

**Penambahan Beberapa Jenis Tepung Serangga Pada Media Perbanyakkan Jamur
Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin Guna Meningkatkan Virulensinya
Terhadap Hama *Crocidolomia pavonana* Fabricius di Laboratorium**

*Addition of Several Types of Insect Flour to Metarhizium anisopliae (Metsch.)
Sorokin Propagation Media to Increase Its Virulence Against
Crocidolomia pavonana Fabricius In The Laboratory*

Nizarrudin Aufa, Mochammad Wildan Jadmiko*

Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember

*Corresponding author : wildan.jadmiko@unej.ac.id

ABSTRAK

Hama *Crocidolomia pavonana* merupakan hama utama pada tanaman famili *Brassicaceae*. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian beberapa jenis tepung serangga pada media perbanyakkan jamur *M. anisopliae* guna meningkatkan virulensinya terhadap hama *C. pavonana*. Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu A = Media beras jagung 25 gr, B = Media beras jagung 25 gr + Tepung Ulat hongkong 1,25 gr, C = Media beras jagung 25 gr + Tepung Ulat hongkong 3,75 gr, D = Media beras jagung 25 gr + Tepung Kroto 1,25 gr, E = Media beras jagung 25 gr + Tepung Kroto 3,75 gr, F = Media beras jagung 25 gr + Tepung Jangkrik 1,25 gr, G = Media beras jagung 25 gr + Tepung Jangkrik 3,75 gr. Penambahan tepung serangga tidak dapat meningkatkan virulensi jamur *M. anisopliae* terhadap hama *C. pavonana* hingga diatas 50 % karena kondisi kelembaban yang kurang optimal bagi jamur *M. anisopliae*. Perbandingan jenis tepung serangga yang digunakan untuk ditambahkan pada media perbanyakkan tidak mempengaruhi secara nyata terhadap beberapa parameter yang telah diamati, akan tetapi secara rata-rata media perbanyakkan jamur *M. anisopliae* yang ditambah dengan tepung serangga berbahan baku ulat hongkong yaitu perlakuan B (Media beras jagung 25 gr + tepung ulat hongkong 1,25 gr) dapat menyebabkan mortalitas yang paling tinggi terhadap hama *C. pavonana*.

Kata Kunci: *Metarhizium anisopliae*, *Crocidolomia pavonana*, Tepung Serangga

ABSTRACT

Crocidolomia pavonana is a significant pest in the *Brassicaceae* family. The study aimed to determine the effect of applying several types of insect flour to *M. anisopliae* growth media to increase its virulence against *C. pavonana* pests. The experimental design in this study used a completely randomized design (C.R.D.). The treatment used was A = 25 gr corn rice medium, B = 25 gr corn rice medium + 1.25 gr Hong Kong caterpillar flour, C = 25 gr corn rice medium + 3.75 gr Hong Kong caterpillar flour, D = 25 gr corn rice medium gr + 1.25 gr Kroto flour, E = 25 gr corn rice medium + 3.75 gr Kroto flour, F = 25 gr corn rice medium + 1.25 gr cricket flour, G = 25 gr corn rice medium + 3.75 gr cricket flour. The addition of insect flour could not increase the virulence of *M. anisopliae* against *C. pavonana* pests to above 50% due to less than optimal humidity conditions for *M. anisopliae*. The comparison of the types of insect flour used to be added to the propagation media did not significantly affect some of the parameters that had been observed, but on average, the *M. anisopliae* fungi propagation medium was added with insect flour made from Hong Kong caterpillars, namely treatment B (25 gr corn rice medium + 1.25 gr Hong Kong caterpillar flour) can cause the highest mortality against *C. pavonana* pests.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, *Crocidolomia pavonana*, Insect Flour

Submitted : 02-09-2023

In revised : 03-10-2023

Accepted :26-10-2023

Available Online: 01-11-2023

How to cite:

Aufa, N., & Jadmiko, W. (2023). Penambahan Beberapa Jenis Tepung Serangga Pada Media Perbanyakkan Jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin Guna Meningkatkan Virulensinya Terhadap Hama *Crocidolomia pavonana* Fabricius di Laboratorium. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(4), 215-229. doi:10.19184/bip.v6i4.39288

PENDAHULUAN

Crocidolomia pavonana (F.). merupakan nama sinonim dari hama *Crocidolomia binotalis* Zeller. yang merupakan hama bersifat oligofag dan menyerang pada tanaman famili *Brassicaceae* (Rahayu dkk., 2013). Hama *C. pavonana* merupakan hama utama pada tanaman famili *Brassicaceae* serta dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga mencapai 65,8% (Ilham dkk., 2019). Upaya pengendalian merupakan salah satu cara untuk meminimalisir presentase serangan dan kehilangan hasil yang cukup besar pada tanaman akibat hama *C. pavonana*. Menurut Hussain *et. al.* (2014), penurunan populasi hama dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen pengendali hayati seperti jamur entomopatogen. Menurut Manurung (2020), bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan spora 10^8 dapat menyebabkan mortalitas hama *C. binotalis* 100% pada 10 hari setelah aplikasi, sedangkan aplikasi jamur *M. anisopliae* hanya mencapai 75%. Jamur *M. anisopliae* menyebabkan mortalitas pada larva *C. pavonana* dalam jumlah yang sangat sedikit (Delanuari, 2017). Menurut Sari dan Khobir (2019), bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* menggunakan media tepung beras ditambah 15% tepung jangkrik dapat menyebabkan mortalitas serangga uji (walang sangit) dengan presentase 60% pada 48 jam setelah aplikasi, jika dibandingkan tanpa penambahan tepung jangkrik hanya 20%. Aplikasi jamur *Metarhizium* sp. menggunakan media perbanyakkan tepung jagung yang ditambah dengan 15% tepung jangkrik menyebabkan mortalitas belalang kembara sebesar 67% pada 72 jam setelah aplikasi, sedangkan tanpa penambahan tepung jangkrik mortalitas belalang kembara baru terlihat setelah 96 jam sebesar 40% (Ramli dan Kusnara, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan beberapa jenis tepung serangga pada media perbanyakkan jamur *M. anisopliae* terhadap tingkat virulensinya pada hama *C. pavonana*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca terkait pengaruh penambahan tepung serangga pada media perbanyakkan jamur *M. anisopliae* terhadap tingkat virulensinya pada hama *C. pavonana* serta sebagai tambahan pengetahuan yang dapat dikembangkan oleh pembaca sebagai upaya pengendalian hama terpadu.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu: Penelitian berkaitan dengan Pengaruh Pemberian Tepung Serangga Pada Media Perbanyakkan Jamur *Metarhizium anisopliae* Untuk Meningkatkan Virulensinya Terhadap Hama *C. pavonana* dilaksanakan di laboratorium Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Jember dengan waktu pelaksanaan pada bulan Januari 2022 hingga Februari 2023.

Bahan: *Potato Dextrose Agar* (PDA), isolat jamur *M. anisopliae*, tween 80, jagung, tepung ulat hongkong, tepung kroto, tepung jangkrik, plastik tahan panas, plastik *warp*, alkohol 96%, antibiotik (Chloramphenicol), air steril, aluminium foil, kain kassa atau *tile*, kapas, spirtus, tanaman kubis, dan label

Alat: cawan petri, erlenmeyer, *haemocytometer*, mikroskop binokuler, jarum oose, handsprayer, toples, karet gelang, *autoclave*, LAF (*Laminar air flow*), gunting, timbangan digital, kompor, saringan, Bunsen, baskom, vortex dan gelas *beaker*.

Rancangan percobaan: Rancangan penelitian yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Total terdapat 28 unit percobaan. Perlakuan dalam penelitian antara lain, A (Media Beras Jagung 25 gr), B (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Ulat hongkong 1,25 gr), C (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Ulat hongkong 3,75 gr), D (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Kroto 1,25 gr), E (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Kroto 3,75 gr), F (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Jangkrik 1,25 gr), G (Media Beras Jagung 25 gr + Tepung Jangkrik 3,75 gr). Analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Teknik analisis data dilakukan dengan analisis ragam pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Analisis tingkat hubungan keeratan antar variable menggunakan analisis korelasi dan didasari dengan tabel nilai koefisien korelasi *Guilford Emperical Rules*. Analisis data dikerjakan dengan bantuan *software Microsoft excel* dan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*).

Persiapan Penelitian:

Perbanyakkan Pakan untuk Serangga Uji. Pakan yang akan digunakan untuk perbanyakkan serangga uji adalah tanaman kubis. Bibit kubis yang digunakan yaitu varietas GREEN NOVA yang telah berumur 2 minggu didapatkan dari daerah Bondowoso, Jember. Media tanam yang digunakan yaitu *top soil* yang telah digemburkan dan media tanam dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Bibit akan dipindah pada polybag yang besar ukuran 25 x 25 cm yang berisi media tanam yang telah dibuat sebelumnya. Perawatan yang dilakukan yaitu penyiraman, penyulaman, pemupukan, dan penyiangan.

