

UJI PATOGENISITAS BERBAGAI KONSENTRASI *Beauveria bassiana* YANG DITUMBUHKAN PADA MEDIA BEKATUL DAN JAGUNG TERHADAP PENGGEREK BUAH KOPI (*Hyphotenemus hampei*)

PATHOGENICITY TEST OF VARIOUS CONCENTRATIONS OF *Beauveria bassiana* CULTURED ON RICE BRAN AND CORN MEDIA AGAINST COFFEE FRUITS BORER (*Hyphotenemus hampei*)

Chimayatus Solichah^{*}, Anindita Widyaningtyas, R.R. Rukmowati Brotodjojo
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

**Corresponding author: chmayatus@gmail.com*

ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas yang bernilai ekspor tinggi. Penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) merupakan hama penyebab utama penurunan produksi kopi. Petani masih mengandalkan insektisida kimia untuk mengendalikan hama ini. Untuk mengurangi dampak negatifnya, maka dilakukan pengendalian hayati dengan menggunakan jamur *Beauveria bassiana*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenisitas *B. bassiana* dalam mengendalikan *H. hampei*, mengetahui media terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* dan konsentrasi terbaik dengan tingkat patogenisitas tertinggi. Penelitian laboratorium disusun menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Penelitian ini menggunakan 8 (delapan) perlakuan yaitu K0 : Aquades, Kk : Insektisida Kimia Lamda Sihalotrin 25 EC, B1 : 10 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media bekatul, B2 : 20 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media bekatul, B3 : 30 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media bekatul, B4 : 10 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media jagung, B5 : 20 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media jagung dan B6 : 30 g/L *B. bassiana* ditumbuhkan pada media jagung. Tiap perlakuan menggunakan biji kopi yang diinfestasi 20 ekor *H. hampei* dan dilakukan perulangan sebanyak 4 (empat) kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *B. bassiana* mampu mengakibatkan kematian *H. hampei*. Konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian paling cepat dengan tingkat patogenisitas tinggi berdasarkan uji patogenisitas *B. bassiana* terhadap *H. hampei* (persentase kematian, kecepatan kematian, waktu kematian total, dan daya makan) adalah konsentrasi 30 g/L *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, insektisida kimia, buah kopi.

ABSTRACT

Coffee is a commodity with high value for export. Coffee bean borer (*Hypothenemus hampei*) is the main pest causing the decline in coffee production. Farmers still rely on chemical insecticides to control this pest. To reduce the negative impact of insecticides, entomopathogen *Beauveria bassiana* is applied. The research aimed to investigating the level of pathogenicity of *B. bassiana* in controlling *H. hampei*, and investigating the concentration with the highest level of pathogenicity of *B. Bassiana* against *H. hampei*. Laboratory research was arranged in one factor Completely Random Design (CRD). This research used 8 (eight) treatments namely KO: Aquades, Kk: Lamda Sihalotrin 25 EC

(Chemical Insecticide), B1: 10 g / L *B. bassiana* cultivated in rice bran media, B2: 20 g / L *B. bassiana* cultivated in rice bran media, B3: 30 g / L *B. bassiana* cultivated in rice bran media, B4: 10 g / L *B. bassiana* grown on corn media, B5: 20 g/L *B. bassiana* grown on corn and B6: 30 g / L *B. bassiana* grown on corn media. Each treatment used coffee beans infested with 20 *H. hampei* and repeated 4 (four) times. The result of the research showed that *B. bassiana* was able to kill *H. hampei*. The concentration that was able to cause the fastest mortality with a high level of pathogenicity based on the pathogenicity test of *B. bassiana* on *H. hampei* (percentage of mortality, total mortality time, and feeding capacity) was 30 g/L of *B. bassiana* cultivated in rice bran media.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, chemical insecticide, coffee bean

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas perdagangan dunia yang bernilai ekspor tinggi. Penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) merupakan hama penyebab utama penurunan produksi kopi baik kuantitas dan kualitas (Ramlan dkk., 2010). Petani masih mengandalkan penggunaan pestisida kimia sintetik yang diduga kurang efektif karena hampir semua stadium perkembangan serangga hama berada dalam buah (Najiyati & Danarti, 2012). Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida sintetik, maka dilakukan usaha pengendalian secara hayati dengan menyemprotkan jamur *Beauveria bassiana* yang merupakan musuh alami hama tersebut dan memiliki sifat spesifik untuk pengendalian beberapa jenis hama.

