



## Respon Ketahanan Tanaman Caisim (*Brassica Juncea* L.) terhadap Intensitas Serangan Hama dan Penyakit setelah Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Hayati Provibio®

### Resistance Response of Caisim (*Brassica Juncea* L.) Plant toward Intensity of Pest and Disease Attacks after Application of Goat Manure and Provibio® Biofertilizer

Victor Bintang Panunggul<sup>1\*</sup>, Rosi Widarawati<sup>2</sup>, Suwali<sup>1</sup>, Ayu Sitanini<sup>1</sup>, Tiara Kartika Sari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Perwira Purbalingga

Jl. Letjen S Parman No.53, Kedung Menjangan, Purbalingga, Central Java, Indonesia 53316

<sup>2</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Dr. Soeparno No. 61, Purwokerto, Central Java, Indonesia 53123

<sup>3</sup> Fakultas Komunikasi dan Sosial Politik, Universitas Sains Al'Quran

Jl. Raya Kalibeber No.3, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo, Central Java, Indonesia 56351

Email: victorbintang92@gmail.com

\*Penulis Korespondensi

#### Abstract

Mustard (*Brassica juncea* L.) is a plant that is concerned with the quality of its leaves, damage to mustard can reduce its economic value. *Oxya* spp., leaf-eating caterpillars, leaf spot disease on caisim (*Brassica juncea*) are pests that damage the leaves of caisim plants. The aim of this study was to study the response of resistance to caisim attacks by pests and diseases after application of manure and Provibio biofertilizer. The method used is a Randomized Block Design (RBD) with 2 factors. The first factor was goat manure ( $P_0 = 0$  tons/ha (control),  $P_1 = 5$  tons<sup>-1</sup> per polybag,  $P_2 = 15$  tons<sup>-1</sup> per polybag) and the dose factor for biofertilizer application ( $D_0 = 0$  mL/polybag,  $D_1 = 5$  mL/polybag, and  $D_2 = 10$  mL/polybag). The results showed that the application of goat manure did not show a significant increase in resistance to grasshopper attack intensity, leaf eating intensity and leaf spot disease of caisim plants. The application of Provibio biofertilizer has not been able to reduce the intensity of locust attack optimally with a dose of 5 mL, and has not been able to provide resistance to the intensity of leaf-eating intensity and leaf spot disease of (*Brassica juncea* L.) plants.

Keywords: caisim (*Brassica juncea* L.), pest, disease, goat manure, biofertilizer

#### Abstrak

Caisim (*Brassica juncea* L.) merupakan sayuran yang hasil produk berupa daun segar. Kerusakan tanaman caisim dapat menurunkan nilai jual. Hama belalang (*Oxya* spp.), ulat pemakan daun, penyakit bercak daun pada (*Brassica juncea* L.) merupakan hama yang merusak daun tanaman caisim. Penelitian bertujuan mempelajari respon ketahanan pada caisim serangan hama dan penyakit setelah pemberian pupuk kandang dan pupuk hayati *Provibio*. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah pupuk kambing ( $P_0 = 0$  ton/ha (kontrol),  $P_1 = 5$  ton<sup>-1</sup> per polibag,  $P_2 = 15$  ton<sup>-1</sup> per polibag) dan faktor kedua adalah pupuk hayati ( $D_0 = 0$  mL/polibag (kontrol),  $D_1 = 5$  mL/polibag, dan  $D_2 = 10$  mL/polibag). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing tidak menunjukkan peningkatan ketahanan yang nyata terhadap intensitas serangan belalang, ulat pemakan daun dan penyakit bercak daun tanaman caisim. Aplikasi pupuk hayati *Provibio* belum mampu menurunkan hama belalang secara optimal dengan dosis 5 mL, serta belum mampu memberikan ketahanan terhadap ulat daun dan penyakit bercak daun tanaman caisim.

Kata kunci: caisim (*Brassica juncea* L.), hama, penyakit, pupuk kandang, pupuk hayati

## Pendahuluan

Tanaman caisim (*Brassica juncea* L.) merupakan sayuran yang mengandung nilai gizi tinggi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Tanaman caisim mengandung gizi yang meliputi karbohidrat 4,0 g, lemak 0,3 g, protein 2,3 g, kalsium 220 mg, fosfor 38 mg, besi 2,0 mg, vitamin A 1940,9 mg, vitamin B 0,1 mg, dan vitamin C 102 mg (Sangadji, 2018). Permintaan caisim untuk konsumsi terus meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk dan peningkatan daya beli masyarakat. Produksi tanaman sawi di Indonesia tahun 2018 sampai 2019 mengalami peningkatan yakni sebesar 635,982 ton/ha sampai 652,723 ton/ha (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020).

