



**UJI EFEKTIVITAS BEBERAPA KONSENTRASI BIOINSEKTISIDA *Bacillus thuringiensis* DALAM MENGENDALIKAN HAMA ULAT KANTONG (*Metisa plana*) PADA TANAMAN KELAPA SAWIT**

**TESTING THE EFFECTIVENESS OF DOSAGE USING PESTICIDA WITH ACTIVE COMPOUND *Bacillus thuringiensis* AGAINST BAGWORM PESTS IN OIL PALM PLANTATIONS**

**Aulia Rahmawati<sup>(1)</sup> & Luqiyarrohman<sup>(2)</sup>**

<sup>1,2)</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

\*Corresponding Email: [auliarahmawati@umnu.ac.id](mailto:auliarahmawati@umnu.ac.id)

---

**Abstrak**

Kelapa sawit merupakan aset penting perkebunan Indonesia. Permasalahan pada budidaya terutama adanya serangan ulat kantong (*Metisa plana*) sehingga mengurangi pertumbuhan dengan memakan daun kelapa sawit dan mengurangi hasil panen. Untuk mengatasi masalah ini, pengaplikasian bioinsektisida seperti *Bacillus thuringiensis* (Bt) menjadi pengganti pestisida kimia. Bt menghasilkan protein kristalin beracun yang mengincar reseptor usus serangga, sehingga tidak membahayakan organisme non-target. Penelitian ini bertujuan untuk menilai dosis aplikasi Bt sebagai strategi pengelolaan hama yang berkelanjutan dalam budidaya kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan di Desa Teluk Panji IV, Sumatera Utara. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor dengan lima perlakuan dan empat ulangan selama tujuh hari. Perlakuan yang diberikan yaitu penggunaan Bt pada konsentrasi 0, 5, 10, 15, dan 20 g/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis Bt (0,5 g/L, 10 g/L, 15 g/L, dan 20 g/L) berpengaruh tidak signifikan pada setiap variabel pengamatan. Gejala serangan ulat kantong termasuk penurunan nafsu makan dan gerakan dalam 24 jam setelah aplikasi, diikuti dengan perubahan warna dan keluar cairan coklat gelap antara hari ke-3 hingga ke-5, yang akhirnya menyebabkan kematian dan membusuk. Meskipun hasil perlakuan tidak signifikan, namun penggunaan bioinsektisida Bt tetap dapat digunakan untuk mengendalikan hama ulat kantong karena ulat kantong pada penelitian ini ada beberapa yang mati. Ulat yang berjumlah 51 ulat dengan kematian tertinggi pada konsentrasi 20 g/l.

**Kata kunci :** *Bacillus thuringiensis*, bioinsektisida, gejala serangan, ulat kantong

---

---

### Abstract

Oil palm is an important asset of Indonesian plantations. Problems in cultivation are mainly bagworm (*Metisa plana*) attacks that reduce growth by eating oil palm leaves and reducing yields. To overcome this problem, the application of bioinsecticides such as *Bacillus thuringiensis* (Bt) is a substitute for chemical pesticides. Bt produces toxic crystalline proteins that target the insect's gut receptors, so it does not harm non-target organisms. The research was conducted in Teluk Panji IV Village, North Sumatra. The research design used a completely randomized design with five treatments and four replicates for seven days. The treatments were the use of Bt at concentrations of 0, 5, 10, 15, and 20 grams per liter. This study aims to assess the dose of Bt application as a sustainable pest management strategy in oil palm cultivation. The results showed that the treatment of Bt doses (0.5 g/L, 10 g/L, 15 g/L, and 20 g/L had no significant effect on each observation variable. Symptoms of bagworm infestation included decreased appetite and movement within 24 hours after application, followed by discoloration and dark brown discharge between days 3 to 5, which eventually led to death and decay. Although the treatment results were not significant, the use of Bt bioinsecticide can still be used to control bagworm pests because some bagworms in this study died. There were 51 caterpillars with the highest mortality at 20 g/l concentration.

