

*Jurnal*  
**TANAMAN INDUSTRI  
 DAN PENYEGAR**  
 Journal of Industrial and Beverage Crops  
 Volume 7, Nomor 3, November 2020

---

**KEMAMPUAN BLASTOSPORA *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*  
 DAN *Lecanicillium lecanii* DALAM MENGINFEKSI KUMBANG  
*Hypothenemus hampei***

**THE ABILITY OF *Paecilomyces Fumosoroseus*, *Metarhizium Anisopliae* AND *Lecanicillium Lecanii*  
 BLASTOSPORES IN INFECTING *Hypothenemus Hampei* BEETLES**

\* Samsudin, Khaerati, Gusti Indriati, Arlia Dwi Hapsari

**Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**  
 Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357, Indonesia  
 \*samsudin.afaqih@gmail.com

(Tanggal diterima: 30 Mei 2020, direvisi: 31 Agustus 2020, disetujui terbit: 29 November 2020)

**ABSTRAK**

*Hypothenemus hampei* merupakan hama penggerek buah kopi (PBKo) yang sulit dikendalikan karena hidup di dalam buah kopi. Blastospora jamur patogen serangga (JPS) diharapkan efektif mengendalikan hama tersebut. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi kemampuan blastospora *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae* dan *Lecanicillium lecanii* dalam menginfeksi, mematikan dan menghambat perkembangan *H. hampei* pada buah kopi di laboratorium. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Desember 2019 di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi. Penelitian menggunakan 14 perlakuan, yaitu 3 jenis jamur (*P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii*) dengan masing-masing 4 kerapatan ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ , dan  $10^5$  blastospora/ml), kontrol positif menggunakan insektisida nabati (Biotris) dan kontrol negatif, serta diulang 4 kali. Parameter yang diamati adalah mortalitas, jumlah gergakan, dan perkembangan serangga setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua blastospora mampu menginfeksi dan mematikan imago *H. hampei* di laboratorium. Mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan *P. fumosoroseus* dengan kerapatan  $10^8$  blastospora/ml (P1) sebesar 39,91%, sedangkan jumlah gergakan terendah pada perlakuan *L. lecanii*  $10^6$  blastospora/ml (L3) dengan daya hambat sebesar 28,57%. Semua jenis blastospora juga dapat menghambat perkembangan serangga dalam buah kopi, dengan tingkat penghambatan tertinggi pada perlakuan *M. anisopliae*  $10^8$  blastospora/ml (M1) yaitu 78,69% untuk telur dan 74,24% untuk larva. Blastospora dari tiga jenis JPS berpotensi dikembangkan sebagai bioinsektisida pengendali PBKo.

**Kata kunci:** Bioinsektisida; entomopatogen; *Hypothenemus hampei*; kopi

**ABSTRACT**

*Hypothenemus hampei* is a coffee berry borers (CBB) that is difficult to control because it lives inside the coffee berries. Blastospores of entomopathogen fungal are expected to be effective in controlling these pests. The purpose of this study was to evaluate the ability of blastospores *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii* to infect, kill and inhibit the development of *H. hampei* on coffee cherries in the laboratory. The study was conducted from March to December 2019 at the Plant Protection Laboratory, Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, Sukabumi. The study used 14 treatments, namely 3 types of fungi are *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* and *L. lecanii* with every 4 densities are  $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ , and  $10^5$  blastospores/ml, positive control using botanical insecticides (Biotris) and negative control, and repeated 4

times. The parameters observed were mortalities, number of bor holes, and insect development after treatment. The results showed that all blastospores were able to infect and kill *H. imago* in the laboratory. The highest mortality occurred in the treatment of *P. fumosoroseus* with  $10^8$  blastospores/ml densities (P1) by 39.91%. Blastospores of 3 entomopathogens were able to inhibit the number of bor holes on the coffee cherries, with the highest inhibition in the treatment of *L. lecanii*  $10^6$  blastospores/ml (L3) by 28.57%. All types of blastospores can also inhibit insect development in the coffee cherries. Treatment of *M. anisopliae*  $10^8$  blastospore/ml (M1) was able to reduce the number of eggs and nymphs by 78.69% and 74.24% respectively compared to negative controls. Blastospores from three types of entomopathogens have the potential to be developed as bioinsecticides to control CBB.

**Keywords:** Bioinsecticide; coffee; *Hypothenemus hampei*; entomopathogen

## PENDAHULUAN

Hama penggerek buah kopi (PBKo) (*Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) merupakan hama utama tanaman kopi di Indonesia (Sulistiyowati, Mangoendihardjo, & Wagiman, 1999). Rata-rata tingkat serangan PBKo secara nasional di perkebunan rakyat mencapai lebih dari 20%, mengakibatkan kehilangan hasil di atas 10% (Wiryadi Putra, 2014). Hasil penelitian Hayata (2016), kehilangan hasil pada pertanaman kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat setiap tahunnya mencapai 3,95 – 7,11%, dengan rata-rata intensitas serangan menurut Meilin, Nasamsir, & Riyanto (2017) berkisar 9,11 - 10,80%. Kehilangan hasil pada pertanaman kopi Arabika di Sulawesi Selatan menurut Laila, Agus, & Saranga (2011) berkisar 30 - 60%.

