

Uji Patogenitas Spora *Beauveria bassiana* Strain Wamena Sebagai Agen Hayati terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei*

ROSYE H.R. TANJUNG*¹, MESAK KAMAREA², DAN YAN PIET YEPES¹

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura-Papua

²BPTP Dinas Perkebunan Provinsi Papua

Diterima: tanggal 1 Oktober 2010 - Disetujui: tanggal 5 Februari 2011

© 2011 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

Study on virulence test of *Beauveria bassiana* strain Wamena spore concentration toward (*Hypothenemus hampei* Ferr.) has conducted at Laboratorium of Hayati BPTP Dinas Perkebunan Provinsi Papua during February to April 2010. This study aimed to identify the effectiveness of *B. bassiana* strain Wamena which has potency as agent to control pest on fruit of *Coffea* sp caused by *H. hampei*. by dipping fruit of *Coffea* sp into spore suspension. Complete random design was used in this study. Four concentrations (0; 0.01%; 0.02%; 0.03% ; 0.04% and 0.05% of *B. bassiana* spore and four replicates for each concentration were used. Mortality of *H. hampei* was observed. Results of this study showed that all concentrations of spore killed imago of *Hypothenemus hampei* Ferr. The highest mortality reached 85.625% at 0.05% of spore within 10 days. Therefore, it could be concluded that 0.05% of spore as effective concentration to control *H. hampei*.

Key words: *Beauveria bassiana* strain Wamena, *Hypothenemus hampei* Ferr., *Coffea* sp., and spore as effective concentration.

PENDAHULUAN

Meningkatnya kesadaran manusia terhadap upaya pelestarian alam serta terbebasnya tanaman pertanian atau perkebunan dari residu pestisida, berpengaruh terhadap semakin meningkatnya pula penggunaan teknik pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menekankan pada pelestarian alam, dalam hal ini termasuk kesehatan petani dan konsumen sebagai pengguna bahan pangan (Kartasapoetra, 1993; Setyowati *et al.*, 2000).

Dalam upaya peningkatan produksi dan

mutu hasil komoditas perkebunan, saat ini masih banyak menghadapi berbagai masalah. Salah satu masalah penting adalah serangan OPT terutama hama dan penyakit tanaman. Pengendalian hama dan penyakit oleh petani pada umumnya masih menggunakan pestisida yang sering berlebihan penggunaannya, sehingga menimbulkan efek samping terdapatnya residu pestisida pada hasil panen melebihi batas maksimum yang dapat diterima. Dampak penggunaan pestisida yang berlebihan juga dapat mempengaruhi kesehatan manusia, sumber daya hayati dan pencemaran lingkungan (Anonimous, 2002).

Hama dan penyakit merupakan organisme parasit, yakni tanaman atau hewan yang hidup pada bagian luar atau di dalam tubuh tanaman atau hewan lain. Organisme parasit memperoleh sebagian zat makanan atau seluruhnya dari tubuh yang ditempati tanpa memberikan imbalan sedikit

*Alamat Korespondensi:

PSL Uncen (Laboratorium Terpadu FMIPA), Jln. Kamp Wolker, Kampus Baru UNCEN-WAENA, Jayapura Papua. 99358, Telp. (0967) 572116.
Email: hefmitanjung@yahoo.co.id

pun (Pracaya, 2007). Sedangkan pestisida merupakan bahan kimia, campuran bahan kimia atau bahan-bahan lain yang bersifat bioaktif (Sastroutomo, 1992; Wudianto, 2002). Pada dasarnya, pestisida bersifat racun, oleh sebab itu pestisida dibuat, dijual dan digunakan untuk meracuni OPT. Setiap racun berpotensi mengandung bahaya, sehingga ketidakbijaksanaan dalam penggunaan pestisida pertanian bisa menimbulkan dampak negatif (Sastroutomo, 1992; Djojosumarto, 2008).

