



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Artikel 10  
Assignment title: Henik Sukorini  
Submission title: Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap ...  
File name: Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap ...  
File size: 330.73K  
Page count: 9  
Word count: 5,576  
Character count: 33,219  
Submission date: 06-Aug-2025 10:19AM (UTC+0700)  
Submission ID: 2725899680

Journal of Global Sustainable Agriculture, 5(1): 84-92, Desember 2024  
DOI: 10.32502/gsa.v5i1.303

E-ISSN: 2775-3514  
P-ISSN: 2775-3522

**Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap Mortalitas Hama Utama Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var *capitata*)**

**Test of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium rileyi* on Mortality of Main Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*)**

Muhammad Fajrul Falah<sup>1)</sup>, Henik Sukorini<sup>1)</sup>, Erfan Dani Septia<sup>1)</sup> Dyah Roeswitawati<sup>1)</sup>, Iliman Zul Fahmi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia  
Penulis korespondensi: hsukorini@yahoo.com

Received October 2024, Accepted November 2024, Published December 2024

### ABSTRAK

Produksi kubis tahun 2022 di berbagai daerah di Indonesia mengalami penurunan, penurunan terbesar di daerah Sumatera Barat hingga mencapai 11.005 ton. Kondisi ini disebabkan berkurangnya lahan pertanian produktif dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang makin intensif. Ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crocidolomia binotalis*) adalah hama utama pada tanaman kubis yang terus menjadi faktor utama dalam berkurangnya produksi kubis. Serangan *Plutella xylostella* dan *Crocidolomia binotalis* jika tidak ditasi dapat menurunkan hasil produksi kubis sampai 100%. Sementara saat ini penanganan hama utama tanaman kubis masih menggunakan insektisida yang sangat berlebih, baik dosis, maupun jeda waktu penyemprotannya, hal ini menimbulkan negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) perlu dilakukan, salah satunya dengan jamur entomopatogen. *Metarhizium rileyi* adalah jenis jamur entomopatogen pengendali hayati hama yang efisien dan efektif mengatasi beberapa jenis hama tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas jamur entomopatogen *Metarhizium rileyi* terhadap hama utama pada tanaman kubis di lahan percobaan Rusunawa UMM. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari 2 perlakuan kontrol serta 3 perlakuan pemberian agen hayati dengan berbagai kerapatan. Kerapatan yang digunakan dalam perlakuan yaitu 10<sup>4</sup> kondium/ml, 10<sup>5</sup> kondium/ml dan 10<sup>6</sup> kondium/ml. Masing-masing perlakuan difestasikan hama 4 larva ulat krop dan 4 larva ulat daun kubis. Hasil tingkat kerapatan konidia 10<sup>6</sup>/ml pada jamur *Metarhizium rileyi* menghasilkan persentase mortalitas tertinggi larva *Plutella xylostella* sebesar 100% dan larva *Crocidolomia binotalis* sebesar 90% serta memperoleh waktu tercepat untuk membunuh 50% larva ulat (*L<sub>50</sub>*) kisaran 2,193 hari *L<sub>50</sub>* *Plutella xylostella* dan 3,644 hari *L<sub>50</sub>* *Crocidolomia binotalis*.

**Kata kunci:** hama; kubis; agen hayati

### ABSTRACT

Cabbage production in 2022 in various regions in Indonesia will experience a decline, the largest decline in West Sumatra, reaching 11,005 tons. This condition is caused by a reduction in productive agricultural land and increasingly intensive attacks by plant pests. Cabbage leafworm (*Plutella xylostella*) and cropworm (*Crocidolomia binotalis*) are the main pests on cabbage plants which continue to be the main factor in reducing cabbage production. *Plutella xylostella* and *Crocidolomia binotalis* attacks, if not treated, can reduce cabbage production by up to 100%. Meanwhile, currently handling the main pests of cabbage plants still uses very excessive insecticides, both in dosage and spraying time intervals, this has a negative impact on the environment and human health. Integrated Pest Management (IPM) needs to be carried out, one of which is with entomopathogenic fungi. *Metarhizium rileyi* is a type of entomopathogenic fungus that efficiently and effectively controls several types of plant pests. This research aims to test the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi* against the main pests on cabbage plants in the UMM Rusunawa experimental field. This research used a simple Randomized Block Design (RBD) consisting of 2 control treatments and 3 treatments giving biological agents with various densities. The densities used in the treatment were 10<sup>4</sup> conidia/ml, 10<sup>5</sup> conidia/ml and 10<sup>6</sup> conidia/ml. Each treatment was infested with 4 cropworm larvae and 4 cabbage leafworm larvae. The results of a conidia density level of 10<sup>6</sup>/ml in the *Metarhizium rileyi* fungus produced the highest percentage of mortality for *Plutella xylostella* larvae at 100% and *Crocidolomia binotalis* larvae at 90% and obtained the fastest time to kill 50% of test larvae (*L<sub>50</sub>*) range of 2,193 days *L<sub>50</sub>* *Plutella xylostella* and 3,644 days *L<sub>50</sub>* *Crocidolomia binotalis*.

**Keywords:** pests; cabbage; biological agents.

# Artikel 10

## Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap Mortalitas Hama Utama Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* v...

 Henik Sukorini

 Publication Articles Jul - Aug 2025 Dosen UMM

 University of Muhammadiyah Malang

---

### Document Details

Submission ID

trn:oid:::1:3308962558

Submission Date

Aug 6, 2025, 10:19 AM GMT+7

Download Date

Aug 6, 2025, 11:42 AM GMT+7

File Name

Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap Mortalitas Hama Utama Tanaman ....pdf

File Size

330.7 KB

9 Pages

5,576 Words

33,219 Characters

# 21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report




- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

## Exclusions

- ▶ 3 Excluded Sources

---

## Top Sources

- 19%  Internet sources
- 12%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## Top Sources

- 19% Internet sources
- 12% Publications
- 8% Submitted works (Student Papers)

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	jurnal.uns.ac.id	2%
2	Internet	media.neliti.com	2%
3	Internet	text-id.123dok.com	2%
4	Internet	faperta.unri.ac.id	1%
5	Internet	semirata2016.fp.unimal.ac.id	<1%
6	Student papers	Universitas Bengkulu	<1%
7	Internet	m.moam.info	<1%
8	Internet	jurnal.unpad.ac.id	<1%
9	Internet	docplayer.info	<1%
10	Internet	pdfs.semanticscholar.org	<1%
11	Student papers	Universitas Sam Ratulangi	<1%