Pengendalian hama PBKo dengan memanfaatkan jamur patogen serangga (JPS) telah lama dikembangkan. Jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* telah digunakan sebagai agens hayati pengendali berbagai hama tanaman termasuk PBKo (Jaramillo, Montoya, Benavides, & Góngora B, 2015; Apriyanto & Nadrawati, 2019). Hasil penelitian Bustillo, Bernal, Benavides, & Chaves (1999), menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dalam bentuk konidia mampu menginfeksi kumbang *H. hampei* di laboratorium. Hasil evaluasi infektifitas beberapa isolat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* oleh Apriyanto & Nadrawati (2019) menunjukkan bahwa JPS tersebut mampu mematikan imago *H. hampei* rata-rata di atas 60%. Selain kedua jenis JPS tersebut, *Paecilomyces lilacinus* (Bustillo *et al.*, 1999) dan *Penicillium* sp. (Hendry, Daud, & Agus, 2016) juga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati pengendali PBKo.

Pemanfaatan JPS dalam bentuk blastospora yang diproduksi melalui proses fermentasi cair dalam fermentor diharapkan lebih efisien dan efektif mengendalikan *H. hampei*. Menurut Hegedus, Bidochka, Miranpuri, & Khachatourians (1992), blastospora lebih infektif terhadap serangga inang karena bersifat kurang hidrofobik dibandingkan dengan konidia. Blastospora *M. anisopliae* yang menempel pada

integumen larva nyamuk *Aedes aegypti* (Alkhaibari *et al.*, 2016) dan *Culex quinquefasciatus* (Alkhaibari *et al.*, 2018) lebih virulen daripada konidia karena dapat menginfeksi langsung ke dalam tubuh inang. Hasil penelitian Bernardo *et al.* (2018), menunjukkan bahwa blastospora *M. robertsii*, *M. anisopliae* dan *B. bassiana* lebih virulen terhadap tungau *Rhipicephalus microplus* dibandingkan dengan konidia. Demikian juga Correa, Duarte, Silva, Moura Mascarin, & Delalibera (2020) melaporkan bahwa blastospora *B. bassiana* dan tiga isolat *Cordyceps fumosorosea* lebih efektif dalam membunuh *Bemisia tabaci*, *Spodoptera frugiperda* dan *Chrysodeixis includens* daripada konidianya.

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan blastospora *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* dalam menginfeksi, mematikan dan menghambat perkembangan *H. hampei* pada buah kopi di tingkat Laboratorium.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Desember 2019 di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi. JPS yang digunakan adalah isolat jamur *Paecilomyces fumosoroseus* dan *Metarhizium anisopliae* yang diperoleh dari Laboratorium Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, serta isolat *Lecanicillium lecanii* dari Laboratorium Proteksi Tanaman, Balittri.

### Produksi Blastospora JPS dengan Media Cair

Blastospora diproduksi menggunakan media cair dalam bioreaktor mengikuti metode Lozano-Contreras *et al.* (2007) yang dimodifikasi. Isolat jamur *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Jamur diinkubasi pada suhu 25°C selama 21 hari dalam kondisi gelap sampai terbentuk spora. Media yang digunakan untuk memproduksi blastospora adalah *Potato Carrot Broth* (PCB) yang terbuat dari ekstrak kentang (20%), ekstrak wortel (20%) dan molase (5%) dengan perbandingan (1:1:1).

Ekstrak kentang dan wortel dibuat dengan cara merebus kentang dan wortel masing-masing sebanyak 200 gram dalam 1.000 ml air sampai mendidih, kemudian disaring dan diambil ekstraknya.

Perbanyakkan blastospora dan perlakuan pada serangga uji untuk masing-masing jenis JPS dilakukan secara terpisah dan bertahap. Media PCB sebanyak tiga liter dimasukkan ke dalam bioreaktor *LiFplus GX* secara aseptik. Kemudian sebanyak 3 potong jamur yang mengandung spora dimasukkan kedalamnya, dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 23°C. Untuk mengetahui jumlah blastospora dilakukan sampling dengan mengambil 1 ml dari media dalam bioreaktor secara aseptis ke dalam *microtube* 1,5 ml steril dan disentrifugasi dengan kecepatan 5.000 rpm selama 5 menit. Supernatan dibuang dan pelet biomassa blastospora diencerkan dengan aquades steril dengan pengenceran antara  $10^{-1}$  –  $10^{-4}$ . Suspensi blastospora pada pengenceran  $10^{-4}$  dari setiap jenis jamur dihitung menggunakan *haemocytometer* di bawah mikroskop Olympus BX53 dengan perbesaran 10 x 40. Untuk mendapatkan kerapatan blastospora dilakukan seri pengenceran sampai diperoleh kerapatan blastospora sesuai perlakuan ( $10^5$  –  $10^8$  blastospora/ml).

#### Kemampuan Blastospora JPS dalam Menginfeksi dan Mematikan *H. hampei*

Pengujian kemampuan blastospora JPS dalam menginfeksi dan mematikan imago *H. hampei* mengikuti metode Balakrishnan & Naik (2014). Suspensi blastospora hasil perbanyakkan dari masing-masing jenis JPS dilakukan seri pengenceran persepuluhan sehingga mendapatkan kerapatan  $10^5$  –  $10^8$  blastospora/ml. Perlakuan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 14 perlakuan dan diulang 4 kali (Tabel 1).

Buah kopi yang digunakan adalah buah kopi Robusta berumur sekitar 6 bulan yang sudah mengeras. Sebelum digunakan buah kopi dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan dari lapang, kemudian dikeringkan. Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi blastospora secara merata pada seluruh permukaan buah dan dibiarkan sampai kering. Selanjutnya 10 buah kopi yang sudah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam gelas plastik, dan pada waktu yang bersamaan dimasukkan sebanyak 10 ekor imago *H. hampei*, kemudian gelas plastik ditutup rapat.

