

## Pengujian Efektivitas *Bacillus thuringiensis* terhadap Aspek Morfologi) serta Perkembangan *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) dalam Kondisi Laboratorium

Elly Roosma Ria<sup>1\*</sup>, Lia Sugiarti<sup>1</sup>, Resti Dwi Putri<sup>1</sup>, Yuliana Samantha<sup>1</sup>, Zahra Nursafa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti  
\*elly.roosma.ria@gmail.com

### Abstrak

*Spodoptera frugiperda* merupakan hama spesies terbaru yang menyerang pada tanaman jagung dengan cara merusak pucuk tanaman, sehingga mengganggu proses titik tumbuh tanaman. Pengendalian hama menggunakan agensia pengendali hayati yaitu bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* merupakan salah satu upaya dalam mengendalikan serangan hama *S. frugiperda*. Penelitian ini bertujuan mempelajari morfologi dan perkembangan *S. frugiperda* akibat pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis*. Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti dari bulan Agustus sampai September 2023. Rancangan Lingkungan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* yaitu : A = (0,00 g/L air) sebagai kontrol; B = (0,125 g/L air); C = (0,25 g/L air); D = (0,5 g/L air); dan E = (1,00 g/L air). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* 1,00 g/L larutan air berpengaruh terhadap morfologi dan perkembangan *S. frugiperda* (kehilangan bobot pakan, rerata bobot larva, panjang larva, lebar kepala, dan mortalitas larva *S. frugiperda* meningkat hingga 90,00%, serta berpengaruh terhadap persentase pupa yang terbentuk dan persentase imago yang muncul.

**Kata kunci:** bioinsektisida, jagung, larva.

### Abstract

*Spodoptera frugiperda* is a newly emerging pest species attacking maize crops by damaging the plant whorl, thereby disrupting the growth point of the plant. The use of biological control agents, particularly the bioinsecticide *Bacillus thuringiensis*, represents one of the alternative strategies to manage *S. frugiperda* infestations. This study aimed to investigate the morphological characteristics and developmental changes of *S. frugiperda* following the application of the bioinsecticide *B. thuringiensis*. The experiment was conducted at the Basic Laboratory, Faculty of Agriculture, Winaya Mukti University, from August to September 2023. The experimental design employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatments with six replications. The concentrations of the *B. thuringiensis* bioinsecticide were as follows: A = 0.00 g/L of water (control); B = 0.125 g/L of water; C = 0.25 g/L of water; D = 0.50 g/L of water; and E = 1.00 g/L of water. The results showed that the concentration of *B. thuringiensis* at 1.00 g/L significantly affected the

morphology and development of *S. frugiperda*, as indicated by increased feed consumption loss, average larval weight, larval length, head capsule width, and larval mortality, which reached up to 90.00%. In addition, this concentration significantly influenced the percentage of pupae formation and the percentage of adult emergence.

**Keywords:** Bioinsecticide, larvae, maize

### Pendahuluan

Ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) atau biasa disebut *Fall Armyworm* (FAW) adalah hama yang berasal dari daerah tropis Amerika Serikat hingga Argentina. Serangga ini pertama kali ditemukan di Afrika Tengah dan barat pada awal 2016. Kemudian ditemukan di seluruh daratan Afrika bagian selatan (kecuali Lesotho), juga di Madagaskar dan Seychelles (Negara Kepulauan). Selanjutnya dilaporkan pada tahun 2018, *S. frugiperda* teridentifikasi dan dilaporkan menyerang hampir seluruh negara Sub-sahara Afrika. Hama tersebut juga telah teridentifikasi di Sudan hingga Mesir dan Libia. *S. frugiperda* sendiri terdeteksi di Indonesia pada tahun 2019 tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat dan di Lampung (Nonci *et al.*, 2019).

*Spodoptera frugiperda* mampu menyerang 80 spesies tanaman bahkan lebih, termasuk tanaman jagung, jewawut, tebu, padi, sorgum, kapas, dan sayuran. Pada awal tahun 2019, hama ini ditemukan pada tanaman jagung di daerah Sumatera (Kementan, 2019). *Spodoptera frugiperda* ini merupakan serangga invasif yang telah menjadi hama pada tanaman jagung (*Zea mays*) di Indonesia. Hama ini dapat merusak hampir seluruh bagian tanaman jagung (akar, batang, daun, tongkol) dan dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan apabila tidak ditangani dengan baik. Per tahun hama *S. frugiperda* dapat memiliki beberapa generasi dan dalam satu malam imagonya mampu terbang hingga 100 km dengan bantuan angin (Nonci *et al.*, 2019).