Pengendalian hama yang baik yaitu dengan cara biologis. Pengendalian secara biologis ini hanya akan mematikan hama. Sementara itu, serangga lain yang bukan hama akan terhindar dari kematian (Padmaja & Kaur, 2001; Pracaya, 2007). Dalam penerapan pengendalian hama secara biologi ada beberapa cara pengendalian, salah satunya adalah dengan memanfaatkan musuh alami. Cara ini selain aman juga tidak menyebabkan efek negatif terhadap lingkungan. Prinsip dasar pengendalian ini diarahkan agar hama secara alami dapat berkompetisi dengan organisme sekitar lingkungan (Susanto & Latumahina, 1997; Soetopo & Indrayani, 2007). Musuh alami adalah suatu organisme yang dalam kelangsungan hidupnya memangsa atau menumpang pada tubuh organisme lain. Secara umum musuh alami dapat digolongkan atas serangga parasitoid, serangga predator, patogen serangga hama, hewan vertebrata pemakan hama dan agen antagonis penyebab penyakit (Setyowati *et al.*, 2000).

Patogen serangga pada hama merupakan jasad renik (mikroorganisme) yang menginfeksi serangga hama. Salah satu jenis patogen serangga yang dikenal adalah cendawan/jamur (Padmaja & Kaur, 2001; Alizadeh *et al.* (2007) yang cukup aktif dalam pengendalian berbagai jenis serangga hama pada tanaman perkebunan (Suntoro, 1992; Soetopo & Indrayani, 2007), khususnya pada tanaman kopi yaitu jamur *Beauveria bassiana* (Al Mazra'awi, 2007; Soetopo & Indrayani, 2009). Jamur ini telah diproduksi secara massal bahkan perbanyakannya dapat ditangani secara mudah dengan biaya relatif murah. Oleh karena itu jenis jamur ini mempunyai peluang yang cukup baik

untuk digunakan sebagai alternatif pengendalian hama karena beberapa keunggulan yang dimilikinya (Setyowati *et al.*, 2000; Padmaja & Kaur, 2001; Wahyono & Tarigan, 2007).

Tanaman kopi merupakan tanaman tahunan. Hasil dari tanaman ini selain mudah pemasarannya, juga mempunyai nilai jual yang cukup tinggi. Kopi dikenal sebagai salah satu tanaman yang disukai oleh banyak jenis serangga. Salah satu hama yang cukup merugikan dari tanaman kopi adalah serangga Penggerek Buah Kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei*. Oleh karena itu perlu adanya pengendalian hama tersebut dengan menggunakan jamur *B. bassiana*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi spora *Beauveria bassiana* Strain Wamena sebagai agen hayati terhadap hama penggerek buah kopi *H. hampei* pada tanaman kopi *Coffea* sp.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hayati Balai Proteksi Tanaman Perkebunan (BPTP) Dinas Perkebunan Provinsi Papua di Waena, Kota Jayapura, yang terletak pada ketinggian ± 79 m dpl. Keadaan suhu dan kelembaban udara rata-rata adalah $28,2^{\circ}$ C dan 73,7%. Penelitian berlangsung selama 3 bulan, yaitu dari bulan Februari sampai dengan bulan April 2009.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain spesimen hama *H. hampei* yang berada pada polong buah kopi yang telah kering dan menggantung di pohon, kultur spora *Beauveria bassiana* strain Wamena dalam bentuk tepung bubuk spora.

Serangga hama diambil dari perkebunan kopi di Wamena, Kabupaten Jayawijawa. Kultur *B. bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Hayati di BPTP Papua.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan meng-

gunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 (enam) perlakuan tingkat dosis (kerapatan spora) yaitu :

- A = kontrol.
- B = dosis / formula 0,10 gram / 1000 ml air.
- C = dosis / formula 0,20 gram / 1000 ml air.
- D = dosis / formula 0,30 gram / 1000 ml air.
- E = dosis / formula 0,40 gram / 1000 ml air.
- F = dosis / formula 0,50 gram / 1000 ml air.

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 (empat) kali, dengan demikian akan diperoleh 24 satuan percobaan.

Pengamatan patogenitas pada tingkat konsentrasi formula spora *Beauveria bassiana* strain Wamena terhadap hama penggerek buah kopi (PBKo) *H. hampei*, dilakukan 1 hari setelah aplikasi. Selanjutnya pengamatan dapat dilakukan hingga hari ke-15. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil perkembangan spora, infeksi, daya bunuh, dan perubahan aktivitas dari agensi dan serangga hama pada setiap perlakuan. Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah jumlah hama terinfeksi dan yang mati akibat aplikasi *B. bassiana* pada perlakuan.

