Gilpina hercyniae*) dan *Neodiprion* spp.), ngengat *gypsy* (*Lymantria dispar*) dan tawon kayu (*Sirex noctilio*). Jamur (*Entomophaga maimaiga*) sebagai agen kontrol biologis secara inokulatif untuk pengendalian jangka panjang *rhinoceros* palmae (*Oryctes rhinoceros*) dan ngengat *gypsy* (Lacey *et al* 2001).

Tiga spesies jamur (*B. bassiana*, *Hirsutella* sp. dan *Paecilomyces*) ditemukan menginfeksi larva dan pupa *P. xylostella* di Douglas Castle

dan Castle Kelly, Jamaica. Jamur-jamur ini ditemukan terutama selama musim hujan, dan menyerang 5 - 10 % larva dan Pupa (Alam, 1990). Stavely *et al* (2001) mengemukakan bahwa populasi *P. xylostella* di alam biasanya diatur oleh dua spesies entomophthoralean, *Zoophthora radicans* dan *Erynia blunckii*, tetapi juga rentan terhadap beberapa spesies dari Hyphomycetes yang biasanya ditemukan pada populasi ngengat *diamondback* seperti *B. bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* dan *M. anisopliae*.

Di Sulawesi Utara, jamur entomopatogen *Nomuraea* sp. dan *Zoophthora* sp. dapat menyerang 80 % larva *P. xylostella* pada kubis-kubisan (Sembel *et al* 2012). Pinaria (2011) mengemukakan bahwa salah satu jamur entomopatogen yang berasosiasi dengan *P. xylostella* dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bioinsektisida yakni *Hirsutella* sp.

Laporan-laporan penelitian sebelumnya mengenai asosiasi *P. xylostella* dengan jamur semuanya hanya menunjuk pada jamur-jamur entomopatogen. Khusus investigasi baik jamur-jamur yang bersifat oportunistik, saprofit atau entomopatogen pada *P. xylostella* belum pernah dilakukan.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jamur-jamur yang berasosiasi dengan larva *P. xylostella* mati dengan gejala serangan jamur.

C. Hipotesis

Diduga bahwa pada larva *P. xylostella* yang mati terdapat beberapa spesies jamur.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Eksplorasi dan koleksi larva *P. xylostella* mati karena jamur dilakukan pada sentra-sentra pertanaman kubis di Kota Tomohon dan

Kecamatan Modinding. Isolasi dan identifikasi dan foto-foto makro dan mikroskopis dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai November 2012.

B. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah larva *P. xylostella* mati karena jamur, *potato dextrose agar* (PDA), antibiotik (*Streptomycin* dan *Neomycin*), kaldu daging sapi, alkohol 95 %, air steril, tissue, aluminium foil, timbangan analitik, *laminar air flow*, scalpel, parafilm, jarum ose, lampu bunsen, mikropipet dan tip, tabung reaksi, mikroskop majemuk, kamera digital, otoklaf, pinset, korek api, cawan petri, *light banks*, kertas kuarto pembungkus cawan petri, botol koleksi atau kantong plastik transparan, dan alat tulis-menulis.

C. Cara Kerja

1. Koleksi larva mati karena Cendawan

Pencarian larva *P. xylostella* mati yang diserang jamur dilakukan terutama pada areal pertanaman kubis di Kecamatan Modinding dan Kota Tomohon yang jarang atau tidak disemprot dengan pestisida. Larva-larva mati karena jamur di lapangan diambil bersama dengan daun kubis (hanya jaringan daun sekitar larva yang diambil). Berikutnya dimasukkan ke dalam botol koleksi (setiap botol koleksi hanya diisi dengan satu larva terinfeksi).

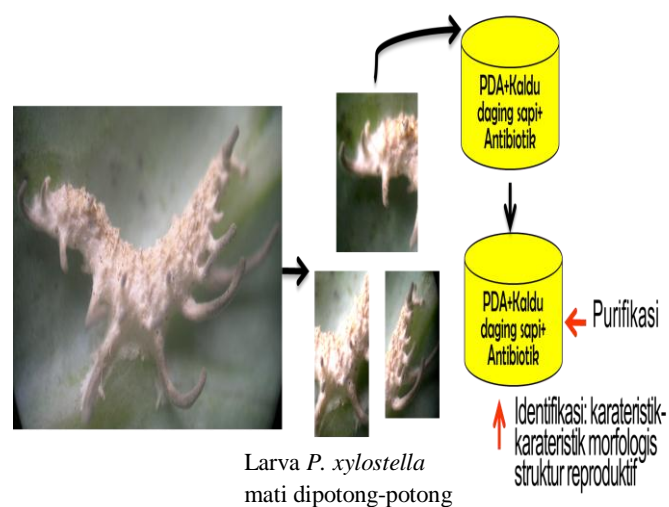
Sebelum pengamatan dan isolasi, spesimen-spesimen disimpan di dalam lemari pendingin. Foto larva-larva ini secara mikroskopis dilakukan di Laboratorium.