12	Internet	jurnal.untad.ac.id	<1%
13	Internet	123dok.com	<1%
14	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	<1%
15	Internet	ejournal.unsrat.ac.id	<1%
16	Internet	repositori.uma.ac.id	<1%
17	Publication	Faradilla Cyndy Dumanauw, Henny Lieke Rampe, Eva Lienneke Baideng. "INTENS...	<1%
18	Student papers	Universitas Muria Kudus	<1%
19	Student papers	Universitas Brawijaya	<1%
20	Internet	ejournal.unsub.ac.id	<1%
21	Internet	eprints.upnyk.ac.id	<1%
22	Internet	jatp.ift.or.id	<1%
23	Internet	repositori.utu.ac.id	<1%
24	Publication	Erny Ishartati, Sufianto Sufianto, Made Jana Mejaya, Indra Alfi Fadjri, Rizal Yusril ...	<1%
25	Internet	ainfo.cnptia.embrapa.br	<1%

26	Internet	ijees.net	<1%
27	Publication	Sari Ramadani, Efri Efri, Kus Hendarto, Joko Prasetyo. "EVALUASI KEEFEKTIFAN EK..."	<1%
28	Internet	ejournal.urindo.ac.id	<1%
29	Internet	jurnal.fp.umi.ac.id	<1%
30	Internet	jurnal.fp.unila.ac.id	<1%
31	Internet	jurnal.yudharta.ac.id	<1%
32	Internet	repositori.usu.ac.id:8080	<1%
33	Internet	www.ejournal.unmus.ac.id	<1%
34	Internet	ejournal-balitbang.kkp.go.id	<1%
35	Internet	gardaremaja.blogspot.com	<1%
36	Internet	jurnal.faperta.untad.ac.id	<1%
37	Internet	1library.net	<1%
38	Publication	Hafiz Fauzana, Febriliani Arda, Nelvia, Rusli Rustam, Fifi puspita. " Test on Severa..."	<1%
39	Internet	conference.unsri.ac.id	<1%

40	Internet	core.ac.uk	<1%
41	Internet	digilib.uinsby.ac.id	<1%
42	Internet	id.123dok.com	<1%
43	Internet	idoc.pub	<1%
44	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
45	Internet	sartonojokosantosa.wordpress.com	<1%
46	Internet	sosains.greenvest.co.id	<1%
47	Internet	zombiedoc.com	<1%
48	Publication	Elisurya Ibrahim, Firmansyah Firmansyah, Sumarni Panikkai. "The effectiveness o...	<1%
49	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
50	Internet	jurnal.unikal.ac.id	<1%
51	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%

## Pengujian Jamur Entomopatogen *Metarhizium rileyi* Terhadap Mortalitas Hama Utama Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var *capitata*)

### Test of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium rileyi* on Mortality of Main Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*)

Muhammad Fajrul Falah<sup>1)</sup>, Henik Sukorini<sup>1)\*</sup>, Erfan Dani Septia<sup>1)</sup> Dyah Roeswitawati<sup>1)</sup>, Ilmam Zul Fahmi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia

\*Penulis korespondensi: hsukorini@yahoo.com

Received October 2024, Accepted November 2024, Published December 2024

#### ABSTRAK

Produksi kubis tahun 2022 di berbagai daerah di Indonesia mengalami penurunan, penurunan terbesar di daerah Sumatera Barat hingga mencapai 11.005 ton. Kondisi ini disebabkan berkurangnya lahan pertanian produktif dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang makin intensif. Ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) adalah hama utama pada tanaman kubis yang terus menjadi faktor utama dalam berkurangnya produksi kubis. Serangan *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia binotalis* jika tidak diatasi dapat menurunkan hasil produksi kubis sampai 100 %. Sementara saat ini penanganan hama utama tanaman kubis masih menggunakan insektisida yang sangat berlebih, baik dosis, maupun jeda waktu penyemprotannya, hal ini menimbulkan negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) perlu dilakukan, salahsatunya dengan jamur entomopatogen. *Metarizhium rileyi* adalah jenis jamur entomopatogen pengendali hayati hama yang efisien dan efektif mengatasi beberapa jenis hama tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas jamur entomopatogen *Metarhizium rileyi* terhadap hama utama pada tanaman kubis di lahan percobaan Rusunawa UMM. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari 2 perlakuan kontrol serta 3 perlakuan pemberian agen hayati dengan berbagai kerapatan. Kerapatan yang digunakan dalam perlakuan yaitu  $10^4$  konidium/ml,  $10^6$  konidium/ml dan  $10^8$  konidium/ml. Masing-masing perlakuan diinfestasikan hama 4 larva ulat krop dan 4 larva ulat daun kubis. Hasil tingkat kerapatan konidia  $10^8$ /ml pada jamur *Metarizhium rileyi* menghasilkan persentase mortalitas tertinggi larva *Plutella xylostella* sebesar 100% dan larva *Crociodolomia binotalis* sebesar 90% serta memperoleh waktu tercepat untuk membunuh 50% larva uji ( $LT_{50}$ ) kisaran 2,193 hari  $LT_{50}$  *Plutella xylostella* dan 3,644 hari  $LT_{50}$  *Crociodolomia binotalis*.

**Kata kunci:** hama; kubis; agen hayati

#### ABSTRACT

Cabbage production in 2022 in various regions in Indonesia will experience a decline, the largest decline in West Sumatra, reaching 11,005 tons. This condition is caused by a reduction in productive agricultural land and increasingly intensive attacks by plant pests. Cabbage leafworm (*Plutella xylostella*) and cropworm (*Crociodolomia binotalis*) are the main pests on cabbage plants which continue to be the main factor in reducing cabbage production. *Plutella xylostella* and *Crociodolomia binotalis* attacks, if not treated, can reduce cabbage production by up to 100%. Meanwhile, currently handling the main pests of cabbage plants still uses very excessive insecticides, both in dosage and spraying time intervals, this has a negative impact on the environment and human health. Integrated Pest Management (IPM) needs to be carried out, one of which is with entomopathogenic fungi. *Metarizhium rileyi* is a type of entomopathogenic fungus that efficiently and effectively controls several types of plant pests. This research aims to test the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi* against the main pests on cabbage plants in the UMM Rusunawa experimental field. This research used a simple Randomized Block Design (RBD) consisting of 2 control treatments and 3 treatments giving biological agents with various densities. The densities used in the treatment were  $10^4$  conidium/ml,  $10^6$  conidium/ml and  $10^8$  conidium/ml. Each treatment was infested with 4 cropworm larvae and 4 cabbage leafworm larvae. The results of a conidia density level of  $10^8$ /ml in the *Metarizhium rileyi* fungus produced the highest percentage of mortality for *Plutella xylostella* larvae at 100% and *Crociodolomia binotalis* larvae at 90% and obtained the fastest time to kill 50% of test larvae ( $LT_{50}$ ) range of 2,193 days  $LT_{50}$  *Plutella xylostella* and 3,644 days  $LT_{50}$  *Crociodolomia binotalis*.