Pengadaan Serangga Uji. Larva *C. pavonana* diperoleh dari lahan pertanaman kubis dan selanjutnya dipelihara dengan metode *rearing* di toples dengan penutup kassa atau kain *tile* putih dan beralaskan *tissue*. Pada proses *rearing* larva *C. pavonana* akan diberi makan kubis serta toples akan dibersihkan secara berkala. Larva akan ditempatkan sesuai instar dengan masing-masing toples yang berbeda. Larva instar 4 yang akan memasuki fase pupa dan akan mengalami metamorfosis menjadi pupa. Pada waktu menjelang menjadi pupa, larva dipindahkan ke toples yang berisi serbuk gergaji. Setelah beberapa hari, pupa akan menjadi imago. Imago *C. pavonana* akan ditempatkan pada toples berukuran besar yang telah dimodifikasi dan meletakkan daun kubis di dalam toples untuk peletakan telur. Pada fase imago, *C. pavonana* akan diberi pakan madu 10% yang diresapkan pada gumpalan kapas hingga imago dapat bertelur. Telur akan menetas setelah ± 4 hari (Sulifoa *et. al.*, 2016), kemudian larva dipelihara hingga memasuki fase instar 2 sebagai serangga uji yang akan digunakan dalam penelitian.

Penyediaan Isolat jamur *M. anisopliae*. Isolat jamur *M. anisopliae* diperoleh dari Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura Tanggul, Jember, Jawa Timur dalam bentuk biakan murni. Biakan murni jamur *M. anisopliae* dibiakkan kembali pada media PDA dengan cawan petri pada suhu ruang selama 7 hari.

Pembuatan Tepung Serangga. Tahap awal pembuatan tepung serangga yaitu serangga yang akan dijadikan tepung dikumpulkan, antara lain, jangkrik, kroto, dan ulat hongkong. Proses selanjutnya serangga tersebut dimasukkan ke dalam air panas, lalu ditiriskan. Serangga yang telah ditiriskan, lalu dioven selama ± 20 menit hingga menjadi kering. Proses selanjutnya serangga tersebut diblender atau diolah hingga menjadi tepung. Serangga yang telah menjadi tepung, disaring hingga didapati ukuran tepung yang seragam

Pelaksanaan Penelitian:

Pembiakan ulang Isolat Jamur *M. anisopliae* pada media PDA. Isolat jamur dibiakkan pada media PDA. PDA diberi campuran antibiotic dan dipindahkan ke dalam cawan petri secara aseptis di LAF (*Laminar air flow*). PDA yang berada di dalam cawan petri didiamkan hingga PDA menjadi padat. Isolat jamur diinokulasikan ke dalam media PDA secara aseptik dan diinkubasi selama 3-7 hari pada suhu ruang. Pertumbuhan jamur akan terlihat berupa adanya miselium jamur.

Pembuatan Starter Isolat *M. anisopliae*. Proses pembuatan starter yaitu beras jagung ditimbang sebanyak 100 g dan dimasukan ke dalam plastik yang tahan panas, selanjutnya beras jagung tersebut disterilkan pada *autoclave*. Pada media beras jagung tersebut diinokulasikan isolat jamur *M. anisopliae* dengan menggunakan jarum ose secara aseptik dan dikocok hingga spora jamur dapat tersebar rata dengan beras jagung di dalam plastik serta diinkubasi selama ± 14 hari. Starter yang sudah ditumbuhi jamur *M. anisopliae* dihitung kerapatan spora awalnya. Pengamatan spora dilakukan pada bidang kotak *Haemocytometer*. Jumlah rata-rata spora yang sudah diketahui, lalu dihitung kerapatan sporaya dengan menggunakan rumus sebagai berikut (BBPPTP, 1997 dalam Kapriyanto dkk., 2014).

$$S = \frac{X}{L (mm^2) \times t (mm) \times d} \times 10^3$$

Keterangan:

S = Jumlah spora

X = Rata-rata jumlah spora yang dihitung pada bidang *Haemocytometer*

L = Luas kotak hitung $0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$

t = Kedalaman bidang hitung (0,1 mm)

d = Faktor pengenceran

10^3 = Volume suspensi yang diambil ($1 \text{ ml} = 10^3 \text{ mm}^3$)

Aplikasi Suspensi Jamur *M. anisopliae*. Media perbanyakkan sebagai perlakuan diambil dari hasil pertumbuhan jamur pad: ertumbuhan koloni jamur yang telah ditumbuhi jamur *M. anisopliae* lalu dihitung ke $V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$ gunakan *Haemocytometer*. Kerapatan spora yang telah diketahui, digunakan untuk men ia perbanyakkan yang akan dijadikan suspensi dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rustama dkk., 2008).

Keterangan:

V_1 = Banyaknya media yang diinginkan (g/ml)

N_1 = Kerapatan spora yang diketahui (konidia/ml)

V_2 = Volume yang diinginkan (ml)

N_2 = Kerapatan yang diinginkan (10^7)

Jumlah media perbanyakkan yang dibutuhkan telah diketahui, lalu dilarutkan ke dalam air serta ditambahkan tween. Media yang sudah dilarutkan lalu disaring hingga didapati suspensi jamur dan dimasukan ke dalam gelas *beaker*. Larva *C. pavonana* hasil rearing sebanyak 10 ekor dicelupkan selama 5 detik ke dalam suspensi tersebut, lalu dikeringkan dan dimasukan ke dalam toples serta diberi pakan daun kubis yang bebas pestisida (Budi dkk., 2013). Pengamatan dilakukan setiap hari sekali setelah aplikasi selama 7 hari.

Pengujian Diameter pertumbuhan Jamur *M. anisopliae* pada Media Perlakuan.

Menurut Afifah dkk. (2021), bahwa pengujian diameter pertumbuhan jamur *M. anisopliae* dilakukan dengan cara media perbanyakkan sesuai dengan perlakuan dimasukan ke dalam cawan petri lalu dibungkus dengan *plastic wrap* kemudian disterilisasi dengan autoklaf. Inokulum jamur *M. anisopliae* yang telah tersedia diinokulasikan ke dalam petri berisikan media perbanyakkan sesuai perlakuan menggunakan pinset secara aseptis. Pertambahan panjang diameter koloni yang terbentuk pada media perlakuan diukur dan dihitung rata-rata diameternya. Pengamatan diameter pertumbuhan koloni jamur dilakukan setiap tiga hari sekali setelah inokulasi selama 15 hari. Pertumbuhan koloni dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Laksana dkk., 2022).

$$D = \frac{d1+d2}{2}$$

Keterangan :

D = Diameter jamur *M.anisopliae* (cm)

d1 =Diameter vertikal jamur *M.anisopliae*

d2 = Diameter horizontal jamur *M.anisopliae*

Perhitungan Kerapatan Spora Setelah Perlakuan pada Masing-Masing Media Perbanyakan.

Media perbanyakan pada perlakuan diameter pertumbuhan koloni jamur yang telah ditumbuhi jamur *M. anisopliae* ditimbang sebanyak 1 g, lalu dicampur dengan air steril sebanyak 10 ml dan twenn 80 satu tetes ke dalam tabung reaksi serta dilarutkan, setelah itu dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-2} , kemudian suspensi tersebut diteteskan ke *Haemocytometer*, lalu dilakukan perhitungan kerapatan spora dengan bantuan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali.

Perhitungan Perkecambah Spora.

Perhitungan perkecambahan spora Jamur *M. anisopliae* dilakukan dengan *objek glass* yang telah dimodifikasi. Pengamatan spora yang berkecambah dan tidak berkecambah pada bidang pandang dibawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Pengamatan daya kecambah spora dilakukan setiap 24 jam sekali selama 2 hari. Perhitungan daya kecambah spora dilakukan dengan menggunakan rumus (Astuti dkk., 2020) sebagai berikut.

$$V = \frac{g}{(g + u)} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Perkecambahan spora (viabilitas)

g = Jumlah spora yang berkecambah

u = Jumlah spora yang tidak berkecambah

Mortalitas Serangga Uji.

Presentase mortalitas serangga uji dihitung dengan menggunakan rumus yang digunakan oleh (Susilo *et. Al.*, 1993 *dalam* Ramli dan Kusnara, 2019) sebagai berikut.