Tanaman sayuran yang dibudidayakan secara organik semakin banyak diminati konsumen, sehingga cara budidaya ini memiliki nilai jual tinggi dan diketahui menghasilkan sayuran yang sehat untuk dikonsumsi. Tanaman sawi dapat dibudidayakan menggunakan limbah bahan organik (Mago et al., 2020). Kotoran hewan ternak dapat diolah menjadi pupuk organik (Vimala et al., 2010). Aplikasi pupuk organik dapat berperan memperbaiki sifat-sifat tanah seperti sifat fisik, kimia dan biologi (Purbajanti & Setyowati, 2020). Bahan organik juga diketahui dapat memperbaiki agregasi tanah dan meningkatkan C-organik dalam tanah (Lawenga et al., 2015; Peters et al., 2003). Bahan organik berperan meningkatkan sistem metabolisme dari mikroorganisme di tanah dalam pelarutan P, dan fiksasi N (Afandi et al., 2015). Aplikasi pupuk kandang 15 ton/ha pada lahan tanah menghasilkan berat tanaman segar 148,25 g, sedangkan aplikasi pupuk hayati Provisio® 10 mL menghasilkan berat tanaman segar sebesar 147,44 g (Panunggul, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa inovasi penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati dalam budidaya perlu dikembangkan untuk meningkatkan produksi caisim (Rahhutami, 2021).

Proses budidaya tanaman caisim tidak terlepas dari kendala hama dan penyakit. Permasalahan yang dihadapi oleh petani dalam budidaya tanaman caisim adalah hama ulat grayak dan penyakit bercak daun yang

dapat mengurangi kualitas produk sayuran. Ulat grayak menyerang daun tanaman dan karakteristik dari kerusakannya berupa daun tanaman yang berlubang (Silalahi et al., 2019). Serangan larva ulat grayak dapat merusak daun hingga terlihat tulang daun (Gu et al., 2015; Hou et al., 2021). Hama belalang (*Oxya* spp.) menyerang daun tua maupun muda sehingga menjadikan daun tanaman menjadi berlubang dan mengerut disebabkan oleh telur *Oxya* spp. yang diletakkan pada pelepah daun (Hanifah & Kusumah, 2020). Meningkatnya serangan ulat grayak pada tanaman menyebabkan kerugian ekonomis bahkan hingga gagal panen. Pupuk hayati berperan membantu mengurangi penggunaan insektisida kimia, sehingga perlu dilakukan uji efektifitas pupuk hayati tersebut sebelum digunakan (Chandrasekara et al., 2012). Selain hama, permasalahan yang dihadapi dalam budidaya caisim adalah munculnya penyakit bercak daun. Gejala dari penyakit bercak daun adalah adanya bintik-bintik konsentris berbentuk bulat, dengan berbagai ukuran yang disebabkan oleh jamur *Alternaria* sp (Pratap et al., 2016).

Pupuk hayati terdiri dari satu atau beberapa mikroorganisme dalam bentuk inokulan atau cairan yang berperan menyediakan hara serta meningkatkan kesuburan tanah untuk pertumbuhan tanaman (Wahyudin et al., 2018). Pupuk hayati Provisio® merupakan pupuk hayati yang mengandung bakteri penambat N<sub>2</sub>, bakteri bintil akar, produsen hormon tumbuh, mikroba anti bau, perombak selulosa, perombak lignin serta mengandung *Bacillus thuringiensis* yang berfungsi membunuh hama serangga (Latif et al., 2017; Sunarsih et al., 2020). *B. thuringiensis* merupakan strain dari bakteri yang menghasilkan protein kristal bersifat *toxic* pada serangga. Protein kristal ini mudah terurai dan ramah lingkungan (Suwarno et al., 2015) serta memiliki target spesifik terhadap serangga tertentu dan waktu penerapannya relatif singkat (Singh, 2019). Pupuk organik memiliki kemampuan dalam meningkatkan sumber organik, nutrisi tanaman serta dapat mempengaruhi produktivitas tanaman (Beenish et al., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang sebagai pupuk organik dan

Provibio® sebagai pupuk hayati terhadap intensitas serangan belalang, dan ulat grayak, serta patogen bercak daun pada tanaman caisim dalam upaya peningkatan produksi secara berkelanjutan.