Data yang dihimpun dari hasil pengamatan diolah secara statistik dengan menggunakan Analysis of Varians (ANOVA). Bila terdapat pengaruh, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5% (Gomez & Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi spora *B. bassiana* strain Wamena yang diinokulasikan meningkatkan

Tabel 1. Perlakuan dan kerapatan yang dilakukan dalam penelitian.

| Perl | Jumlah Hama PBKo | Dosis | | Formula/ml | |
|------|------------------|---------------------------|---------------|------------|----------------------|
| | | <i>B. bassiana</i> (gram) | Aqua-des (ml) | Spora | Kerapatan Spora |
| A | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 160 | 0.10 | 1000 | 13 | 1.6×10^{11} |
| C | 160 | 0.20 | 1000 | 38 | 3.2×10^{11} |
| D | 160 | 0.30 | 1000 | 50 | 4.8×10^{11} |
| E | 160 | 0.40 | 1000 | 63 | 6.4×10^{11} |
| F | 160 | 0.50 | 1000 | 76 | 8.1×10^{11} |

Ket.: $n = 4$, jumlah polong kopi=40 buah.

jumlah kematian hama penggerek buah kopi *H. hampei* hingga hari ke-10 (tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa kelima perlakuan konsentrasi memberikan pengaruh positif terhadap kematian hama *H. hampei* yang berbeda, dimana perlakuan F dengan konsentrasi *B. bassiana* 0,50 g/1000 ml air merupakan perlakuan terbaik dengan rata-rata kematian 71,77%, diikuti dengan perlakuan E (58,14%), D (47,29%), C (41,01%), B (37,32) dan A (0,45%). Artinya bahwa semua perlakuan telah memberikan pengaruh terhadap mortalitas *H. hampei*, sedangkan perlakuan A sebagai kontrol tidak memberikan pengaruh pada hama *H. hampei* yang diuji (tabel 3). Hasil analisis statistik dari perlakuan konsentrasi spora *B. bassiana* menunjukkan nilai F_{hitung} 13,796 lebih besar dari nilai F_{tabel} pada taraf kepercayaan 94% ($\alpha=0,05$) adalah 2,77

Tabel 2. Persentase kematian hama penggerek buah kopi *H. hampei* pada setiap perlakuan dan ulangan yang telah ditransformasi arcsin setelah aplikasi.

| Perl. | Ulangan | | | | Jumlah | Re-rata |
|-------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| A | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 1.8 | 0.45 |
| B | 40.69 | 40.69 | 31.63 | 36.27 | 149.28 | 37.32 |
| C | 34.76 | 37.76 | 36.27 | 55.24 | 164.03 | 41.01 |
| D | 58.37 | 56.79 | 39.23 | 34.76 | 189.15 | 47.29 |
| E | 77.08 | 42.13 | 36.27 | 77.08 | 232.56 | 58.14 |
| F | 74.11 | 89.55 | 49.31 | 74.11 | 287.08 | 71.77 |