**Keywords:** *Bacillus thuringiensis*, bioinsecticide, symptoms, bagworm

---

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang banyak dibudidayakan dan merupakan sumber penerimaan devisa terbesar bagi Indonesia. Namun, seiring dengan semakin meluasnya budidaya kelapa sawit, para petani mengalami permasalahan dengan adanya serangan berbagai hama yang dapat merusak kelapa sawit.

Ada berbagai macam hama yang mengganggu pertumbuhan kelapa sawit. Hama yang menyerang semua fase pada kelapa sawit baik tanaman yang belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman menghasilkan (TM). Hama menyerang seluruh bagian tanaman kelapa sawit mulai

dari pucuk, daun, pelepah, batang, bunga, batang dan akar. Berdasarkan bagian tanaman yang diserang, hama dikelompokkan menjadi pemakan pucuk, pemakan buah, dan pemakan daun. Salah satu hama yang mengganggu pertumbuhan kelapa sawit adalah ulat kantong. Ulat kantong yang menyerang kelapa sawit adalah *Metisa plana* (Lepidoptera: Achrolophidae). Meskipun tidak mematikan tanaman, namun hama ini sangat mengganggu baik saat proses pertumbuhan maupun pembuahan. Daun yang habis dimakan ulat kantong akan menurunkan fotosintesis tanaman kelapa sawit, yang pada akhirnya menurunkan

hasil panen kelapa sawit (Riady, Anwar and Efendi, 2020).

Hama ulat kantong merusak tanaman kelapa sawit dengan cepat, karena mudah berpindah dari satu daun atau pohon ke yang lain. Serangan ulat ini menyebabkan ketidaklengkapan, kerusakan, dan lubang pada daun, terutama bagian atas yang lebih disukai larva untuk dimakan. Serangan hama kantong (*Metisa plana*) dapat disebabkan oleh angin yang membawa larva tahap pertama ke tanaman lain. Larva tahap pertama berukuran panjang 1,1 mm dan panjang kantong 1,6 mm, ukuran ini sangat kecil dan ringan, sehingga mudah terbang dan menyebar terbawa angin. Penyebaran serangan ulat kantong juga dapat terjadi jika larva berpindah melalui daun tanaman yang saling bersentuhan sehingga larva dapat berjalan menuju daun berikutnya. Penyebaran ini mudah karena benang-benang liur ulat dapat terbawa angin, Binatang, maupun manusia (Fauzi *et al.*, 2012). Arsitektur tumbuhan yang mengacu pada ukuran, bentuk, dan ciri-ciri tumbuhan lainnya sangat mempengaruhi keanekaragaman kupu-kupu yang berasosiasi dengannya (Agustina, 2021).

Kemajuan teknologi di bidang pertanian juga memberikan dampak positif yang besar. Bioinsektisida menjadi alternatif teknologi pertanian yang kini mulai menjadi perhatian petani, karena

adanya kekhawatiran akan pemakaian pestisida kimia yang berlebihan dan terus menerus akan menimbulkan resistensi hama. Bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt) merupakan salah satu produk dari bioinsektisida yang telah dikembangkan. Bakteri ini termasuk dalam patogen fakultatif yang hidup dalam daun tanaman konifer atau tanah. Bakteri ini dapat menghasilkan kristal protein Toksin Bt yang dapat memberikan racun pada ulat, sehingga ini menjadi bioinsektisida alternatif untuk mengurangi penggunaan insektisida kimia sehingga lebih ramah lingkungan dan tidak menyerang organisme non target.