2. Isolasi

Isolasi jamur dari larva *P. xylostella* mati karena jamur dilakukan menurut metode isolasi *direct plating* dan pengenceran.

a. Direct plating (Anonim 2012a yang dimodifikasi). Larva *P. xylostella* mati

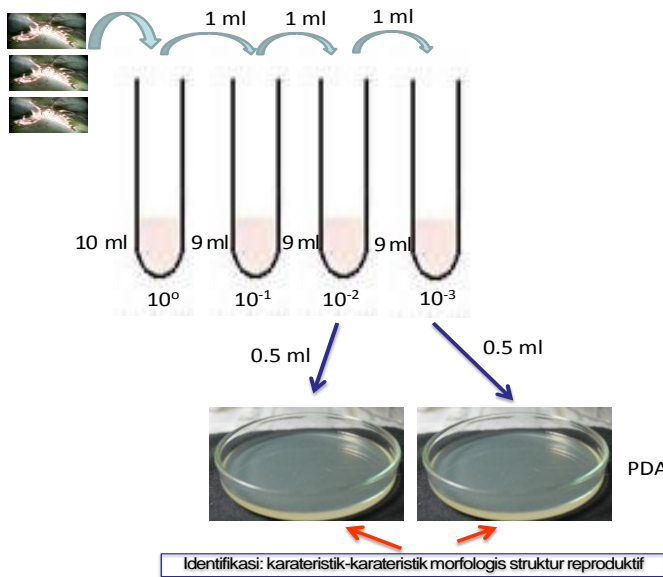
dipotong-potong 1 mm kemudian ditempatkan pada PDA dengan kaldu daging sapi steril yang mengandung 1,0 g *Streptomycin* per liter PDA dan 0,12 g *Neomycin* per liter PDA. *Streptomycin* dan *neomycin* dimasukkan ke dalam 10 ml air steril, kemudian di tuangkan ke PDA yang bersuhu sekitar 60°C dan dicampur secara “*swirling*”, berikutnya dituangkan pada cawan-cawan petri. Tahapan berikutnya yakni subkultur untuk purifikasi. Gambar 6 memperlihatkan secara garis besar tahapan-tahapan isolasi dengan penanaman jaringan.



Gambar 6. Tahap-tahap Isolasi dan Identifikasi Jamur yang Berasosiasi dengan *P. xylostella* mati.

b. Pengenceran (Lee *et al* 2006 yang di modifikasi). Larva-larva mati karena jamur dicincang di dalam *laminar air flow* kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 10 ml air steril dan di-vortex selama sekitar lima menit. Berikutnya diencerkan sampai 10^{-3} lalu tabung-tabung reaksi dengan pengenceran 10^{-2} - 10^{-3} di-vortex dan dipipet dengan mikrometer sebanyak 0,5 ml ke media PDA + antibiotik dan disebar dengan cara menggoyang-goyang *plate* secara *swirling* (dilakukan di *laminar air flow*). *Plate-plate* diinkubasikan di *light banks* pada suhu kamar selama sekitar satu minggu, selanjutnya jamur diidentifikasi (Lee *et al.* 2006 yang dimodifikasi).

Gambar 7 menunjukkan prosedur kerja isolasi jamur dari Larva *P. xylostella* mati dengan metode pengenceran.



Gambar 7. Prosedur Kerja Isolasi dengan Metode Pengenceran.

3. Hal-hal yang Diamati untuk Identifikasi

Hal-hal yang diamati ialah bentuk dan warna koloni; konidia, massa konidia dan rantai konidia; konidiofor dan percabangan konidiofor; *phialide*; tubuh buah dan *vesicle*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

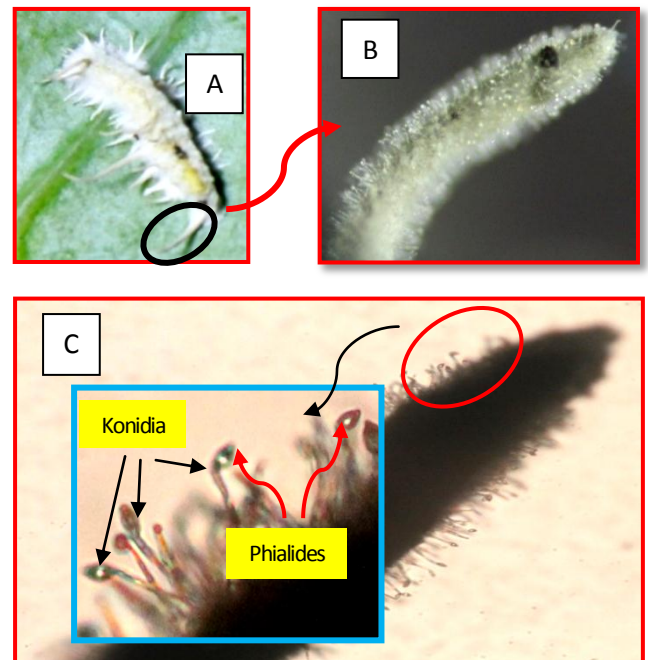
Jamur-jamur yang berasosiasi dengan larva-larva *P. xylostella* mati karena jamur di Kecamatan Modinding dan Kota Tomohon yakni *Hirsutella* sp., *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp. *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