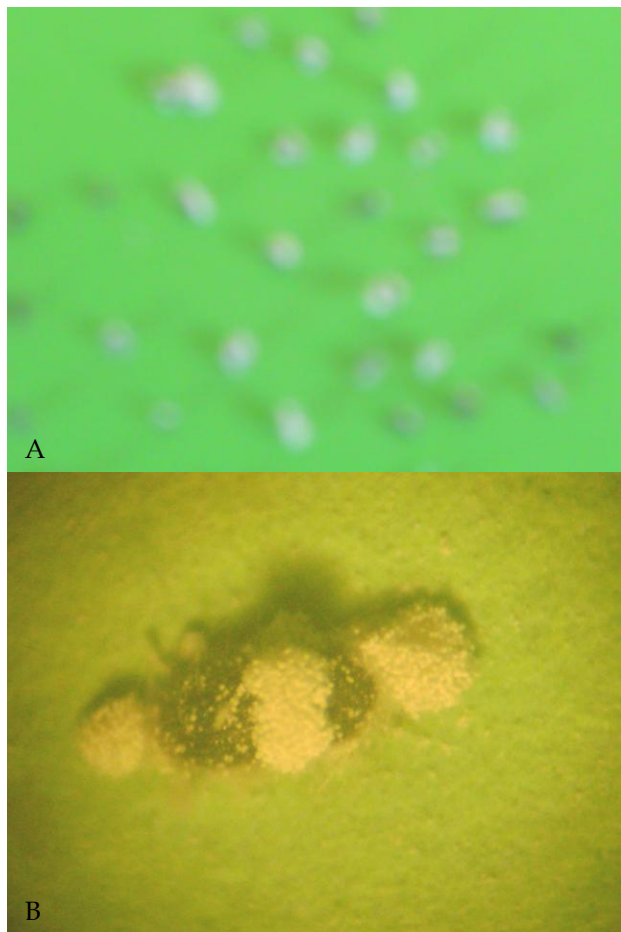
Tabel 3. *Analysis of variance* (ANOVA) perlakuan konsentrasi spora *B. bassiana* strain Wamena terhadap kematian hama penggerek buah kopi *H. hampei*.

| Konsentrasi Spora <i>B. bassiana</i> (gram) | Rerata Transformasi | Nilai BNJ (0.05) |
|---|---------------------|------------------|
| A (0) | 0.45 a | |
| B (0.10) | 149.28 b | |
| C (0.20) | 164.03 b | 29.22 |
| D (0.30) | 189.15 b c | |
| E (0.40) | 232.56 c | |
| F (0.50) | 278.08 c | |

Ket.: angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata.

dan α 0,01 adalah 4,89, dengan demikian ada pengaruh nyata antara perlakuan konsentrasi spora terhadap kematian hama *H. hampei*. Hasil uji BNJ diperoleh bahwa pada $\alpha= 0,05$ adalah 29,22 dan $\alpha =0,01$ adalah 36,44.

Hasil uji BNJ (tabel 3) menunjukkan perlakuan A sebagai kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hama penggerek buah



Gambar 1. Miselia *B. bassiana* strain Wamena yang tumbuh (A) dan mampu menginfeksi tubuh hama PBKo *H. Hampei* (B).

kopi (PBKo) *H. hampei* merupakan hama utama pada tanaman kopi (*Coffea* sp.). Hama ini memanfaatkan buah kopi sebagai habitat hidup, gudang makanan dan tempat berkembang biak.

Pada perlakuan B, C, D berbeda nyata dengan perlakuan E dan F. Perlakuan D walaupun berbeda nyata dengan A, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, C dan E, F. Perlakuan terbaik diketahui pada F yang menunjukkan

tingginya persentase hama penggerek buah kopi yang mengalami kematian.

Jamur *B. bassiana* strain Wamena sebagai agensia hayati merupakan sarana yang sangat penting dan berpeluang dalam pengelolaan dan pengendalian poulasi hama PBKo pada suatu ekosistem tanaman kopi yang stabil. Spora *B. bassiana* berpotensi dalam proses infeksi, penetrasi dan mematikan hama. Menurut Patandungan *et al.*, (2009) hasil biakan produksi spora *B. bassiana* dengan interaksi konsentrasi 0,05% asam cuka merupakan produksi spora *B. bassiana* terbaik, jumlah spora yang dihasilkan 2941,8 spora/ml air atau dengan kerapatan spora $8,641 \times 10^{12}$ formula spora/ml air. Dengan demikian, produksi spora ini berpengaruh pada tingkat virulensi dan viabilitas spora. Hasil ini berbeda dengan yang dilakukan oleh Nasir (2010) yang mengemukakan bahwa walaupun mempengaruhi mortalitas *Hypothenamus hampei*, tetapi tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Namun, menurut Pedrini *et al*, (2010) dan *B. bassiana* juga efektif digunakan untuk mematikan Coleoptera *Tribolium castaneum* dan *Ulomoides dermestoides* (Tenebrionidae).