Berdasarkan penelitian Solichah & Brotodjojo (2010) yang dilakukan pada media jagung, beras dan bekatul menyatakan bahwa sumber nutrisi yang terbaik untuk pembuatan media untuk produksi jamur *B. bassiana* adalah bekatul. Pertumbuhan spora *B. bassiana* saat 10 hari dan 15 hari setelah inokulasi nyata paling banyak pada media yang terbuat dari bekatul dan disusul campuran jagung+bekatul dibanding pada media beras, jagung, campuran beras+jagung ataupun campuran beras+bekatul. Hal ini dapat dilihat dari rerata jumlah spora pada media bekatul jauh lebih banyak dari media lain karena adanya faktor kandungan nutrisi dan luas permukaan yang lebih tinggi dari media lainnya.

Menurut Kansrini (2013) media bekatul lebih baik digunakan untuk pertumbuhan jamur *B. bassiana* daripada media jagung. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pada media bekatul dan ubi kayu jumlah kerapatan spora lebih tinggi dibanding media ubi rambat dan jagung. Pada media bekatul dan ubi kayu menunjukkan jumlah kerapatan spora lebih tinggi yaitu rata-rata 1.672.600.000 spora/gram dan 1.650.133.333 spora/gram. Berikutnya media ubi rambat dan kontrol (jagung) jumlah kerapatan mulai menurun dibanding bekatul dan ubi kayu yaitu masing-masing rata-rata sebesar 1.546,933,333 spora/gram dan 1.255.933.333 spora/gram. Namun daya viabilitas spora *B. bassiana* tertinggi terdapat pada media ubi rambat yaitu rata-rata 97,42% ; disusul pada ubi kayu sebesar 96,77% ; pada kentang sebesar 95,99% ; pada kontrol (jagung) sebesar 95,46% dan pada bekatul sebesar 92.55%.

Hasil penelitian Murhadinata (2017) menunjukkan jamur *B. bassiana* yang diperbanyak pada media beras hitam dengan konsentrasi 10 g/L aquades, 20 g/L aquades, 30 g/L aquades dan kontrol menyebabkan rata-rata waktu kematian

total (100%) *H. hampei* selama 10 hari; 9,3 hari; 8 hari dan 0 hari. Konsentrasi yang menyebabkan kematian paling cepat yaitu konsentrasi 30 g/L aquades dengan LT 52 (mortalitas sebesar 52%) yang dapat dicapai pada hari ke-5. Ini sejalan dengan hasil penelitian Sari (2014), yaitu *M. anisopliae* yang diperbanyak pada media jagung giling dengan konsentrasi 5 g/L air, 10 g/L air, 15 g/L air, 20 g/L air dan kontrol menyebabkan rata-rata waktu kematian total (100%) *H. hampei* selama 13 hari; 12 hari; 11,67 hari; 10 hari dan 0 hari. Konsentrasi yang menyebabkan kematian paling cepat yaitu konsentrasi 20 g/L air dengan LT 80 (mortalitas sebesar 80%) dicapai pada hari ke-8.