Tabel 1. Perlakuan blastospora jamur patogen serangga pada imago *H. hampei*

Tabel 1. *Treatment of entomopathogen blastospores to H. hampei beetles*

No.	Kode perlakuan	Jenis JPS dan kerapatannya (blastospora/ml)
1.	P1	<i>P. fumosoroseus</i> $10^8$
2.	P2	<i>P. fumosoroseus</i> $10^7$
3.	P3	<i>P. fumosoroseus</i> $10^6$
4.	P4	<i>P. fumosoroseus</i> $10^5$
5.	M1	<i>M. anisopliae</i> $10^8$
6.	M2	<i>M. anisopliae</i> $10^7$
7.	M3	<i>M. anisopliae</i> $10^6$
8.	M4	<i>M. anisopliae</i> $10^5$
9.	L1	<i>L. lecanii</i> $10^8$
10.	L2	<i>L. lecanii</i> $10^7$
11.	L3	<i>L. lecanii</i> $10^6$
12.	L4	<i>L. lecanii</i> $10^5$
13.	K1	Kontrol (+) $\alpha$ -eleostearic acid (5 ml/l)
14.	K0	Kontrol (-) aquades

Pengamatan dilakukan setiap hari selama 15 hari untuk melihat mortalitas *H. hampei*. Untuk memastikan kematian serangga uji disebabkan oleh jamur, maka bangkai serangga uji yang mati dilembapkan pada kertas tisu selama 2-3 hari, kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 2,5 x 10. Persentase imago yang mati dihitung dengan menggunakan rumus:

$$M = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Mortalitas (%)

a = Jumlah imago yang mati

b = Jumlah imago yang hidup

Pada pengamatan hari ke-15 dihitung jumlah lubang gerkakan dan perkembangan hidup *H. hampei* di dalam buah. Nilai hambatan serangan didapatkan dengan cara menghitung total lubang gerkakan yang terdapat pada buah kopi yang digunakan sebagai pakan *H. hampei*. Jumlah lubang gerkakan diamati pada bagian bawah buah (diskus) yang ditandai dengan adanya kotoran bekas gerkakan di sekitar lubang masuk. Persentase hambatan serangan dihitung menggunakan rumus (Setiawati, Murtiningsih, & Hasyim, 2011):

$$H = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

H = Hambatan serangan (%)

a = Jumlah lubang gerakan pada perlakuan kontrol negatif

b = Jumlah lubang gerakan pada perlakuan blastospora

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan blastospora JPS terhadap perkembangan hidup *H. hampei* di dalam buah kopi, dilakukan dengan cara membelah semua buah kopi yang telah diberi perlakuan, kemudian dihitung jumlah telur dan larva yang hidup di dalamnya. Persentase penghambatan perkembangan hidup *H. hampei* dihitung dengan membandingkan jumlah telur dan larva pada perlakuan dengan kontrol negatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

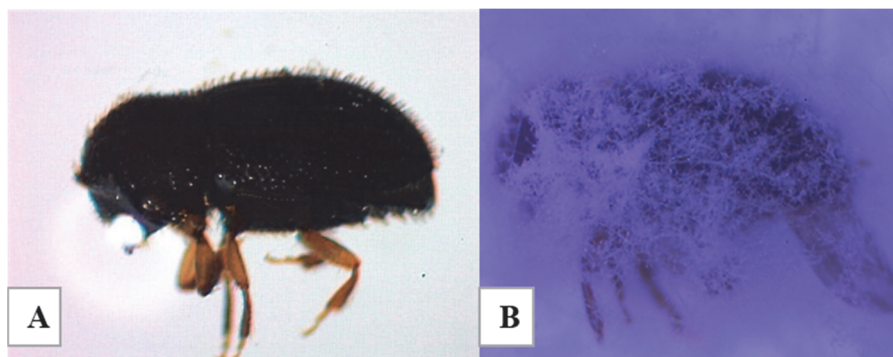
### Produksi Blastospora JPS Menggunakan Media Cair PCB

Produksi blastospora menggunakan media cair PCB di dalam bioreaktor menghasilkan blastospora jamur *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* dengan rata-rata kerapatan berturut-turut  $(1,29 \pm 0,25) \times 10^9$ ,  $(5,25 \pm 0,18) \times 10^8$  dan  $(8,40 \pm 0,15) \times 10^8$  blastospora/ml. Hasil tersebut menunjukkan bahwa populasi blastospora jamur *P. fumosoroseus* yang diproduksi dalam bioreaktor menggunakan media PCB lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *M. anisopliae* dan *L. lecanii*. Meskipun populasi blastospora ketiga JPS yang dihasilkan berbeda, akan tetapi kuantitas dari ketiganya masih dalam kisaran normal. Secara kuantitatif penggunaan media cair PCB menghasilkan populasi blastospora JPS yang relatif sama dengan yang menggunakan media berbahan kimia sintetik yang telah

umum digunakan, seperti *collagen pepton*, *casamino acid* dan *yeast extract*. Kuantitas blastospora yang dihasilkan sangat ditentukan oleh kandungan karbon (C) dan nitrogen (N) dalam media perbanyakannya. Menurut Jaronski & Mascarin (2017) media yang mengandung C dan N tinggi cenderung akan menghasilkan biomassa vegetatif (blastospora, badan hifa, miselium, dan mikrosklerotia) lebih banyak. Hasil penelitian Lozano-Contreras *et al.* (2007) menunjukkan bahwa populasi blastospora *P. fumosoroseus* yang diproduksi menggunakan dua jenis media dengan sumber N berbeda yaitu M1 (*casamino acids*) dan M2 (*collagen peptone* dan *yeast extract*) masing-masing  $1 \times 10^6$  blastospora/ml (M1) dan  $2 \times 10^{10}$  blastospora/ml (M2). Demikian juga hasil penelitian Pham, Kim, Kim, & Kim (2009) produksi blastospora jamur *Beauveria bassiana* dengan komposisi Karbon (C) dan Nitrogen (N) yang optimal dari media yang digunakan menghasilkan populasi dengan kerapatan  $8,54 \times 10^8$  blastospora/ml.