Hasil pengamatan menunjukkan pula bahwa dengan perlakuan *B. bassiana* hama PBKo dapat terinfeksi dan menimbulkan kematian. Proses infeksi berlangsung sangat baik karena aktivitas hama yang keluar dan masuk melalui lubang gerakan pada buah kopi. Dengan demikian terjadi kontak secara langsung sehingga membawa spora *B. bassiana* yang menempel pada bagian tubuh hama dapat masuk ke dalam buah dan dapat pula menyebarkan spora jamur *B. bassiana* pada hama lain. Oleh karena itu proses infeksi terjadi di luar ataupun di dalam buah kopi.

Hasil pengamatan juga menunjukkan perlakuan F dengan konsentrasi 0,50 gr/1000 ml air mampu menginfeksi dan mematikan hama PBKo sebanyak 137 ekor dari 160 ekor yang diujikan (data tidak ditampilkan), diikuti berturut-turut perlakuan E dengan konsentrasi spora 0,40 g yaitu 108 ekor, perlakuan D dengan konsentrasi spora 0,30 g yaitu 86 ekor, perlakuan B dengan konsentrasi spora 0,20 g/1000 ml air yaitu 69 ekor, sedangkan pada perlakuan A sebagai kontrol

mampu hidup normal dan tidak terjadi infeksi ataupun kematian hama PBKo. Dengan demikian pemberian spora *B. bassiana* memiliki kemampuan untuk menginfeksi dan mematikan hama PBKo. Melihat angka terjadinya infeksi dan hama yang mati karena jamur *B. bassiana*, maka perlakuan dengan konsentrasi spora 0,50 g dan 0,40 gram/1000 ml air dengan hama mati sebanyak 160 adalah terbaik dan efektif, sedangkan konsentrasi pada perlakuan B, C, dan D dikatakan cukup efektif dalam menginfeksi dan mematikan hama uji dengan waktu yang cukup singkat yaitu 10 hari. Menurut Soetopo & Indrayani (2007) konidia (spora) merupakan unit *B. bassiana* yang paling infeksiif dan stabil untuk aplikasi di lapang dibandingkan dengan hifa maupun blasto-sporanya.

Pada umumnya kematian hama akan terjadi 2 hari setelah inokulasi (Trizelia & Nurdin, 2010), namun tergantung dari kerapatan konsentrasi spora yang digunakan. Selanjutnya aplikasi suspensi spora *B. bassiana* dimana pengamatan dan identifikasi setelah 10 hari nampak pada permukaan tubuh hama PBKo muncul konidiofor, spora berwarna putih dan spora-spora yang bergerombol. Sehingga secara visual nampak seperti serbuk dan hampir menutupi seluruh permukaan tubuh hama PBKo yang terinfeksi dan mati (gambar 1).

Jika melihat perlakuan dengan hasil mempunyai pengaruh positif, maka penambahan konsentrasi perlakuan dimungkinkan akan memberikan peningkatan tingkat kematian hama. Melihat hasil pengamatan ini membuktikan bahwa spora *B. bassiana* dapat dimanfaatkan sebagai agen aktif yang mudah diaplikasikan, karena mampu menginfeksi dan mematikan hama PBKo, efektif bermetabolisme dan mampu berkecambah secara normal, serta didukung oleh lingkungan ruang uji dengan rata-rata suhu 25,27 °C dan kelembaban 91,43% selama 10 hari.

Gejala adanya infeksi diawali dengan tumbuhnya miselia berwarna putih seperti kapas yang tumbuh pada rongga tubuh hama *H. hampei*, selanjutnya tubuh hama mengeras, kaku dan terbentuknya koloni spora.

Tabel 4. Rerata persentase (%) mortalitas *Hypothenemus hampei*.

| Konsentrasi spora (gram) | mortalitas (%) |
|-----------------------------|-------------------|
| 0.10 | 36.87 |
| 0.20 | 43.125 |
| 0.30 | 53.75 |
| 0.40 | 67.50 |
| 0.50 | 85.625 |