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase kematian serangga uji

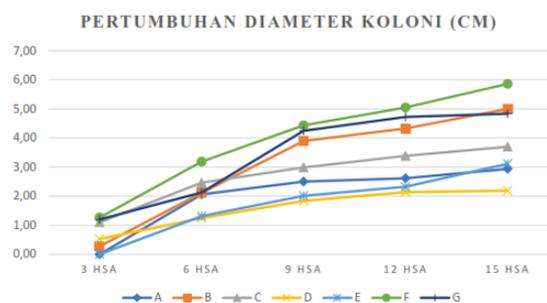
A = Jumlah serangga uji yang mati akibat perlakuan

B = Jumlah serangga uji awal pada setiap perlakuan

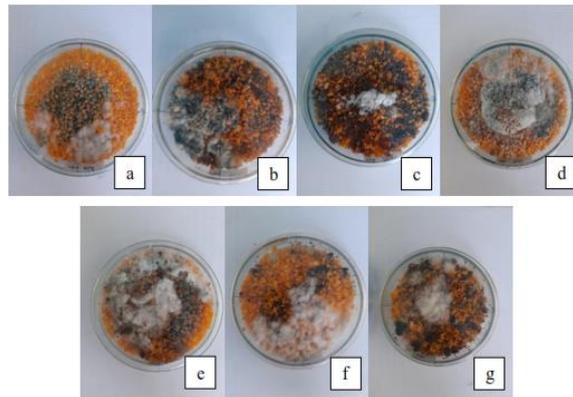
HASIL

Diameter Pertumbuhan Koloni Jamur M. anisopliae

Hasil yang didapat dari analisis data pada parameter diameter pertumbuhan koloni jamur menjelaskan bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata, akan tetapi secara rata-rata terdapat perbedaan diameter pertumbuhan koloni jamur pada masing-masing perlakuan. Pertumbuhan diameter koloni jamur yang paling tinggi yaitu pada perlakuan F, lalu diikuti oleh perlakuan B. Pertumbuhan diameter koloni jamur yang paling rendah yaitu pada perlakuan D masing-masing pada 15 HSA. Perbandingan diameter pertumbuhan jamur *M. anisopliae* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram diameter pertumbuhan jamur *M. anisopliae* pada media perlakuan



Gambar 2. Pertumbuhan diameter koloni *M. anisopliae* 15 HSA. (a) media beras jagung 25 gr (kontrol). (b) media beras jagung 25 gr + 1,25 gr tepung ulat hongkong. (c) media beras jagung 25 gr + 3,75 gr tepung ulat hongkong. (d) media beras jagung 25 gr + 1,25 gr tepung kroto. (e) media beras jagung 25 gr + 3,75 gr tepung kroto. (f) media beras jagung 25 gr + 1,25 gr tepung jangkrik. (g) media beras jagung 25 gr + 3,75 gr tepung ulat hongkong.

Kerapatan Spora *M. anisopliae*.

Hasil analisis ragam yang didapatkan dari parameter perlakuan kerapatan spora bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata, tetapi secara rata-rata memiliki perbedaan jumlah kerapatan spora antar perlakuan. Jumlah kerapatan spora tertinggi diperoleh dari perlakuan B dan diikuti oleh perlakuan F. Jumlah kerapatan spora yang paling rendah yaitu pada perlakuan G. Rata-rata jumlah kerapatan spora antar perlakuan dapat dilihat pada (Tabel 4.1).

Tabel 1. Kerapatan spora *M. anisopliae* pada perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata kerapatan spora (10^7 konidia/ml)
A	0,63
B	3,50
C	1,43
D	1,93
E	0,50
F	2,35
G	0,15

Perkecambahan Spora

Pada parameter perkecambahan spora, hasil yang didapat dari analisis data menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata, akan tetapi memiliki perbedaan rata – rata antar perlakuan. Rata-rata tingkat perkecambahan spora yang paling tinggi yaitu pada perlakuan C, lalu diikuti dengan perlakuan lainnya. Tingkat perkecambahan spora yang paling rendah yaitu pada perlakuan D (Tabel 4.2).

Tabel 2. Rata-rata tingkat perkecambahan spora *M. anisopliae* pada perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Tingkat Perkecambahan Spora (%)	
	24 JSA	48 JSA
A	30	75
B	56,25	75
C	100	100
D	70	70
E	53,75	75
F	75	75
G	75	75



Gambar 3. Spora jamur *M. anisopliae* pada perbesar 400x (a) Spora yang tidak berkecambah (b) Spora yang berkecambah

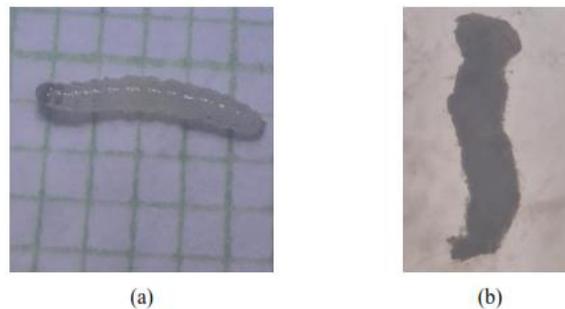
Mortalitas Serangga Uji

Hasil yang didapatkan dari analisis data terhadap parameter mortalitas serangga uji akibat infeksi jamur *M. anisopliae* dari berbagai perlakuan menunjukkan terdapat berbeda nyata pada 1 HSA dan 2 HSA, sedangkan pada hari selanjutnya menunjukkan tidak berbeda nyata. Penambahan tepung serangga cukup memberikan pengaruh terhadap tingkat mortalitas serangga uji. Tingkat presentase mortalitas serangga uji disetiap harinya pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada (Tabel 4.3)

Tabel 3. Presentase Mortalitas Hama *C. pavonana*

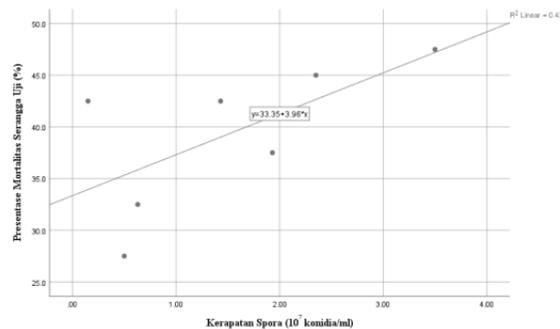
Perlakuan	Mortalitas (%)						
	1 HSA	2 HSA	3 HSA ^{ns}	4 HSA ^{ns}	5 HSA ^{ns}	6 HSA ^{ns}	7 HSA ^{ns}
A	2,5 a	30 bc	30	30	32,5	32,5	32,5
B	17,5 c	30 bc	35	45	45	47,5	47,5
C	5 ab	7,5 a	30	35	42,5	42,5	42,5
D	22,5 c	37,5 bc	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
E	17,5 bc	20 ab	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
F	17,5 c	27,5 bc	35	37,5	45	45	45
G	20 c	42,5 c	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata. Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT 5%



Gambar 4. Larva hama ulat kubis *C. pavonana* (a) larva instar 2 yang hidup. (b) larva yang mati akibat infeksi jamur *M. anisopliae*

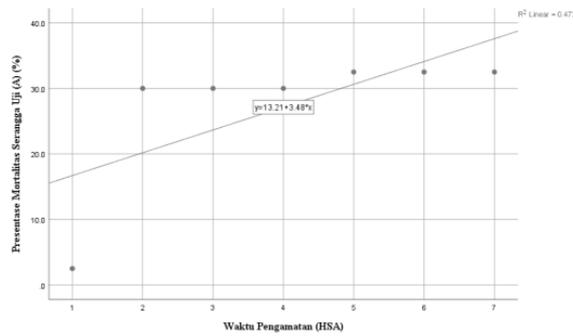
Hubungan Tingkat Kerapatan Spora Jamur *M. anisopliae* dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji



Gambar 5. Grafik hubungan keeratan tingkat kerapatan spora dengan presentase mortalitas serangga uji

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara tingkat kerapatan spora dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,431. Menurut tabel nilai koefisien korelasi tingkat kerapatan spora dengan presentase mortalitas serangga uji memiliki hubungan yang sedang atau cukup, sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kerapatan spora jamur *M. anisopliae* cukup mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji.

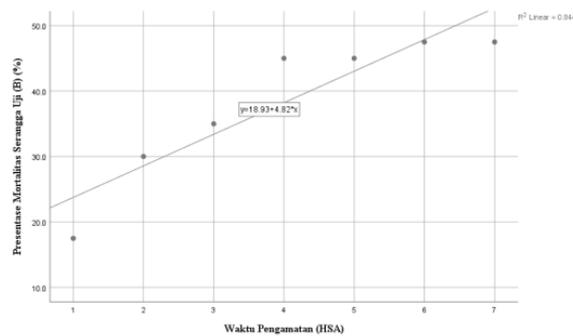
Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan A



Gambar 6. Grafik hubungan keeratan waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan A

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,473. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan A memiliki hubungan yang sedang atau cukup, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan cukup mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

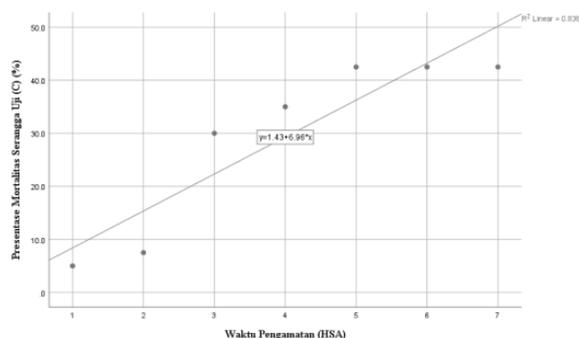
Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan B