Hasil penelitian Tanjung dkk. (2011) menguji jamur *B. bassiana* strain Wamena dalam formulasi tepung bubuk spora dengan konsentrasi spora yaitu 0,10 g/L air; 0,20 g/L air; 0,30 g/L air; 0,40 g/L air; dan 0,50 g/L air yang diaplikasikan pada imago *H. hampei* menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi *B. bassiana* 0,50 g/L air merupakan perlakuan terbaik dengan rata-rata kematian 71,77%, diikuti dengan perlakuan 0,40 g/L (58,14%); 0,30 g/L (47,29%); 0,20 g/L (41,01%); 0,10 g/L (37,32) dan kontrol (0,45%). Namun pada hasil penelitian Yuwirawan (2011) *B. bassiana* dikembangkan pada media jagung dengan konsentrasi 1 g/L air, 3 g/L air, 5 g/L air dan kontrol yang diaplikasikan pada imago *H. hampei* menyebabkan kematian total paling tinggi adalah konsentrasi *B. bassiana* 3 g/L air yaitu sebesar 80% dengan tingkat kematian tertinggi pada hari ke 1 dan 4, diikuti dengan perlakuan *B. bassiana* 5 g/L (kematian total sebesar 78% dengan tingkat kematian tertinggi pada hari ke 4), perlakuan *B. bassiana* 1 g/L (kematian total sebesar 72% dengan tingkat kematian tertinggi pada hari ke 3) dan perlakuan kontrol (kematian total sebesar 68% dengan tingkat kematian tertinggi pada hari ke 1 dan 5).

Mempertimbangkan bahwa media akan berpengaruh terhadap jumlah spora yang dihasilkan, serta kepadatan spora akan menentukan efektivitas jamur entomopatogen dalam menyebabkan kematian inang, maka perlu dilakukan penelitian pengaruh media perbanyak dan konsentrasi *B. bassiana* pada mortalitas *H. hampei*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenisitas *B. bassiana* terhadap *H. hampei*, mengetahui media terbaik untuk perbanyak *B. bassiana* dan konsentrasi terbaik yang menyebabkan mortalitas tertinggi.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Diuji dua media perbanyak *B. bassiana* yang terdiri atas bekatul dan jagung dan dua kontrol pembanding yaitu aquades dan Lamda Sihalotrin 25 EC. Penelitian disusun menurut rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu media perbanyak *B. bassiana* (B1: bekatul konsentrasi 10 g/L, B2: bekatul 20 g/L dan B3: bekatul 30g/L aquades; B4: jagung konsentrasi 10 g/L, B5: jagung 20 g/L dan B6: jagung 30g/L aquades) serta dua kontrol sebagai pembandingnya (K0: aquades dan KK: Lamda Sihalotrin 25 EC) dengan pengulangan sebanyak empat kali. Analisis data untuk pengujian mutu spora *B. bassiana* digunakan uji t taraf 5% dan untuk pengujian patogenisitas *B. bassiana* terhadap *H. hampei* digunakan analisis ragam taraf 5% dengan dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5% untuk parameter persentase kematian dan LT 50 (*Lethal Time* 50%) dan Kontras Ortogonal satu

faktor taraf 5% untuk kecepatan kematian, waktu kematian total dan daya makan.

Tahap Pelaksanaan

1. Serangga Uji *Hypothenemus hampei*

Kegiatan eksplorasi *H. hampei* dilakukan di Kebun Percobaan Dinas Perkebunan dan Kehutanan yang terletak di Ngipiksari. Serangga *H. hampei* dibawa ke laboratorium untuk dipisahkan dari biji buah kopi. Selanjutnya *H. hampei* diletakkan dalam toples plastik yang telah diberi biji kopi sehat dan kapas basah.

2. Isolat Jamur *Beauveria bassiana*

Biakan murni jamur *B. bassiana* diperoleh dari Laboratorium Hayati Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan DIY bertempat di Harjobinangun, Pakem, Sleman yang berasal dari hama *H. hampei* yang terinfeksi dan kemudian ditumbuhkan pada media agar miring sebagai bahan untuk perbanyakan.

3. Media Perbanyakan Jamur *Beauveria bassiana*

Media yang berupa jagung dan bekatul dibersihkan kemudian dicuci dengan air dan dikukus setengah matang, disiram air hangat dan diaduk. Media tersebut diangkat dan dikeringanginkan, kemudian dicampur larutan Chloramphenicol dan diaduk rata pada media. Selanjutnya bahan media diletakkan dalam erlenmeyer sebanyak 200 mL dan ditutup lembar alumunium foil untuk sterilisasi menggunakan *autoclaf*. Isolat jamur murni dari media PDA diinokulasikan dan diinkubasikan dalam keadaan suhu kamar selama satu minggu (jamur F1). Dari jamur F1 ini diinokulasikan kembali dalam media perbanyakan yang baru dan diinkubasikan selama satu minggu hingga dihasilkannya jamur F2. Jamur F2 ini dibuat larutan berbagai konsentrasi yang digunakan untuk pengujian mutu spora jamur dan pengujian patogenesisitas *B. bassiana* terhadap *H. hampei*.

