

**SPESES - SPESES JAMUR ENTOMOPATOGEN YANG MENGINFEKSI
Aphis gossypii (GLOVER) (HEMOPTERA: APHIDIDAE) DI
AGROEKOSISTEM SAYUR DATARAN RENDAH DAN
DATARAN TINGGI SUMATERA SELATAN**

Riyanto¹, Siti Herlinda², Chandra Irsan² dan Abu Umayah²

¹ Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Sriwijaya, Jl Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Inderalaya 30662, Email: riyanto1970@yahoo.com

² Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, Universitas Sriwijaya, Jl Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Inderalaya 30662, Email: sherlinda_hpt_fp@unsri.ac.id

ABSTRACT

This research was aimed at exploring and identifying the entomopathogen fungi *Aphis gossypii* (Glover) (Hemoptera: Aphididae) in the agroecosystem of the lowland and highland of South Sumatra. The surveys of the entomopathogen *A. gossypii* were conducted in 11 locations of the vegetable centers of South Sumatra. The Identification of entomopathogen was conducted in the Laboratory of the Entomology, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. This research was conducted during the period of July 2009 and July 2010. The results of the study also revealed that two species of entomopathogenic fungi: *M. anisopliae* and *B. bassiana* were found. Both entomopathogens were cosmopolitan by nature because they were almost always found in the agroecosystem of the lowland and the highland of South Sumatra. In the medium culture, *B. bassiana* colony was white and formed a bundle like cotton. When it reached the age of over 10 days old, it looked like yellowish white chalk. The spores of *B. bassiana* were oval, with an average length of 3 µm, white in color and grow in zigzag form from conidiospores. In the medium culture, *M. anisopliae* colony was greenish yellow in color and forms spots. The spores of *M. anisopliae* were green in color, cylindrical in form with an average length of 10 µm and form a chain.

Key words: *Aphis gossypii* (Glover), *Beauveria bassiana* (Balsamo) and *Metarrhizium anisopliae* (Metsch)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk eksplorasi dan identifikasi jamur entomopatogen *Aphis gossypii* (Glover) (Hemoptera: Aphididae) di agroekosistem sayur dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan. Survei jamur entomopatogen yang menginfeksi *A. gossypii* dilakukan di 11 lokasi sentra sayur dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan. Identifikasi jamur entomopatogen dilakukan di laboratorium Entomologi Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Hasil penelitian ditemukan dua spesies jamur entomopatogen yang berasal dari sekitar koloni *A. gossypii* di agroekosistem dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan, yaitu *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) dan *Beauveria bassiana* (Balsamo). Kedua jamur entomopatogen tersebut bersifat kosmopolitan, karena hampir selalu ditemukan di agroekosistem dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan. Pada media biakan koloni *B. bassiana* berwarna putih membentuk gumpalan seperti kapas, bila umur

biakan di atas 10 hari bentuk seperti kapur berwarna putih kekuningan. Spora *B. bassiana* berbentuk oval, panjang rata-rata 3 μm , berwarna putih dan tumbuh zig zag pada konidiapor. Pada media biakan koloni *M. anisopliae* berwarna kuning kehijauan membentuk spot-spot. Spora *M. anisopliae* berwarna hijau, bentuk silindris, panjang rata-rata 10 μm dan membentuk rantai.

Kata kunci: *Aphis gossypii* (Glover), *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarrhizium anisopliae* (Metsch)

Pendahuluan

Di dalam agroekosistem serangga dapat berasosiasi dengan jamur entomopatogen. Asosiasi tersebut dalam bentuk menginfeksi serangga sehat, termasuk menginfeksi *Aphis gossypii* (Glover). Jamur entomopatogen jamur yang sering menginfeksi *A. gossypii* adalah *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* dan *Verticillium lecanii* (Mahr *et al.*, 2001). Informasi lain menyatakan, *A. gossypii* dapat dikontrol dengan jamur entomopatogen *B. bassiana*, *V. lecanii* dan *Paecilomyces* sp (Kim *et al.* 2009). Jamur entomopatogen lainnya yang menyerang *A. gossypii* ialah *Erynia (Pandora) neoaphidis* (Hufbauer, 2002). Agen pengendali hayati untuk mengontrol *A. gossypii* ialah jamur entomopatogen *Neozygites fresenii* (Nowakowski) (Bagwell & Baldwin, 2009).