Cara kerja bakteri *Bacillus thuringiensis* adalah saat tanaman disemprot dengan larutan Bt dan spora, *Bacillus thuringiensis* (Bt) menghasilkan kristal protein yang disebut delta-endotoksin selama sporulasi yang bersifat insektisida. Kristal protein ini merupakan salah satu jenis protoxin yang larut pada kondisi tidak normal, namun pada kondisi normal kristal tersebut tidak dapat larut sehingga aman bagi manusia dan hewan tingkat tinggi. Kristal-kristal ini dapat larut terutama pada pH sekitar 9,5 yang terdapat di dalam usus serangga, menjadikan Bt sebagai bioinsektisida yang spesifik karena hanya berikatan dengan reseptor di dalam usus serangga. Sel (larva) yang berikatan

langsung dengan reseptor di dinding usus dan membuat lubang yang menyebabkan ketidakseimbangan pH. Dengan cara ini, usus serangga menjadi lumpuh dan berhenti memakannya (Elefianis, 2020). Pada penelitian sebelumnya, pengaplikasian Bt dilakukan dengan menggunakan insektisida Dipel WP dengan konsentrasi 1 g/l, 1,5 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l. Didapatkan hasil mortalitas tertinggi yaitu pada konsentrasi 3 g/l, mortalitas pada konsentrasi ini mencapai 100%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Bt yang paling efektif dalam mengendalikan hama ulat kantong pada tanaman kelapa sawit.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di desa Teluk Panji IV, Kecamatan Kampung Rakyat, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Sumatera Utara yang dilaksanakan pada bulan April 2024.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah B – TOX sebagai sumber dari Bakteri *Bacillus thuringiensis*, daun kelapa sawit sebagai media berkembang ulat kantong, toples, solasi, dan air sebagai pelarut B – TOX. Alat yang digunakan adalah pisau, gunting, ember, sprayer, kamera, alat tulis, gunting.

### **Rancangan penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu konsentrasi bioinsektisida Bt (B-TOX). Perlakuan tersebut terdiri dari 5 taraf perlakuan yang ditandai dengan simbol D (konsentrasi *Bacillus thuringiensis*) yang terdiri dari :

D0 = Kontrol (0 g/L air)

D1 = Penyemprotan dengan dosis 5 g/L air.

D2 = penyemprotan dengan dosis 10 g/L air.

D3 = penyemprotan dengan dosis 15 g/L air.

D4 = penyemprotan dengan dosis 20 g/L air.

Perlakuan dilakukan sebanyak 4 ulangan.

### **Tahapan Penelitian**

#### **Pembuatan larutan *Bacillus thuringiensis***

Bakteri diperoleh dari insektisida B – TOX yang kemudian ditimbang berdasarkan perlakuan, kemudian dicampurkan dengan 1 liter air pada masing – masing perlakuan.

#### **Pengaplikasian *Bacillus thuringiensis***

Daun kelapa sawit yang telah disiapkan untuk tempat ulat hidup, dicelupkan pada masing – masing larutan yang telah disiapkan dan tunggu hingga kering

#### **Penyediaan toples berkembang biak ulat kantong**

Wadah berupa toples kaca dengan daun kelapa sawit yang sudah diberi

*Bacillus thuringiensis*, sebagai tempat berkembang biak ulat kantong.

### Introduksi Hama ulat kantong

Hama ulat kantong dari lapangan di introduksikan pada wadah sebanyak 100 ekor dengan masing – masing wadah berisi 5 dengan cara meletakkan hama pada permukaan daun.

### Pengamatan ulat kantong

Pengamatan hama ulat kantong dilakukan selama 7 hari, dengan variabel pengamatan :

1. Mortalitas hama ulat katong
2. Waktu kematian ulat
3. Jumlah ulat hidup setelah aplikasi
4. Gejala infeksi pada ulat

Metode pengolahan data pengamatan dilakukan menggunakan uji DMRT di SPSS dengan taraf 5%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mortalitas Hama

Berdasarkan hasil dari data penelitian diketahui bahwa mortalitas hama ulat kantong yang diberi perlakuan dosis *Bacillus thuringiensis* tidak berpengaruh signifikan setelah uji DMRT pada taraf 5%..(Tabel 1)

Tabel 1. Data mortalitas ulat kantong setelah 7 hari pengamatan

Perlakuan bioinsektisida	Mortalitas
--------------------------	------------

Bt (g/L)	
D0 (0 )	25 <sup>a</sup>
D1 (5 )	35 <sup>a</sup>
D2 (10)	35 <sup>a</sup>
D3 (15)	40 <sup>a</sup>
D4 (20)	45 <sup>a</sup>