A. *Hirsutella* sp.

Secara ilmiah jamur ini termasuk kingdom fungi, divisi *Ascomycota*, subdivisi *Peizomycotina*, kelas *Sordariomycetes*, ordo *Hypocreales*, famili *Ophiocordycipitaceae*, genus *Hirsutella*. Genus *Hirsutella* bersifat patogenik pada serangga, tungau dan nematoda (Anonim, 2012b). *Hirsutella* sp. menyerang

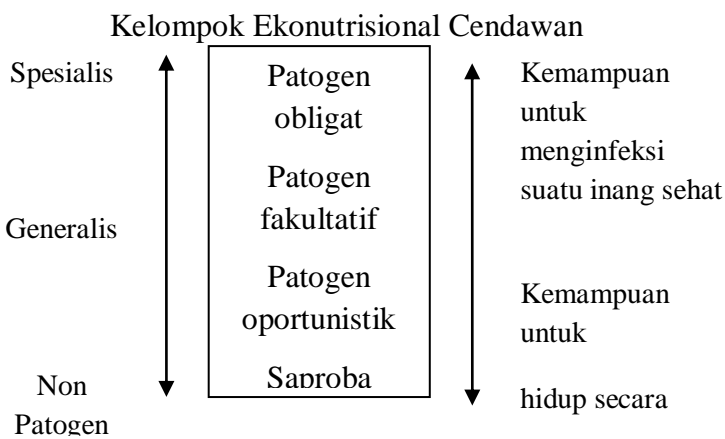
larva dan pupa *P. xylostella* di Jamaika dan pulau-pulau di Karibia (Alam 1990). Pinaria (2011) menyatakan bahwa *Hirsutella* sp. pada *P. xylostella* di Sulawesi Utara berpotensi sebagai bioinsektisida. Secara makroskopis terlihat tubuh buah-tubuh buah (*synnemata*) berwarna putih yang keluar dari larva *P. xylostella* (Gambar 8A). *Phialide-phialide* muncul dari tubuh buah umumnya secara lateral dalam jumlah banyak dan saling berdekatan (Gambar 8B dan C). Konidia berbentuk elips, tidak bersepta, licin dan berdinding dan hialin (Gambar 8C: inset).

Karakteristik struktur generatif yang nampak dalam Gambar 8B - 8C sesuai dengan ciri-ciri yang dikemukakan oleh Barnet dan Hunter (1998) serta Meyer *et al* (2007). Mereka mengemukakan bahwa *Synnemata* berbentuk silindris sampai filiform, terdiri dari berkas hifa-hifa yang kompak atau agak paralel dan bersepta; *Phialide-phialide* muncul secara lateral dari *synnemata* atau dari miselium pada inang, hialin, menggembung di bagian dasar; konidia hialin, bersel satu, berbentuk oblong sampai silindris, diselubungi oleh lendir.



Gambar 8. Morfologi Struktur Generatif *Hirsutella* sp. A. *Synnemata* yang Umumnya Muncul secara Lateral; B. *Synnema* dengan Banyak Sekali *Phialide* dan konidia; C. Perbesaran Struktur *Phialide* dan Konidia (Inset).

Isolasi *Hirsutella* sp. dengan metode *tanam jaringan* dan pengenceran pada media PDA+antibiotik dan PDA plus kaldu daging sapi dan antibiotik tidak berhasil. Media tersebut hanya di tumbuh oleh *Metarhizium* sp., *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, dan *Penicillium* sp. Fenomena ini mungkin berhubungan dengan adaptasi ekonutrisional mereka. Deshpande dan Pune (2011) mengemukakan adaptasi cendawan secara ekonutrisional dalam bentuk skema berikut ini (Gambar 9). Kemungkinan bahwa *Hirsutella* sp yang diisolasi pada larva *P. xylostella* dari berbagai sentra produksi kubis di Sulawesi Utara telah mengembangkan kemampuan adaptasinya menjadi patogen obligat.