Hama tanaman jagung *S. frugiperda* memiliki ciri morfologi khusus yaitu terdapat tanda berbentuk huruf “Y” terbalik di bagian kepala, tubuhnya berwarna kecokelatan, terlihat empat titik hitam

(*pinacula*) di segmen delapan abdomen yang membentuk segi empat, setiap titik hitam memiliki rambut kecil. Pada hama *S. frugiperda* siklus hidupnya pendek dan tergolong sulit dikendalikan sehingga termasuk hama invasif berbahaya. Kerugian yang ditimbulkan hama ini dapat mencapai 15-73% pada saat tanaman jagung daun muda masih dalam keadaan menggulung dan pada saat populasi tanaman sudah terserang sekitar 55-100%. Di negara-negara Afrika, kerugian hasil tanaman jagung akibat serangan *S. frugiperda* mencapai 4-8 juta ton per tahun dengan nominal kerugian antara US\$ 1 - 4,6 juta per tahun (Nonci *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, kerugian yang diakibatkan *S. frugiperda* ini perlu dikendalikan dengan tepat, agar penyebaran pada tanaman jagung tidak meluas dan dapat menekan populasi *S. frugiperda*.

Arifin (2010), melaporkan bahwa pengendalian ulat grayak yang dilakukan sebagian besar petani hingga saat ini kebanyakan dengan mengandalkan pestisida sintetik secara intensif. Hal ini dilakukan karena pestisida sintetik dinilai lebih praktis, mudah dilakukan dan hasilnya cepat terlihat. Namun, penggunaan pestisida sintetik secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang juga diaplikasikan dengan dosis yang cenderung berlebihan dapat menimbulkan banyak dampak negatif bagi lingkungan dan manusia itu sendiri. Diantara dampak negatifnya adalah adanya residu yang tertinggal di dalam tanah dan tanaman, adanya resurgensi hama dan dapat menyebabkan terganggunya kesehatan manusia.

Menurut Nonci (2019), salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengendalikan *S. frugiperda* yaitu dengan menggunakan agensia pengendali hayati seperti entomopatogen. Diantaranya dengan memanfaatkan mikroorganisme terutama bakteri sebagai biopestisida. *Bacillus thuringiensis* merupakan salah satu agen biokontrol yang diketahui mampu menginfeksi secara langsung (Rifda, 2022). Untuk itu, alternatif yang lebih aman terhadap lingkungan, organisme non target serta untuk manusia salah satunya dengan menggunakan bakteri yang bersifat entomopatogenik *B. thuringiensis*.

*Bacillus thuringiensis* termasuk bakteri gram positif yang tergolong *Bacillaceae*. Sel vegetatif berbentuk batang dengan kedua ujung tumpul. *B. thuringiensis* dapat menginfeksi hama dari ordo *Lepidoptera*. Bakteri ini mengadakan sporulasi dan membentuk kristal yang bersifat racun setelah tertelan oleh larva yang peka (Widayati *et al.*, 2020). Molloy, *et al* (1981), menyatakan bahwa efektivitas *B. thuringiensis* dipengaruhi oleh spesies dan instar larva, formulasi, temperatur serta buatan formulator.

## Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang dengan ketinggian tempat 875 m dpl. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2023. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun jagung, larva instar tiga (I3) generasi ke-2 setiap unit perlakuan menggunakan 10 sampel dengan jumlah keseluruhan 300 ekor larva, air, serta bioinsektisida BT-Plus. Larva instar 3 (I3) ke-2 memiliki tingkat konsumsi pakan yang tinggi sehingga lebih efektif dan konsisten, kemudian I3 berada di tengah titik optimal sehingga efek subletal bisa diamati dan mortalitas tidak terlalu cepat maupun terlalu rendah.

Alat yang digunakan antara lain gelas plastik ukuran 350 ml, penutup kain kasa, karet gelang, gunting, sarung tangan, pinset, wadah, ember, gelas ukur, pipet, batang pengaduk, benang, penggaris, stopwatch, milimeter blok, alat tulis, timbangan analitik, termometer, kaca pembesar dan kamera.