## Metode Penelitian

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Desa Pegalongan, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas pada September sampai November 2021 dengan menggunakan polibag. Bahan yang digunakan adalah benih caisim (Tosakan), pupuk kandang dari kotoran kambing kering, *sub soil* tanah andosol, polibag (ukuran 35 x 40 cm), kertas label, pupuk hayati Provibio®. Alat yang digunakan adalah timbangan digital (SF400), syringe 20 ml, penggaris, alat tulis, *knapsack sprayer* 2 L (Jyangan), dan cangkul.

### Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan faktor pertama adalah dosis pupuk kandang kambing, dan faktor kedua adalah dosis pupuk hayati Provibio®. Faktor pertama terdiri dari P<sub>0</sub>= tanpa perlakuan/polibag (kontrol), P<sub>1</sub>= 5 ton/ha (4,53 g/polibag), P<sub>2</sub>= 15 ton/ha per polybag (13,61 g/polibag). Faktor kedua terdiri dari D<sub>0</sub> = 0 mL/polibag (kontrol), D<sub>1</sub> = 5 mL/polybag (60 mL), dan D<sub>2</sub> = 10 mL/polibag atau (120 mL). Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 27 satuan percobaan, dan setiap satuan percobaan terdapat 3 tanaman sehingga total tanaman percobaan sebanyak 81 tanaman.

### Prosedur Penelitian

Teknik percobaan dimulai dengan pengomposan pupuk kandang kambing selama 20 hari. Benih caisim disemai setelah itu tanaman dipindahkan ke polibag berukuran 35 x 40 cm yang telah berisi media tanam campuran tanah *sub soil* andosol dan kompos pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Bibit caisim siap dipindah ke polybag ketika tanaman berumur 14 hari. Ciri-ciri caisim yang siap dipindah adalah tumbuh daun berjumlah minimal 2 helai. Pemberian pupuk kandang kembali dilakukan pada saat tanaman berusia 18 hari setelah tanam (HST) dengan cara mencampurkan pupuk kandang kambing pada

polibag sesuai dosis yang telah ditentukan. Pemberian pupuk Provibio® dilakukan setiap 1 minggu sekali sampai 1 minggu sebelum panen. Cara penyiapan pupuk Provibio® adalah dosis 5 mL (D<sub>1</sub>) atau 10 mL (D<sub>2</sub>) dilarutkan ke dalam 1 L air, kemudian diaplikasi ke tanah dan tanaman dengan menggunakan *sprayer*.

### Intensitas Serangan Hama dan Penyakit

Menurut (Hanafiah, 2010) intensitas serangan hama dihitung berdasarkan jumlah daun yang terserang hama. Jumlah daun yang terserang hama dapat dianalisis untuk menentukan intensitas serangan hama dengan rumus sebagai berikut:

$$I_h = \frac{ni \times vi}{N \times Z} \times 100 \%$$

I<sub>h</sub> = Intensitas serangan hama (%)

ni = Jumlah daun tanaman yang terserang hama

vi = Besar skala serangan

N = Jumlah daun yang diamati

Z = Nilai skor kategori infeksi penyakit tertinggi

Intensitas serangan penyakit diamati berdasarkan luas bercak pada daun yang terinfeksi. Data luas bercak daun untuk menentukan intensitas infeksi patogen dihitung dengan rumus (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2007) :

$$I_p = \sum \frac{(n \times v)}{N \times Z} \times 100 \%$$

I<sub>p</sub> = Intensitas penyakit (%)

n = Jumlah daun tanaman yang terserang

v = Nilai skala yang terserang

N = Jumlah seluruh daun yang diamati

Z = Skala tertinggi dari kategori skala seranga

**Tabel 1.** Nilai skala kerusakan akibat infeksi patogen

| Skala | Tingkat kerusakan (%) | Keterangan         |
|-------|-----------------------|--------------------|
| 1     | 1 – 5 %               | Tahan              |
| 3     | 5 – 11 %              | Ringan             |
| 5     | > 11 - ≤ 25 %         | Sedang             |
| 7     | > 25 - ≤ 75 %         | Berat              |
| 9     | > 75 – 100 %          | Puso (gagal panen) |

### Analisis Data

Hasil perhitungan intensitas infeksi patogen kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 1 nilai skala kerusakan untuk mengetahui tingkat kerusakan tanaman.