Gambar 7. Grafik hubungan keeratan waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan B

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,844. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan B memiliki hubungan yang kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan dapat mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

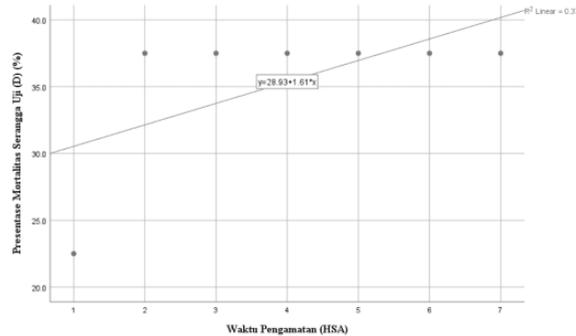
Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan C



Gambar 8. Grafik hubungan keeratan waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan C

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,838. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan C memiliki hubungan yang kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan dapat mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

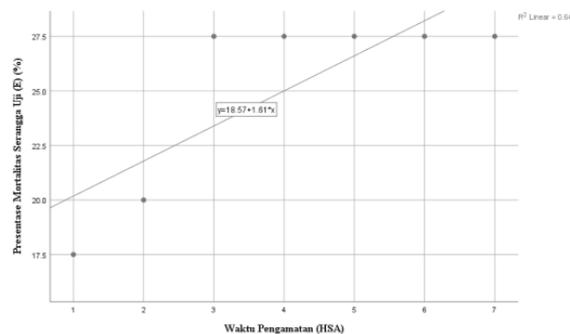
Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan D



Gambar 9. Grafik hubungan keeratn waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan D

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,375. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan D memiliki hubungan yang rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan tidak mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan E

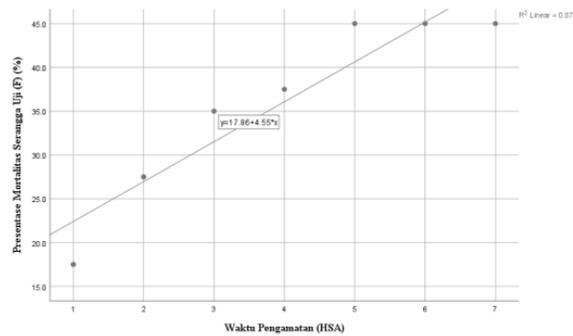


Gambar 10. Grafik hubungan keeratn waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan E

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,643. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan E memiliki hubungan yang sedang, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan cukup mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

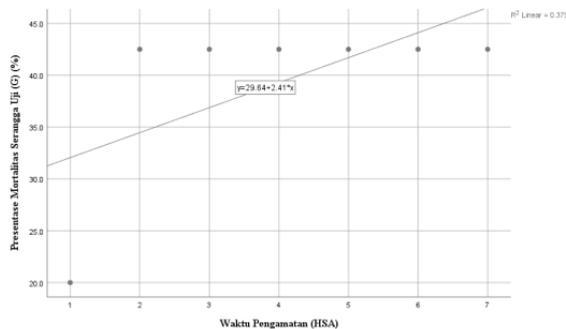
Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan F

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,879. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan F memiliki hubungan yang kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan dapat mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.



Gambar 11. Grafik hubungan keeratan waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan F

Hubungan Waktu Pengamatan dengan Presentase Mortalitas Serangga Uji Pada Perlakuan G



Gambar 12. Grafik hubungan keeratan waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan G

Berdasarkan dari hasil analisis korelasi menyatakan bahwa terdapat hubungan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji. Hubungan tersebut memiliki nilai korelasi 0,375. Menurut tabel nilai koefisien korelasi, waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan G memiliki hubungan yang rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan tidak mempengaruhi terhadap presentase mortalitas dari serangga uji yang disebabkan oleh *M. anisopliae*.

PEMBAHASAN

Tanda pertumbuhan jamur *M. anisopliae* pada masing-masing media yang sudah diberi perlakuan dapat dilihat berdasarkan ciri-ciri makroskopisnya. Koloni jamur *M. anisopliae* pada fase awal pertumbuhan akan nampak miselium berwarna putih yang memiliki tekstur menyerupai kapas. Tahap pertumbuhan jamur selanjutnya, koloni jamur *M. anisopliae* akan mengalami perubahan warna menjadi hijau hingga ke abu-abuan dengan bagian tepi koloni yang berwarna putih. Jamur entomopatogen *Metarhizium sp.* pada awa fase pertumbuhannya akan terlihat miselium dengan warna putih dan akan mengalami perubahan warna menjadi hijau, serta pada tepi koloni jamur terdapat warna putih. Tekstur koloni jamur berupa tebal seperti kapas (Hlaing dan Nway, 2017).

Diameter pertumbuhan koloni antar perlakuan berdasarkan ANOVA tidak berbeda nyata, tetapi terdapat perbedaan rata-rata antar perlakuan pada diameter pertumbuhan koloni jamur. Diameter pertumbuhan koloni jamur yang paling tinggi terjadi pada perlakuan F, diikuti dengan perlakuan B. Pada perlakuan F, jamur *M. anisopliae* dapat tumbuh rata-rata hingga 5,86 cm, sedangkan pada perlakuan B rata-rata hingga 5 cm masing-masing pada 15 HSA. Pertumbuhan koloni jamur *M. anisopliae* yang paling rendah yaitu pada perlakuan D hanya mencapai 2,19 cm pada 15 HSA.

Penambahan tepung serangga pada media perbanyakkan memberikan nutrisi tambahan untuk pertumbuhan koloni jamur *M. anisopliae*. Pada perlakuan F yang ditambahkan tepung jangkrik memiliki diameter pertumbuhan koloni yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan B. Menurut Montowska dkk. (2019), bahwa tepung jangkrik memiliki kandungan yang dibutuhkan oleh jamur *M. anisopliae* sebagai kebutuhan nutrisi tambahan seperti protein, lemak, kitin, dan beberapa mineral, sedangkan pada tepung ulat hongkong memiliki kandungan yang hampir sama dengan tepung jangkrik yaitu, protein, kitin, kadar lemak, asam amino (lisin dan treonin) serta beberapa mineral (Jajic *et. al.*, 2019).

Kandungan protein yang terdapat pada tepung jangkrik memiliki konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis tepung serangga lainnya. Menurut Septiani dkk. (2020), protein yang terkandung pada tepung jangkrik yaitu sebesar 65-67,7%, sedangkan pada tepung ulat hongkong memiliki kandungan protein sebesar 47% (Benzertiha *et. al.*, 2019). Tepung kroto memiliki konsentrasi protein yang paling rendah yaitu 11,09% (Lutviandary dan Kuntjoro, 2020), sehingga media perbanyakkan jamur yang ditambahkan tepung kroto memiliki diameter koloni yang paling pendek jika dibandingkan dengan tepung jangkrik dan tepung ulat hongkong.

Jumlah tepung serangga yang ditambahkan pada media perbanyakkan memiliki pengaruh terhadap

pertumbuhan jamur entomopatogen. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menjelaskan bahwa jumlah tepung serangga yang lebih sedikit memberikan peningkatan pertumbuhan diameter koloni jamur jika dibandingkan dengan tepung serangga dalam jumlah yang lebih banyak. Perlakuan G (penambahan tepung jangkrik sebesar 3,75 gr), C (penambahan tepung ulat hongkong 1,25 gr), dan E (penambahan tepung kroto 3,75 gr) memiliki diameter yang lebih pendek jika dibandingkan dengan perlakuan F dan B. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Herlinda dkk. (2006), bahwa jumlah nutrisi yang berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan penumpukan metabolit sehingga dimungkinkan dapat menghambat pertumbuhan dari jamur entomopatogen.

Menurut Manurung dkk. (2012), menyatakan bahwa peran kandungan protein yang terdapat pada media perbanyakkan sangat penting untuk proses perkembangan jamur. Protein yang telah tercukupi bagi jamur *M. anisopliae* menyebabkan proses sintesis enzim yang dibutuhkan oleh *M. anisopliae* berlangsung dengan baik. Jamur entomopatogen dapat menghasilkan Pr 1 yang merupakan serine protease untuk mendegradasi bahan yang mengandung protein dari tubuh inangnya, pada waktu yang sama protein yang telah terlarut akan menjadi asam amino oleh peptidase amino dan eksopeptidase dan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi jamur entomopatogen (Wang *et. al.*, 2002).

Protein dan kitin merupakan senyawa yang berperan penting dalam pertumbuhan diameter koloni jamur. Protein dan kitin merupakan senyawa untuk pembentukan konidia, dan hifa bagi jamur *M. anisopliae* serta meningkatkan virulensinya terhadap inang. Kedua senyawa tersebut dapat memberikan nutrisi tambahan untuk pertumbuhan jamur entomopatogen (Indriyanti dkk., 2021). Kitin merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi jamur entomopatogen (Barreto dkk., 2004). Karbon merupakan senyawa yang dibutuhkan untuk proses terjadinya metabolisme pada jamur entomopatogen, sedangkan nitrogen merupakan senyawa yang berperan untuk merangsang pertumbuhan jamur serta berperan dalam proses terjadinya sintesis protein (Indriyanti dkk., 2021).