Berdasarkan hasil tabel mortalitas, pada 1 HSA bakteri Bt sudah menunjukkan adanya infeksi pada ulat yaitu ulat mulai melamban, nafsu makan ulat berkurang, rumah ulat kantong berubah warna menjadi hijau semi kecoklatan, dan ulat mengalami pembusukan dan mulai lunak, hingga

Berdasarkan data mortalitas (Tabel 1) dapat diketahui bahwa pemberian dosis *Bt* dengan perlakuan D1, D2, D3, dan D4 tidak berpengaruh signifikan terhadap mortalitas hama ulat kantong. *Bacillus thuringiensis* berpotensi sebagai pengendali hayati vektor dari hama bergolongan Diptera yang menjadi musuh alami ulat kantong (Salamun, 2023) dan Lepidoptera yang merupakan ordo ulat kantong, (Darmawan *et al.*, 2020).

Kristal yang masuk ke dalam peneraan ulat inilah yang menyebabkan kematian pada ulat. Hal ini didukung oleh pernyataan (Utomo, 2021) yang menyatakan cara kerja bakteri

*Bacillus thuringiensis* bekerja di saluran pencernaan hama, protein cry yang dihasilkan oleh bakteri Bt menjadi toksin protein, toksin

tersebut berikatan dengan reseptor membran di usus tengah dan mendorong pembentukan pori-pori, yang menyebabkan ketidakseimbangan ion dan syok septik yang menyebabkan larva menjadi pasif, muntah, berhenti makan, dan kotorannya encer, kepala serangga lebih besar dari badan, lama kelamaan melunak dan mati setelah beberapa hari. Racun cry merupakan racun sederhana, protein beracun yang dihasilkan atau racun cry diartikan sebagai monomer atau oligomer (Ilhamiyah *et al.*, 2022)

### Waktu kematian ulat

Ulat yang sudah berkembang biak pada wadah yang diberikan, akan memakan daun yang telah disemprotkan dosis Bt sesuai perlakuan yang telah ditentukan diatas. Karena insektisida B – TOX yang berisi bakteri Bt ini bersifat sistemik, menjadikan ulat yang telah memakan daun di wadah tidak langsung mati tetapi ulat akan mati seiring dengan berjalanya waktu. Kematian pada ulat, terjadi secara bergantian, mulai dari perlakuan D4, D3, D2, dan D1, ulat mati rata – rata pada pengamatan hari ke 3 sampai pengamatan hari ke 6.

Ulat yang masih hidup sampai hari khir pegamatan, sebenarnya sudah terkena toksin dari kristal Bt dan menunjukkan terkena infeksi. Tetapi karena konsentrasi pada ulat rendah kemungkinan efek dari kristal tokisin Bt tidak terlalu berpengaruh

kepada ulat. Ulat yang tidak mati hampir rata – rata berukuran lebih besar sehingga untuk ulat yang ukurannya lebih besar membutuhkan konsentrasi lebih tinggi untuk membunuhnya.

### Jumlah ulat hidup

Data ulat kantong yang hidup selama 7 hari pengamatan tersaji pada Tabel 3.

Tabel 2. Data ulat hidup setelah aplikasi

Perlakuan	Data ulat hidup
D0	2.5 <sup>a</sup>
D1	1.25 <sup>a</sup>
D2	1.25 <sup>a</sup>
D3	1.75 <sup>a</sup>
D4	1.75 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berpengaruh signifikan pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Ulat hidup pada penelitian ini berjumlah 51 ulat dari semua ulat yang telah diintroduksikan ke dalam wadah uji coba. Adapun ulat kantong yang hidup disebabkan rendahnya dosis yang diaplikasikan karena Bt adalah Bioinsektisida organik, sehingga memerlukan dosis 2 kali lipat daripada ketika memakai pestisida.