Rancangan lingkungan yang digunakan dalam percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan penggunaan *B. thuringiensis*, yang terdiri dari 5 perlakuan 6 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu:

A = Tanpa perlakuan (Kontrol) 0 g/L air.

B = *Bacillus thuringiensis* 0,125 g/L air.

C = *Bacillus thuringiensis* 0,25 g/L air.

D = *Bacillus thuringiensis* 0,5 g/L air.

E = *Bacillus thuringiensis* 1 g/L air.

Perlakuan konsentrasi *B. thuringiensis* pada penelitian morfologi dan perkembangan *S. frugiperda*, masing-masing diulang sebanyak 6 kali setiap unit perlakuan menggunakan 10 gelas plastik yang berisi 1 ekor larva instar 3 generasi ke-2 dengan jumlah keseluruhan adalah 300 gelas plastik.

Respons yang diamati meliputi pengamatan penunjang dan pengamatan utama. Pengamatan penunjang terdiri dari suhu dan kelembaban. Sementara pengamatan utama yaitu kehilangan bobot pakan, rerata bobot larva, panjang larva, lebar kepala, mortalitas larva, persentase pupa yang terbentuk dan persentase imago yang muncul.

## Hasil dan Pembahasan

### Pengamatan Penunjang Suhu dan Kelembaban

Rata-rata suhu dan kelembaban selama pengamatan perkembangan hama *S. frugiperda* yang diukur menggunakan termometer di ruang percobaan yaitu 27,75°C sementara rata-rata kelembaban sebesar 75,58%.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan pengamatan umur 1 HSA berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Pada umur 2 HSA dan 3 HSA perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g) dan D (0,5 g) hal ini disebabkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* sudah dapat mempengaruhi bobot pakan pada pengamatan hari ke dua dan ke tiga. Pada umur 4 HSA perlakuan B (0,125 g), D (0,5 g) dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan C (0,25 g). Pada pengamatan umur 5 HSA perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g) dan B (0,125 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (0,25 g) dan D (0,5 g). Sementara pada umur 6 HSA dan 7 HSA

perlakuan C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (0,125 g). Selanjutnya, pada umur 8 HSA, 9 HSA, 10 HSA, 11 HSA, dan 12 HSA untuk perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g), dan D (0,5 g). Pengamatan mulai dari hari ke delapan sampai hari ke duabelas ini menunjukkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat mengakibatkan bobot pakan tidak berkurang karena semakin tinggi perlakuan yang diberikan pada larva *S. frugiperda* maka lebih banyak bakteri yang mampu menginfeksi ke dalam pencernaan larva yang kemudian menyebabkan nafsu makan pada larva menjadi berkurang.

**Tabel 1.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Kehilangan Bobot Pakan 1 HSA sampai 12 HSA.

| Perlakuan  | Rata-rata Bobot Pakan <i>S. frugiperda</i> (%) |                |                |                |                |          |          |                |                |                |           |           |
|------------|------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
|            | 1<br>HSA                                       | 2<br>HSA       | 3<br>HSA       | 4<br>HSA       | 5<br>HSA       | 6<br>HSA | 7<br>HSA | 8<br>HSA       | 9<br>HSA       | 10<br>HSA      | 11<br>HSA | 12<br>HSA |
| A (0,00g)  | 0.34 a                                         | 0.32 c<br>0.29 | 0.30 b<br>0.26 | 0.27 b         | 0.42 c         | 0.36 c   | 0.34 c   | 0.30 c         | 0.26 b<br>0.07 | 0.25 c         | 0.25 c    | 0.25 c    |
| B(0,125g)  | 0.33 a                                         | bc<br>0.26     | ab<br>0.28     | 0.21 a<br>0.22 | 0.26 b<br>0.19 | 0.14 b   | 0.12 b   | 0.08 b<br>0.05 | ab<br>0.05     | 0.08 b<br>0.05 | 0.07 b    | 0.06 b    |
| C (0,25 g) | 0.34 a                                         | ab<br>0.27     | ab<br>0.25     | ab             | ab<br>0.19     | 0.09 a   | 0.08 a   | ab<br>0.08     | ab<br>0.06     | ab             | 0.04 b    | 0.04 b    |
| D (0,5 g)  | 0.32 a                                         | abc            | ab             | 0.19 a         | ab<br>0.12     | 0.09 a   | 0.08 a   | b              | ab             | 0.06 b         | 0.05 b    | 0.05 b    |
| E (1,00 g) | 0.32 a                                         | 0.24 a         | 0.24 a         | 0.19 a         | a              | 0.07 a   | 0.06 a   | 0.03 a         | 0.02 a         | 0.02 a         | 0.02 a    | 0.01 a    |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Menurut Rifda (2022) menyatakan dari hasil pengamatan larva memakan daun jagung yang telah diaplikasikan dengan bioinsektisida *B. thuringiensis* mengalami penurunan nafsu makan, efek dari penurunan nafsu makan membuat larva menjadi sulit bergerak dan lemas. Hal ini mengakibatkan nafsu makan larva *S. frugiperda* menjadi berkurang dan lama kelamaan larva menjadi lemah. Berdasarkan Mafazah dan Zulaika (2017, (Ria *et al.*, 2023; Ria, Hidayat, *et al.*, 2024; Ria, Nissa, *et al.*, 2024; Ria, Nurwanti, *et al.*, 2024) mengemukakan toksin *B. thuringiensis* mengganggu membran sitoplasmik dan menyebabkan lisis yang menginfeksi melalui pencernaan dan mengikat pada reseptor glikoprotein epitel usus serangga.