4. Konsentrasi Larutan Jamur *Beauveria bassiana*

Untuk pengujian patogenesisitas jamur *B. bassiana* terhadap *H. hampei* jamur sebanyak 10 g, 20 g dan 30 g masing-masing dilarutkan dalam 1 L aquades steril. Kontrol yang digunakan yaitu aquades dan insektisida kimia berbahan aktif Lamda Sihalotrin 25 EC dengan konsentrasi 3 mL/L air.

Parameter Pengamatan

1. Persentase Kematian Hama (%)

$$\text{Kematian} = \frac{\text{Jumlah Hama yang Mati}}{\text{Total Hama yang Diamati}} \times 100\%$$

2. Waktu Kematian Total

Waktu kematian total adalah waktu menyebabkan kematian seluruh serangga *H. hampei* yang diuji. Data parameter ini didapatkan pada akhir penelitian.

3. Daya Makan

H. hampei diuji daya makannya dengan menghitung selisih berat lima keping biji kopi sebelum diletakkan pada toples dan setelah semua hama mati.

$$\text{Daya Makan} = \text{Berat Biji Kopi Awal} - \text{Berat Biji Kopi Akhir}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Kematian

Rata-rata persentase kematian yang disebabkan oleh insektisida kimia Lamda Sihalotrin 25 EC nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul konsentrasi 30 g/L nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan agensia hayati lainnya dan keefektifannya pada 21 hari setelah aplikasi sama dengan Lamda Sihalotrin 25 EC (Tabel 1).

Pada persentase kematian menunjukkan bahwa pestisida kimia Lamda Sihalotrin 25 EC menyebabkan kematian 100 % pada hari ke-1 setelah aplikasi. Zat aktif Lamda Sihalotrin 25 EC dapat membunuh secara langsung dengan cara penyerapan melalui kulit *H. hampei* pada saat aplikasi (Murhadinata, 2017). Pada perlakuan agensia hayati, *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul dengan konsentrasi 30 g/L nyata menyebabkan persentase kematian *H. hampei* lebih tinggi daripada perlakuan agensia hayati lainnya (Tabel 1). Makin tinggi konsentrasi konidia *B. bassiana*, maka tingkat kematian serangga juga makin tinggi. Hal ini dimungkinkan oleh banyaknya konidia yang berpeluang untuk berkecambah dan menginfeksi serangga (Sapdi, 1998 dalam Hasnah dkk., 2012).

Tabel 1. Persentase kematian *H. hampei* hari ke-7, 14, 21 dan 28 (%)

Perlakuan	Rerata Persentase Kematian (%)			
	7 hsa	14 hsa	21 hsa	28 hsa
Aquades	0,00 e	0,00 g	0,00 f	0,00 c
Lamda Sihalotrin 25 EC	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
<i>B. bassiana</i> media bekatul 10 g/L	15,00 c	37,50 de	77,50 cd	100,00 a
<i>B. bassiana</i> media bekatul 20 g/L	75,00 b	48,75 c	90,00 b	100,00 a
<i>B. bassiana</i> media bekatul 30 g/L	50,00 b	56,25 b	100,00 a	100,00 a
<i>B. bassiana</i> media jagung 10 g/L	25,00 d	25,00 f	58,75 e	95,00 b
<i>B. bassiana</i> media jagung 20 g/L	75,00 c	35,00 e	67,50 de	100,00 a
<i>B. bassiana</i> media jagung 30 g/L	75,00 b	41,25 d	80,00 c	100,00 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. (Data ditransformasikan dengan arcsin x sebelum dianalisis statistik).
hsa : hari setelah aplikasi.