Tabel.3 Gejala infeksi pada ulat

HAS (Hari Setelah Aplikasi)	Gejala pada ulat
1 hari	Nafsu makan berkurang dan ulat tidak lagi menempel pada daun
2 hari	Rumah ulat kantong mulai berwarna hijau semi kecoklatan
3 – 5 hari	Rumah ulat kantong berwarna hitam, tubuhnya lunak dan mengeluarkan cairan hitam kecoklatan yang berbau busuk
5 – 7 hari	Ulat keluar dari rumahnya, dan ada juga yang membusuk berwarna hitam.

Pada mortalitas hama ulat kantong, perlakuan dengan beberapa konsentrasi dari bakteri Bt sudah menunjukkan adanya infeksi pada ulat yaitu ulat mulai melamban, nafsu makan ulat berkurang, rumah ulat kantong berubah warna menjadi hijau semi kecoklatan, dan ulat mengalami pembusukan dan mulai lunak, hingga kemudian ulat mengeluarkan cairan hitam cair yang berbau busuk dan ulat kemudian mati mengering. Hal ini juga didukung oleh pernyataan (Puspita, 2023) yang menyatakan mikroorganisme *Bacillus thuringiensis* menyebabkan penghentian konsumsi pada serangga, dimana ini akan menyebabkan kelumpuhan usus, muntah ketidakseimbangan ereksi, dekomposisi osmotik, kelumpuhan umum dan akhirnya

membusuk kematian. Akibat dari bakteri pembasmi serangga pada tanaman tersebut, akan terjadi kerusakan serius pada ulat yang merusak jaringan usus, dan mempengaruhi fungsinya, sehingga mempengaruhi asimilasi nutrisi serangga yang terkena bakteri ini.

Berdasarkan hasil pengamatan pada hari pertama sudah terdapat gejala infeksi oleh Bt yaitu serangga mulai pasif dan mengalami pengurangan nafsu makan. Hal ini disebabkan sistem pencernaan larva rusak akibat keracunan kristal protein Bt yang mulai bereaksi 1-7 hari setelah terinfeksi, tergantung konsentrasi dosis yang digunakan. Hal ini berdasarkan pernyataan (Suwarno *et al.*, 2015) Kristal protein yang dicerna serangga larut dalam lingkungan basa usus serangga. Pada serangga target, protein ini diaktifkan oleh enzim yang mencerna protein serangga tersebut. Protein yang diaktifkan berikatan dengan reseptor protein pada permukaan sel epitel usus. Penempelan ini menyebabkan terbentuknya pori-pori atau lubang pada sel sehingga sel mengalami lisis. Akhirnya, serangga tersebut mengalami masalah pencernaan dan mati.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa ulat kantong sudah mulai pasif dan nafsu makan berkurang setelah 1 HSA. Hal ini dapat dilihat dari berkurangnya serangan ulat kantong pada

daun yang dijadikan sebagai bahan uji. Ini dikarenakan ulat kantung yang sudah terinfeksi oleh kristal protein yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus thuringiensis* memiliki racun perut yang membuat ulat mati. Hal ini didukung oleh pernyataan (Mafazah and Zulaika, 2017) kristal ini sebenarnya hanyaprotoksin yang bila terlarut dalam usus serangga, menjadi polipeptida yang lebih pendek (27-149 kd) dan memiliki sifat mematikan serangga. Toksin tersebut secara aktif berinteraksi dengan sel epitel usus tengah serangga. Toksin Bt menyebabkan terbentuknya pori-pori (lubang sangat kecil) pada sel-sel halus saluran pencernaan dan mengganggu keseimbangan sel-sel halus tersebut. Ketika keseimbangan osmotik terganggu, sel-sel membengkak dan pecah, menyebabkan kematian serangga.