Hasil pengamatan dilakukan uji F untuk mengetahui tingkat signifikansi masing-masing faktor perlakuan terhadap variabel yang diamati kemudian dianalisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka uji dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%. Analisis data menggunakan software DSAASTAT 1.1 (Onofri & Pannacci, 2014).

## Hasil dan Pembahasan

### Intensitas serangan hama belalang dan ulat

Hasil menunjukkan aplikasi pupuk organik tidak mampu menekan intensitas

serangan hama belalang (Gambar 1) pada tanaman caisim (Tabel 2). Hal ini diduga karena pupuk organik berperan sebagai penyedia unsur hara tanaman tapi tidak mampu membunuh hama. Selain itu, pada pupuk organik mengandung hara mineral yang diserap tanaman dan memicu hama untuk datang.

Pupuk hayati Provibio® 5 mL dapat menurunkan intensitas serangan serangga dari 44,57% pada 14 HST menjadi 35,06% pada 21 HST begitu juga dengan Provibio® 10 mL. Dimana persentase penurunan pada Provibio® 5 mL lebih tinggi dibanding 10 mL. Provibio® mengandung *B. thuringiensis* ICB 6095 yang dapat berperan sebagai bioinsektisida (Asosiasi Bank Benih dan Teknologi Tani Indonesia, 2020). *Gen Cry* merupakan gen ketahanan dari ulat yang diperoleh dari *B. thuringiensis*. *Gen cry* menghasilkan kristal *d-endotoxin* yang sistem kerjanya spesifik untuk mematikan larva (Mulyaningsih et al., 2016).

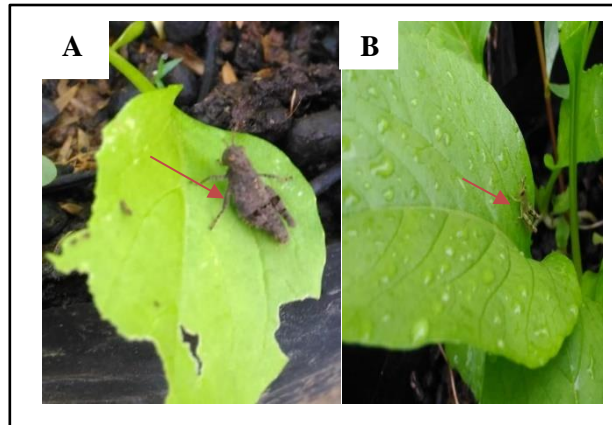
**Tabel 2.** Intensitas serangan hama belalang (%)

| Perlakuan     | Rerata intensitas serangan belalang    |                    |                    |
|---------------|--|--------------------|--------------------|
|               | 14 HST                                 | 21 HST             |                    |
| Pupuk kandang | P <sub>0</sub> (Kontrol)               | 38,96 <sup>a</sup> | 32,48 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>1</sub> (5 ton <sup>-1</sup> )  | 39,15 <sup>a</sup> | 33,39 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>2</sub> (15 ton <sup>-1</sup> ) | 40,10 <sup>a</sup> | 33,73 <sup>a</sup> |
| Pupuk hayati  | D <sub>0</sub> (Kontrol)               | 33,95 <sup>a</sup> | 33,20 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>1</sub> (5 mL)                  | 44,57 <sup>c</sup> | 35,06 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>2</sub> (10 mL)                 | 39,69 <sup>b</sup> | 31,34 <sup>a</sup> |
| KK (%)        | 20,64                                  | 15,74              |                    |
| SE            | 3,83                                   | 5,22               |                    |

Keterangan: HST: Hari Setelah Tanam, KK: Koefisien Keragaman. SE: Standar error. Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menyatakan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* memiliki kemampuan menginduksi pertumbuhan tanaman dan dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (Azizoglu, 2019). *B. thuringiensis* adalah bakteri pelarut fosfat atau produk biostimulator untuk meningkatkan produksi tanaman secara keseluruhan (Delfim & Dijoo, 2021). Aplikasi

*B. thuringiensis* (2 g/L) terbukti dapat menurunkan serangan hama sebesar 63,21% dan 69,86% pada tanaman berumur 6 minggu (MST) dan 8 MST (Rizali et al., 2021). Aplikasi campuran biourin dengan *B. thuringiensis* terhadap jumlah daun rusak tanaman sawi hijau menekan serangan hama belalang sebesar 27,23% (Hendrawati et al., 2015).