Jumlah kerapatan spora antar perlakuan tidak berbeda nyata, akan tetapi secara rata-rata terdapat kerapatan spora tertinggi yaitu pada perlakuan B sebesar $3,50 \times 10^7$ konidia/ml yang merupakan perlakuan penambahan tepung ulat hongkong sebanyak 1,25 gr pada media perbanyakkan. Penambahan tepung jangkrik sebanyak 1,25 gr (perlakuan F) dan tepung kroto sebanyak 1,25 gr (perlakuan D) dapat meningkatkan secara rata-rata kerapatan spora jamur *M. anisopliae* jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kandungan kitin yang terdapat pada tepung ulat hongkong memiliki konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis tepung serangga lainnya. Penambahan tepung serangga pada media perbanyakkan jamur dapat meningkatkan jumlah kerapatan spora jika dibandingkan tanpa tepung serangga yaitu pada perlakuan A sebagai kontrol yang memiliki kerapatan spora $0,63 \times 10^7$ konidia/ml.

Media perbanyakkan dapat mempengaruhi kerapatan konidia jamur. Menurut Hamzah dkk. (2016), bahwa media perbanyakkan dapat mempengaruhi kerapatan konidia dari jamur entomopatogen. Penambahan tepung serangga dapat meningkatkan jumlah kerapatan spora. Penambahan tepung jangkrik dapat meningkatkan jumlah kerapatan jamur *B. bassiana* (Herlinda dkk., 2006). Kandungan tepung serangga berupa protein dan kitin memiliki peranan yang penting dalam peningkatan jumlah kerapatan spora. Protein dan kitin merupakan senyawa yang berperan untuk pembentukan konidia, dan hifa bagi jamur *M. anisopliae* serta meningkatkan virulensinya terhadap inang (Indriyanti dkk., 2021).

Tepung serangga yang ditambahkan dalam jumlah yang lebih banyak pada media perbanyakkan dapat menurunkan tingkat kerapatan spora. Penurunan kerapatan spora terjadi pada perlakuan E (penambahan tepung kroto 3,75 gr) dan G (penambahan tepung jangkrik 3,75 gr) yang secara rata-rata tingkat kerapatan spora dari dua perlakuan tersebut lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Penambahan tepung serangga dalam jumlah yang lebih banyak dari yang dibutuhkan oleh jamur entomopatogen dapat menyebabkan penumpukan metabolit sehingga terjadi penghambatan pembentukan spora (Herlinda dkk., 2006).

Tingkat kerapatan spora jamur dipengaruhi oleh kecenderungan isolat jamur entomopatogen dalam memanfaatkan nutrisi yang ada. Penelitian yang dilakukan Herlinda dkk. (2006), menyatakan bahwa jamur entomopatogen *B. bassiana* isolate PD₂ daerah Pagaralam dengan asal inang serangga *Chrysodeixis chalcites* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan tepung jangkrik yang ada pada media SDB, sehingga isolat tersebut mengalami peningkatan kerapatan spora yang paling tinggi jika dibandingkan dengan jenis isolat lainnya. Isolat yang digunakan pada penelitian ini diduga memiliki kecenderungan lebih bisa memanfaatkan tepung ulat hongkong daripada jenis tepung serangga lainnya sehingga dapat mengalami peningkatan kerapatan spora.

Fase perkecambahan spora jamur menurut Moslim dan Kamarudin. (2014), bahwa spora yang baru terbentuk pada ujung miselium berbentuk bulat telur hingga ellipsoid yang termasuk fase muda dari spora. Spora berbentuk bulat telur sering ditemukan pada saat penelitian. Spora yang belum matang berbentuk ellipsoid dengan ujung silinder, sedangkan spora yang matang berbentuk silinder seperti (gambar 4.3 (a)) dan belum berkecambah. Spora jamur akan berkecambah pada 24 jam – 48 jam. Pada awal perkecambahan akan tumbuh miselium yang memiliki cabang panjang dan tidak bersepta (gambar 4.3 (b)), lalu akan terjadi pembentukan miselium yang bersepta bersamaan dengan terjadinya peningkatan diferensiasi sel (Uribe dan Khachatourians, 2008).

Tingkat perkecambahan spora jamur *M. anisopliae* pada 48 jam setelah aplikasi menunjukkan semua perlakuan memiliki presentase perkecambahan spora yang hampir sama. Pada saat penelitian terdapat 1 ulangan pada masing-masing perlakuan kecuali perlakuan C yang tidak ditemukan keberadaannya sehingga presentase perkecambahan spora secara rata-rata akan berkurang. Penambahan tepung serangga memiliki pengaruh yang baik dari pada kontrol pada 24 JSA. Presentase perkecambahan spora pada 24 JSA di semua perlakuan yang terdapat tambahan tepung serangga menunjukkan presentase perkecambahan diatas 50%.

Menurut Indriyanti dkk. (2021), tingkat presentase perkecambahan spora berhubungan erat dengan sumber nutrisi yang terdapat pada media pertumbuhan jamur entomopatogen. Peningkatan presentase perkecambahan spora yang terjadi dapat disebabkan oleh jamur entomopatogen yang mendapatkan nutrisi tambahan dari tepung

serangga sebagai tambahan sumber protein dan kitin bagi jamur *M. anisopliae* (Herlinda dkk., 2006).

Presentase perkecambahannya pada perlakuan A yang rendah yaitu 30% disebabkan karena jamur yang tumbuh pada media A tidak terdapat tepung serangga sebagai inang aslinya. Menurut Magan (2001), bahwa kualitas konidia yang tumbuh pada media buatan berbeda dengan konidia yang berasal dari inang aslinya. Tepung serangga dapat menjadi sumber nutrisi untuk kebutuhan protein, karbon, dan nitrogen bagi jamur entomopatogen. Tambahan nutrisi yang kurang pada media perbanyakkan pada jamur entomopatogen dapat mempengaruhi presentase perkecambahannya (Indriyanti dkk., 2021).

Serangga uji yang terinfeksi oleh jamur *M. anisopliae* memiliki tanda berupa tubuh akan menjadi kaku dan kering serta warna tubuh akan berubah menjadi hitam. Menurut penelitian Kapriyanto dkk. (2014), bahwa larva yang terinfeksi *M. anisopliae* pada fase awal akan mati yang ditandai dengan tubuh menjadi kaku dan kekeringan, setelah itu akan tumbuh miselium putih pada bagian tubuh larva.

Rata-rata mortalitas serangga uji yang paling tinggi hingga 7 HSA terjadi pada perlakuan B, lalu diikuti oleh perlakuan F, C dan G. Rata-rata mortalitas serangga uji pada perlakuan B yaitu sebesar 47,5 % sedangkan pada perlakuan F sebesar 45 %. Rata-rata mortalitas terendah terjadi pada perlakuan E dengan presentase sebesar 27,5 %. Penambahan tepung serangga berupa tepung ulat hongkong dengan jumlah yang lebih sedikit yaitu 1,25 gr memberikan pengaruh yang baik terhadap peningkatan rata-rata mortalitas serangga uji.

Penambahan tepung serangga memberikan pengaruh yang baik terhadap presentase mortalitas serangga uji pada 1 HSA. Presentase mortalitas serangga uji menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada 1 HSA dengan perlakuan kontrol memiliki presentase mortalitas serangga uji yang paling rendah. Penggunaan tepung serangga yang ditambahkan pada media perbanyakkan jamur *Metarhizium sp.* dapat mempercepat kematian serangga sasaran jika dibandingkan tanpa penggunaan tepung serangga (Ramli dan Kusnara, 2019).

Berdasarkan analisis korelasi terdapat hubungan antara tingkat kerapatan spora dengan presentase mortalitas serangga uji dengan kategori sedang, sehingga dapat dinyatakan bahwa presentase mortalitas serangga uji dipengaruhi oleh tingkat kerapatan spora. Menurut Aryo dkk. (2017), menyatakan bahwa jamur entomopatogen dengan tingkat kerapatan spora tinggi maka spora yang akan tumbuh menjadi lebih banyak. Konidia yang melekat pada serangga uji dengan jumlah yang banyak mempengaruhi proses penetrasi jamur entomopatogen terhadap inang sasarannya (Kastilong dkk., 2021).

Perlakuan tepung ulat hongkong (perlakuan B) dapat menyebabkan mortalitas serangga uji yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan tepung jangkrik (perlakuan F). Konsentrasi senyawa kitin yang terkandung didalam tepung ulat hongkong lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung jangkrik. Senyawa kitin dapat memicu aktivitas enzim yang dimiliki oleh jamur entomopatogen dalam proses infeksi serangga inang. Beberapa faktor yang mempengaruhi virulensi pada sumber isolat jamur entomopatogen selain daya kecambah dan laju pertumbuhan yaitu tingkat produksi toksin dan enzim oleh jamur *M. anisopliae* (Trizelia dkk., 2018).