#### Rerata Bobot Larva

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan pengamatan umur 1 HSA dan 2 HSA menunjukkan hasil yang sama yaitu semua perlakuan berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari pertama dan hari kedua pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* belum mempengaruhi bobot larva. Pada umur 3 HSA dan 4

HSA perlakuan D (0,5 g) dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (0,125 g) dan C (0,25 g) ini menunjukkan pengamatan hari ke tiga dan hari ke empat sudah dapat mempengaruhi bobot larva pada *S. frugiperda*. Sementara pada umur 5 HSA, 6 HSA, 7 HSA, 8 HSA, 9 HSA, 10 HSA, 11 HSA, dan 12 HSA untuk perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g). Pada perlakuan A (0,00 g) bobot larva semakin bertambah tetapi berbeda dengan perlakuan lainnya yang menggunakan bioinsektisida *B. thuringiensis*.

Hal ini disebabkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat mempengaruhi pencernaan larva yang mengakibatkan penurunan nafsu makan. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari kelima sampai pengamatan hari duabelas dapat mempengaruhi bobot larva menjadi berkurang karena semakin tinggi perlakuan konsentrasi yang diberikan maka semakin tinggi pula menginfeksi pada lambung larva *S. frugiperda* yang dapat menyebabkan gangguan pada saluran pencernaan larva sehingga bakteri *B. thuringiensis* mengeluarkan toksin yang bisa

**Tabel 3.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Rerata Bobot Larva 1 HSA sampai 12 HSA.

| Perlakuan   | Rata-rata Bobot Larva <i>S. frugiperda</i> (mg) |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | 1<br>HSA                                        | 2<br>HSA   | 3<br>HSA    | 4<br>HSA    | 5<br>HSA    | 6<br>HSA    | 7<br>HSA    | 8<br>HSA    | 9<br>HSA    | 10<br>HSA   | 11<br>HSA   | 12<br>HSA   |
| A (0,00 g)  | 29.17<br>a                                      | 60.67<br>a | 82.67<br>b  | 99.17<br>b  | 110.83<br>c | 177.50<br>c | 218.00<br>c | 252.17<br>c | 270.67<br>c | 274.00<br>d | 275.83<br>c | 271.00<br>c |
| B (0,125 g) | 30.67<br>a                                      | 56.67<br>a | 75.00<br>ab | 86.83<br>ab | 74.17<br>b  | 92.67<br>b  | 98.33<br>b  | 92.17<br>b  | 91.50<br>b  | 91.83<br>c  | 92.17<br>b  | 88.50<br>b  |
| C (0,25 g)  | 29.83<br>a                                      | 57.17<br>a | 70.17<br>ab | 87.17<br>ab | 67.17<br>ab | 55.17<br>a  | 56.83<br>a  | 56.33<br>a  | 54.67<br>ab | 47.50<br>ab | 52.50<br>a  | 53.33<br>ab |
| D (0,5 g)   | 30.00<br>a                                      | 54.67<br>a | 68.17<br>a  | 79.50<br>a  | 51.17<br>ab | 60.00<br>a  | 59.83<br>a  | 51.67<br>a  | 55.50<br>ab | 57.83<br>b  | 56.83<br>ab | 57.50<br>ab |
| E (1,00 g)  | 26.83<br>a                                      | 52.50<br>a | 61.67<br>a  | 69.50<br>a  | 37.17<br>a  | 29.83<br>a  | 34.00<br>a  | 31.50<br>a  | 23.00<br>a  | 19.83<br>a  | 19.50<br>a  | 19.67<br>a  |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