**Gambar 1.** Dua spesies belalang yang menyerang tanaman caisim

Pupuk hayati yang mengandung *B. thuringiensis* juga berperan secara langsung sebagai zat pengatur tumbuh dan secara tidak langsung menginduksi pertumbuhan dengan menekan penyakit pada tanaman (Azizoglu, 2019). Tabel 3 menunjukkan aplikasi pupuk organik belum mampu menekan serangan ulat grayak begitu juga untuk pupuk hayati (Tabel 3). Tidak adanya efek pupuk hayati Provibio® pada ketahanan serangan ulat grayak dimungkinkan konsentrasi terlalu rendah dan ulat grayak mempunyai sistem ketahanan tubuh yang kuat terhadap toksin dari *B. thuringiensis*.

Diduga ulat grayak dapat mengaktifkan enzim untuk meningkatkan sistem kekebalan seluler terhadap toksin (Maulina et al., 2019).

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) diketahui mampu dikendalikan dengan penambahan bioinsektisida dari ekstrak *C. odollam* konsentrasi 0,5% - 2%, dimana persentase kematian ulat tersebut di atas 50% (Purwani et al., 2014). Pemberian limbah debu tembakau konsentrasi 60 gL<sup>-1</sup> juga memiliki aktivitas insektisida terhadap larva *S. litura* F., dimana mampu mematikan larva sebesar 96% (Khairunnisa et al., 2019).

**Tabel 3.** Intensitas serangan ulat grayak (%)

| Perlakuan     |                            | Rerata intensitas serangan ulat grayak |                    |
|---------------|----------------------------|--|--------------------|
|               |                            | 14 HST                                 | 21 HST             |
| Pupuk kandang | P <sub>0</sub> (Kontrol)   | 38,58 <sup>a</sup>                     | 28,48 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>1</sub> (5 ton-1)   | 37,32 <sup>a</sup>                     | 31,81 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>2</sub> (15 ton-1 ) | 35,42 <sup>a</sup>                     | 32,95 <sup>a</sup> |
| Pupuk hayati  | D <sub>0</sub> (Kontrol)   | 38,24 <sup>a</sup>                     | 32,40 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>1</sub> (5 mL)      | 37,65 <sup>a</sup>                     | 30,40 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>2</sub> (10 mL)     | 35,42 <sup>a</sup>                     | 30,44 <sup>a</sup> |
| KK (%)        |                            | 12,13                                  | 20,25              |
| SE            |                            | 2,12                                   | 2,96               |

Keterangan: HST: Hari Setelah Tanam, KK: Koefisien Keragaman. SE: Standar error. Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menyatakan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

### Intensitas serangan penyakit bercak daun

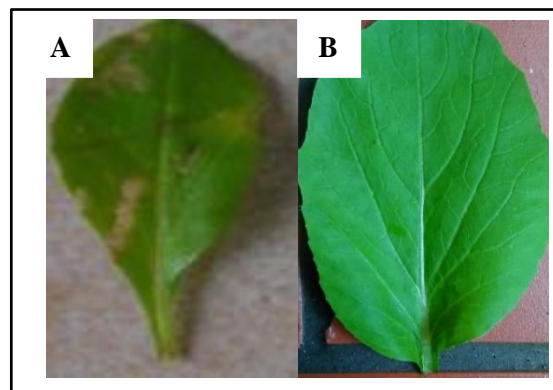
Tabel 4 menunjukkan aplikasi pupuk organik tidak mampu menekan serangan penyakit bercak daun pada tanaman caisim. Hal ini diduga kandungan hara yang tinggi pada pupuk organik meningkatkan kandungan kimia

pada tanaman yang kemudian memicu munculnya penyakit bercak daun pada tanaman caisim. Selain itu adanya pengaruh lingkungan seperti kelembaban yang tinggi dan pH rendah yang dapat memicu perkembangan penyakit (Akhsan & Palupi, 2015).