Kandungan pada tepung serangga berupa protein dan kitin dapat meningkatkan aktivitas enzimatis yang berperan dalam proses infeksi serangga oleh jamur *M. anisopliae*. Aktivitas yang tinggi terjadi oleh endoprotease yang berperan dalam proses infeksi serangga oleh jamur *M. anisopliae* pada media yang mengandung kitin (Dhar dan Kaur, 2010). Tepung serangga yang ditambahkan pada media perbanyakkan mengandung kutikula sehingga dapat menjadi tambahan nutrisi bagi jamur entomopatogen dan menyebabkan peningkatan aktivitas enzim protease dan khitinase oleh jamur entomopatogen. Peningkatan enzim protease dan khitinase oleh jamur entomopatogen menyebabkan jamur entomopatogen dapat menginvasi dan mendegradasi kutikula serangga dengan mudah sehingga serangga inang cepat mengalami kematian (Herlinda dkk., 2006).

Mortalitas pada serangga uji tidak mencapai 50 %, hal tersebut diduga disebabkan karena faktor kondisi kelembaban di dalam toples yang kurang optimal bagi jamur *M. anisopliae*. Faktor kelembaban memiliki peran penting bagi jamur entomopatogen untuk menginfeksi inang sasarannya. Menurut Athanassiou *et. al.* (2017), menyatakan bahwa keberhasilan jamur entomopatogen sebagai insektisida membutuhkan kondisi yang lembab. Sporulasi jamur entomopatogen dipengaruhi oleh durasi paparan dari kondisi kelembaban yang tinggi. Jamur entomopatogen memproduksi konidia dalam jumlah yang sedikit pada kondisi kelembaban dibawah 43% dan memproduksi konidia dengan jumlah yang cukup besar secara konsisten dengan kelembaban di atas 75% (Arthurs dan Thomas, 2001).

Hubungan keeratan antara waktu pengamatan dengan presentase mortalitas serangga uji dapat diketahui melalui grafik analisis korelasi dan dinyatakan berdasarkan tabel koefisien korelasi. Pada grafik analisis korelasi antara waktu pengamatan dan presentase mortalitas serangga uji terdapat persamaan garis yang dapat menunjukkan laju kematian dari serangga uji akibat infeksi jamur entomopatogen. Nilai koefisien korelasi tidak dapat menentukan laju kematian serangga uji.

Perlakuan kontrol tanpa adanya penambahan tepung serangga memiliki nilai koefisien korelasi dengan kategori sedang dan laju kematian serangga uji yang lebih yang lebih cepat jika dibandingkan dengan perlakuan tepung kroto. Perlakuan kontrol tanpa penambahan tepung serangga menyebabkan laju kematian serangga uji yang cukup cepat, tetapi tidak lebih cepat daripada perlakuan tepung ulat hongkong dan tepung jangkrik, hal tersebut dikarenakan tidak ada tambahan bahan yang mengandung kitin seperti pada tepung serangga. Kitin memiliki peran dalam meningkatkan jumlah kematian dan mempercepat laju kematian dari serangga uji.

Laju kematian serangga uji akibat infeksi jamur *M. anisopliae* paling tercepat yaitu pada perlakuan tepung ulat hongkong, lalu diikuti oleh perlakuan tepung jangkrik. Tepung ulat hongkong (perlakuan B) memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi, yang artinya peningkatan jumlah kematian serangga uji terjadi secara terus menerus selama waktu pengamatan sehingga perlakuan tepung ulat hongkong memiliki mortalitas total serangga uji yang paling tinggi. Tepung ulat hongkong yaitu, perlakuan C dan diikuti perlakuan B menyebabkan kematianserangga uji paling cepat jika dibandingkan dengan tepung serangga lainnya, hal tersebut

dimungkinkan jamur entomopatogen dapat mengeluarkan mikotoksin lebih awal untuk memenetrasi hama sasaran. Laju kematian dari serangga uji yang lebih cepat dapat disebabkan oleh kemampuan jamur *M. anisopliae* dalam mempertahankan kemampuannya infeksi pada media perbanyakan serta faktor kelembaban masih menjadi peran yang sangat penting.

Sifat virulen dari jamur entomopatogen dapat disebabkan oleh kemampuan jamur dalam memproduksi mikotoksin dan perkecambahan spora. Tepung serangga yang digunakan dalam penelitian mengandung senyawa kitin yang merupakan senyawa penting dalam peningkatan virulensi jamur entomopatogen terhadap serangga sasaran. Media perbanyakan jamur entomopatogen yang ditambahkan bahan yang mengandung kitin dapat meningkatkan kualitas konidia jamur entomoptogen (Saputro dkk., 2019).

Tepung jangkrik (perlakuan F) dan tepung kroto (perlakuan D dan E) memiliki senyawa kitin yang terkandung didalamnya. Tepung jangkrik menyebabkan kematian serangga uji lebih lambat jika dibandingkan dengan tepung ulat hongkong, tetapi lebih cepat dari tepung kroto. Perbedaan antara perlakuan tepung ulat hongkong dan perlakuan tepung jangkrik (perlakuan F) yaitu pada presentase senyawa kitin yang terkandung dikedua jenis tepung serangga tersebut berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan pada presentase total mortalitas serangga uji dan laju kematian serangga uji.

Perlakuan tepung kroto (perlakuan D dan E) menyebabkan laju kematian yang lebih lambat jika dibandingkan dengan perlakuan tepung ulat hongkong dan tepung jangkrik, hal tersebut dimungkinkan karena konsentrasi kandungan kitin pada tepung kroto yang rendah serta perlu penelitian lain dilakukan untuk mengetahui perbedaan jenis kitin dari berbagai jenis tepung serangga, sehingga akan didapati penyebab jenis tepung serangga yang dapat mematikan secara cepat dan jenis tepung serangga dapat menyebabkan kematian serangga uji dalam jumlah yang banyak.

KESIMPULAN

Penambahan tepung serangga tidak dapat meningkatkan virulensi jamur *M. anisopliae* terhadap hama *C. pavonana* hingga diatas 50 % karena kondisi kelembaban yang kurang optimal. Perbandingan jenis tepung serangga yang digunakan untuk ditambahkan pada media perbanyakan tidak mempengaruhi secara nyata terhadap beberapa parameter yang telah diamati, tetapi secara rata-rata media perbanyakan jamur *M. anisopliae* yang ditambah dengan tepung serangga berbahan baku ulat hongkong yaitu perlakuan B (Media beras jagung 25 gr + tepung ulat hongkong 1,25 gr) dapat menyebabkan mortalitas yang paling tinggi terhadap hama *C. pavonana* dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, L., Desriana, R., Kurniati, A., & Maryana, R. (2021). Viability of Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin in Some Alternative Media and Different Shelf-Life. *International Journal of Agriculture System*, 8(2), 108–118. <https://doi.org/10.20956/ijas.v8i2.2478>
- Agastya, I. M. I., Ameliawati, P., & Fikrinda, W. (2018). Eksplorasi dan Identifikasi Jamur Patogen Serangga di Rhizosfer Lahan Kering Kabupaten Malang. *Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), 13–17.
- Akhmad Gazali. (2015). *Pengendalian Hayati*. Mujahid Press Bandung.
- Alagappan, S., Chaliha, M., Sultanbawa, Y., Fuller, S., Hoffman, L. C. C., Netzel, G., Weber, N., Rychlik, M., Cozzolino, D., Smyth, H. E. E., & Olarte Mantilla, S. M. M. (2021). Nutritional Analysis, Volatile Composition, Antimicrobial and Antioxidant properties of Australian Green Ants (*Oecophylla smaragdina*). *Future Foods*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2020.100007>
- Amiri, B., Ibrahim, L., & Butt, T. M. (1999). Biocontrol Science and Technology Antifeedant Properties of Destruxins and their Potential Use with the Entomogenous Fungus *Metarhizium anisopliae* for Improved Control of Crucifer Pests. *Biocontrol Science and Technology*, 9(4), 487–498.
- Andriani, R. (2016). Pengenalan Alat-Alat Laboratorium Mikrobiologi Untuk Mengatasi Keselamatan Kerja dan Keberhasilan Praktikum. *Jurnal Mikrobiologi*, 1(1).
- Arsi, Pujiastuti, Y., Kusuma, S. S. H., & Gunawan, B. (2020). Eksplorasi, Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Serangga Hama. *Proteksi Tanaman Tropis*, 2(1), 70–76. <https://doi.org/10.19184/jppt.v1i2.18554>
- Arthurs, S., & Thomas, M. B. (2001). Effects of Temperature and Relative Humidity on Sporulation of *Metarhizium anisopliae* var . acridum in Mycosed Cadavers of *Schistocerca gregaria*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 78, 59–65. <https://doi.org/10.1006/jipa.2001.5050>
- Aryo, K., Purnomo, Wibowo, L., & Aeny, T. N. (2017). Virulensi Beberapa Isolat *Metarhizium anisopliae* Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(2), 96–101. <https://doi.org/10.23960/jat.v5i2.1833>
- Astuti, P., Fitriana, Y., Wibowo, L., & Susilo, F. (2020). Pertumbuhan dan Patogenesis Beberapa Isolat Mutan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Penghisap Polong (Riptortus linearis). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(2), 319–325. <https://doi.org/10.23960/jat.v8i2.3908>
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Rumbos, C. I., & Kontodimas, D. C. (2017). Influence of Temperature and Relative Humidity on the Insecticidal Efficacy of *Metarhizium anisopliae* against larvae of *Ephesthia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on Wheat. *Journal of Insect Science*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew107>
- Augustyniuk-Kram, A. (2011). The Parasite-Host System as Exemplified by The Interactions Between