menurunkan nafsu makan, efek penurunan nafsu makan ini membuat larva menjadi sulit bergerak dan lemas. Toksin ini disebut *cry* atau *cyt toxins* (Pilcher *et al.*, 1997).

#### Panjang Larva

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan pengamatan umur 1 HSA dan 2 HSA menunjukkan hasil yaitu semua perlakuan berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari pertama dan hari kedua pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* belum mempengaruhi

panjang larva. Sementara pada umur 3 HSA dan 4 HSA perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g) dan D (0,5 g) ini menunjukkan pengamatan hari ke tiga dan hari ke empat sudah dapat mempengaruhi panjang larva pada *S. frugiperda*. Selanjutnya, pada umur 5 HSA, 6 HSA, 7 HSA, 8 HSA, 9 HSA, 10 HSA, 11 HSA, dan 12 HSA untuk perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g).

**Tabel 4.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Panjang Larva 1 HSA sampai 12 HSA.

| Perlakuan  | Rata-rata Panjang Larva <i>S. frugiperda</i> (mm) |            |             |             |             |            |            |            |            |         |         |         |
|------------|---------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|---------|
|            | 1<br>HSA                                          | 2<br>HSA   | 3<br>HSA    | 4<br>HSA    | 5<br>HSA    | 6<br>HSA   | 7<br>HSA   | 8<br>HSA   | 9<br>HSA   | 10HSA   | 11HSA   | 12HSA   |
| A(0,00g)   | 12.70<br>a                                        | 15.60<br>a | 18.37<br>b  | 19.73<br>c  | 20.85<br>c  | 23.45<br>c | 25.27<br>c | 27.02<br>c | 28.45<br>d | 28.12 c | 28.37 c | 27.98 d |
| B(0,125g)  | 12.75<br>a                                        | 15.45<br>a | 17.60<br>ab | 18.13<br>bc | 14.82<br>b  | 11.52<br>b | 10.62<br>b | 9.42 b     | 9.52 c     | 9.70 b  | 9.70 b  | 9.77 c  |
| C (0,25 g) | 12.58<br>a                                        | 15.17<br>a | 16.97<br>ab | 17.72<br>ab | 12.88<br>ab | 7.35 a     | 6.27 a     | 5.47 a     | 5.62<br>ab | 5.23 a  | 5.22 a  | 5.22 ab |
| D (0,5 g)  | 12.43<br>a                                        | 14.95<br>a | 16.70<br>ab | 16.93<br>ab | 9.97 a      | 8.12 a     | 7.32 a     | 6.02 a     | 6.07 b     | 6.20 a  | 5.83 a  | 5.82 b  |
| E (1,00 g) | 12.32<br>a                                        | 14.93<br>a | 16.12<br>a  | 16.10<br>a  | 8.77 a      | 5.38 a     | 4.43 a     | 3.32 a     | 2.75 a     | 3.00 a  | 2.63 a  | 2.23 a  |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat mempengaruhi panjang larva, semakin tinggi perlakuan maka semakin terlihat pula perubahan pada panjang larva *S. frugiperda*. Menurut pendapat Setiadi *et al.*, (2021) *B. thuringiensis* menghasilkan toksin yang aktif yang telah terakvitasi menempel pada protein reseptor yang berasosiasi dengan membran yang berada pada permukaan sel epitel usus, yang akan menyebabkan saluran pencernaan mengalami paralisis, sehingga membuat nafsu makan

larva berkurang dan tubuh larva semakin menyusut dengan demikian proses kematian setelah larva terinfeksi akan semakin cepat. Gejala yang terinfeksi oleh bakteri *B. thuringiensis* menunjukkan perubahan warna pada larva menjadi gelap dan mengecil. Keadaan ini sesuai dengan pendapat Novry Nelly *et al.*, (2020) menyatakan dimana larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* menunjukkan perubahan warna larva menjadi gelap dan tubuh larva menyusut hingga berukuran kecil. Hal ini menunjukkan pemberian

bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat mempengaruhi panjang larva *S. frugiperda*.