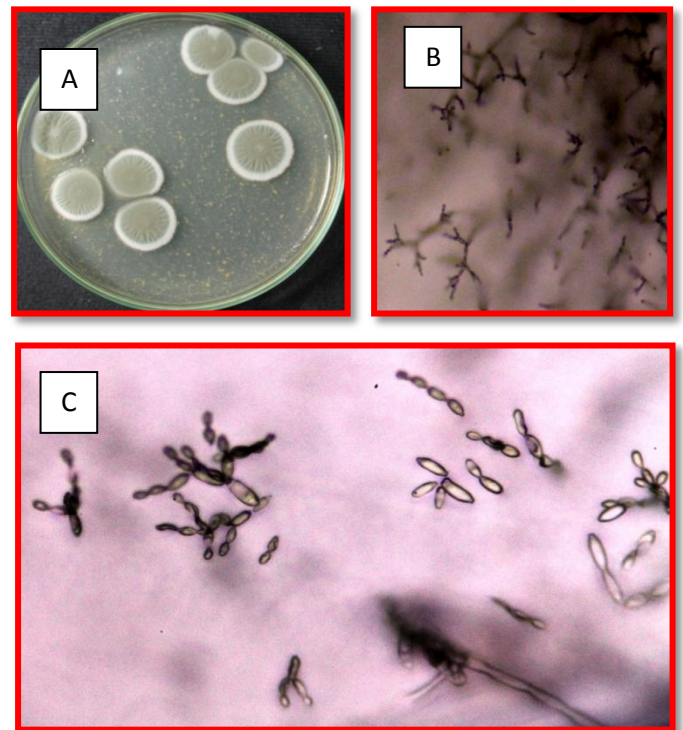
Gambar 9. Adaptasi Jamur Berdasarkan Ekonutrisional.

B. *Metarhizium* sp.

Metarhizium sp., juga dikenal sebagai cendawan muskardin hijau, telah lama diketahui karena potensi pengontrolan biologis mereka terhadap arthropoda. Spesies *Metarhizium* yang paling banyak diteliti ialah *M. anisopliae* (Shelton, 2009). *M. isopliae* yang diisolasi dari spesies-spesies serangga terinfeksi bersifat patogenik pada *P. xylostella* dan efektif mengendalikan hama ini (Loc dan Chi 2007). Konsentrasi *M. anisopliae* $8,9 \times 10^5$ dan $3,2 \times 10^6$ merupakan dosis-dosis letal masing-masing

pada larva *P. xylostella* instar ke-2 dan ke-3 (Kahuro, 2002).

Hasibuan *et al* (2009) melakukan penelitian mengenai dampak potensial *M. anisopliae* sebagai pengendali *P. xylostella* secara laboratorium. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi konidia *M. anisopliae* 5×10^4 , $3,5 \times 10^5$, $2,5 \times 10^6$ dan $1,2 \times 10^7$ konidia/ml secara signifikan meningkatkan mortalitas larva-larva ini. Suatu penurunan secara signifikan pada pemunculan pupasi dan dewasa ngengat *diamonback* juga terjadi pada semua konsentrasi tersebut ketika dibandingkan dengan kontrol. Cendawan ini juga menyebabkan rasio seks jantan menjadi bias pada *P. xylostella* yang bertahan hidup. Sembel *et al* (2012) telah mengisolasi *M. anisopliae* dan *Nomuraea rileyi* dari *P. xylostella* dan *Crociodomia pavona*. Hasil uji patogenisitas dalam kondisi laboratorium dan lapangan menunjukkan kemampuan cendawan-cendawan ini sebagai entomopatogenik pada kedua hama tersebut.



Gambar 10. Morfologi Koloni dan Struktur Generatif *Metarhizium* sp. A. Koloni; B. Konidiofor, *Phialide*, dan konidia Dilihat dari Permukaan Koloni konidia; C. Konidiofor, *Phialide* dan Konidia.

Koloni bulat, massa konidia berbentuk mulai dari bagian tengah koloni ke arah pinggir (warna hijau gelap) dan hifa-hifa vegetatif di bagian pinggir koloni berwarna putih Gambar 10A. Gambar 10B memperlihatkan bahwa konidiofor bercabang. *Phialide-phialide* yang muncul dari konidiofor dapat seperti bercabang tiga atau dua (Gambar 10C). Konidia diproduksi dalam bentuk rantai, berbentuk ovoid panjang, bersel satu dan agak berwarna (Gambar 10C). Ciri-ciri morfologi koloni dan struktur-struktur generatif cendawan ini seperti yang dikemukakan oleh Barnett dan Hunter (1998) dan, Bischoff *et al* (2006), dan Shelton (2010).

Mereka mengemukakan bahwa hifa somatik kelihatan putih, tetapi bila massa konidia telah matang maka nampak warna hijau zaitun konidiofor hialin, bercabang; *phialide-phialide* bisa secara tunggal, berpasangan, atau alur-alur berputar; konidia di produksi dalam bentuk rantai, berbentuk ovoid panjang, bersel satu, hialin atau agak berwarna.