- Entomopathogenic Fungi and Insects. *Studia Ecologiae et Bioethicae*, 9(1), 51–68. <https://doi.org/10.21697/seb.2011.9.1.03>
- Avin, F. A. (2019). *Easy Way to Count Spores and Prepare Spore Suspension by Hemocytometer*.
- Badjo, R., C.S. Rante, E.R.M. Meray, Assa, B. H., & Dien, M. F. (2015). Serangan Hama Ulat Krop (*Crociodolomia pavonana* F.) Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. capitata L.) di Kelurahan Kakaskasen II, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon. *Cocos*, 6(14), 1–9.
- Barreto, C. C., Staats, C. C., Schrank, A., & Vainstein, M. H. (2004). Distribution of Chitinases in the Entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and Effect of N -Acetylglucosamine in Protein Secretion. *Current Microbiology*, 48, 102–107. <https://doi.org/10.1007/s00284-003-4063-z>
- Benzertiha, A., Kierończyk, B., Koł odziejski, P., Pruszyńska-Oszmałek, E., Rawski, M., Józefiak, D., Józefiak, A., & *Dep. (2019). *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* Full-Fat Meals as Functional Feed Additives Affect Broiler Chickens' Growth Performance and Immune System Traits. *Poultry Science*, 1–11. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
- Budi, A. S., Afandhi, A., & Puspitarini, R. D. (2013). Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes : Moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricus (Lepidoptera : Noctuidae). *Jurnal HPT*, 1(1), 57–65.
- Datau, R., Kaligis, J. B., & Wanta, N. N. (2019). Serangan Hama *Crociodolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) Pada Pertanaman Kubis di Rurukan, Paslaten, dan Kumelembuai Kota Tomohon. *Cocos*, 1(4), 1–5.
- Delanuari, Y. (2017). Perlakuan Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* pada Ulat Krop Kubis *Crociodolomia pavonana* dan Pengaruhnya Terhadap Mortalitas, Pembentukan Pupa dan Pemunculan Imago. [Skripsi].
- Dhar, P., & Kaur, G. (2010). Cuticle-Degrading Proteases Produced by *Metarhizium anisopliae* and Their Induction in Different Media. *Indian Journal of Microbiology*, 50(4), 449–455. <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0098-1>
- Erawati, D. N., & Wardati, I. (2016). Efikasi Beberapa Formulasi *Metarhizium anisopliae* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) Di Insektarium. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 1–5. <https://doi.org/10.32734/jaet.v1i1.658>
- Fitrah, Z., Suryanti, & Netty. (2021). Uji Pertumbuhan Jamur *Beauveria bassiana* Pada Beberapa Media Pertumbuhan. *AGrotekMAS*, 2(1), 18–23.
- Hamzah, Salbiah, D., & Sutikno, A. (2016). Pengaruh Media Perbanyakan Cendawan Entomopatogen *Cordyceps militaris* Fries Lokal terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. di Laboratorium. *J. Agrotek. Trop*, 5(2), 77–83.
- Herlinda, S., Darma Utama, M., Pujiastuti, Y., & Suwandi, S. (2006). Kerapatan Dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Akibat Subkultur Dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 6(2), 70–78. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.2670-78>
- Hlaing, N. Z., & Nway, W. N. O. (2017). Identification , Drymass and Spore Count of Entomopathogenic *Metarhizium* Fungi from Infected Insects. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(11), 511–517.
- Hussain, A., Rizwan-ul-Haq, M., Al-Ayedh, H., & Al-Jabr, A. (2014). Mycoinsecticides: Potential and Future Perspective. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 6(1), 45–53. <https://doi.org/10.2174/2212798406666140613113905>
- Ilham, N., Hendarti, I., & Ramadhan, T. H. (2019). Biologi *Crociodolomia pavonana* Fabricus (Lepidoptera: Pyralidae) yang Dipelihara Dengan Pakan Buatan di Laboratorium. *Sains Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 1–13.
- Indriyanti, D. R., Bintari, S. H., Setiati, N., Maulana, J., & Alfiyan, Z. (2021). The Density and Viability of *Metarhizium anisopliae* Conidia on Several Growth Media. *Biosaintifika*, 13(2), 237–242.
- Jajić , I., Popović , A., Urošević , M., Krstović , S., Petrović , M., & Guljaš, D. (2019). Chemical Composition of Mealworm Larvae (*Tenebrio molitor*) Reared in Serbia . *Contemporary Agriculture*, 68(1–2), 23–27. <https://doi.org/10.2478/contagri-2019-0005>
- Jayanegara, A., Sholikin, M. M., Sabila, D. A. N., Suharti, S., & Astuti, D. A. (2017). Lowering Chitin Content of Cricket (*Gryllus assimilis*) through Exoskeleton Removal and Chemical Extraction and its Utilization as a Ruminant Feed In Vitro. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 20(10), 523–529. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2017.523.529>
- Kansrini, Y. (2015). Uji Berbagai Jenis Media Perbanyakan Terhadap Perkembangan Jamur *Beauveria bassiana* di Laboratorium. *Agrica Ekstensia*, 9(1), 34–39.
- Kapriyanto, Haryadi, N. T., & Hasjim, S. (2014). Patogenisitas Isolat Cendawan *Metarhizium anisopliae* Entomopatogen Terhadap Larva Uret Famili Scarabaeidae. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1), 1–8.
- Kastilong, E. B., Lengkong, M., & Engka, R. (2021). *Beauveria bassiana* Bals . Terhadap Walang Sangit *Leptocoris acuta* Thunb . Pada Tanaman Padi. *Cocos*, 8(8), 1–9.
- Laksana, R. N., Himawan, T., & Choliq, F. A. (2022). Kombinasi Jamu Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dengan Ekstak Daun Pepaya untuk Pengendalian *Plutella xylostella* Linnaeus (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 10(2), 60–72. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.2.2>
- Lalujan, L., Djakarsi, S., Tuju, T., Rawung, D., & Sumual, M. (2017). Komposisi Kimia dan Gizi Jagung Lokal Varietas “Manado Kuning” sebagai Bahan Pangan Pengganti Beras. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(1),

47–54.