#### Lebar Kepala

Berdasarkan Tabel 5 pada pengamatan rata-rata lebar kepala umur 1 HSA dan 2 HSA menunjukkan hasil yang sama yaitu semua perlakuan berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari pertama dan hari kedua pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* belum mempengaruhi lebar kepala. Sementara pada umur 3 HSA dan 4 HSA perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g) dan D (0,5 g) ini menunjukkan pengamatan hari ke tiga dan ke empat sudah dapat mempengaruhi lebar kepala pada *S. frugiperda*. Pada umur 5 HSA menunjukkan perlakuan D (0,5 g) dan E (1,00 g)

berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g) dan C (0,5 g). Selanjutnya, pada umur 6 HSA, 7 HSA, 8 HSA, 9 HSA, 10 HSA, 11 HSA, dan 12 HSA untuk perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g).

Hal ini menunjukkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat mempengaruhi lebar kepala, semakin tinggi perlakuan konsentrasi bioinsektisida maka semakin terlihat pula perubahan pada lebar kepala *S. frugiperda*. Larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* menunjukkan gejala tubuh *S. frugiperda* menyusut, mengecil, dan terjadi perubahan warna. Oleh sebab itu, terjadi penyusutan mengakibatkan lebar kepala semakin mengecil karena pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* efektif dalam perubahan lebar kepala.

**Tabel 5.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Lebar Kepala 1 HSA sampai 12 HSA.

| Perlakuan   | Rata-rata Lebar Kepala <i>S. frugiperda</i> (mm) |          |                |                |                |          |          |          |          |           |           |           |
|-------------|--------------------------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 1<br>HSA                                         | 2<br>HSA | 3<br>HSA       | 4<br>HSA       | 5<br>HSA       | 6<br>HSA | 7<br>HSA | 8<br>HSA | 9<br>HSA | 10<br>HSA | 11<br>HSA | 12<br>HSA |
| A (0,00 g)  | 2.97 a                                           | 3.53 a   | 3.75 b<br>3.65 | 4.08 c         | 4.65 c         | 4.88 c   | 5.20 c   | 5.48 c   | 5.82 c   | 5.78 c    | 5.78 c    | 5.70 c    |
| B (0,125 g) | 3.02 a                                           | 3.47 a   | ab<br>3.62     | 3.80 b<br>3.68 | 3.32 b<br>2.67 | 2.32 b   | 2.03 b   | 1.80 b   | 1.82 b   | 1.83 b    | 1.82 b    | 1.80 b    |
| C (0,25 g)  | 2.92 a                                           | 3.42 a   | ab<br>3.48     | ab<br>3.65     | ab             | 1.40 a   | 1.22 a   | 1.12 a   | 1.13 a   | 1.03 a    | 1.02 a    | 1.02 a    |
| D (0,5 g)   | 2.78 a                                           | 3.33 a   | ab             | ab             | 2.32 a         | 1.50 a   | 1.23 a   | 1.07 a   | 1.08 a   | 1.10 a    | 1.03 a    | 1.02 a    |
| E (1,00 g)  | 2.75 a                                           | 3.33 a   | 3.42 a         | 3.28 a         | 1.82 a         | 0.92 a   | 0.82 a   | 0.73 a   | 0.62 a   | 0.57 a    | 0.50 a    | 0.43 a    |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

#### Mortalitas Larva *S. frugiperda*

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan pada pengamatan 1 HSA, 2 HSA, 3 HSA, dan 4HSA menunjukkan hasil yang sama yaitu semua perlakuan berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari pertama sampai hari keempat pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* belum mempengaruhi mortalitas larva *S. frugiperda*. Pada umur 5 HSA perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g) serta D (0,5 g) ini menunjukkan pengamatan hari kelima pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* sebanyak

1,00 g memberikan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 53,33%. Pada pengamatan 6 HSA, 7 HSA, dan 8 HSA perlakuan C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata terhadap perlakuan B (0,125 g) pada pengamatan hari keenam terjadi mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 75,00%, pada hari ketujuh sebesar 76,67%, dan pada hari kedelapan terjadi kenaikan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 81,67%. Sementara pada pengamatan umur 9 HSA, 10 HSA, 11 HSA, dan 12 HSA untuk perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g), D (0,5 g), dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g).