Waktu Kematian Total

Uji kontras ortogonal pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata waktu kematian total *H. hampei* oleh Lamda Sihalotrin 25 EC berbeda nyata lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan agensia hayati *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul nyata lebih cepat dalam menimbulkan mortalitas pada *H. hampei* dibandingkan dengan *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media jagung. Semua perlakuan berbeda nyata.

Tabel 2. Kontras ortogonal satu faktor taraf 5% pada waktu kematian total *H. hampei*

Perlakuan	Waktu Kematian Total	F Hitung	F Tabel 5%
KO >< KK B _{1,2,3,4,5,6}	0 >< 20,75	38,020*	4,260
KK >< B _{1,2,3,4,5,6}	1 >< 24,02	44,114*	4,260
B _{1,2,3} >< B _{4,5,6}	22 >< 26,08	256,418*	4,260
B1 >< B _{2,3}	24,50 >< 20,75	10,264*	4,260
B2 >< B3	22,25 >< 19,25	12,044*	4,260
B4 >< B _{5,6}	28,50 >< 24,88	215,107*	4,260
B5 >< B6	26,25 >< 23,50	48,023*	4,260

Keterangan : Berdasarkan uji kontras ortogonal satu faktor taraf 5%, ada beda nyata jika F Hitung > F Tabel. (*) : ada beda nyata dalam perbandingan antar perlakuan. ns : tidak ada beda nyata dalam perbandingan antar perlakuan.

Pada waktu kematian total *H. hampei* menunjukkan bahwa pestisida kimia Lamda Sihalotrin 25 EC (KK) nyata menyebabkan kematian lebih cepat dari perlakuan lainnya (Tabel 2). Pada perlakuan agensia hayati, *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul dengan konsentrasi 30 g/L (B3) nyata menyebabkan kematian lebih cepat daripada perlakuan agensia hayati lainnya (Tabel 2). Semakin kecil nilai waktu kematian total maka semakin cepat perlakuan tersebut menginfeksi dan mematikan serangga uji *H. hampei*. Perlakuan agensia hayati menyebabkan kematian *H. hampei* lebih lambat daripada perlakuan kimia karena agensia hayati harus melewati beberapa tahapan untuk menginfeksi dan mematikan serangga. Jamur *B. bassiana* membutuhkan proses beberapa tahapan untuk sampai menginfeksi dan mematikan serangga, yaitu penempelan konidia pada tubuh serangga, perkecambahan, penetrasi dan invasi, serta destruksi (Prayogo dkk., 2005 dalam Sari, 2014).

Daya Makan

Uji kontras ortogonal pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata daya makan *H. hampei* pada perlakuan pestisida kimia Lamda Sihalotrin 25 EC (KK) nyata lebih sedikit dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan agensia hayati *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul nyata lebih sedikit dibandingkan dengan *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media jagung. Semua konsentrasi dalam kelompok *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul tidak berbeda nyata.

Pada uji daya makan *H. hampei*, menunjukkan bahwa pestisida kimia Lamda Sihalotrin 25 EC (KK) nyata lebih sedikit memakan buah kopi daripada perlakuan lainnya (Tabel 3) karena satu hari setelah aplikasi semua *H. hampei* telah mencapai kematian 100% sehingga pakan buah kopi yang dimakan sedikit. Pada perlakuan agensia hayati, *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul 30 g/L (B3) nyata lebih sedikit memakan biji kopi daripada perlakuan agensia hayati lainnya. Semakin kecil nilai daya makan maka semakin sedikit *H. hampei* memakan biji kopi. Ini menunjukkan perlakuan tersebut semakin cepat menginfeksi dan mematikan *H. hampei*.

Tabel 3. Kontras ortogonal satu faktor taraf 5% pada daya makan *H. hampei*

Perlakuan	Daya Makan	F Hitung	F Tabel 5%
KO >< KK B _{1,2,3,4,5,6}	5,23 >< 3,07	12,193*	4,260
KK >< B _{1,2,3,4,5,6}	0,19 >< 3,55	9,099*	4,260
B _{1,2,3} >< B _{4,5,6}	3,25 >< 3,84	51,523*	4,260
B1 >< B _{2,3}	3,84 >< 2,96	1,480ns	4,260
B2 >< B3	3,07 >< 2,85	4,234ns	4,260
B4 >< B _{5,6}	4,07 >< 3,74	36,418*	4,260
B5 >< B6	3,84 >< 3,63	98,992*	4,260

Keterangan : Berdasarkan uji kontras ortogonal satu faktor taraf 5%, ada beda nyata jika F Hitung > F Tabel. (*) : ada beda nyata dalam perbandingan antar perlakuan. ns : tidak ada beda nyata dalam perbandingan antar perlakuan.