- Lina, E. C., Aarneti, A., Priyono, D., & Dadang, D. (2009). Potensi Insektisida Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) terhadap Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.5994/jei.6.1.21>
- Litwin, A., Nowak, M., & Ro, S. (2020). Entomopathogenic Fungi : Unconventional Applications. *Rev Environ Sci Biotechnol*, 19, 23–42. <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09525-1>
- Lutviandary, D., & Kuntjoro, S. (2020). Pengaruh Pakan Jangkrik (*Grillus mitratus*), Kroto (*Oecophyla smaragdina*), dan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*) terhadap Pertambahan Berat Badan Anak Burung Walet (*Aerodramus fuchipaghus*) The Effect of Cricket (*Grillus mitratus*), Ant Egg (*Oecoph. Lentera BIO*, 9(1), 23–27.
- Magan, N. (2001). *Improving Ecological Fitness of Biocontrol Agents* (Issue iii). CAB International.
- Manurung, A. A. (2020). Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* Untuk Mengendalikan Hama *Crociodolomia binotalis* Pada Tanaman Kubis Brassica oleracea Di Laboratorium. [Skripsi].
- Manurung, E. M., Tobing, M. C., Lubis, L., & Priwiratama, H. (2012). Efikasi Beberapa Formulasi *Metarhizium anisopliae* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Insektarium. *Agroekoteknologi*, 1(1), 47–63.
- Mondal, S., Baksi, S., Koris, A., & Vatai, G. (2016). Journey of Enzymes in Entomopathogenic Fungi. *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.psra.2016.10.001>
- Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I., & Fornal, E. (2019). Nutritional Value, Protein and Peptide Composition of Edible Cricket Powders. *Food Chemistry*, 289(March), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.062>
- Mora, M. A. E., Castilho, A. M. C., & Fraga, M. E. (2017). Classification and Infection Mechanism of Entomopathogenic Fungi. *Arq. Inst. Biol*, 84, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000552015>
- Moslim, R., & Kamarudin, N. (2014). The Use of Palm Kernel Cake in the Production of Conidia and Blastospores of *Metarhizium anisopliae* var. major for control of *Oryctes rhinoceros*. *Journal of Oil Palm Research*, 26(2), 133–139.
- Muniappan, R., Shepard, B. M., Carner, G. R., & Ooi, P. A. C. (2012). *Arthropod Pests Of Horticultural Crops in Tropical Asia*. CAB International.
- Mutmainnah. (2015). Perbanyakan Cendawan Entomopatogen *Penicillium* sp. Isolat Bone Pada Beberapa Media Tumbuh Organik. *Perbal*, 3(3), 1–11.
- Niu, X., Xie, W., Zhang, J., & Hu, Q. (2019). Biodiversity of Entomopathogenic Fungi in the Soils of South China. *Microorganisms*, 7, 1–14.
- Novianti, D. (2017). Efektivitas Beberapa Media Untuk Perbanyakan Jamur *Metarhizium anisopliae*. *SainsMatika*, 14(3), 81–88.
- Nuraeni, Y., & Anggraeni, I. (2020). Potensi Serangga Hutan Sebagai Bahan Pangan Alternatif. *Galam*, 1(1), 49–60.
- Nuraida dan A. Hasyim. (2009). Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Rizosfir Pertanaman Kubis. *J. Hort*, 19(4), 419–432.
- Ouedraogo, A., Fargues, J., Goettel, M. S., & Lomer, & C. J. (1997). Effect of Temperature on Vegetative Growth Among Isolates of *Metarhizium anisopliae* and *M. flavoviride*. *Mycopathologia*, 137(January), 37–43. <https://doi.org/10.1023/A>
- Paat, F. J., & Pelealu, J. (2021). Morfologi dan Prilaku Hama *Crociodolomia pavonana* Pada Tanaman Kubis. *Cocos*, 3(1), 1–16.
- Perwira, P., Purnomo, & Solikhin. (2016). Virulensi Beberapa Isolat *Metarhizium anisopliae* Terhadap Walang Sangit (*Leptocoris oratorius* F.) di Laboratorium. *J. Agrotek Tropika*, 4(2), 124–129.
- Purwatiningsih, & Devara, M. (2017). Mating Behaviour of *Crociodolomia pavonana* F. *Proceeding The 1st IBSC: Towards The Extended Use Of Basic Science For Enhancing Health, Environment, Energy And Biotechnology*, 88–90.
- Rahayu, S. K., Wijayanti, R., & Ns, Y. V. P. (2013). Effectiveness of Onion Ekstrak for Control Cabbagehead Caterpillar (*Crociodolomia pavonana*). *Agronomy Research*, 2(4), 66–73.
- Ramli, & Kusnara, S. T. R. (2019). Penambahan Tepung Serangga Pada Media Perbanyakan *Metarhizium* sp. Untuk Meningkatkan Virulensinya Terhadap Hama Belalang Padi Pandanwangi. *Agroscience*, 9(2), 178–188.
- Robles-Acosta, I. N., Chacón-Hernández, J. C., Torres-Acosta, R. I., Landeros-Flores, J., Vanoye-Eligio, V., & Arredondo-Valdés, R. (2019). Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents of *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyidae) Under Greenhouse Conditions. *Florida Entomologist*, 102(2), 303–308.
- Rosmayuningsih, A., Rahardjo, B. T., & Rachmawati, R. (2014). Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera: Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. *HPT*, 2(2), 28–37.
- Rustama, M. M., Melanie, & Irawan, B. (2008). Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap *Crociodolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan Menggunkan Agensi Hayati. *Laporan Akhir Penelitian Peneliti Muda (LITMUD) UNPAD Sumber Dana DIPA Universitas Padjadjaran*, 394. file:///C:/Users/MUTI/AppData/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Unknown - 2008 - Laporan akhir penelitian peneliti muda (litmud) unpad sumber dana dipa unpad patogenisitas jamur entomopatogen.pdf

- Santoro, P. H., Zorzetti, J., Constanski, K., & Neves, P. M. O. J. (2014). Conidial Production, Virulence, and Stress Tolerance of *Beauveria bassiana* Conidia After Successive in vitro Subculturing. *Revista Colombiana de Entomología*, *40*(1), 85–90.
- Saputro, T. B., Prayogo, Y., Rohman, F. L., & Alami, N. H. (2019). The Virulence Improvement of *Beauveria bassiana* in Infecting *Cylas formicarius* Modulated by Various Chitin Based Compounds. *Biodiversitas*, *20*(9), 2486–2493. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200909>
- Sari, W., & Khobir, M. L. (2019). Penambahan Tepung Serangga Pada Media Perbanyakan Untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* Terhadap Walang Sangit. *Pro-STek*, *1*(2), 70. <https://doi.org/10.35194/prs.v1i2.823>
- Sembiring, J., & Prasetya, A. (2019). Pest Attack on Cabbage and Mustard Greens in Tanah Miring District, Merauke Regency, Papua Province. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, *10*(2), 773–782.
- Septiana, E. (2015). Jamur Entomopatogen: Potensi dan Tantangan Sebagai Insektisida Alami Terhadap Serangga Perusak Tanaman dan Vektor Penyakit Manusia. *BioTrends*, *1*(1), 28–32.
- Septiani, R., Arumsari, A., & Rusnadi. (2020). Pemanfaatan Tepung Jangkrik Sebagai Nutrisi Manusia, Hewan, dan Media Pertumbuhan Bakteri. *Farmasi*, *6*(2), 450–455.
- Shah, F. A., Wang, C. S., & Butt, T. M. (2005). Nutrition Influences Growth and Virulence of the Insect-Pathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiology Letters*, *251*, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.08.010>
- Sharma, A., Shukla, A. K., & Pradesh, U. (2020). *Entomopathogenic Fungi: A Potential Source for Biological Control of Insect Pests*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3151-4>
- Sopialena. (2018). *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Mulawarman University Press.
- Sulifoa, J. B., Fangupo, S., & Kant, R. (2016). *Oviposition Periodicity, Egg Morphology and Life History of Large Cabbage Moth *Crociodolomia pavonana* Population in Samoa*. *32*(2), 28–34. <https://doi.org/10.1071/SP16004>
- Sunarti. (2015). Pengamatan Hama dan Penyakit Penting Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis L.) Dataran Rendah. *AGROQUA*, *13*(2), 74–80.
- Teja, K. N. P. C., & Rahman, S. J. (2016). Characterisation and Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin Strains for Their Temperature Tolerance. *Mycology*, *7*(4), 171–179. <https://doi.org/10.1080/21501203.2016.1247116>
- Tobing, S. S. L., Marheni, & Hasanuddin. (2015). Uji Efektivitas *Metarhizium anisopliae* Metch. dan *Beauveria bassiana* Bals. Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Kedelai (*Glycyne max* L.) Di Rumah Kassa. *Agroekoteknologi*, *4*(1), 1659–1665. <https://doi.org/10.32734/jaet.v4i1.12885>
- Trizelia, Nurbailis, & Dina, E. (2013). Virulensi Berbagai Isolat Jamur Entomopatogen *Metarhizium* spp. Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae). *J. HPT Tropika*, *13*(2), 151–158.
- Trizelia, Sulyanti, E., & Suspalana, P. (2018). Virulensi Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Kepik Hijau *Nezara viridula* Linn. (Hemiptera: Pentatomidae). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, *4*(2), 266–269. <https://doi.org/10.31604/jap.v2i2.518>
- Uribe, D., & Khachatourians, G. G. (2008). Identification and Characterization of an Alternative Oxidase in the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. *Canadian Journal of Microbiology*, *54*(2), 119–127. <https://doi.org/10.1139/W07-127>
- Utari, N. M. W., Sudiarta, I. P., & Bagus, I. G. N. (2015). Pengaruh Media Dan Umur Biakan Jamur *Metarhizium anisopliae* M. Terhadap Tingkat Kematian Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Scarabaeidae; Coleoptera). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, *4*(2), 160–169.
- Vey, A., Matha, V., & Dumas, C. (2002). Effects of the Peptide Mycotoxin Destruxin E on Insect Haemocytes and on Dynamics and Efficiency of The Multicellular Immune Reaction. *Journal of Invertebrate Pathology*, *80*, 177–187.
- Wahyudi, I. W., Sumadi, I. K., Mahardika, I. G., Komang Budaarsa, & Bidura, I. G. N. G. (2019). The Effect Kind of Nutrients on Egg (Kroto) Production and Egg Quality of Ants (*Oecophylla smaragdina*). *International Journal of Fauna and Biological Studies*, *6*(4), 100–104.
- Wang, C., Typas, M. A., & Butt, T. M. (2002). Detection and Characterisation of pr1 Virulent Gene Deficiencies in The Insect Pathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiology Letters*, *213*, 251–255.
- Widiyanti, N. uh P. M., & Muyadihardja, S. (2004). Uji Toksisitas Jamur *Metharhizium anisopliae* Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Media Litbang Kesehatan*, *16*(3), 25–30.
- Widyawati, A., Ratna, E. S., & Prijono, D. (2012). *Kepekaan Larva *Crociodolomia pavonana* Asal Cianjur, Jawa Barat, terhadap Tiga Jenis Insektisida*. IPB University.