Penggunaan insektisida mempunyai dampak terhadap hama dan lingkungan. Aplikasi insektisida konvensional di pertanian kubis dan kapas Monheim Jerman dapat menyebabkan *A. gossypii* resisten (Nauen & Elbert, 2003). Diinformasikan oleh Toda *et al.*, (2004) bahwa aplikasi insektisida dapat menyebabkan *A. gossypii* resisten di Hiroshima Jepang. *A. gossypii* yang

resisten terhadap insektisida sintetik mempunyai dua asam amino yang dapat menststitusi asetilkolinesterase yang berkaitan dengan peran pirimicarb dan organofosfat. Selain menyebabkan resistensi terhadap *A. gossypii*, aplikasi insektisida yang digunakan untuk mengendalikan *Helicoverpa armigera* dapat menyebabkan populasi predator lebih rendah dan populasi *A. gossypii* meningkat secara nyata (Wu & Guo, 2003). Oleh karena itu dicari alternatif penggunaan mikroba untuk pengendalian hama yang tidak menyebabkan resisten dan lebih ramah lingkungan, yaitu mikrobia patogen.

Penggunaan mikrobia patogen sebagai agen pengendali hayati aman bagi manusia, organism non target, mengurangi residu pestisida dalam makanan, konservasi musuh alami dan dapat meningkatkan keanekaragaman dalam mengelola ekosistem (Lacey *et al.*, 2001). Di Korea *A. gossypii* sangat efektif dikendalikan dengan jamur entomopatogen *V. lecanii* strain domestik (lokal). Penggunaan insektisida biologis ini menyebabkan mortalitas *A. gossypii* tinggi (Kim *et al.*, 2009). Formulasi cair bioinsektisida berbahan aktif jamur *B. Bassiana* dan *Metarrhizium* yang diperbanyak dengan jagung paling efektif membunuh nimfa wereng coklat (Herlinda *et al.*, 2008a). Ditambahkan

oleh Herlinda *et al.*, (2008b) hasil seleksi dua isolat *B. bassiana* dan lima isolat *Metarrhizium* sp. asal Sumatera Selatan terhadap nimfa *Leptocorisa oratorius* instar tiga menunjukkan bahwa isolat KBC menyebabkan mortalitas tertinggi mencapai 93%, sedangkan yang terendah 46% disebabkan oleh isolat BBY 725. Informasi lainnya, aplikasi bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) dapat menurunkan populasi *Helicoverpa armigera* dan mempengaruhi dinamika populasi *A. gossypii* di pertanaman kapas di China Utara. Artinya Bt tidak hanya berperan mengontrol *H. armigera*, tetapi juga efisien mencegah resurgensi *A. gossypii* (Wu & Guo, 2003).

Sebenarnya jamur entomopatogen secara alamiah dapat ditemukan di agroekosistem Sumatera Selatan, tetapi petani tidak dapat memanfaatkan untuk kepentingan pengendalian hama. Hasil survei di sentra-sentra sayur Sumatera Selatan dapat ditemukan serangga yang terinfeksi oleh jamur patogen pada lahan yang ditemukan koloni *A. gossypii*. Artinya ada peluang jamur entomopatogen tersebut dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati *A. gossypii*. *A. gossypii* bukan saja sebagai hama, tetapi lebih berbahaya sebagai vektor penyakit virus. Jamur entomopatogen sangat menguntungkan bagi petani, karena patogen ini dapat membantu mengendalikan hama di kebun sayur secara alamiah.