**Tabel 6.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Mortalitas Larva *S. frugiperda* 1 HSA sampai 12 HSA.

| Perlakuan   | Rata-rata Mortalitas <i>S. frugiperda</i> (%) |          |          |          |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             | 1<br>HSA                                      | 2<br>HSA | 3<br>HSA | 4<br>HSA | 5<br>HSA        | 6<br>HSA        | 7<br>HSA        | 8<br>HSA        | 9<br>HSA        | 10<br>HSA       | 11<br>HSA       | 12<br>HSA       |
| A (0,00 g)  | 0.00 a                                        | 0.00 a   | 0.00 a   | 0.00 a   | 0.00 a<br>23.33 | 0.00 a<br>46.67 | 0.00 a<br>51.67 | 0.00 a<br>58.33 | 0.00 a<br>58.33 | 1.67 a<br>60.00 | 1.67 a<br>60.00 | 3.33 a<br>60.00 |
| B (0,125 g) | 0.00 a                                        | 0.00 a   | 0.00 a   | 1.67 a   | b<br>38.33      | b<br>68.33      | b<br>71.67      | b<br>75.00      | b<br>76.67      | b<br>78.33      | b<br>78.33      | b<br>78.33      |
| C (0,25 g)  | 0.00 a                                        | 0.00 a   | 0.00 a   | 0.00 a   | bc<br>46.67     | c<br>63.33      | c<br>66.67      | c<br>73.33      | cd<br>73.33     | cd<br>75.00     | cd<br>75.00     | bc<br>76.67     |
| D (0,5 g)   | 0.00 a                                        | 0.00 a   | 1.67 a   | 3.33 a   | bc<br>53.33     | c<br>75.00      | c<br>76.67      | c<br>81.67      | c<br>86.67      | c<br>90.00      | bc<br>90.00     | b<br>90.00      |
| E (1,00 g)  | 0.00 a                                        | 0.00 a   | 1.67 a   | 5.00 a   | c               | c               | c               | c               | d               | d               | d               | c               |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* sebanyak 1,00 g pada pengamatan hari kesembilan memberikan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 86,67%, dan pada pengamatan hari kesepuluh sampai pengamatan hari keduabelas terjadi peningkatan mortalitas larva *S. frugiperda* sebanyak 90,00%. Hal ini menunjukkan mortalitas pada larva *S. frugiperda* semakin meningkat tetapi berbeda dengan perlakuan A (0,00 g) yang tidak menggunakan bioinsektisida *B. thuringiensis*. Tingginya tingkat mortalitas yang terjadi pada perlakuan E (1,00 g) disebabkan takaran konsentrasi yang lebih tinggi, sehingga memudahkan banyak bakteri untuk menginfeksi pada tubuh larva dengan cara merusak saluran pencernaan.

Menurut Hasinu (2009) mengemukakan bahwa perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi memiliki jumlah spora yang lebih banyak sehingga menyebabkan jumlah spora yang masuk pada tubuh larva menjadi lebih besar dibandingkan pada perlakuan lainnya yang hanya sedikit. Gejala

perubahan pada larva yang mati warna tubuhnya menjadi cokelat kehitaman, selain itu tubuh larva menjadi lembek, berair namun setelah beberapa hari tubuh larva menyusut dan mengeras. Kondisi ini disebabkan oleh kristal protein yang masuk pada tubuh larva kemudian terjadi reaksi pada usus larva yang mengakibatkan terbentuknya lubang atau pori pada sel sehingga tubuh larva yang terinfeksi akan menyusut. Hal ini sejalan dengan pendapat Indrani dan Pujiastuti (2020) menyatakan larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* menunjukkan gejala pergerakan larva menjadi lamban, tubuh larva mengeluarkan cairan dari mulut dan anus (diare), sedangkan pada tubuh larva yang sudah mati mengeluarkan bau busuk dan mengecil.

#### Persentase Pupa yang Terbentuk

Hasil analisis pengaruh bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* terhadap pupa yang terbentuk pada pengamatan hari ke-13 ulangan 1, 2, dan 3 serta pengamatan hari ke-19 ulangan 4,5, dan 6.