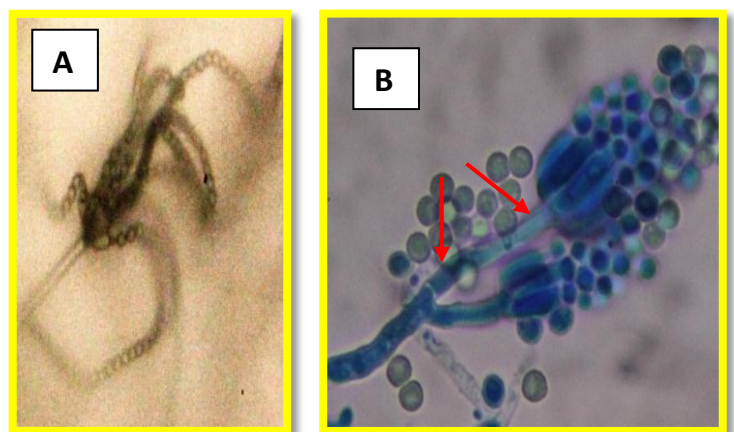
Penicillium sp., *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. digolongkan sebagai cendawan oportunistik karena hampir semua sampel larva *P. xylostella* mati terdapat cendawan-cendawan ini. Hasil-hasil penelitian Vega *et al* (1999), Bing-Da *et al* (2008), Assaf *et al* (2011), dan Anwar *et al* (2012) selalu menggolongkan ketiga genus cendawan ini ke dalam cendawan-cendawan oportunistik, dan mereka selalu berasosiasi dengan serangga di berbagai negara. Cendawan oportunistik berbeda dengan cendawan *secondary colonizer* sebab untuk golongan cendawan terakhir ini telah beradaptasi untuk hidup secara saproba (organisme yang mengkonsumsi jaringan serangga yang sudah mati) (Deshpande dan Pune 2011).

C. *Penicillium* sp.

Penicillium sp.p. tidak hanya mempunyai suatu struktur konidiogenus khusus dan unik, tetapi juga mempunyai suatu keragaman karakter fisiologis yang berdampak signifikan

baik yang merusak atau menguntungkan bagi makhluk hidup. Aktivitas enzimatik yang kuat dari spesies *Penicillium* membantu mendegradasi sisa-sisa tumbuhan, hewan dan residu-residu organik, dan mendaur ulang sumberdaya-sumberdaya alami. Beberapa enzim yang diproduksi cendawan ini seperti β -glucanase, dekstranase, pektinase dan protease. Sekitar 50 spesies *Penicillium* memproduksi mikotoksin. Beberapa mikotoksin seperti asam *penicillic* dan asam *cyclopiazonic* merupakan senyawa-senyawa *tremorgenic* toksik, sementara yang lain seperti patulin merupakan toksin pada kelinci, tikus, unggas dan hewan lainnya. Asam-asam *penicillic* dan patulin juga merupakan karsinogen pada hean-hewan uji di laboratorium (Chang 2007).

Infeksi-infeksi pada hewan dan manusia oleh *Penicillium* sp. biasanya bersifat oportunistik dan tidak separah seperti yang diinfeksi oleh *Aspergillus* sp. (Chang 2007). *Penicillium* sp. merupakan cendawan oportunistik dengan suatu senjata berupa enzim-enzim yang disekresikan untuk menyerang inang-inangnya.



Gambar 11. *Penicillium* sp. A. Rantai-rantai konidia; B. Tipe Percabangan Konidiofor (Bercabang Satu Tahap - *One-Stage Branched*).

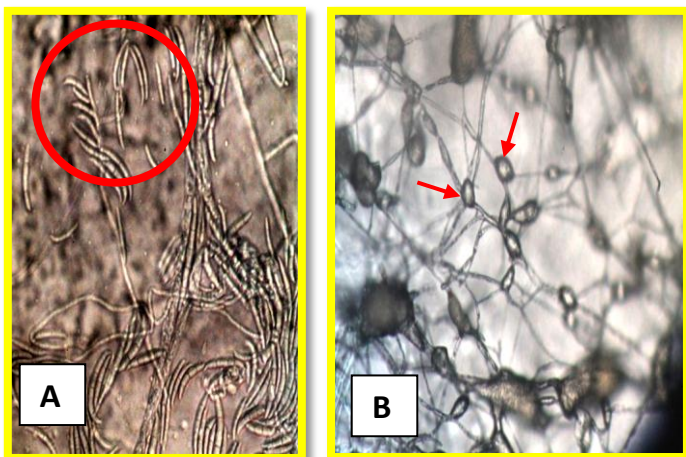
Karakteristik *Penicillium* sp. ialah produksi konidia (konidium bulat) di ujung *phialide-phialide* membentuk rantai-rantai panjang (Gambar 11A). Konidiofor bisa secara tunggal atau bercabang kemudian di ujung konidiofor

dapat terbentuk *metula-metula* (Gambar 11B). Ciri-ciri ini sesuai dengan yang di kemukakan dalam *Mycology online* (Anonim 2012c; Barnett dan hunter 1998) bahwa rantai rantai konidia bersel tunggal di produksi di ujung *phialide*, dan konidium termuda terdapat di bagian paling bawah rantai konidia. Konidiofor dapat membentuk cabang-cabang yang di sebut *metulae*.