Faktor awal yang sangat menentukan keberhasilan pengembangan agen hayati untuk pengendalian *A. gossypii* ialah ketepatan dalam memilih dan menentukan sumber agen hayati yang

akan dikembangkan. Penelitian tentang spesies-spesies jamur entomopatogen jamur yang menyerang hama serangga berasal dari agroekosistem sayur Sumatera Selatan masih sangat dibutuhkan untuk penerapan dan pengembangan konsep pengendalian hayati khas lokal Sumatera Selatan. Penelitian ini menjadi penting dilakukan sebab jamur entomopatogen khas lokal Sumatera Selatan diharapkan telah beradaptasi di agroekosistemnya, sehingga apabila diaplikasikan di lapangan kemungkinan gagalnya sangat sedikit. Selain itu, spesies jamur entomopatogen yang berhasil diidentifikasi bermanfaat menambah informasi kekayaan plasma nuftah jamur entomopatogen Indonesia.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

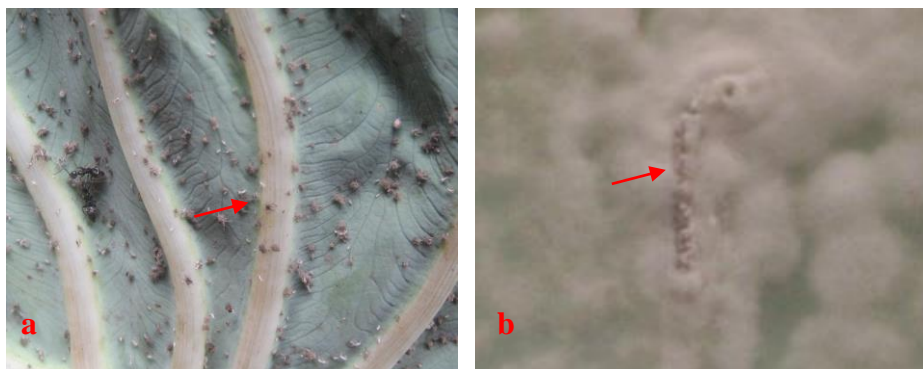
Sampel penelitian dikoleksi dari sekitar tanaman sayur dataran rendah (10-20 m di atas permukaan laut) dan dataran tinggi Sumatera Selatan (900-1.430 m di atas permukaan laut). Lokasi tanaman sayur dataran rendah, yaitu Kenten (Kab. Banyuasin), Soak (Kota Palembang), Talang Buruk (Kota Palembang), Tanjungraja (Kab. Ogan Ilir), Indralaya (Kab. Ogan Ilir) dan Gelumbang (Kab. Muaraenim). Lokasi tanaman sayur dataran tinggi, yaitu Kerinjing (Kota Pagar Alam), Muarasiban (Kota Pagar Alam), Pagardin (Kota Pagar Alam), Bedeng Kresek (Kota Pagar Alam) dan Jarai (Kab. Lahat). Waktu pengambilan sampel dua kali, yaitu pada musim kemarau (suhu 35,56°C, kelembaban 56,27 dan curah hujan 13,33 mm/hari) dan musim hujan (suhu 32,56°C,

kelembaban 66,27 dan curah hujan 17,33 mm/hari). Identifikasi spesies jamur yang menginfeksi *A. gossypii* dilakukan di laboratorium Entomologi Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2009 – Juli 2010.

Cara Kerja

Eksplorasi jamur entomopatogen dilakukan dengan tiga metode. Metode pertama, yaitu kutudaun yang terbang atau menyebar lewat udara. Kutudaun ditangkap dengan perangkap perekat berwarna kuning (*yellow sticky trap*). Perangkap dipasang 2 m dari permukaan tanah selama 3 x 24 jam dengan jumlah 20 buah di dataran rendah dan 20 buah di dataran tinggi. Pemasangan perangkap hanya dilakukan pada musim kemarau. Kutudaun yang terperangkap diperiksa dan yang terinfeksi jamur diisolasi di