### Kemampuan Blastospora dalam Menginfeksi dan Mematikan Imago *H. hampei*

Hasil pengamatan di bawah mikroskop terhadap bangkai imago *H. hampei* yang diletakkan pada kertas tisu yang dilembapkan terlihat pada Gambar 1B. Pada pengamatan hari ke-3 miselia JPS berwarna putih mulai terlihat pada ruas-ruas antar segmen tubuh bagian tungkai dan abdomen, kemudian menyebar menyelimuti seluruh bagian tubuh kumbang *H. hampei*. Miselia jamur berwarna putih yang keluar dari tubuh serangga menunjukkan bahwa blastospora JPS berhasil menginfeksi dan berkembang di dalam tubuh serangga inang. Setelah menginfeksi serangga inang, JPS akan menghasilkan beberapa enzim, antara lain: protease, kitinase, dan lipase yang berfungsi untuk mendegradasi kutikula serangga (Dias, Neves, Furlaneto-Maia, & Furlaneto, 2008; Jaronski, 2016).



Gambar 1. Kumbang *H. hampei* (A) sehat dan (B) terinfeksi blastospora JPS  
Figure 1. Healthy *H. hampei* beetles (A) and infected with JPS blastospores (B)

Tabel 2. Rata-rata mortalitas imago *H. hampei* setelah perlakuan blastospora  
Table 2. The average mortalities of *H. hampei* adults after blastospore treatments

Perlakuan	Rata-rata mortalitas (%) hari ke-		
	5	10	15
P1 ( <i>P. fumosoroseus</i> 10 <sup>8</sup> blastospora/ml)	21,91 b	28,82 b	39,91 c
P2 ( <i>P. fumosoroseus</i> 10 <sup>7</sup> blastospora/ml)	0,79 a	5,20 a	26,19 bc
P3 ( <i>P. fumosoroseus</i> 10 <sup>6</sup> blastospora/ml)	0,79 a	7,23 a	27,89 bc
P4 ( <i>P. fumosoroseus</i> 10 <sup>5</sup> blastospora/ml)	0,79 a	9,61 a	19,75 ab
M1 ( <i>M. anisopliae</i> 10 <sup>8</sup> blastospora/ml)	0,79 a	0,79 a	19,75 ab
M2 ( <i>M. anisopliae</i> 10 <sup>7</sup> blastospora/ml)	0,79 a	5,20 a	18,09 ab
M3 ( <i>M. anisopliae</i> 10 <sup>6</sup> blastospora/ml)	0,79 a	0,79 a	17,72 ab
M4 ( <i>M. anisopliae</i> 10 <sup>5</sup> blastospora/ml)	0,79 a	0,79 a	16,06 ab
L1 ( <i>L. lecanii</i> 10 <sup>8</sup> blastospora/ml)	0,79 a	0,79 a	20,47 abc
L2 ( <i>L. lecanii</i> 10 <sup>7</sup> blastospora/ml)	0,79 a	13,30 ab	25,10 bc
L3 ( <i>L. lecanii</i> 10 <sup>6</sup> blastospora/ml)	0,79 a	0,79 a	14,02 ab
L4 ( <i>L. lecanii</i> 10 <sup>5</sup> blastospora/ml)	0,79 a	11,64 ab	14,02 ab
K1 (Insektisida nabati Biotris/kontrol positif)	7,23 ab	7,23 ab	13,68 ab
K0 (Kontrol negatif)	0,79 a	5,20 a	5,20 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%  
Notes: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to DMRT test at 5% levels

Mekanisme infeksi JPS pada serangga inang menurut Prayogo, Tengkan, & Marwoto (2005) dimulai dari penempelan blastospora pada kutikula serangga, kemudian blastospora berkecambah, selanjutnya menembus kutikula secara mekanik dan kimiawi dengan mengeluarkan enzim kitinase dan protease. Tahap akhir dari infeksi ini adalah terbentuknya blastospora baru yang akan menyerang jaringan tubuh lainnya. Gejala imago *H. hampei* yang mati terinfeksi JPS adalah tubuhnya mengeras seperti mumi dan ditandai dengan seluruh bagian tubuhnya diselubungi miselium jamur berwarna putih.

Rata-rata persentase mortalitas imago *H. hampei* pada perlakuan tiga jenis JPS di laboratorium pada pengamatan hari ke-5, 10, dan 15 disajikan pada Tabel 2. Hasil pengamatan pada hari ke-5 dan ke-10 setelah perlakuan, hanya perlakuan P1 (*P. fumosoroseus* 10<sup>8</sup> blastospora/ml) yang memiliki nilai mortalitas berbeda nyata dengan kontrol negatif (K0). Hasil pengamatan hari ke-15 selain perlakuan P1 terlihat perlakuan P2 (*P. fumosoroseus* 10<sup>7</sup> blastospora/ml), P3 (*P. fumosoroseus* 10<sup>6</sup> blastospora/ml), dan L2 (*L. lecanii* 10<sup>7</sup> blastospora/ml) berbeda nyata dengan kontrol negatif.