**Keywords:** pests; cabbage; biological agents.

## PENDAHULUAN

Menurut data BPS (2022), produksi kubis tahun 2022 mengalami penurunan produksi di berbagai daerah Indonesia. Di Jawa Tengah penurunan produksi mencapai 2.150 ton, di Bali penurunan produksi kubis sebesar 5.262 ton. Penurunan produksi terbesar berada di daerah Sumatra Barat, hingga mencapai 11.005 ton. Penurunan produktivitas disebabkan berkurangnya lahan produktif pertanian dan juga disebabkan karena serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Hartanti *et al.*, 2022). Saat ini masih banyak menggunakan insektisida kimia yang sangat intensif baik interval maupun dosis penyemrotanya, sehingga merusak lingkungan dan mengurangi kesuburan tanah. Selain merusak dan mengurangi kesuburan tanah, pengendalian secara kimiawi juga berdampak terjadinya resistensi hama terhadap pemakaian bahan kimia. Kerugian dari penggunaan pestisida sintetik yang tidak tepat dapat menimbulkan kekebalan hama, timbulnya hama sekunder, resurgensi hama, tercemarnya lingkungan, habisnya musuh – musuh alami dan efek racun pestisida terhadap tanaman (Silitonga dan Nasution, 2018). Hal ini menyebabkan serangan hama utama meningkat sehingga menurunkan hasil produksi kubis.

Berdasarkan Semangun (2007), hama utama kubis meliputi ulat daun (*Plutella xylostella*) ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) dan ulat grayak (*Spodoptera litura*). Terutama pada hama ulat daun (*Plutella xylostella*) ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) yang spesifik merusak tanaman kubis. Serangan *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia binotalis* jika tidak diatasi dapat menurunkan hasil produksi kubis sampai 100% (Prabaningrum dan Moekasan, 2017). Untuk menanggulangi serangan ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*), Pengendalian Hama Terpadu (PHT) perlu diterapkan supaya jumlah hama tetap dalam ambang toleransi dan menjaga aspek ekologis lingkungan. Salah satu cara penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yaitu lewat pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme antagonis (Intarti *et al.*, 2020).

Pada alamnya, terdapat musuh alami *Metarhizium rileyi* yang dapat menginfeksi sejumlah larva, salahsatunya pada penelitian Siahaan dan Mullo (2021) yang menginfeksi *Spodoptera frugiperda* sehingga menghasilkan keefektifitasan sebesar 100% dengan waktu 5,4 hari dan pada penelitian Widariyanto *et al.*, (2017) efektif lebih dari 50% terhadap hama *Aphis glycines*. Namun sejauh ini belum dilakukan penelitian mengenai patogenitas *M. rileyi* terhadap hama utama tanaman kubis, khususnya (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*). *M. rileyi* merupakan *soil fungi* diharapkan akan sesuai pada pengaplikasian tanaman kubis yang relatif berbentuk perdu, berbatang pendek dan beruas-ruas (Dewi, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas jamur

entomopatogen *Metarhizium rileyi* dalam menekan populasi hama utama pada tanaman kubis yang diaplikasikan dengan berbagai kerapatan pengenceran yang berda, sehingga dapat diketahui kerapatan yang efektif untuk menekan hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2023 sampai dengan September 2023 di lahan percobaan Rusunawa Universitas Muhammadiyah Malang

### Rancangan Penelitian

Pada riset ini termasuk kedalam rancangan percobaan non variabel. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan, yakni :

S0 : Kontrol (-) Air

S1 : Kontrol (+) Insektisida kandungan abamectin 18g/L (sebagai kontrol positif)

S2 : Kerapatan *M. rileyi* 10<sup>4</sup> konidium/ml

S3 : Kerapatan *M. rileyi* 10<sup>6</sup> konidium/ml

S4 : Kerapatan *M. rileyi* 10<sup>8</sup> konidium/ml

Penelitian ini dimulai dengan penanaman kubis varietas Grand 22. Kubis ditanam pada polybag 5 kg. Media yang digunakan dalam penanaman kubis yaitu tanah dan campuran kompos 2:1. Kemudian dilakukan pemeliharaan (pemupukan, penyiangan, dan pengairan).

Pemupukan awal diberikan pada saat kubis berumur 7 hst menggunakan pupuk urea dengan dosis 10 gram/tanaman. Pemupukan kedua pada saat kubis berumur 30 hst menggunakan pupuk NPK 16:16:16 dengan dosis 20 gram/tanaman.

Jamur entomopatogen *M. rileyi* didapat dari laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH) Pendaan-Pasuruan yang berupa perbanyakan *M. rileyi* dalam bentuk cair. Jamur *Metarhizium rileyi* yang diambil 10 ml dan dilarutkan dengan aquades hingga sebanyak 100 ml. Kemudian dilakukan penghitungan kerapatan konidia jamur menggunakan *haemocytometer* dengan diambil 1 ml/larutan dan dihitung dibawah mikroskop hingga diperoleh jumlah kerapatan spora jamur. Jika pada pengenceran pertama spora terlalu banyak hingga susah untuk dihitung, maka dilakukan Kembali pengenceran ke-2 dan seterusnya hingga spora dapat dihitung (BSN, 2014). Rumus yang digunakan untuk menghitung kerapatan spora sebagai berikut (Gabriel dan Riyatno, 1989):

$$C = \frac{t}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan :

C: Kerapatan konidia per ml larutan

t: Jumlah total spora dalam kotak yang diamati

n: Jumlah kotak yang diamati

0,25: Faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*

Larutan yang dibutuhkan untuk penyemprotan perlakuan sebanyak 100 ml. pembuatan larutan

penyemprotan dilakukan dengan pengambilan larutan stok sebanyak 10 dan ditambahkan aquades sebanyak 90 ml hingga memperoleh kerapatan yang dibutuhkan (Mila, 2022). Perlakuan kontrol positif menggunakan insectisida kimiawi berbahan abamectin 18g/L dengan konsentrasi 3 ml/liter sesuai dosis anjuran.