laboratorium. Metode kedua, yaitu koleksi serangga mati yang terinfeksi jamur pada berbagai lokasi tanaman sayur dataran rendah dan dataran tinggi. Serangga yang terinfeksi jamur selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diisolasi (Gambar 1a). Metode ketiga, yaitu larva *Tenebrio molitor* instar ketiga yang baru ganti kulit sebagai perangkap jamur entomopatogen. Caranya adalah tanah sampel dari lokasi penelitian diambil dengan menggantinya pada ke dalaman 5-10 cm. Tanah sampel dibawa ke laboratorium sebanyak 400 g, lalu dihancurkan dan dimasukkan ke dalam nampan plastik (13x13x10 cm³). Larva *Tenebrio molitor* atau Ulat hongkong ditanamkan sedalam 0,5 cm di dalam tanah sebanyak 20 ekor per nampan. Nampan lalu ditutupi dengan kain puring hitam lembab. Setelah tiga hari, Larva *Tenebrio molitor* diperiksa dan yang terinfeksi jamur diisolasi (Gambar 1b).



Gambar 1. Metode eksplorasi jamur entomopatogen yang berhasil mendapatkan isolat jamur entomopatogen. Serangga uji hasil metode serangga terinfeksi (\downarrow), *Metarrhizium anisopliae* (a). Serangga uji hasil metode perangkap tanah, *Tenebrio molitor* (b).

Serangga atau larva serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen

permukaannya disterilkan dengan 1% natrium hipoklorit atau alkohol 70%

selama tiga menit (Modifikasi Jankevica, 2004). Serangga atau larva serangga dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali, selanjutnya serangga dikeringanginkan di atas kertas filter steril. Lalu, serangga atau larva serangga tersebut diletakkan dalam cawan petri berisi tisu lembab steril dan diinkubasikan untuk merangsang pertumbuhan jamur. Jamur yang keluar dari tubuh serangga atau larva serangga diambil dengan jarum inokulasi, dibiakkan pada medium agar. Jamur yang diambil dari serangga yang terinfeksi di alam menurut Luz *et al.* (1995) relatif lebih virulen. Lalu biakkan murni ini diidentifikasi dengan menggunakan buku acuan Humber (1998), Alexopoulos *et al.*, (1996), Barnett dan Hunter (1972) dan Bidochka dan Roberts (1994). Determinasi marga atau spesies berdasarkan cara pembentukan konidia pada konidiafor atau menurut klasifikasi Hughes-Tubaki-Barron, sedangkan determinasi menurut Saccardo berdasarkan pada morfologi dan warna spora jamur entomopatogen merupakan karakteristik tambahan.

Analisis Data

Setiap spesies jamur entomopatogen yang menjadi musuh alami *A. gossypii* dimasukkan tabel. Jamur entomopatogen yang ditemukan dideskriptif berdasarkan bentuk koloni dan karakteristik spora ditampilkan dalam bentuk foto.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ada dua spesies entomopatogen yang memarasit kutudaun *A. gossypii*, yaitu *M. anisopliae* dan *B. bassiana* (Tabel 1). Capinera (2007) menyatakan bahwa kedua jamur entomopatogen tersebut ditemukan menginfeksi *A. gossypii*. Persamaan jenis entomopatogen yang ditemukan dengan Capinera (2007) karena persamaan jenis serangga inang yang diinfeksi, yaitu *A. gossypii*. Berbeda dengan pendapat Bagwell dan Baldwin (2009) bahwa jika *A. gossypii* mengalami ledakan populasi, secara alamiah dikontrol oleh jamur *Neozygites fresenii* (Nowakowski) dan menyebabkan populasi *A. gossypii* menurun. Perbedaan jenis jamur entomopatogen tersebut diyakini karena perbedaan wilayah agroekosistem atau habitat *A. gossypii*. Penelitian ini dilakukan di wilayah tropis sedangkan Bagwell dan Baldwin (2009) melakukan penelitian di wilayah subtropis.