**Tabel 4.** Intensitas bercak daun (%)

| Perlakuan     |                            | Intensitas bercak daun |                    |
|---------------|----------------------------|------------------------|--------------------|
|               |                            | 14 MST                 | 21 MST             |
| Pupuk kandang | P <sub>0</sub> (Kontrol)   | 47,77 <sup>a</sup>     | 32,40 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>1</sub> (5 ton-1)   | 49,38 <sup>a</sup>     | 39,81 <sup>a</sup> |
|               | P <sub>2</sub> (15 ton-1 ) | 53,68 <sup>a</sup>     | 38,60 <sup>a</sup> |
| Pupuk hayati  | D <sub>0</sub> (Kontrol)   | 52,97 <sup>a</sup>     | 39,88 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>1</sub> (5 mL)      | 50,97 <sup>a</sup>     | 35,05 <sup>a</sup> |
|               | D <sub>2</sub> (10 mL)     | 46,89 <sup>a</sup>     | 35,89 <sup>a</sup> |
| KK (%)        |                            | 13,98                  | 21,08              |
| SE            |                            | 3,31                   | 3,67               |

Keterangan: HST: Hari Setelah Tanam, KK: Koefisien Keragaman. SE: Standar error. Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menyatakan berbeda nyata pada uji Duncan 5%



**Gambar 2.** Daun caisim yang terkena penyakit bercak daun (a) dan yang tidak terkena penyakit (b).

Pemberian pupuk hayati Provibio® pada penelitian ini juga tidak mampu menekan intensitas serangan penyakit bercak daun (Tabel 4). Hasil ini tidak sesuai dengan hipotesis penelitian yang mendasarkan pada kandungan *Azotobacter* di dalam pupuk hayati. *Azotobacter* memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan mengendalikan serangan jamur patogen *Alternaria alternata* dan *Fusarium oxysporum* (Mali & Bodhankar, 2009; Gauri *et al.*, 2012).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi pupuk kandang belum mampu meningkatkan ketahanan dari intensitas serangan hama, serangan ulat grayak dan tidak mampu memberikan ketahanan pada penyakit bercak daun tanaman caisim.
2. Aplikasi pupuk hayati belum mampu

memberikan pengaruh ketahanan terhadap serangan hama belalang dengan dosis 5 mL, namun belum mampu memberikan ketahanan terhadap serangan ulat grayak dan penyakit bercak daun tanaman caisim

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F.N., Siswanto, B., & Nuraini, Y.(2015). Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2): 237-244.
- Akhsan, N. & Palupi, P.J. (2015). Pengaruh waktu terhadap intensitas penyakit blast dan keberadaan spora *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. pada lahan padi sawah (*Oryzae sativa*) di Kecamatan Samarinda Utara. *ZIRAA'AH* 40(2):114-122.
- Asosiasi Bank Benih dan Teknologi Tani Indonesia. (2020). Pupuk Hayati Inovasi IPB dan Karya Petani Indonesia.