Angka mortalitas 85,625% (tabel 4) pada konsentrasi spora 0,50 g/1000 ml air dalam waktu 10 hari, membuktikan *B. bassiana* strain Wamena sangat virulen sebagai agen hayati dalam pengelolaan dan pengendalian populasi hama *H. hampei* pada buah kopi. Lebih lanjut, banyak peneliti juga mengungkapkan hasil yang sama seperti yang disampaikan oleh Trizelia & Nurdin (2010) dan Wahyono & Tarigan (2007) yang menunjukkan kesamaan hasil penelitian. Hubungan positif korelasi antara konsentrasi konidia *B. bassiana* dengan tingkat mortalitas juga ditunjukkan pada kelompok insekta. Korelasi positif ini mengindikasikan bahwa dengan peningkatan konsentrasi konidia fungi akan meningkatkan kematian larva dan tingkat persentase kematian insekta. Lebih spesifik lagi, menurut Mahmoud (2009) pemberian *B. bassiana* yang berinteraksi dengan jenis fungi lain seperti *Metarhizum anisopilae* juga sinergi dan efektif meningkatkan tingkat mortalitas *Bactrocera oleae*.

Produksi spora dan konsentrasi spora memiliki fenomena tentang mortalitas hama *H. hampei*, dimana makin tinggi mortalitas hama *H. hampei* berarti terjadi penurunan populasi hama, jika demikian maka kerusakan buah kopi akan berkurang dan produksi buah kopi akan meningkat. Keberhasilan produksi spora pada konsentrasi spora terhadap mortalitas hama *H. hampei* yang dicapai didukung oleh beberapa hal:

1. Isolat *Beauveria bassiana* yang digunakan adalah hasil isolasi dari hama *Hypothenemus* yang terinfeksi dan mati dari lapangan di daerah Wamena, Jayawijawa dan disubkulturkan dua kali pada media SDA+Y dan satu kali pada media perbanyakan (beras pera), dengan demikian isolat memiliki virulensi yang tinggi.

2. Konsentrasi spora *B. bassiana* yang digunakan menyebabkan perbedaan mortalitas pada hama *H. hampei*.
3. Metode aplikasi suspensi yang digunakan dalam penelitian yaitu *rearing* hama *H. hampei* selama satu bulan dan cara aplikasi suspensi spora yaitu merendam/mencelup buah kopi hasil *rearing* terseleksi pada suspensi spora selama 5 menit.
4. Tingkat patogenitas *B. bassiana* pada hari ke 10 yang menyebabkan infeksi dan mematikan hama *H. hampei*.

Keberhasilan penggunaan agensia *B. bassiana* dalam penelitian ini ditentukan oleh produksi spora, konsentrasi spora, jumlah spora/ml air, kepadatan spora/ml air, kecambah spora dan virulensi yang tinggi (Junianto, 2000). Menurut Edgington *et al.*, (2000), Alizadeh *et al.* (2007) dan Mahmoud (2009) tingkat keberhasilan dalam penggunaan agen hayati tergantung banyak faktor, diantaranya adalah faktor lingkungan termasuk penggunaan biopestisida dan produk kimia yang digunakan untuk melindungi tumbuhan pada lahan pertanian. Menurut Soetopo & Indrayani (2007) saat ini produk bioinsektisida berbahan aktif *B. bassiana* telah tersedia secara komersial di Indonesia. Meskipun demikian, tampaknya pemanfaatan di lapang khususnya untuk tanaman perkebunan belum optimal. Namun, Menurut Ludwig & Oetting (2001) dan Trizelia & Nurdin (2010), fungi *B. bassiana* berpotensi digunakan untuk biopestisida namun hal ini masih diperlukan beberapa kajian untuk menghasilkan biopestisida yang efektif.

KESIMPULAN

Metode aplikasi suspensi spora *B. bassiana* terhadap tingkat mortalitas hama pengerek buah kopi *H. hampei* dengan cara perendaman polong buah kopi kering terjadi sangat efektif. Perlakuan dengan pemberian konsentrasi spora yaitu 0,10 g, 0,20 g, 0,30 g, 0,40 g, dan 0,50 g/1000 ml air memiliki kemampuan dalam menginfeksi dan mematikan hama kopi *H. hampei* yang berada di luar ataupun di dalam buah kopi. Namun