Kedua spesies jamur entomopatogen yang ditemukan pada penelitian ini tergolong entomopatogen yang menginfeksi *A. gossypii*. Dilaporkan oleh Mahr *et al.*, (2001) bahwa jamur entomopatogen yang sering menginfeksi *A. gossypii* ialah *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroceus* dan *Verticillium lecanii*. Kim *et al.* (2009) melaporkan jamur entomopatogen yang dapat mengontrol *A. gossypii* adalah jamur *B. bassiana*, *V. lecanii* dan *Paecilomyces* sp. Menurut Loureiro dan JR (2006) aplikasi jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat menyebabkan kematian *A. gossypii* sampai 100 %.

Tabel 1. Spesies isolat jamur entomopatogen *Aphis gossypii* yang ditemukan di agroekosistem sayur dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan.

Spesies/metode	Lokasi ditemukan isolat	Asal serangga
Dataran rendah		
<i>Metarrhizium anisopliae</i>		
Perangkap tanah	Kenten, Talang Buruk, Tanjung Raja, Indralaya dan Gelumbang	<i>Tenebrio molitor</i>
<i>yellow sticky trap</i> *	Tidak ditemukan	
Serangga terinfeksi	Indralaya	<i>Aphis gossypii</i>
<i>Beauveria bassiana</i>		
Perangkap tanah	Soak	<i>Tenebrio molitor</i>
<i>yellow sticky trap</i> *	Tidak ditemukan	
Serangga terinfeksi	Talang Buruk	<i>Aphis gossypii</i>
Dataran tinggi		
<i>Metarrhizium anisopliae</i>		
Perangkap tanah	Kerinjing, Muarasiban, Bedeng Kresek dan Jarai	<i>Tenebrio molitor</i>
<i>yellow sticky trap</i> *	Tidak ditemukan	
Serangga terinfeksi	Kerinjing dan Pagardin	<i>Aphis gossypii</i>
<i>Beauveria bassiana</i>		
Perangkap tanah	Pagardin	<i>Tenebrio molitor</i>
<i>yellow sticky trap</i> *	Tidak ditemukan	
Serangga terinfeksi	Muarasiban dan Pagardin	<i>Lipophis erysimi</i>

Keterangan: * metode dilakukan tetapi isolat jamur entomopatogen tidak berhasil ditemukan.