D. *Fusarium* sp.

Fusarium sp. biasanya ditemukan di tanah, tumbuhan hidup atau mati, biji-bijian dan hewan. Sejumlah besar *Fusarium* spp. merupakan entomopatogenik, beberapa di antaranya sebagai patogen lemah dan fakultatif terutama pada ordo Lepidopera dan Coleoptera (Anonim 2007; Teetor-Barsch dan Roberts 1983).

Beberapa spesies *Fusarium* memproduksi asam *fusaric* untuk menghambat enzim-enzim defensif dari serangga. Metabolit-metabolit cendawan siklik yang dapat berperan sebagai *chelator* dan *ionophore* dari beberapa spesies *Fusarium* berpotensi menyerang artropoda (Abdul-Wahid dan Elbanna 2012).



Gambar 12. *Fusarium* sp. A. Variasi Bentuk Konidium; B. Konidia yang Tersimpan di Dalam Struktur Berbentuk Elips dan Agak Bulat.

Jamur ini mempunyai makrokonidia berbentuk seperti bulan sabit, kano, atau agak berbelok dan ujungnya meruncing.

Makrokonidia bervariasi jumlah septanya dan hyaline (Gambar 12A).

Konidia-konidia sering terkumpul dalam struktur-struktur yang berbentuk elips atau agak bulat (Gambar 12B). Menurut Alexopoulos dan Mims (1979) *Fusarium* sp. mempunyai banyak septa dan terbentuk bulan sabit atau kano Barnett dan Hunter (1998) mengemukakan bahwa struktur-struktur seperti kepala dengan bentuk elips atau agak bulat di dalamnya terdapat konidia.

E. *Aspergillus* sp.

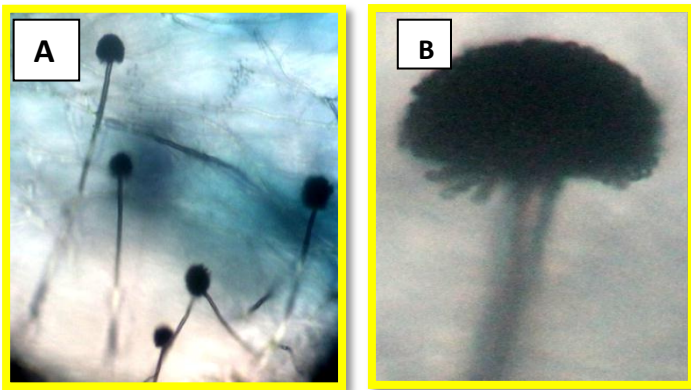
Spesies-spesies *Aspergillus* tersebar luas di seluruh dunia. Meskipun demikian, cendawan ini sering lebih banyak di wilayah-wilayah lebih panas. Di zone sejuk mereka terdapat lebih sering dari pada di wilayah-wilayah lebih panas. Cendawan ini dapat ditemukan di tanah, tumbuhan dan residu hewan; beberapa di antaranya merupakan patogen pada manusia dan hewan (Chang 2007).

Strain-strain *Aspergillus flavus* dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan dan hewan. Beberapa cendawan berevolusi dari bentuk oportunistik ke patogen yang berspesialisasi karena memperoleh kemampuan untuk memproduksi toksin-toksin selektif inang. Meskipun *A. flavus* memproduksi bermacam-macam toksin, termasuk aflaktoksin, asosiasi rutin *A. flavus* dengan bermacam-macam tumbuhan dan serangga dalam suatu mode atau cara oportunistik (Anonim 2005).

Aspergillus mempunyai ciri-ciri khas yakni konidiofor-konidiofor panjang dan tegak bertumbuh ke arah udara (*aerial*)(Gambar 13A), dan di ujung konidiofor nampak suatu struktur bulat atau bulat tapi bagian bawah seperti agak datar (rantai-rantai konidia yang bertumbuh dari *vesicle-vesicle*) (Gambar 13B).

Alexopoulos dan Mims (1974) mendeskripsikan *Aspergillus* sebagai berikut : konidiofor-konidiofor panjang, berdiri, dan ujung-ujung konidiofor nampak seperti

pentolan yang disebut *vesicle*, dan *vesicle* ini terbungkus oleh rantai-rantai konidia.