1 Penyediaan larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) berasal dari lahan pertanian di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Larva diambil sebanyak-banyaknya dari lapangan untuk disimpan dalam box plastik berukuran 30x15x20 cm. Larva yang digunakan adalah larva instar 3 sebanyak 200 ekor, dengan masing-masing 4 ekor larva ulat daun kubis dan 4 ekor larva ulat krop. Pemilihan instar dan jumlah larva berdasarkan batas ambang ekonomi hama *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia binotalis*, yaitu 4 individu per tanaman instar 3-4 (Femmy nurfajriani et al., 2022).

14 Larva yang telah dipilih, diinfestasikan pada tanaman kubis yang sudah berumur 40 hst dengan cara diletakkan diatas krop yang baru terbentuk sebanyak 4 ekor larva ulat daun kubis dan 4 ekor larva ulat krop, lalu kemudian disungkup menggunakan insect net berukuran 100x50x50 cm. Larva akan dibiarkan selama 2 hari, kemudian dilakukan penyemprotan berbagai perlakuan.

15 Waktu penyemprotan diberikan pada sore hari pukul 16:00 WIB dengan menyemprotkan 20 ml perlakuan pada tanaman yang sudah diinfestasikan hama. Selanjutnya kembali disungkup serta diamati selama 7 hari kedepan

#### 16 Parameter Pengamatan

42 Parameter pengamatan pada penelitian ini meliputi:

#### 51 Persentase Mortalitas Larva Ulat Krop (*Crociodolomia binotalis*) dan Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*)

3 Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati terserang jamur entomopatogen yang dihitung pada 1-7 hari setelah aplikasi, dan dihitung menggunakan rumus (Mila, 2022):

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

1 Keterangan :

M : Mortalitas

a : Jumlah larva yang mati

b : Jumlah larva yang hidup

#### 1 Gejala Infeksi Larva Ulat Krop (*Crociodolomia binotalis*) dan Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*)

3 Pengamatan dilakukan setiap hari setelah jamur entomopatogen diaplikasikan ke larva ulat krop (*Crociodolomia binotalis*), ulat daun kubis (*Plutella xylostella*). Pengamatan dilakukan dengan cara

mengamati adanya gejala infeksi yang terjadi pada larva yang terinfeksi oleh jamur *M. rileyi*.

#### Intensitas Serangan Hama

Pengamatan intensitas serangan dilakukan untuk mengetahui serangan dari larva krop (*Crociodolomia binotalis*), ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) Rumus yang digunakan untuk mengetahui intensitas serangan larva menggunakan rumus yang digunakan oleh (Mila, 2022):

$$I = \sum \frac{(ni \times vi)}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan :

I: Intensitas serangan hama (%)

ni: Jumlah daun tanaman yang terserang hama

vi: Besar skala serangan

N: Jumlah daun yang diamati

Z: Nilai skor kategori kerusakan yang tertinggi

Tingkat skor dari kerusakan yang digunakan berdasarkan (Hakim et al., 2022):

0: Tidak ada kerusakan

1: Kerusakan sebesar 1-25%

2: Kerusakan sebesar 26-50%

3: Kerusakan sebesar 51-75%

4: Kerusakan sebesar 76-100%

#### Nilai LT<sub>50</sub>

Untuk mencari *Lethal Time* 50 (LT<sub>50</sub>) akan dihitung menggunakan analisis probit dengan menggunakan program aplikasi SPSS versi 22.0.

Pengamatan terhadap nilai LT<sub>50</sub> larva dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati setiap hari setelah aplikasi (hsa). *Lethal Time* 50% pada larva dilakukan dengan mengamati berapa lama yang dibutuhkan untuk membunuh 50% serangga yang diuji.

#### Analysis of Variants

Data yang didapat selanjutnya dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui perbedaan presentase mortalitas larva uji dan juga perbedaan presentase intensitas serangan larva uji pada tanaman kubis. Jika analisis berbeda nyata, akan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5% menggunakan program SPSS versi 22.0

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Mortalitas Larva Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) dan Larva Ulat Krop (*Crociodolomia binotalis*)

Hasil Anova menunjukkan bahwa terdapat beda nyata pada 3-7 hari setelah aplikasi (Hsa). Selanjutnya diuji jarak Duncan (DMRT) taraf 5%. Data pengamatan mortalitas larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) pada berbagai tingkat kerapatan konidia jamur entomopatogen beserta ragamnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Mortalitas Larva Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) pada Berbagai Tingkat Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen *Metarizhium rileyi* (%) pada 1-7 hari setelah aplikasi (hsa)

Perlakuan	Mortalitas Larva <i>Plutella xylostella</i> (%)						
	1 hsa	2 hsa	3 hsa	4 hsa	5 hsa	6 hsa	7 hsa
Kontrol – (Air)	5	5	5 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>
Kontrol + (abamectin 18g/L)	10	40	45 <sup>ab</sup>	75 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	80 <sup>ab</sup>	85 <sup>ab</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>4</sup> konidium/ml	10	35	40 <sup>ab</sup>	45 <sup>ab</sup>	50 <sup>ab</sup>	50 <sup>bc</sup>	50 <sup>b</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>6</sup> konidium/ml	0	10	35 <sup>ab</sup>	45 <sup>ab</sup>	75 <sup>a</sup>	75 <sup>ab</sup>	75 <sup>ab</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>8</sup> konidium/ml	0	50	75 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	95 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>

Hsa: Hari setelah aplikasi

Keterangan: Angka yang tidak diberi notasi pada satu kolom, dan huruf yang diikuti oleh notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5% uji jarak Duncan

Tabel 2. Mortalitas Larva Ulat Krop (*Crociodolomia binotalis*) pada Berbagai Tingkat Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen *Metarizhium rileyi* (%) pada 1-7 hari setelah aplikasi (hsa)