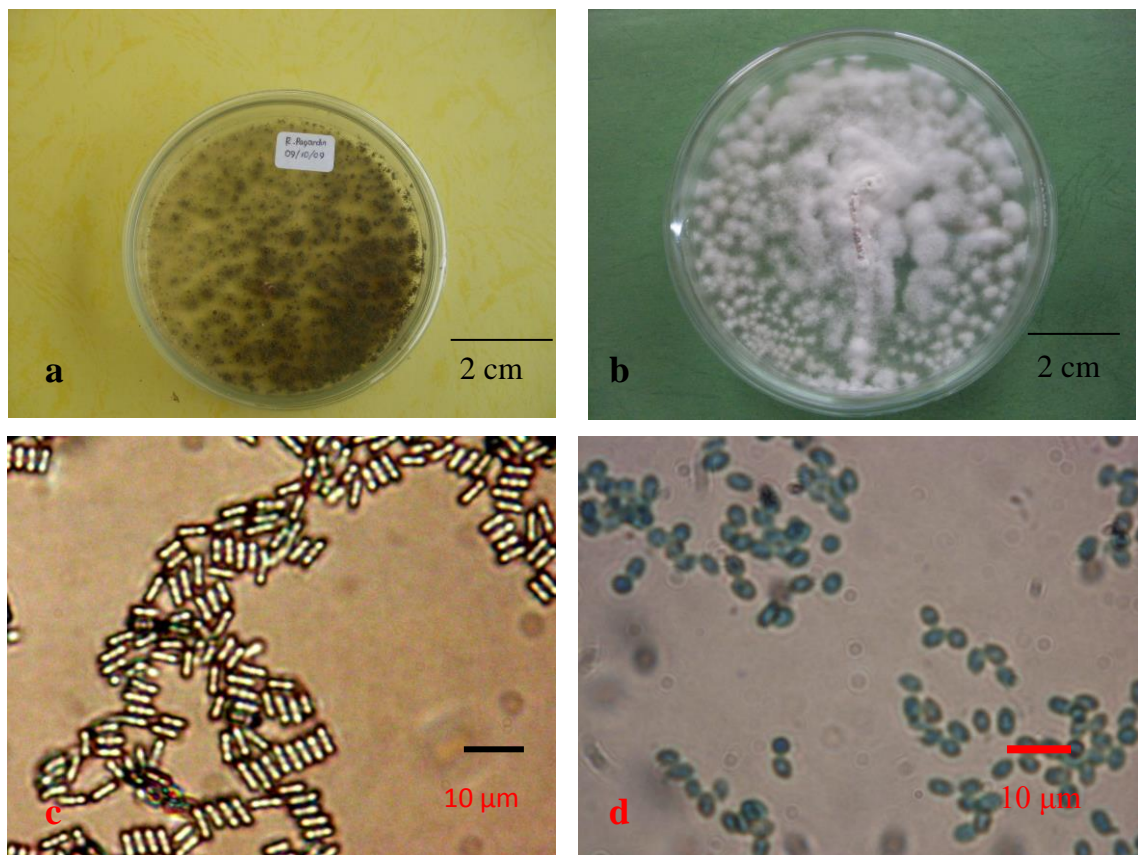
Hasil penelitian menunjukkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* hampir selalu ditemukan di agroekosistem sayur dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan (Tabel 1). Kedua entomopatogen ini bersifat kosmopolitan. Mahr *et al.* (2001) menyatakan *M. anisopliae* merupakan jamur patogenik yang dapat menginfeksi lebih dari 200 spesies serangga. Secara alami *M. anisopliae* dapat ditemukan di dalam tanah di seluruh dunia. Selain itu, Mahr *et al.*, (2001) juga menyatakan *B. bassiana* merupakan jamur tanah dapat ditemukan di seluruh dunia. *B. bassiana* dapat menyerang serangga imago, serangga muda dan beberapa musuh alami. *B. bassiana* menghasilkan spora yang dapat hidup di lingkungan ekstrim. Toledo *et al.*, (2009) jamur *B. bassiana* dan *M.*

anisopliae di agroekosistem Argentina secara alamiah mempunyai inang serangga yang luas. Serangga yang terinfeksi *B. bassiana* berasal dari ordo Coleoptera, Hemiptera dan Dermaptera. Serangga yang terinfeksi *M. anisopliae* berasal dari ordo Coleoptera dan Hemiptera.

Pada media biakan koloni *B. bassiana* berwarna putih membentuk gumpalan seperti kapas, bila umur biakan di atas 10 hari bentuk seperti kapur berwarna putih kekuningan. Spora *B. bassiana* berbentuk oval, panjang rata-rata 3 µm, berwarna putih dan tumbuh zig zag pada konidiapor (Gambar 2). Romoser dan Stoffolano (1998) menyatakan bahwa konidia (spora) *B. bassiana* berwarna putih, bentuknya oval, dan tumbuh secara zig zag pada konidiopornya. Panjang konidia *B. Bassiana* ≤ 3,5 µm dan

bentuk konidia *globuse* atau *subglobuse*. Konidiafor lembut dan tidak berwarna, konidia membentuk rantai panjang dan kepala konidia berfusi (Humber, 1998). Menurut Bidochka dan Roberts (1994) ciri-ciri belalang yang terinfeksi miselia di permukaan tubuh belalang putih. Konidia jamur kecil sekitar 5-10 μm . Konidia *B. bassiana* berbentuk bundar atau seperti globe. Pada media biakan koloni *M. anisopliae* berwarna kuning kehijauan membentuk spot-spot.