- <https://ab2ti.org/provibio/>.
- Azizoglu, U. (2019). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer and biostimulator: a mini-review of the little-known plant growth-promoting properties of Bt. *Curr Microbiol* 76(11): 1379-1385.
- Beenish, O., Ahmad, L., Hussain, A., & Lal, E.P. (2018). Organic manure & biofertilizers: effect on the growth and yield of indian mustard (*Brassica juncea* L.) Varieties. *Current Journal of Applied Science and Technology* 30(4): 1-7.
- Chandrasekara, A., & Kumar, T. J. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: a review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science* 2016: 1-5.
- Chadar, L. K., Singh, R. P., Singh, R. K., Yadav, R. R., Mishra, M. K., Pratap, N., & Vishnoi, R. K. (2016). Studies on alternaria blight of rapeseed-mustard (*Brassica juncea* L.) caused by *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. and its integrated management. *Plant Archives* 16(2): 897-901.
- Dasgupta, B., P.K. Ghosh. & B.N. Chatterjee. (1991). Effect of different dates and levels of nitrogen fertilizers on Alternaria blight disease and productivity of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) Czern and Coss. *Environment and Ecology* 9(1): 118-123.
- Delfim J., & Dijoo Z.K. (2021). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer and plant growth promoter. *Microbiota and Biofertilizers* 2: 251-265.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. (2007). *Pedoman Pengantar dan Pelaporan Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2020). *Produksi dan Impor Sayuran di Indonesia*.
- Gauri, S.S., Mandal S.M., & Pati, B.R. (2012). Impact of Azotobacter xopolysaccharides on sustainable agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol* 95(2): 331-8.
- Gu, S. H, Zhou, J. J., Gao, S., Wang, D. H., Li, X. C., Guo, Y. Y., & Zhang, Y. J. (2015). Identification and comparative expression analysis of odorant binding protein genes in the tobacco cutworm *Spodoptera litura*. *Nature Publishing Group* 5(13800): 1–17.
- Hanafiah, K. A. (2010). *Rancangan Percobaan*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Hanifah, F., & Kusumah, Y.N. (2020). Serangan hama belalang (*Oxya* spp.) pada tanaman talas (*Colocasia esculenta* L.) di Kelurahan Situ Gede Kecamatan Bogor Barat Kota Bogor. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat* 2(5): 717–722.
- Hendrawati, I. G.A., Sudana, I.M. & Wirya, G.N.A.S. (2015). Aplikasi Campuran Biourin dengan Agen Pengendali Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* Var. *Parachinensis* L.) *J. Agric. Sci. and Biotechnol*, 4(1): 37-53.
- Hou, W., Staehelin, C., Esmail, M., Elzaki, A., Hafeez, M., Luo, Y., & Wang, R. (2021). Functional analysis of CYP6AE68, a cytochrome P450 gene associated with indoxacarb resistance in *Spodoptera litura* (Lepidoptera :Noctuidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 178 (104946).
- Khairunnisa, Y.A., Sholahuddin., & Sulisty, A.(2019). Efektivitas limbah debu tembakau sebagai insektisida nabati terhadap ulat grayak. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi* 21(2): 34-38.
- Kumar D., Maurya N., Bharati Y.K., Kumar A., Kumar K., Srivasta K., Chand G., Kushwaha C., Signh S.K., Mishra R.K., & Kumar A. (2013). Alternaria blight of oilseed Brassicas: A comprehensive review, *Afr. J. Microbiol. Res* 8(30): 2816-2829.
- Latif, F., Elfarisna., & Sudirman. (2017). Efektifitas pengurangan pupuk npk dengan pemberian pupuk hayati provibio® terhadap budidaya tanaman kedelai edamame. *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 2(2): 105-120.
- Lawenga, F.F., Hasanah, U., & Widjajanto, D. (2015). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap sifat fisika tanah dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di Desa Bulupountu Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi. *Agrotekbis* 3(5): 564-570.
- Mali, G.V. & Bodhankar, M.G. (2009). Antifungal and phytohormone production potential of *Azotobacter chroococcum* isolates from groundnut (*Arachis hypogea* L) rhizosphere. *Asian J. Exp. Sci.* 23 : 293-297.
- Maulina D., Sumitro S.B., Amin M., & Lestari S.R. (2019). Lectin protein activity of *spodoptera litura* after exposed by potential biopesticide from *Mirabilis jalapa*.