Kemampuan blastospora jamur *P. fumosoroseus* menginfeksi imago *H. hampei* lebih tinggi dibandingkan dengan *M. anisopliae* dan *L. lecanii*. Hasil ini diduga karena blastospora jamur *P. fumosoroseus* memiliki virulensi dan patogenisitas yang lebih baik daripada *M. anisopliae* dan *L. lecanii*. Menurut Prayogo *et al.* (2005) keberhasilan JPS menginfeksi serangga inang ditentukan

oleh media tumbuh, tingkat virulensi, patogenisitas dan viabilitas jamur tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan mortalitas serangga uji seiring dengan meningkatnya kerapatan blastospora yang diaplikasikan. Mortalitas akibat infeksi blastospora *P. fumosoroseus* tertinggi sebesar 39,91% pada perlakuan kerapatan 10<sup>8</sup> blastospora/ml, *M. anisopliae* tertinggi sebesar 19,75% pada kerapatan 10<sup>8</sup> blastospora/ml, sementara pada *L. lecanii* sebesar 25,10% pada kerapatan 10<sup>7</sup> blastospora/ml. Semakin tinggi kerapatan blastospora yang digunakan akan semakin besar peluang menempel pada tubuh serangga, sehingga persentase kematian pada kumbang *H. hampei* semakin tinggi. Kemampuan blastospora menginfeksi imago *H. hampei* diduga difasilitasi oleh enzim protease yang mampu mendegradasi kulit serangga tersebut. Hasil penelitian Dias *et al.* (2008) menunjukkan bahwa enzim protease yang diproduksi oleh jamur *B. bassiana* mampu mendegradasi kutikula imago PBKo saat proses infeksi.

Persentase mortalitas kumbang *H. hampei* pada semua perlakuan blastospora *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* masih dibawah 50%, sehingga tidak dapat dihitung nilai LC<sub>50</sub>. Hasil ini masih dibawah penelitian sebelumnya yang menggunakan konidia JPS. Pada kondisi laboratorium jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* mampu mematikan imago PBKo, masing-masing 91% dan 94% (Jaramillo *et al.*, 2015), 80% dan 60% (Apriyanto & Nadrawati, 2019) dan *B. bassiana* dengan konsentrasi 10<sup>7</sup> konidia/ml menyebabkan mortalitas 83% yang diaplikasikan sebelum infestasi dan

62% aplikasi setelah infestasi (Samuels, Pereira, & Gava, 2002). Berdasarkan laporan hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa infektifitas blastospora JPS lebih tinggi dibandingkan dengan konidianya. Rendahnya infektifitas blastospora JPS yang digunakan pada penelitian ini diduga terkait dengan kualitas blastospora yang diproduksi dengan menggunakan media PCB. Meskipun kuantitas blastospora yang dihasilkan cukup tinggi, akan tetapi virulensinya masih kurang. Nuryanti, Wibowo, & Azis (2012) melaporkan bahwa tingkat virulensi *B. bassiana* terhadap walang sangit *Leptocoris acuta* sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi media perbanyakannya.

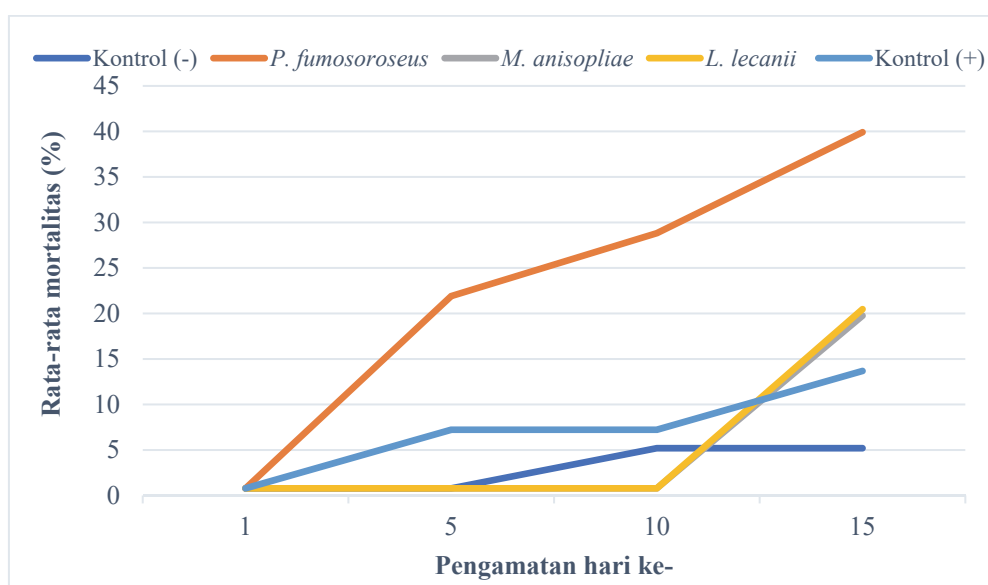
Proses infeksi blastospora terhadap kumbang *H. hampei* terlihat lambat. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kontrol (-) secara umum baru terlihat pada pengamatan hari ke-15, kecuali perlakuan P1 (*P. fumosoroseus*  $10^8$  blastospora/ml) dan L1 (*L. lecanii*  $10^8$  blastospora/ml) (Gambar 2). Hal itu disebabkan karena serangga uji yang digunakan adalah stadia dewasa dari *H. hampei* yang memiliki elitra keras. Penelitian tentang infektifitas JPS umumnya menggunakan serangga uji pada stadia larva atau nimfa, sehingga menyebabkan mortalitas serangga uji sangat tinggi dan cepat. Jamur *P. fumosoroseus* FG340 dengan konsentrasi  $10^4$  konidia/ml dan *M. anisopliae* FT83 dengan kerapatan  $10^7$  konidia/ml mampu mematikan 100% larva *Spodoptera exigua* instar kedua masing-masing dalam waktu 6 dan 3 hari (Han, Jin, Kim, & Lee, 2014). Jamur *L. lecanii* pada kerapatan  $10^9$  konidia/ml mampu mematikan 100% nimfa instar ketiga *Helopeltis antonii* dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar  $1,03 \times 10^6$  konidia/ml, nilai  $LT_{50}$  dan  $LT_{90}$  masing-masing

1,198 (1 – 2 hari) dan 5,25 (5 – 6 hari) (Anggarawati, Santoso, & Anwar, 2018).