perlakuan konsentrasi spora 0,50 g/1000 ml air dengan jumlah spora 1076 dan kerapatan spora $8,1 \times 10^{11}$ mampu menginfeksi dan mematikan hama *H. hampei* dengan angka mortalitas 85,625% merupakan yang tertinggi dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mazra'awi, M.S. 2007. Impact of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* on the Honey Bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *World Journal of Agriculture Sciences*. 3(1): 07 - 11.
- Alizadeh, A., M.A. Samih., M. Khezri., and R. Saberi 2007. Compatibility of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. with Several Pesticides. *International journal of agriculture & biology*. 9(1): 31-34.
- Anonimous. 2002. *Penggunaan Pestisida Secara Benar Dengan Residu Minimum*. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. Jakarta.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan aplikasinya*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Edgington, S., H. Segura., W. De La Rosa., and T. Williams. 2000. Photoprotection of *Beauveria bassiana*: testing simple formulations for control of the coffee berry borer. *International Journal Of Pest Management*. 46(3): 169-176.
- Gomez, K.A & A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian, Edisi Kedua*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Junianto, Y.D., H. Sumangun, A. Harsojo dan E.S. Rahayu. 2000. Viabilitas dan virulensi Blastospora *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. Kering beku pada beberapa suhu simpan. *Pelita Perkebunan*. 16(1): 30-41.
- Kartasapoetra, A. G. 1993. *Hama tanaman pangan dan perkebunan*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Ludwig, S.W., and R. D. Oetting. 2001. Susceptibility of Natural Enemies to Infection by *Beauveria bassiana* and Impact of Insecticides on *Ipheseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *J. Agric. Urban Entomol*. 18(3): 169-178.
- Mahmoud, M.F. 2009. Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopilae* and *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. *Plant Protect. Sci*. 45: 98-102.
- Nasir, M. 2010. Uji patogenitas jamur *Beauveria bassiana* terhadap hama *Hypothenemus hampei* (bubuk buah kopi) sebagai alternatif sumber belajar biologi di SMA/MA. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Padmaja, V., and G. Kaur. 2001. Use of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (Moniliales: Deuteromycetes) for controlling termites. *Current Science*. 81(6): 645 - 647.
- Patandungun, R., R. H.R. Tanjung, dan M. Kamarea. 2009. Pengaruh tingkat konsentrasi asam cuka pada Medium

- beras pera terhadap sporulasi *Beauveria bassiana* Strain-Wamena sebagai agens hayati. *Jurnal Biologi Papua*. 1(2): 81 – 88.
- Pedrini, N., M.L. Villaverde., C.B. Fuse., G.M. D. Bello., and M.P. Juárez. 2010. *Beauveria bassiana* infection alters colony Development and defensive secretions of the Beetles *Tribolium castaneum* and *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*. 103(4): 1094-1099.
- Pracaya. 2007. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sastroutomo, S. 1992. *Dasar-dasar Pestisida dan Dampak Penggunaannya*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Setyowati, A., Juliastuti., L. Wijayawati., S. Sulistianingsih., L. Suyatni dan Pramudiharto. 2000. *Pengembangan Agens Hayati di Jawa Timur*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Daerah Provinsi Jawa Timur. Jawa Timur.
- Soetopo, D. dan I.G.A.A. Indrayani. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif*. 6(1): 29 – 46.
- Soetopo, D. dan I.G.A.A. Indrayani. 2009. Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana*: Potensi dan prospeknya dalam Pengendalian Hama Tungau. *Perspektif*. 8(2): 65 – 73.
- Suntoro. 1992. *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill sebagai sarana Pengendalian Hama Perkebunan. *Gema Perlintan*. 4(1): 8-3.
- Susanto, E.P. dan F.A. Latumahina. 1997. *Inventarisasi dan identifikasi musuh alami agens hayati dan pestisida nabati spesifik lokasi pada tanaman pangan komoditas padi di Kabupaten Nabire*. Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.
- Trizelia and F. Nurdin. 2010. Virulence of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* isolates to *Crocidolomia pavonana* F (Lepidoptera: Crambidae). *Agrivita*. 32(3): 254-260.
- Wahyono, T.E., dan N. Tarigan. 2007. Uji patogenisitas agen hayati *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap ulat serendang (*Xystrocera festiva*). *Buletin Teknik Pertanian*. 12(1): 27 – 29.
- Wudianto, R. 2002. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Edisi Revisi. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.