Gambar 13. *Aspergillus* sp. A. Pertumbuhan Aerial Konidiofor; B. Rantai-rantai Konidia yang Menutupi Vesicle-vesicle.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jamur entomopatogenik yang berasosiasi dengan larva *P. xylostella* ialah *Hirsutella* sp. dan *Metarhizium* sp.
2. Jamur oportunistik dan/atau saprofit pada larva *P. xylostella* yang mati karena jamur ialah *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., dan *Aspergillus* sp.

B. Saran

Perlu diteliti lebih lanjut mengenai metode isolasi *Hirsutella* sp. pada medium kultur PDA, dan status hubungan antara *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., dan *Aspergillus* sp. dengan *P. xylostella*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Wahid, O. A. and S. M. Elbanna. 2012. *Evaluation of the insecticidal Activity of Fusarium solani and Trichoderma harzianum Against Cockroaches, Periplanata americana.* www.academicjournals.org/PDF/Pdf2012/9Feb/. 9 Mei 2013.
- Alam, M. M. 1990. *Diamondback Moth and Its Natural Enemies in Jamaica and Some Other Caribbean Islands.* <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/pdf/>. 3 November 2012.
- Alexopoulos, C. J. and C. W. Mims. 1979. *Introductory Mycology.* John Wiley and Sons. New York.
- Anonim. 2000. *Forest Diseases.* http://ncforestservice.gov/forest_health/pdf/FHH_Forest_Pathology.pdf. 3 November 2012.
- . 2002. *Review of Literature.* pr.hec.gov.pk/Chapters/14575-2.pdf. 17 Oktober 2013
- . 2005. *Aspergillus flavus.* ci.vbi.vt.edu/pathogen/A-f-2.html. 7 Juni 2013.
- . 2007. *Fusarium.* www.caltexmoldservices.com/section/mold_library/fusarium/. 12 April 2013.
- . 2008. *Ulat Daun Kubis (Diamond Back Moth): Plutella xylostella L.* http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/opt/kubis/ulat_daun.htm. 25 November 2008.
- . 2012c. *Penicillium sp.* [http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes-\(hyaline\)/Penicillium/](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes-(hyaline)/Penicillium/). 16 September 2012.
- Anwar, W; S. N. Khan; M. Aslam; and M. S. Haider. 2012. *Occurrence of Insect Associated Fungi in Hot Arid Zone, Pakistan.* www.academicjournals.org/Pdf2012/27Oct/Anwar.pdf.

- Assaf, L. H; R. A. Haleen and S. K. Abdullah. 2011. *Association of Entomopathogenic and Other Opportunistic Fungi with Insects in Dormant Locations*. Jordan Journal of Biological Sciences 4 (2): 87 - 92. http://jjbs.hu.edu.jo/files/v4n2/Paper_No.4.modified.pdf. 3 November 2012.
- Barnett, H. L. And B. B. Hunter. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Aps Press. St. Paul, minnesota.
- Bing-Da, S and Xing-Zhong, L. 2008. *Occurrence and Diversity of Insect-Associated Fungi in Natural Soils in China*. Applied Soil Ecology 39:100-108. <http://www.im.ac.cn/UserFiles/File/2008/200806/Applied Soil Acology.pdf>. 3 November 2012.
- Bischoffl, J. F; S. A. Rehner; and R. A. Hunter. 2006. *Metarhizium frigidum: a Cryptic Species of M. anisopliae and a Member of the M. flavoviridae Complex*. <http://www.mycologia.org/content198/5/737.full>.
- Capinera, J. L. 2005. *Diamondback Moth, Plutella xylostella (Linnaeus)*. University of Florida. http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/diamondback_moth.htm. 3 November 2012.
- Chang, S. C. 2007. *Deuteromycota*. www.dls.ym.edu.tw/041807Deuteromycota.pdf. 18 Juli 2013.
- Deshpande, M. V. and Pune. 2011. *Diversity of Fungi with Special Reference to the Fungus-Insect Interaction*. http://www.mahascience.org/files/Publications/Image/Mukund_Deshpande.pdf. 4 November 2012.
- Herbison-Evans, D and S. Crossley. 2004. *Plutella xylostella (Linnaeus, 1758), Diamond Back or Cabbage Moth*. <http://www.staff.it.uts.edu.au/don/larvae/plut/xylost.html> 1 November 2012.
- Hosang, M.L.A. 1983. *Pemilihan Tanaman Inang dari Plutella xylostella L. Terhadap Beberapa Tanaman Brassicaceae*. Tesis S1, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Hasibuan, R; N. Christalia; F. X. Susilo; and N. Yasin. 2009. *Potential Impact of Metarhizium anisopliae on the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its Parasitoid Diadegma semiclausum (Hymenoptera ichneumonidae)*. citation.itb.ac/pdf/Jurnal/548.pdf. 3 Juni 2013.
- Jankevica, L. 2003. *Ecological Associations between Rntomopathogenic Fungi and Pests Insets Recorded in Latvia*. leb.daba.lv/Jankevica03.pdf. 21 Juni 2013
- Jurc, M. 2004. *Insect Patogens with Special Reference to Patogens of Bark Beetles (Col., Scolytidae: Ips typographus L.)*. Preliminary Results of Entomopathogenic Fungi from Two Spruce Bark Beetles in Slovenia. www.gozdis.si/zbg1/2004/zbg1-74-5.pdf. 3 November 2012.
- Kahuro, T. D. 2002. *Evaluation of Native Isolates of Bacillus thuringiensis ND Metarhizium anisopliae for the Control Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae)*. www.ku.ac.ke/graduate/abstracts/2002.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pest of Crop in Indonesia*. P.T. Ichtiar Baru Van Hoeve. Jakarta.
- Key's, R.S. 1993. *Diamond Backed Moth, Plutella xylostella on Lundy Cabbage, Lundy, U.K.* http://www.flickr.com/photos/roger_key/2798918549/. September 2008.
- Lacey, L. A; R. Frutos; H. K. Kaya; and P. Vails. 2001. *Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?.* Biological Control 21: 230 - 248. afrsweb.usda.gov/Scientist_Publications/Lacey_2001.pdf. 3 November 2012.