Pemberian dosis pestisida berbahan aktif Bt berpengaruh tidak signifikan pada semua perlakuan. Hal ini dikarenakan karakter bakteri Bt yang membunuh secara sistemik, yang diawali gejala infeksi kemudian mati. Pada umumnya sifat kristal dari bakteri ini adalah pro-toksin, sifat protoksin inilah yang nantinya masuk ke dalam saluran pencernaan ulat dan mengakibatkan kematian pada ulat (Amirhusin, 2014). Semakin banyak konsentrasi Bt yang digunakan mengakibatkan semakin banyak pro-toksin berada dalam

saluran pencernaan ulat dan semakin cepat kematian ulat.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Bioinsektida *Bt* berpengaruh tidak signifikan terhadap mortalitas hama ulat kantung pada tanaman kelapa sawit
2. Bt tidak berpengaruh signifikan pada perlakuan D1 dan D0 terhadap mortalitas hama ulat kantung tanaman kelapa sawit
3. Gejala ulat kantung yang terinfeksi bakteri *Bt* seperti nafsu makan yang berkurang dan gerak tubuh mulai melambat hingga pada pengamatan hari ke-3 sampai ke-5 ulat kantung berubah warna dan mengeluarkan cairan hitam kecoklatan yang berbau busuk dan akhirnya ulat kantung mati.

## DAFTAR PUSTAKA

Agustina, N.A. (2021) 'Tingkat serangan hama ulat api', *Jurnal Ilmiah Rhizobia*, 3(1), pp. 50–5.

Amirhusin, B. (2014) 'Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Bio-Insektisida', *Buletin agrobio*, 5(1), pp. 21–28.

Darmawan, U.W. *et al.* (2020) 'Spesies Ulat Kantung Dan Musuh Alamnya Yang Berasosiasi Dengan Tanaman Sengon', *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 17(1), pp. 1–13. Available at: [http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in\\_specie.asp%0Ahttp://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo](http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in_specie.asp%0Ahttp://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo)

de  
Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/  
wp-  
content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-  
METODOL.

Dr. Ir. Ilhamiyah, MM; Prof. Dr. Ir. Akhmad Gazali, M. and Dr. Achmad Jaelani, S.Pt, M.S. (2022) *Pemanfaatan Bacillus thuringiensis berliner sebagai agen hayati pengendali serangga hama ramah lingkungan*. Banjarmasin: Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary Banjarmasin.

Elefianis, R. (2020) *Cara Kerja Bakteri Bacillus Thuringiensis*, *agrotek.id*. Available at: <https://agrotek.id/cara-kerja-bakteri-bacillus-thuringiensis/> (Accessed: 16 June 2024).

Fauzi, Y. *et al.* (2012) *Kelapa Sawit*. Depok: Penebar Swadaya.

Mafazah, A. and Zulaika, E. (2017) 'Potensi Bacillus thuringiensis dari Tanah Perkebunan Batu Malang sebagai Bioinsektisida terhadap Larva Spodoptera litura F.', *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), pp. 4–8. Available at: <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.27447>.

Puspita, Y. (2023) *Bacillus Thuringiensis, Mikroroganisme pembasmi Hama Tanaman*, *berkebun.net*. Available at: [https://www.berkebun.net/mikroorganisme-pembasmi-hama-tanaman/#google\\_vignette](https://www.berkebun.net/mikroorganisme-pembasmi-hama-tanaman/#google_vignette) (Accessed: 16 June 2024).

Riady, K., Anwar, A. and Efendi, S. (2020) 'Ulat kantung (Lepidoptera: Acrolophidae) hama utama kelapa sawit: kelimpahan populasi, tingkat serangan dan musuh alami pada perkebunan rakyat', *Crop Agro: Jurnal Ilmiah Budidaya Pertanian*, 13(1), pp. 54–61. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/caj.v13i1.502>.

Salamun (2023) *Pengembangan Bioinsektisida Mikrobial*. Surabaya: Airlangga Uiversity Press.

SUWARNO, S., MARIDI, M. and 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: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), p. 16. Available at: <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i1.3090>.

Utomo, Y. (2021) *Bacillus Thuringiensis, Bahan Aktif Insektisida Unik Dari Mikroba*, *BISATANI.COM*. Available at: <https://bisatani.com/bacillus/> (Accessed: 16 June 2024).