- International Journal of Applied Biology*, 3(1): 62-69.
- Mulyaningsih, E.S., Indrayani, S., & Anggraheni, Y.G.D. (2016). Transfer Gen Cry melalui Persilangan untuk Meningkatkan Ketahanan Terhadap Hama Penggerek Batang pada Varietas IR 64 dan Situ Patenggang. Lembaga Ilmu dan Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Mago, O.T., Nirmala, M.A.Y., Kuki, A.D., Bunga, Y.N., & Misa, A. (2020). pengaruh jenis limbah organik dan waktu retensi terhadap produksi biogas dari kotoran sapi. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 5(3): 155-162.
- Onofri, A., & Pannacci, E. (2014). Spreadsheet tools for biometry classes in crop science programmes. *Communications in Biometry and Crop Science* 9(2): 43-53.
- Panunggul V.B. (2021). Effect of manure organic fertilizer and provibio biofertilizer on growth and yield mustard (*Brassica juncea* L). *Jurnal Agroqua* 19(2): 375-382.
- Pardo-Lopez, L., Soberon, M., & Bravo, A. (2012). *Bacillus thuringiensis* insecticidal three-domain cry toxins: mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. *FEMS Microbiol* 37: 3–22.
- Peters, D., Wheatley, C., Heriyanto., & Antarlina, S.S. (2003). *Participatory Process Improvement For Small Scale Sweet Potato Flour Production in East Java, Indonesia*. <http://www.esiap.cipotato.org/MFESEAP/FILibrary/KNGTRIAL.pdf>.
- Pratap, P., Meena, P. D., Singh, B. K., Meena, S. S., Sharma, P., Majumdar, R., & Singh, D., (2016). Development and evaluation of alternaria blight tolerant lines in indian mustard (*Brassica juncea*). *Journal of Oilseed Brassica* 1(2): 141-148.
- Purwani., Indah, K., Wijayawati, L., Nurhatika, S., Sa' Diyah, N. A., & Arifiyanto, A. (2014). Bintaro (*Cerbera odollam*) leaf extract as a potential biological pest control toward *Spodopteralitura f* Mortality. *J. Appl. Environ. Biol. Sci* 4(4): 18-23.
- Purbajanti E. D., & Setyowati, S. (2020). Organic fertilizer improve the growth, physiological characters and yield of pak choy. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi* 22(2): 83-87.
- Purwanti, K. I., Nurhatika, S., Ermavitalini, S. N., Saputro, T. B., & Budiarti, D. S. (2017). Reducing the level of leaves damage of (*Brassica rapa*) caused by armyworm (*Spodoptera litura* F.) through liquid bioinsecticide formulation of bintaro (*Cerbera odollam*) leaves extract. *AIP Conference Proceedings* 1854(20029):1-9.
- Rahhutami, R., Handini, A. S., & Astutik, D. (2021). Respons pertumbuhan pakcoy terhadap asam humat dan Trichoderma dalam media tanam pelepah kelapa sawit. *Jurnal Kultivasi* 20(2): 97-104.
- Rachmawati, D., & Korlina, E. (2016). Kajian penggunaan pupuk hayati untuk mengendalikan penyakit akar gada (*Plasmodiophora brassicae*) pada tanaman sawi daging. *Agrovigor* 9(1): 67-72.
- Rizali, A., Saputra, R.A., & Alfian, M. (2021). Pest control technology for *Plutella xylostella* L. on green mustard (*Brassica juncea* L.) using *Bacillus thuringiensis* in tukungan soil. *Trop. Wetland J.* 7(2): 52-60.
- Sangadji, Z. (2018). Kajian sistem budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L) di petani Kelurahan Malaweke Distrik Aimas Kabupaten Sorong. *Median: Jurnal Ilmu-Ilmu Eksakta* 9(1): 16-24.
- Silalahi, A. S. H., Supriyadi, D., & Sudirman, A. (2021). Respons ulat grayak (spodoptera litura) terhadap lama perendaman tembakau rajang (*Nicotiana tabacum* L.) sebagai insektisida nabati. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi* 23(2): 84-88.
- Singh, R. (2019). Microbial Biotechnology: A Promising Implement for Sustainable Agriculture. pp. 107-114.
- Sinha, R., Singh, B., Rai, P. K., Kumar, A., Jamwal, S., & Sinha, B. K. (2018). Soil fertility management and its impact on mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae). *Cogent Food & Agriculture* 4: 1-12.
- Sunarsih, F., Pujiastuti, Y., Mulawarman., Nurhayati., & Panadi, A. (2020). Diversity of soil inhabiting arthropods in intercropping of chili and chinese mustard green applied with *Bacillus thuringiensis* based bio-insecticides and synthetic insecticides treatment. *Sriwijaya Journal of Environment* 5(2): 76-81.
- Suwarno., Maridi, & Sari, D.P. (2015). Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau (*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. *Bioedukasi*. 8 (1) :16-19.



- Vimala, P., Mohamad Roff, M.N, Sokhri, O.A., & Lim, A.H. (2010). Effect of organic fertilizer on the yield and nutrient content of leaf-mustard (*Brassica juncea*) organically grown under shelter. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 38(2): 1-8.
- Wahyudin, A., Wicaksono, F.Y., & Maolana, I. (2018). Pengaruh dosis pupuk hayati dan pupuk N,P,K terhadap komponen hasil dan hasil jagung (*Zea mays* L.) di dataran medium Jatinangor. *Jurnal Kultivasi* 17(2): 633-638.
- World Health Organization. (2009). *WHO vaccine-preventable diseases: monitoring system 2009 global summary*. [www.who.int/vaccines-documents/](http://www.who.int/vaccines-documents/).
- Yu, Y., Zeng, L., Huang, L., Yan, Z., Sun, K., Zhu, T., & Zhu, A. (2016). First report of black leaf spot caused by *Alternaria alternata* on ramie in China. *Journal of Phytopathology* 164(5): 358-361.