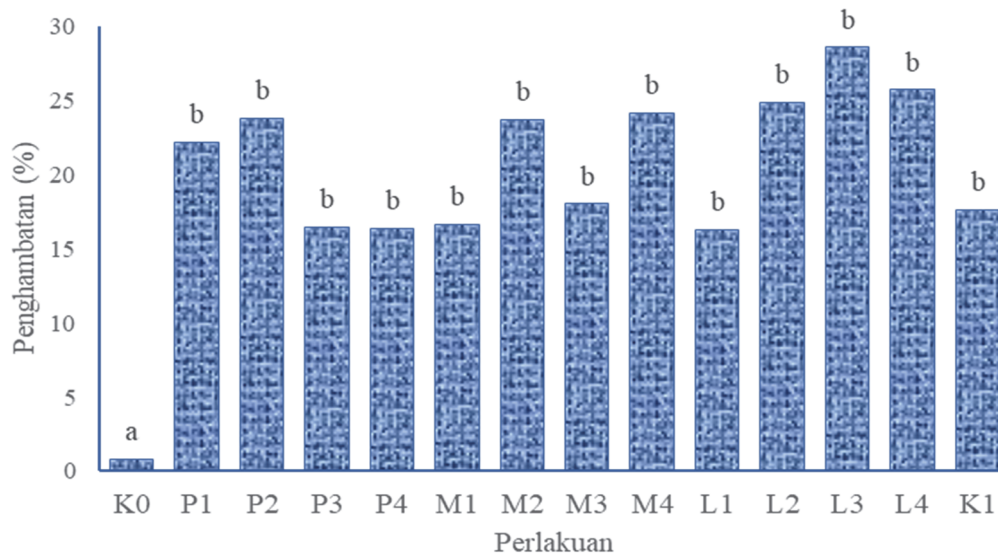
### Penghambatan Serangan dan Perkembangan *H. hampei* pada Buah Kopi

Nilai rata-rata hambatan serangan pada perlakuan blastospora tiga jenis JPS terlihat pada Gambar 3. Seluruh perlakuan berbeda nyata dengan kontrol negatif dan tidak berbeda nyata dengan kontrol positif. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan blastospora *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* mampu memberikan efek menghambat serangan *H. hampei* yang sama dengan kontrol positif yang menggunakan insektisida nabati berbahan aktif  $\alpha$ -eleostearic acid.

Penghambatan menggerak setelah perlakuan blastospora JPS ini diduga akibat infeksi dapat menurunkan kemampuan serangga untuk membuat gerakan pada buah kopi. Blastospora JPS diduga menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat mencegah proses makan dari serangga inang. Hasil review Prayogo & Suharsono, (2005) diketahui bahwa miselium jamur *L. lecanii* mampu melumpuhkan inangnya karena menghasilkan senyawa *cyclodepsiptide*, *bassianolide*, asam *dipicolinic* dan *C25 compounds*. Senyawa *C25 compounds* ini menurut Pranata, Ratnasari, Isnawati, & Prayogo (2014) bersifat antimakan (*antifeedant*). Penelitian yang dilakukan oleh Indriati, Samsudin, & Amaria (2015) menunjukkan bahwa jamur *L. lecanii* mampu mengurangi makan sebesar 83,04% dari nimfa *H. antonii* pada pucuk tanaman teh di laboratorium.



Gambar 2. Keefektifan blastospora *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* pada kumbang *H. hampei*  
Figure 2. Effectiveness of *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* and *L. lecanii* blastospores to *H. hampei* beetles



Gambar 3. Rata-rata persentase hambatan menggerak kumbang *H. hampei* pada buah kopi setelah aplikasi blastospora *P. fumosoroseus* P1-P4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$  dan  $10^5$  blastospora/ml), *M. anisopliae* M1-M4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$  dan  $10^5$  blastospora/ml), dan *L. lecanii* L1-L4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$  dan  $10^5$  blastospora/ml), K0 kontrol negatif dan K1 Biotris

Figure 3. Average borer inhibitions of *H. hampei* on coffee cherries after applications blastospores of *P. fumosoroseus* P1-P4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ ,  $10^5$  blastospore/ml), *M. anisopliae* M1-M4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ ,  $10^5$  blastospore/ml), *L. lecanii* L1-L4 ( $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ ,  $10^5$  blastospore/ml), K0 negative control and K1 Biotris

Tabel 3. Rata-rata penurunan persentase jumlah telur dan larva *H. hampei*  
Table 3. Average percentage reduction in the number of eggs and larvae of *H. Hampei*