Perlakuan	Mortalitas Larva <i>Crociodolomia binotalis</i> (%)						
	1 hsa	2 hsa	3 hsa	4 hsa	5 hsa	6 hsa	7 hsa
Kontrol – (Air)	5 <sup>b</sup>	5 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>
Kontrol + (abamectin 18g/L)	40 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>4</sup> konidium/ml	0 <sup>b</sup>	10 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>6</sup> konidium/ml	15 <sup>ab</sup>	30 <sup>bc</sup>	35 <sup>bc</sup>	55 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>
<i>M. rileyi</i> 10 <sup>8</sup> konidium/ml	20 <sup>ab</sup>	45 <sup>b</sup>	60 <sup>ab</sup>	70 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>

Hsa: Hari setelah aplikasi

Keterangan: Angka yang tidak diberi notasi pada satu kolom, dan huruf yang diikuti oleh notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5% uji jarak Duncan

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan konidia 10<sup>8</sup>/ml memiliki persentase mortalitas tertinggi 100% pada larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) melebihi persentase mortalitas perlakuan kontrol positif (Penggunaan insektisida kimia) yang hanya memiliki persentase tertinggi 85%. Hal ini memberikan gambaran bahwa penggunaan jamur entomopatogen *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan konidia 10<sup>8</sup>/ml lebih efektif dari pestisida kimia. Sementara pada perlakuan *M. rileyi* 10<sup>4</sup> konidium/ml dan *M. rileyi* 10<sup>6</sup> konidium/ml juga menunjukkan keefektifannya meski tidak seperti pada kerapatan yang digunakan *M. rileyi* 10<sup>8</sup> konidium/ml, karena spora yg dimiliki oleh *M. rileyi* 10<sup>8</sup> konidium/ml lebih tinggi dan menjadi lebih efektif. Semakin tinggi kerapatan sebaran konidia, maka semakin banyak pula konidia yang menempel pada tubuh larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*). Konidia jamur *Metarizhium rileyi* yang menempel pada tubuh larva berkecambah dan membentuk apresorium (tabung kecambah). Kemudian akan menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghancurkan kutikula larva uji. Ketika jamur *Metarizhium rileyi* berada dalam tubuh larva, jamur tersebut memproduksi toksin destruktif yang menyebabkan kematian akibat rusaknya jaringan tubuh larva (Budi *et al.*, 2013).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada perlakuan *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan

konidia 10<sup>8</sup>/ml juga memiliki persentase mortalitas tertinggi 90% di 5-7 hsa (hari setelah aplikasi) pada larva ulat krop (*Crociodolomia binotalis*). Meski memiliki presentase lebih kecil dari perlakuan kontrol positif, namun setidaknya penggunaan agen hayati *Metarizhium rileyi* tidak jauh berbeda keefektifannya dengan pestisida kimiawi. Pada Tabel 2 juga menunjukkan semakin tinggi kerapatan konidia yang diaplikasikan semakin tinggi persentase mortalitas larva uji.

Pada perlakuan *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan konidia Kerapatan 10<sup>4</sup>/ml presentase mortalitas larva ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) hanya sebesar 20%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan tersebut memiliki jumlah kerapatan konidia yang lebih rendah. Daya kecambah jamur menjadi rendah mengakibatkan toksin yang diproduksi menjadi sedikit, tentunya akan memperlambat kematian larva. Hal ini didukung oleh Nurjayanti *et al* (2017), yang menyatakan bahwa penyemprotan bahan jamur entomopatogen yang memiliki kerapatan konidia rendah dapat mengakibatkan sedikitnya perkecambahan konidia sehingga peluang cendawan entomopatogen *Metarizhium rileyi* dalam membunuh serangga juga semakin sedikit.

Keefektifan patogenitas jamur entomopatogen dapat dilihat pada pengamatan 2-3 hsa seluruh perlakuan uji yang sudah mengalami adanya

kematian larva. Kemudian pada 4-7 hsa, persentase mortalitas akan meningkat. Kecuali pada perlakuan kontrol air. Pada Tabel 2 perlakuan 1-2 hsa tidak berpengaruh nyata terhadap presentase mortalitas larva ulat krop (*Crocidolomia binotalis*). Hal ini dikarenakan jamur entomopatogen *Metarizhium rileyi* membutuhkan waktu dan kondisi optimum untuk menginfeksi larva, karena jamur harus berkecambah membentuk hifa agar mampu menembus kutikula. Penggunaan agen hayati jamur entomopatogen mempunyai kelemahan-kelemahan, salahsatunya efek infeksi butuh waktu lebih lama dan dibutuhkan seorang yang ahli untuk penyediaan dan aplikasi jamur.

Berdasarkan persentase mortalitas larva ulat krop (*Crocidolomia binotalis*) memperoleh hasil lebih sedikit daripada mortalitas larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*). Hal ini dapat disebabkan oleh ketahanan tubuh larva terhadap infeksi jamur entomopatogen. Efektif atau tidaknya jamur entomopatogen di lapang juga ditentukan dari stadia inang pada saat cendawan diaplikasikan. Berubahnya stadia instar hama dapat berpengaruh pada hama tersebut yang nantinya akan menentukan keefektifan cendawan. Faktor yang dapat mendukung terjadinya

infeksi jamur entomopatogen pada larva dipengaruhi oleh lingkungan dan proses ganti kulit larva pada serangga uji (*moulting*) (Pertiwi *et al.*, 2022).