Senyawa Lamda Sihalotrin yang bersifat menghambat enzim yang berperan dalam penerusan rangsangan syaraf yaitu enzim *cholinesterase*. Gangguan dalam fungsi susunan syaraf dapat menyebabkan kematian akibat keracunan (Sudewa dkk., 2008 dalam Murhadinata, 2017). Agensia hayati mampu menghambat makan serangga disebabkan oleh terganggunya jaringan tubuh diakibatkan enzim dan toksinnya seperti *beuverizin*, *beauverolit*, *bassianolit*, *isorolit* dan *asam oksalat* yang mekanisme kerjanya menyebabkan kerusakan jaringan hemokoel secara mekanis seperti saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan serta menghancurkan daya tahan tubuh serangga sehingga nafsu makan menjadi berkurang dan serangga menjadi mati (Hasnah dkk., 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Jamur *B. bassiana* mampu menyebabkan kematian 100% *H. hampei* dalam waktu 19,25 sampai 28,50 hari. Media perbanyakkan *B. bassiana* terbaik yang menghasilkan jumlah spora dan viabilitas spora tinggi adalah bekatul. Konsentrasi terbaik dengan patogenisitas tinggi adalah *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media bekatul 30 g/L. Perlu kajian lebih lanjut mengenai media perbanyakkan lain yang dimungkinkan dapat memberikan pertumbuhan yang lebih baik sehingga tingkat patogenisitasnya dapat meningkat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada LP2M yang telah memberikan dana Hibah Penelitian Terapan Internal 2019. Terimakasih juga disampaikan kepada Laboratorium Hayati Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Daerah Istimewa Yogyakarta yang menjadi mitra pelaksanaan penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Hasnah, Susanna, & Husin S. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara viridula* L. pada Stadia Nimfa

- dan Imago. Jurnal Floratek. Volume 7, Nomor 13, Halaman 24.
- Kansrini, Y. 2013. *Uji Berbagai Jenis Media Perbanyakkan Terhadap Perkembangan Jamur Beauveria bassiana di Laboratorium*. Jurnal Agrica Ekstensia. Vol. 9 No. 1 Juni 2015: 34-39.
- Murhadinata. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Beauveria bassiana Pada Beras Hitam Terhadap Tingkat Kematian Hama Penggerek Buah Kopi Hypothenemus hampei (Ferrari)*. Skripsi: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Najiyati, S. & Danarti, 2012. *Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sari, L. A. 2014. *Uji Patogenitas Spora Jamur Metharhizium anisopliae Terhadap Mortalitas Hama Hypothenemus hampei (Ferrari) Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X*. JUMPEMASI-PBIO. Vol.1 No.1 Hal:26-32.
- Solichah, C. & Brotodjojo, R. 2010. *Perbanyakkan Jamur Entomopatogen Beauveria bassiana Pada Berbagai Macam Media Padat Untuk Pengendalian Phyllophaga spp.* Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Ramlan, Nurjanani & M. Sjaruddin. 2010. *Kajian Teknologi Pengelolaan Hama Kopi Arabika Ramah Lingkungan*. Balai pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Sulawesi.
- Tanjung, H. R., Kamarea, M., dan Yepese, Y. P. 2011. *Uji Patogenits Spora Beauveria bassiana Strain Wamena Sebagai Agen Hayati Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi Hypothenemus hampei*. Jurnal Biologi Papua. Volume 3, Nomor 1. Halaman: 9-15.
- Yuwirawan, I Made. 2011. *Efektivitas Jamur Beauveria bassiana dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kopi (Hypothenemus hampei)*. Skripsi: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.