Perlakuan	Jumlah telur (butir)	Jumlah larva (ekor)	Penurunan jumlah telur (%)	Penurunan jumlah larva (%)
P1	14,75 de	14,75 de	67,32 ab	69,53 ab
P2	20,00 bcd	19,00 bcd	55,93 bcd	60,64 bcd
P3	20,25 bcd	19,25 bcd	54,78 bcd	59,93 bcd
P4	24,50 b	20,50 bc	45,55 cd	57,62 cd
M1	9,75 e	12,50 e	78,72 a	74,02 a
M2	16,75 cd	13,25 e	63,38 abc	73,01 a
M3	16,75 cd	17,75 bcde	63,40 abc	63,33 abcde
M4	20,75 bcd	22,25 b	53,84 bcd	53,81 d
L1	16,50 cde	15,75 cde	63,91 abc	67,37 abc
L2	23,75 b	18,00 bcde	46,31 cd	62,75 abcde
L3	23,25 bc	18,00 bcde	48,86 bcd	62,73 abcde
L4	24,50 b	22,75 b	45,97 cd	52,98 d
Kontrol (+)	25,75 b	20,25 bcd	43,09 d	57,74 cd
Kontrol (-)	45,75 a	48,25 a	-	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%  
Notes: Numbers followed by the same letters in same column are not significantly different according to DMRT test at 5% levels

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan blastospora dari tiga jenis JPS berpengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah telur dan larva yang hidup di dalam buah kopi dibandingkan dengan kontrol negatif (K0), sehingga menyebabkan persentase penurunan jumlah telur dan larva yang signifikan (Tabel 3). Jumlah telur paling sedikit ditemukan pada perlakuan M1 (*M. anisopliae* dengan kerapatan  $10^8$  blastospora/ml) yaitu 9,75 butir dengan penurunan

jumlahnya dibandingkan dengan kontrol (-) sebesar 78,72%. Sedangkan jumlah larva paling sedikit pada perlakuan M1 dan M2 berturut-turut sebanyak 12,50 dan 13,25 ekor, dengan penurunan jumlah larva dibandingkan dengan kontrol (-) sebesar 74,02% dan 73,01%. Rata-rata penurunan jumlah telur dan larva akibat perlakuan blastospora JPS berturut-turut pada kisaran 43,09 – 78,72% dan 52,98 – 74,02%. Hasil ini menunjukkan bahwa blastospora JPS selain mampu

mematikan (*insecticidal*) dan menghambat makan (*antifeedant*) juga bersifat menghambat peneluran (*antioviposition*) terhadap imago *H. hampei*.

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa blastospora jamur *P. fumosoroseus* lebih bersifat insektisidal dibandingkan dengan *M. anisopliae* dan *L. lecanii*, karena tingkat mortalitas *H. hampei* lebih tinggi (Tabel 2). Sedangkan blastospora jamur *M. anisopliae* bersifat antioviposisi karena jumlah telur dan larva PBKo lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Ketiga jenis JPS diduga menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat *antifeedant* sehingga mampu menurunkan jumlah gergakan *H. hampei* pada buah kopi.

### KESIMPULAN

Blastospora *P. fumosoroseus*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* mampu menginfeksi dan mematikan imago *H. hampei*. Mortalitas PBKo tertinggi pada perlakuan jamur *P. fumosoroseus* kerapatan  $10^8$  blastospora/ml sebesar 39,91%. Blastospora ketiga jenis JPS juga dapat menurunkan jumlah gergakan imago PBKo pada buah kopi dengan persentase penurunan tertinggi pada perlakuan *L. lecanii*  $10^6$  blastospora/ml sebesar 28,57%. Ketiga jenis blastospora JPS mampu menurunkan jumlah telur dan larva yang hidup di dalam buah kopi secara signifikan jika dibandingkan dengan kontrol negatif. Jumlah telur dan larva *H. hampei* pada perlakuan *M. anisopliae* kerapatan  $10^8$  blastospora/ml paling sedikit, yaitu 9,75 butir telur dan 12,43 larva, dengan persentase penurunan sebesar 78,69% untuk telur dan 74,24% untuk larva. Blastospora dari 3 jenis JPS berpotensi untuk dikembangkan sebagai pengendali hama PBKo alternatif, ramah lingkungan dan dapat berkembang secara alamiah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Sumantri sebagai teknisi litkayasa di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balittri dan Maulidia Nur Asifa mahasiswa magang dari Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten yang telah membantu penelitian.

### KONTRIBUTOR PENULIS

1. Samsudin (Kontributor Utama)
2. Khaerati (Kontributor Anggota)
3. Gusti Indriati (Kontributor Anggota)
4. Arlia Dwi Hapsari (Kontributor Anggota)

### DAFTAR PUSTAKA

- Alkhaibari, A. M., Carolino, A. T., Yavasoglu, S. I., Maffei, T., Mattoso, T. C., Bull, J. C., ... Butt, T. M. (2016). *Metarhizium brunneum* blastospore pathogenesis in *Aedes aegypti* larvae: Attack on several fronts accelerates mortality. *PLoS Pathogens*, 12(7), 1-19.
- Alkhaibari, A. M., Lord, A. M., Maffei, T., Bull, J. C., Olivares, F. L., Samuels, R. I., & Butt, T. M. (2018). Highly specific host-pathogen interactions influence *Metarhizium brunneum* blastospore virulence against *Culex quinquefasciatus* larvae. *Virulence*, 9(1), 1449-1467.  
<https://doi.org/10.1080/21505594.2018.1509665>
- Anggarawati, S. H., Santoso, T., & Anwar, R. (2018). Penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams untuk mengendalikan *Helopeltis antonii* Sign (Hemiptera: Miridae). *Jurnal Silviculture Tropika*, 8(3), 197-202.
- Apriyanto, D., & Nadrawati. (2019). Laboratory evaluation of Bengkulu isolates of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, using spraying method. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 19(2), 93.  
<https://doi.org/10.23960/j.hptt.21993-100>
- Balakrishnan, M. M., & Naik, P. R. (2014). Infectivity of ten *Metarhizium anisopliae* isolates to the coffee berry borers *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(5), 246-249.
- Bernardo, C. C., Barreto, L. P., e Silva, C. de S. R., Luz, C., Arruda, W., & Fernandes, É. K. K. (2018). Conidia and blastospores of *Metarhizium* spp. and *Beauveria bassiana* s.l.: Their development during the infection process and virulence against the tick *Rhipicephalus microplus*. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 9(5), 1334-1342.  
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.06.001>
- Bustillo, A. E., Bernal, M. G., Benavides, P., & Chaves, B. (1999). Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. *The Florida Entomologist*, 82(4), 491. <https://doi.org/10.2307/3496468>
- Correa, B., Duarte, V., Silva, D., Moura Mascarin, G., & Delalibera, I. (2020). Comparative analysis of blastospore production and virulence of *Beauveria bassiana* and *Cordyceps fumosorosea* against soybean pests. *BioControl*. 6(5), 323-337.  
<https://doi.org/10.1007/s10526-020-09999-6>