- Loc, N. T. and V. T. B. Chi. 2007. *Biocontrol Potential of Metarhizium anisopliae and Beauveria bassiana Against Diamondback Moth, Plutella xylostella*. *Omonrice* 15: 86 - 93. <http://clrri.org/lib/omonrice/15-11.pdf>. 2 November 2012.
- Mau, R. F. L. dan J. L. M. Kessing. 2007. *Plutella xylostella* (Linnaeus). <http://www.extento.hawaii.edu/Kbase/crop/Type/plutella.htm>. September 2008.
- Meyer, J. M; M.A. Hoy; and D.G. Boucias. 2007. *Morphological and Molecular Characterization of a Hirsutella Species Infecting the Asian Citrus Psyllid, Diaphorina Citri Kuwayama (Hemiptera : Psyllidae), in Florida*. <http://xayimg.com/kg/groups/178416127/name/Hirsutella.pdf>. 3 November 2012.
- Pinaria, B.A.N. 1990. Perkembangan Populasi Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera; Plutellidae) Pada Kebun Yang Ditanam Secara Tumpang Sari dan Monokultur. Tesis S2. KPK-IPB-UNSRAT-Manado
- Pracaya. 1987. Kubis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sembel, D.T. 2010. Pengendalian Hayati Hama-hama Serangga Tropis & Gulma. Andi. Yogyakarta.
- Sembel, D. T; M. Meray; and M. Ratulangi. 2012. *IPM for Vegetable Crops in North Sulawesi, Indonesia (Sam Ratulani University)*, p. 79. *Cit. M. Hamming, M. Shepard, G. Carner, G. Schnabel, E. Benson, A. Rauf, D. Sembel, H. Rapusas and N. Chhay. Ecologically-Based Participatory IPM for Southeast Asia*. www.oired.vt.edu/ipmcrsp-ar11-12-southeast-asia.pdf. 2 Juni 2013.
- Shahid, A. A; A. Q. Rao; A. Bakhsh; and T. Husnain. 2012. *Entomopathogenic Fungus as Biological Controllers: New Insight into Their Virulence and Pathogenicity*. www.doiserbia.nb.rs/2012/0354-466412010215.pdf. 30 Juni 2013
- Shanti. 2012. *Insects in Relation to Fungi*. <http://www.preservearticles.com/2012/032228671/insects-in-relation-to-fungi-complete-information.html>. 3 November 2012.
- Shelton, A. 2009. *Metarhizium*. Cornell University. <http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/Metharhizium.html>. 5 November 2012.
- Staveland, F. J. L; J. K. Pell; B. Chapman; T. R. Glare; H. Yeo; D. M. Suckling; and M. Walter. 2001. *Insect Pathogens for Biological Control of the Diamondback Moth with Particular Emphasis on Fungus Zoophthora radicans in New Zealand*. <http://web.entomology.cornell.edu/she/ton/diamondback-moth/pdf/2001papers/pdf>. 22 November 2012.
- Vega, F. E; G. Mercadier; and P. F. Dowd. 1999. *Fungi Associated with the Coffee Berry Borer Hypothenemus hampei (Ferrari) (Coleoptera:Scolytidae)*. [http://www.ars.usda.gov/Fungi associated with the Coffee berry borer-ASIC](http://www.ars.usda.gov/Fungi_associated_with_the_Coffee_berry_borer-ASIC). 3 November 2012.
- Vega, F. E. 2008. *Insect Pathology and Fungal Endophytes*. *Journal of Invertebrate Pathology* 98: 277 – 279.