Keefektifan jamur *Metarizhium rileyi* dalam mengendalikan hama utama tanaman kubis didukung dengan pengaruh ekologi *Metarizhium*. Jamur *Metarizhium rileyi* merupakan jenis jamur yang memiliki sifat mudah tumbuh dan berkembang, terlebih lagi bila diaplikasikan kepada tanaman yang cenderung pendek atau dekat dengan tanah. Menurut Masyita *et al* (2017) jamur *Metarizhium rileyi* dikenal sebagai jamur *Soil fungi* atau memiliki habitat di tanah, sehingga cocok dengan tanaman hortikultura pendek dan dapat diaplikasikan dalam tanah

### Gejala Infeksi Larva Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis*) dan larva Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) yang Terinfeksi Jamur Entomopatogen

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan ditemukan bahwa perlakuan aplikasi cendawan entomopatogen terhadap larva ulat krop (*Crocidolomia binotalis*), larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*), larva tersebut mengalami proses perubahan morfologi pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Larva Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) yang terinfeksi jamur *Metarizhium rileyi* pada dinolite perbesaran 60x



Gambar 2. Larva Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis*) yang terinfeksi jamur *Metarizhium rileyi* pada dinolite perbesaran 60x

Hasil pengamatan pada larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan larva ulat krop (*Crocidolomia binotalis*) yang mati terinfeksi jamur *Metarizhium rileyi* ditandai oleh adanya miselium-miselium tipis pada tubuh larva saat 5 hsa. Kemudian larva tersebut mulai mengalami perubahan warna hijau kegelapan yang menyelimuti larva uji pada Gambar 1 dan 2. Hal ini menandakan konidia jamur tersebut telah berkecambah dan tumbuh secara langsung pada kutikula sampai kebagian dalam tubuh inangnya. Pada serangga yang terinfeksi jamur *Metarizhium rileyi* memiliki ciri-ciri mencolok yaitu mulanya akan terlihat bercak hijau lalu akan terjadi perubahan warna menjadi hijau menjadi coklat kehitaman. Hal ini seperti yang dinyatakan (Hendarjanti, 2021) menyatakan bahwa tubuh larva terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap diduga karena adanya proses melanisasi larva sebagai bentuk pertahanan tubuh serangga dalam melawan pathogen. Pada

kedua gambar menunjukkan sudah terjadinya melanisasi atau pelepasan pigmen hitam kecokelatan yang bertujuan untuk pertahanan dari infeksi senyawa asing pada tubuh serangga. Melanisasi yang terjadi dilakukan oleh enzim phenoloxidase, sehingga pada bagian bawah tubuh, abdomen, dan bagian ruas antar tubuh larva akan mengalami melanisasi (Dyah *et al.*, 2017).

Pada Gambar 1 dan 2, larva yang terinfeksi oleh jamur *Metarizhium rileyi* pada bagian posteriornya mengecil. Tubuh larva mulanya muncul hifa putih dan menjadi kaku, kemudian berubah warna menjadi hijau. Hal ini sesuai pendapat Nisfuriah dan Nunilawati (2020) menyatakan bahwa hama yang terpapar jamur entomopatogen mempunyai 3 gejala yaitu tumbuh miselium berwarna putih, tumbuh miselium berwarna kuning kehijauan, dan bahkan ada juga yang tidak tumbuh miselium. Menurut Huang *et al* (2021), lapisan tubuh serangga ditumbuhi dengan

hifa putih yang menutup, pada ujung konidia berwarna hijau gelap, hal ini dimulai setelah 3-5 hsa menjadi ciri penting dari proses infeksi jamur.

Menurut Manueke *et al* (2017), juga jamur tidak selalu tumbuh menembus keluar integument serangga. Jika kondisi tidak menguntungkan bagi perkembangan sporofit jamur, maka hanya terjadi di dalam tubuh larva tidak menembus keluar integument serta jamur akan membentuk struktur khusus agar tetap bertahan yaitu dengan arthispora. Jaringan larva pada tahap ini menunjukkan adanya kerusakan pada

kutikula dan epidermis. Jumlah miselium dan konidia akan bertambah dan nantinya akan siap menginfeksi inang yang baru.

#### Nilai $LT_{50}$ Jamur Entomopatogen *Metarizhium rileyi*

Data pengamatan nilai  $LT_{50}$  larva jamur entomopatogen *Metarizhium rileyi* pada berbagai tingkat kerapatan konidia jamur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai  $LT_{50}$  Jamur Entomopatogen pada Berbagai Tingkat Kerapatan Konidia Jamur *Metarizhium rileyi*

Perlakuan	Nilai $LT_{50}$ <i>Plutella xylostella</i> (hari)	Nilai $LT_{50}$ <i>Crocidolomia binotalis</i> (hari)
Kontrol – (Air)	0	0
Kontrol + (Abamectin 18 g/L)	2,844	2,127
<i>M. rileyi</i> $10^4$ konidium/ml	5,452	0
<i>M. rileyi</i> $10^6$ konidium/ml	4,046	4,238
<i>M. rileyi</i> $10^8$ konidium/ml	2,193	3,6

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai  $LT_{50}$  pada berbagai tingkat kerapatan konidia. Waktu tersingkat untuk membunuh 50% larva uji ditemukan pada perlakuan *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan konidia  $10^8$ /ml dengan kisaran (2,193 hari  $LT_{50}$  *Plutella xylostella*) dan (3,644 hari  $LT_{50}$  *Crocidolomia binotalis*). Pada perlakuan *Metarizhium rileyi* dengan kerapatan konidia  $10^4$ /ml kurang efektif untuk *Plutella xylostella* yaitu menghasilkan nilai  $LT_{50}$  terlalu lama yaitu (5,45 hari  $LT_{50}$  *Plutella xylostella*) dan pada *Crocidolomia binotalis* tidak dapat terhitung karena larva uji yang mengalami mortalitas tidak sampai 50%. Hal ini diakibatkan karena bedanya tingkat sebaran konidia yang diaplikasikan. Semakin tinggi kerapatan yang digunakan maka jumlah spora semakin banyak sehingga produksi toksin dan enzim dapat semakin banyak. Hal ini tentunya sangat berpengaruh pada waktu kematian serangga. Menurut penelitian Rahayu *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa waktu kematian serangga yang diaplikasikan oleh jamur *Metarhizium* yaitu selama 3,40 hari.

Pada Tabel 3 juga menunjukkan perbedaan waktu kematian larva uji, pada larva *Crocidolomia binotalis* sedikit lebih lama dan tidak efektif dengan

penggunaan *M. rileyi*  $10^4$  konidium/ml. Menurut Fauzana *et al.* (2020) menyatakan bahwa bedanya waktu kematian serangga ini diakibatkan oleh kemampuan infeksi yang berbeda-beda dari setiap cendawan. Baik dalam penetrasi, penggunaan enzim, ataupun laju pertumbuhannya.

Hasil penelitian juga menunjukkan nilai  $LT_{50}$  jamur *Metarhizium rileyi* cenderung lama jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif, hal ini dikarenakan kemampuan jamur *Metarhizium rileyi* bersifat spesifik inang. Jika inang tidak sesuai maka memerlukan waktu lebih lama untuk menginfeksi serangga uji. Hasil penelitian Masoud (2015) menunjukkan bahwa nilai  $LT_{50}$  jamur *Metarhizium rileyi* pada larva *Oryctes rhinoceros* pada konsentrasi konidia  $1 \times 10^8$  /ml membutuhkan waktu selama 7,54 hari.