Spora *M. anisopliae* berwarna hijau, bentuk silindris, panjang rata-rata 10 μm dan membentuk rantai (Gambar 2). Menurut Humber (1998) *M. anisopliae* mempunyai panjang konidia $\leq 9 \mu\text{m}$, bentuk silindris, warna konidia hijau, kuning kehijauan dan coklat sampai kuning. Menurut Bidochka dan Roberts (1994) ciri-ciri belalang yang terinfeksi *M. anisopliae* miselia di permukaan tubuh belalang hijau. Konidia jamur kecil sekitar 5-10 μm berbentuk silinder.



Gambar 2. Spesies jamur entomopatogen yang ditemukan di agroekosistem dataran rendah dan tinggi Sumatera Selatan. Koloni *Metarrhizium anisopliae* berwarna kuning kehijauan (a), sedang koloni *Beauveria bassiana* berwarna putih (b), Spora *Metarrhizium anisopliae* (c) perbesaran 40 kali dan *Beauveria bassiana* (d) perbesaran 40 kali.

Kedua jamur entomopatogen yang berhasil diisolasi menggunakan metode perangkap tanah dan serangga terinfeksi (Tabel 2). Metode perangkap tanah dengan asal serangga terinfeksi *T. molitor* berhasil mengisolasi sembilan isolat *M. anisopliae*, yaitu dari agroekosistem Kenten, Talang Buruk, Tanjungraja, Indralaya, Gelumbang, Kerinjing, Muarasiban, Bedeng Kresek serta Jarai dan dua isolat *B. bassiana*, yaitu dari Soak dan Pagardin. Metode serangga terinfeksi dengan asal serangga *A. gossypii* berhasil mengisolasi tiga isolat *M. anisopliae*, yaitu dari Indralaya, Kerinjing dan Pagardin, serta tiga isolat *B. bassiana* dengan asal serangga *A. gossypii*, *L. erysimi* dan ulat jengkal, yaitu dari Talang Buruk, Muarasiban dan Pagardin. Kedua metode ini lebih tepat sasaran, sebab jamur berada pada habitatnya. Menurut Mahr *et al.* (2001) secara alami *B. bassiana* dan *M. anisopliae* merupakan jamur tanah yang dapat ditemukan di seluruh dunia dan dapat menginfeksi serangga. Penggunaan metode perangkap lem diyakini serangga yang terperangkap adalah serangga sehat, sehingga peluang untuk ditemukannya isolat sangat kecil. Diketahui apabila serangga terinfeksi jamur entomopatogen tidak aktif, hanya berjalan lambat di atas tanaman. Menurut Alexopoulos *et al.*, (1996) gejala serangga yang terinfeksi *Beauveria* dan *Metarrhizium* bergerak pelan menuju ke atas vegetasi untuk mati dalam posisi terisolasi dari populasi. Perilaku tersebut disebut *summit disease*. *Summit disease* merupakan upaya untuk karantina diri agar populasi lain tidak tertular.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

ISSN. 1829 586X

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Ada dua spesies jamur entomopatogen yang ditemukan menginfeksi *A. gossypii* di agroekosistem dataran rendah dan dataran tinggi Sumatera Selatan, yaitu *M. anisopliae* dan *B. bassiana*.
2. Pada media biakan koloni *B. bassiana* berwarna putih membentuk gumpalan seperti kapas, bila umur biakan di atas 10 hari bentuk seperti kapur berwarna putih kekuningan. Spora *B. bassiana* berbentuk oval, panjang rata-rata 3 μm , berwarna putih dan tumbuh zig zag pada konidiapor. Pada media biakan koloni *M. anisopliae* berwarna kuning kehijauan membentuk spot-spot. Spora *M. anisopliae* berwarna hijau, bentuk silindris, panjang rata-rata 10 μm dan membentuk rantai.
3. Pada media biakan koloni *M. anisopliae* berwarna kuning kehijauan, sedangkan koloni *B. bassiana* berwarna putih. Spora *M. anisopliae* berwarna hijau, berbentuk silindris dan membentuk rantai. Spora *B. bassiana* berbentuk oval, berwarna putih dan tumbuh pada konidiapor dengan posisi zig zag.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan telah diketahui jamur entomopatogen yang menginfeksi *A. gossypii* di agroekosistem Sumatera Selatan. Karena itu perlu dilakukan penelitian lanjut tentang pengendalian yang tepat terhadap *A. gossypii* khususnya pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur entomopatogen khas lokal dari agroekosistem Sumatera Selatan.