- Dias, B. A., Neves, P. M. O. J., Furlaneto-Maia, L., & Furlaneto, M. C. (2008). Cuticle-degrading proteases produced by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* in the presence of coffee berry borer cuticle. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(2), 301–306. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000200019>
- Han, J. H., Jin, B. R., Kim, J. J., & Lee, S. Y. (2014). Mycobiology virulence of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* for the microbial control of *Spodoptera exigua*. *Mycobiology*, 42(4), 385–390.
- Hayata, H. (2016). Hubungan persentase serangan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae)) dengan dugaan kehilangan hasil di Kecamatan Betara Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*, 1(2), 85–90.
- Hegedus, D. D., Bidochka, M. J., Miranpuri, G. S., & Khachatourians, G. G. (1992). A comparison of the virulence, stability and cell-wall-surface characteristics of three spore types produced by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 36(6), 785–789. <https://doi.org/10.1007/BF00172195>
- Hendry, N., Daud, I. D., & Agus, N. (2016). Efektivitas *Beauveria bassiana* dan *Penicillium* sp. dalam pengendalian *Hypothenemus hampei* Ferr. pada tanaman kopi. *J. Sains & Teknologi*, 16(1), 81–86. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6\(9\).3936-42](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6(9).3936-42)
- Indriati, G., Samsudin, & Amaria, W. (2015). Potensi *Lecanicillium lecanii* untuk pengendalian *Helopeltis antonii* pada tanaman teh. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 2(2), 99–106.
- Jaramillo, J. L., Montoya, E. C., Benavides, P., & Góngora B, C. E. (2015). *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* mix to control the coffee berry borer in soil fruits. *Revista Colombiana de Entomologia*, 41(1).
- Jaronski, S. T., & Mascarin, G. M. (2017). Mass production of fungal entomopathogens. In *microbial control of insect and mite pests: From theory to practice* (pp. 141–155). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803527-6.00009-3>
- Jaronski, Stefan T. (2016). *Mass Production of Entomopathogenic Fungi: State of the Art. Chapter 9, PART III, Mass Production, Formulation and Quality Control* (pp:141-155). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803527-6.00009-3>
- Laila, M. S. I., Agus, N., & Saranga, A. P. (2011). Aplikasi konsep pengendalian hama terpadu untuk pengendalian hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*). *Jurnal Fitomedika*, 7(3), 162–166.
- Lozano-Contreras, M. G., Elías-Santos, M., Rivas-Morales, C., Luna-Olvera, H. A., Galán-Wong, L. J., & Maldonado-Blanco, M. G. (2007). *Paecilomyces fumosoroseus* blastospore production using liquid culture in a bioreactor. *African Journal of Biotechnology*, 6(18), 2095–2099.
- Meilin, A., Nasamsir, N., & Riyanto, S. (2017). Tingkat serangan hama utama dan produksi kopi liberika tunggal komposit (*Coffea* sp.) di Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.33087/jagro.v2i1.21>
- Nuryanti, N. S. P., Wibowo, L., & Azis, A. (2012). Penambahan beberapa jenis bahan nutrisi pada media perbanyakan untuk meningkatkan virulensi *Beauveria bassiana* terhadap hama walang sangit. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1), 64–70. <https://doi.org/10.23960/j.hppt.11264-70>
- Pham, T. A., Kim, J. J., Kim, S. G., & Kim, K. (2009). Production of blastospore of entomopathogenic submerged batch culture. *Mycobiology*, 37(3), 218–224.
- Pranata, R., Ratnasari, E., Isnawati, & Prayogo, Y. (2014). Penggunaan cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* untuk menanggulangi hama penggerek polong kedelai *Etiella zinckenella* secara in Vitro. *Jurnal LenteraBio*, 3(3), 168–173.
- Prayogo, Y., & Suharsono. (2005). Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(4), 123–130.
- Prayogo, Y., Tengkan, W., & Marwoto. (2005). Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(1), 19–26.
- Samuels, R. I., Pereira, R. C., & Gava, C. A. T. (2002). Infection of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) by Brazilian isolates of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Biocontrol Science and Technology*, 12(5), 631-635. <https://doi.org/10.1080/0958315021000016298>

- Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Hasyim, A. (2011). Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera* hubner on chili pepper. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 12(1), 9–16. <https://doi.org/10.21082/ijas.v12n1.2011.p9-16>
- Sulistiyowati, E., Mangoendihardjo, S., & Wagiman, F. X. (1999). Respon fungsional parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* Betr. terhadap bubuk buah kopi, *Hypothenemus hampei* ferr. *Pelita Perkebunan*, 15(2), 101–108.
- Wiriyadiputra, S. (2014). Pola distribusi hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada kopi arabika and robusta. *Pelita Perkebunan*, 30(2), 123–136. <https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v30i2.5>