#### Intensitas Serangan Larva

Data pengamatan intensitas serangan larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dan larva ulat krop (*Crocidolomia binotalis*) pada berbagai tingkat kerapatan konidia jamur entomopatogen *Metarhizium rileyi* dapat dilihat pada gambar Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Kerapatan Konidia Cendawan Entomopatogen terhadap Intensitas Serangan Larva Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) dan Larva Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis*)

Komponen	Perlakuan				
	(Kontrol -) Air	(Kontrol +) Abamectin 18 g/L	( <i>M. rileyi</i> $10^4$ konidium/ml)	( <i>M. rileyi</i> $10^6$ konidium/ml)	( <i>M. rileyi</i> $10^8$ konidium/ml)
Kerusakan (%)	41 <sup>b</sup>	11 <sup>a</sup>	25 <sup>ab</sup>	13,75 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang tidak diberi notasi pada satu kolom, dan huruf yang diikuti oleh notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5% uji jarak Duncan

Persentase kerusakan (Tabel 4) terlihat bahwa intensitas serangan tertinggi terjadi pada perlakuan *M. rileyi*  $10^4$  konidium/ml yaitu mencapai 25% jika dibandingkan dengan kontrol air maka pemberian *M. rileyi*  $10^4$  konidium/ml lebih baik dan menunjukkan perbedaannya. Sementara intensitas serangan terendah terjadi pada perlakuan *Metarhizium rileyi* dengan kerapatan konidia  $10^8$ /ml meski intensitas serangannya lebih besar dibandingkan perlakuan Abamectin 18g/L, perlakuan *M. rileyi*  $10^8$  konidium/ml tetap memberikan keefektifannya hingga kerusakan hanya sebesar 12%. Menurut Olombrada *et al.* (2017), jamur *Metarhizium* memproduksi ribotoksin sehingga larva mengalami efek jera makan mengakibatkan larva yang terpapar nafsu makannya berkurang. Ribotoksin juga mengakibatkan sitotoksitas yaitu mendegradasi protein di tubuh larva serta akan pada proses metabolisme jamur. Sayuthi (2020) menjelaskan bahwa jamur *Metarhizium* memiliki efektifitas tinggi dalam mengendalikan serangan *Nezara viridula*. Gejala infeksi yang dialami berupa bergerak menjadi lebih lambat, tidak makan dan lemah selanjutnya, tubuh kaku atau keras.

Larva uji di infestasikan pada saat bunga kol mulai terbentuk, sehingga kerusakan yang terjadi banyak terdapat di bagian bunga kol. Adapun serangan ulat krop (*Crociodolomia binotalis*) merusak bagian daun hingga menyisakan jaringan epidermis daun sampai ke bagian tanaman lebih dalam sehingga sulit terjangkau saat dilakukannya penyemprotan dan mengakibatkan tumbuhan terganggu dalam proses tumbuh kembangnya. Larva ulat krop kubis begitu menimbulkan kerusakan yang tinggi, larvanya rakus suka memakan daun-daun baru dari Tengah daun tanaman kubis. Tanaman yang terserang parah menjadikan tanaman gagal membentuk krop. Jika Tengah daun telah rusak selanjutnya ulat berpindah menuju daun ujung serta turun ke daun yang lebih tua. Sebagian besar tanaman yang terkena dampaknya dapat mati total kalau larva tidak terkendalikan Fifi *et al.* (2022).

Pada gejala serangan larva ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) akan menyerang dan melubangi daun muda dan krop kubis. Serangan ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dapat menjangkau ke dalam krop kubis dan susah dijangkau. Daun yang terserang ditandai oleh banyaknya kotoran larva dipermukaan daun. Gejala kerusakan yang terdapat pada daun bagian bawah hama *P. xylostella* biasanya dijumpai di balik daun. Hal ini karena dibawah daun memiliki kelembaban dan suhu yang cocok untuk perkembangan dan aktivitas makan hama. Selain gejala, pengamatan awal pada tanaman sampel dijumpai adanya tanda serangan berupa kotoran dari *P. xylostella* yang cukup banyak di bagian atas permukaan daun (Anggoroningtyas *et al.*, 2021).

#### DAFTAR PUSTAKA

Anggoroningtyas, N.A., Sholahuddin, dan Nurul, D. (2021). "Aplikasi Pestisida Nabati untuk Pengendalian Ulat Kubis (*Plutella xylostella*)

pada Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*)". Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021 "Membangun Sinergi Antar Perguruan Tinggi Dan Industri Pertanian Dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka." hal.1167-1173.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2022). "Produksi Tanaman Sayuran 2021-2022." <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2014). "Badan Standardisasi Nasional Agens Pengendali Hayati (APH)-Bagian 2: *Metarhizium anisopliae*". [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Budi, A.S., Afandhi, A., Retno, D., dan Puspitarini, D. (2013). "Patogenitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* *balsamo* (*Deuteromycetes: moniliales*) pada Larva *Spodoptera litura* *Fabricius* (*Lepidoptera: noctuidae*)". Jurnal HPT Vol. 1 No. 1 hal. 57-65.
- Dewi, O.M.K. (2019). "Strategi Pengembangan Usaha Tani Kubis (*Brassica Oleracea*) di Desa Serang Kecamatan Karangreja Kabupaten Purbalingga". Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Dyah, R., Indriyanti, I., Budi, D., Setiati, N., dan Priyono, B. (2017). "Mortalitas dan Kerusakan Jaringan pada Setiap Gejala Infeksi Larva *Oryctes rhinoceros* L. Akibat Perlakuan Cendawan *Metarhizium anisoplia*". Life Science Vol. 6 No. 1 hal. 9-17.
- Fauzana, H., Arda, F., Nelvia, Rustam, R., dan Puspita, F. (2020). "Test on Several Concentrations *Metarhizium anisopliae* (*Metsch*) Sorokin in Palm oil Empty Fruit Bunch Compost (*metankos*) to Infecting *Oryctes Rhinoceros Larvae*". Journal of Physics: Conference Series Vol. 1655 No. 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1655/1/012021>
- Femmy, N., Tarmizi, dan Ruth, S. (2022). "Tingkat Serangan Hama *Plutella xylostella* Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) Dengan Penggunaan Jaring Pelindung." Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek Vol. 1 No. 1 hal. 21-28. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1196>
- Fifi, A., Tarmizi, dan Ruth, S. (2022). "Populasi Hama *Plutella Xylostella* dan *Crociodolomia Binotalis* Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) Dengan Perlakuan Jaring Pelindung". Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek Vol. 1 No. 1 hal. 29-37. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1204>
- Gabriel, B.P., dan Riyatno. (1989). "*Metarhizium anisopleae* (*Metch*) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya". Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Hakim, M.R., Jumar, J., dan Santoso, U. (2022). "Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi

- POC-Plus Terhadap Serangan Hama Kedelai Edamame." *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan* Vol. 10 No. 4 hal. 187-193. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.4.4>
- Hartanti, A., Suyani, I., dan Sugeng. (2022). "Respon Dosis Pupuk NPK pada Beberapa Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kubis (*Brassica oleracea* L.)." *Jurnal Agrotechbiz* Vol. 9 No. 2.
- Hendarjanti, H. (2021). "Sustainable Urban Farming Guna Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Era Pandemi" *Potensi dan Upaya Mempertahankan Kefektifan Beberapa Entomopatogen dalam Mengendalikan Larva Oryctes rhinoceros Linn. di Perkebunan Kelapa Sawit (S. Herlinda, Ed.)*. Indralaya: Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Huang, P., Yao, J.L.Y., and Yu, D. (2021). "Pathogenic characteristics and infection-related genes of *Metarhizium anisopliae* FM-03 infecting *Planococcus lilacinus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*." *Frontiers in Plant Science* Vol. 169 No. 5 pp. 437-448. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1016737>
- Intarti, D.Y., Kurniasari, I., dan Sudjianto, A. (2020). "Efektivitas Agen Hayati *Beauveria bassiana* dalam Menekan Hama Thrips sp. pada Tanaman Cabai Rawit (*Capcicum frutescens* L.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi* Vol. 13 No. 1 hal. 10-15. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i1.5621>
- Manueke, J., Assa, B.H., Aldegonga, Pelealu, E., dan Ratulangi, S. (2017). "Rekomendasi Teknologi Pengendalian Hama Secara Terpadu (PHT) Hama Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa*) di Desa Makalonsow Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa". *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi* Vol. 4.
- Masoud, L. (2015). "Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences Study the pathogenecity of fungus *Beauveria bassiana* Balsamo, *Beauveria brongniartii* Saccardo and *Metarhizium anisopliae* Metsch on date horned beetle *Oryctes elegans* Prell larvae based on different bioassay methods". *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences* Vol. 2 No. 1A pp. 31-37. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2015.v02i01.007>
- Masyita, I., Sitepu, S., dan Safni, I. (2017). "Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura F. pada Tanaman Tembakau". *Jurnal Agroteknologi* Vol. 2 No. 1 hal. 10-20.
- Mila, I.A. (2022). "Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beuaveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Pada Larva Ulat Grayak (*Spodoptera frugiferda* J.E. SMITH.) (*Lepidoptera: Noctuide*) di Rumah Kassa." Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Nisfuriah, L., dan Nunilawati, H. (2020). "Uji Pertumbuhan Koloni Jamur Entomopatogen dari Pertanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) Pada Serangga Umpan." *Journal of Global Sustainable Agriculture* Vol. 1 No. 1 hal. 9-13. <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i26/110796>
- Nurjayanti, Salbiah, D., dan Sutikno, A. (2017). "Uji Beberapa Konsentrasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill Lokal dan *Cordyceps militaris* (L:Fr) Lokal Terhadap Hama Ulat Api *Setothosea asigna* Van Eecke pada Tanaman Kelapa Sawit." *JOM FAPERTA UR* Vol. 4 No.1.
- Olombrada, M., dan Budia. (2017). "Karakterisasi toksin baru dari jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*: ribotoksin anisoplin." *Biol. Chem.* Vol. 398 No. 1 hal. 135-142.
- Pertiwi, S.A., Nanang, D., dan Haryadi, T. (2022). "Uji Toksisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama Ulat Krop Kubis *Crocidolomia binotalis* Zell." *AGRI-TEK: Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi* Vol. 23 No. 1 hal. 15-20.
- Prabaningrum, L., dan Moekasan, T.K. (2017). "Budidaya Kubis di Dalam Rumah Kasa Dalam Upaya Menekan Serangan Hama." *Jurnal Hortikultura* Vol. 27 No. 1. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p87-94>
- Rahayu, M., Susanna, dan Hasnah. (2021). "Potensi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (isolat lokal) dalam mengendalikan hama ordo coleoptera." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* Vol. 6 No. 2.
- Reni, J. (2019). "Efektifitas Jamur Antagonis dan Bahan Organik Terhadap *Plasmodiophora brassicae* Wor. Penyebab Penyakit Akar Gada pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)". Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rizki, N.S. (2018). "Pengaruh Konsentrasi Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Lama Fermentasi Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Kandungan Gas Metan dari Kubis (*Brassica oleracea* L.)." Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sayuthi, M. (2020). "The Effectiveness of the Fungus *Metarhizium anisopliae* as a Biocontrol Agent against the *Nezaraviridula Pestin* the Province of Aceh." *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* Vol. 13 No. 2 pp. 27-32. <https://doi.org/10.9790/2380-1302012732>
- Semangun, H. (2007). "Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia." Jakarta: Pusat Perpustakaan Dan Penyebaran Teknologi Pertanian, Kementerian Pertanian,
- Siahaan, P., dan Mullo, D.I. (2021). "Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen Isolat Tomohon dari Larva Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera: Noctuidae*)." *Journal of Biotechnology and Conservation in Wallacea*

Vol. 1 No. 1 hal. 10–16.

<https://doi.org/10.35799/jbcw.v1i1.35791>

Silitonga, Y.W., dan Nasution, M.N. (2018). "Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Metode SRI (the System of Rice Intensification)". Jurnal Agrohita Vol. 2 No. 2 hal. 20-29.

Widariyanto, R., Pinem, M.I., dan Zahara, F. (2017). "Patogenitas Beberapa Cendawan Entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*) terhadap *Aphis glycines* pada Tanaman Kedelai." Jurnal Agroekoteknologi Vol. 5 No. 1 hal. 8-16.