Daftar Pustaka

- Alexopoulos CJ, Mins CW, Blackwell M. 1996. *Introductory mycology*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.
- Bagwell RD, Baldwin JL. 2009. *Aphids on cotton*. LSU Ag Center Research & Extension.
- Barnett HL, Hunter BB. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4th Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis. Minnesota.
- Bidochka MJ, Roberts DW. 1994. Identification of fungal pathogens of grasshoppers. Di dalam McEven, L.C. 1994. *Biological Control*. Colorado State University. USA.
- Capinera JL. 2007. Melon aphid or cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Insecta: Hemiptera: Aphididae). <http://creatures.ifas.ufl.edu>. Diakses tanggal 27 juni 2009.
- Herlinda S, Mulyati SI, Suwandi. 2008a. Jamur entomopatogen berformulasi cair sebagai bioinsektisida untuk pengendali wereng coklat. *Agritrop* 27(3):119-126.
- Herlinda S, Mulyati SI, Suwandi. 2008b. Selection of isolates of entomopathogenic fungi and the bioefficacy of their liquid production against *Leptocorisa oratorius* Fabricius nymphs. *Microbial Indonesia* 3(2):1-5.
- Hufbauer RA. 2002. Evidence for nonadaptive evolution in parasitoid virulence following a biological control introduction. *Ecological Applications*, 12(1):66-78.
- Humber RA. 1998. Entomopathogenic fungal identification. *APS/ESA Joint Annual Meeting* 8-12 November 1998 Las Vegas, NV.
- Jankevica L. 2004. Ecological associations between entomopathogenic fungi and pest insects recorded in Latvia. *Latv. entomol.* 41: 60-65.
- Kim JJ, Lee MH, Yoon CS, Kim HS. 2009. Control of cotton aphid and greenhouse whitefly with a fungal pathogen. *Division of Entomology National Institute of Agricultural Science and Technology, (NIAST), RDA, Suwon, 441-707 Korea*.
- Lacey LA, Frutos R, Kaya HK, Vails P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? *Biological Control* 21:230-248.
- Loureiro EDS, JR EAM. 2006. Pathogenicity of hyphomycet fungi to aphids *Aphis gossypii* Glover and *Myzus Persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* 35(5):660-665.

- Luz CMS, Tigano MS, Silvia IG, Cordeiro CMT, Aljanabi SM. 1998. Selection of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to control *Triatoma infestans*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 93:839-846.
- Mahr SER, Cloyd RA, Mahr DL, Sadof CS. 2001. Biology control of insects and the other pest of the greenhouse crop. *North Central Regional Publication 581*. University of Wisconsin-Exstention, Cooperative Extention.
- Nauen R, Elbert A. 2003. European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bulletin of Entomological Research* 93:47-54.
- Romoser, Stoffolano. 1998. *The science of entomology*. 4th Edition. McGraw-Hill Companies, Inc. Singapura.
- Toledo AV, Lenicov AMMDe R, Lastra YCCL. 2009. Host range findings on *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) in Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43 (3-4):211-220.
- Toda S, Komazaki S, Tomita T, Kono Y. 2004. Two amino acid substitutions in acetylcholinesterase associated with pirimicarb and organophosphorous insecticide resistance in the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Insect Molecular Biology* 13 (5):549-553.
- Wu K, Guo Y. 2003. Influences of *Bacillus thuringiensis* Berliner cotton planting on population dynamics of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, in Northern China. *Environ. Entomol.* 32(2): 312-318.