**Tabel 7.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Pupa yang Terbentuk pada *S. frugiperda*.

| Perlakuan   | Rata-rata Pupa yang Terbentuk (%) |   |
|-------------|-----------------------------------|---|
| A (0,00 g)  | 68.83                             | c |
| B (0,125 g) | 28.17                             | b |
| C (0,25 g)  | 22.24                             | b |
| D (0,5 g)   | 20.53                             | b |
| E (1,00 g)  | 6.14                              | a |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan perlakuan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g), C (0,25 g) dan D (0,5 g). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat menurunkan persentase terbentuknya pupa 6,14% - 28,17%, kemudian

terbentuknya pupa tertinggi pada perlakuan A (0,00 g) dengan persentase 68,83%. Larva membentuk pupa terjadi pada 10-12 hari setelah aplikasi bioinsektisida *B. thuringiensis*. Semakin tinggi perlakuan yang diberikan menunjukkan terbentuknya larva yang menjadi pupa mengalami cacat tidak sempurna karena telah terinfeksi bioinsektisida *B.*

*thuringiensis* terdapat pada lampiran 4. Tingginya pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* maka semakin sedikit pula persentase pupa yang terbentuk pada *S. frugiperda*.

Rendahnya persentase pupa terbentuk karena tingginya mortalitas serta prepupa yang tidak berhasil menjadi pupa. Terganggunya metabolisme tubuh larva akibat toksin yang dihasilkan oleh bakteri menyebabkan larva kekurangan energi untuk masuk stadium pupa. Efek toksin yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* mengganggu proses transkripsi RNA sehingga mengganggu pembelahan sel khususnya selama pergantian kulit dan proses metamorfosis, jika larva tidak mati maka pupa akan terbentuk tidak normal (Vajri dan Rahma, 2021).

#### Persentase Imago Muncul

Hasil analisis pengaruh bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* terhadap imago yang muncul pada pengamatan hari ke-22 ulangan 1, 2, dan 3 serta pengamatan hari ke-28 ulangan 4, 5, dan 6.

Berdasarkan Tabel 8 pada perlakuan C (0,25 g), D (0,5 g) dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g). Pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* sebanyak 1,00 g memberikan persentase munculnya imago *S. frugiperda* sebanyak 3,07% berbeda dengan perlakuan A (0,00 g) persentase munculnya sebanyak 65.01%. Hal ini menunjukkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat menurunkan persentase imago yang muncul. Semakin tinggi perlakuan yang diberikan menunjukkan imago yang muncul tidak sempurna dan mengalami cacat karena telah terinfeksi bioinsektisida *B. thuringiensis* terdapat pada lampiran 4. Tingginya pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* maka semakin sedikit pula persentase imago yang muncul pada *S. frugiperda*.

**Tabel 8.** Pengaruh *B. thuringiensis* terhadap Imago yang Muncul pada *S. frugiperda*.

| Perlakuan   | Rata-rata Imago yang Muncul (%) |   |
|-------------|---------------------------------|---|
| A (0,00 g)  | 65.01                           | c |
| B (0,125 g) | 26.06                           | b |
| C (0,25 g)  | 13.64                           | a |
| D (0,5 g)   | 12.29                           | a |
| E (1,00 g)  | 3.07                            | a |

Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 8 pada perlakuan C (0,25 g), D (0,5 g) dan E (1,00 g) berbeda nyata dengan perlakuan A (0,00 g), tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,125 g). Pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* sebanyak 1,00 g memberikan persentase munculnya imago *S. frugiperda* sebanyak 3,07% berbeda dengan perlakuan A (0,00 g) persentase munculnya sebanyak 65.01%. Hal ini menunjukkan pemberian bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat menurunkan persentase imago yang muncul. Semakin tinggi perlakuan yang diberikan menunjukkan imago yang muncul tidak sempurna dan mengalami cacat karena telah terinfeksi bioinsektisida *B. thuringiensis* terdapat pada lampiran 4. Tingginya pemberian konsentrasi bioinsektisida *B. thuringiensis* maka semakin sedikit pula persentase imago yang muncul pada *S. frugiperda*.

Berdasarkan Tabel 8 pada perlakuan A (0,00 g) sebagai kontrol, terjadi persentase munculnya imago sebanyak 65.01% ini disebabkan larva mengalami sentuhan fisik setiap hari pada saat

penelitian kemudian pada akhirnya larva mengalami stress dan mati. Menurut penelitian Mafazah dan Zulaika (2017) mengemukakan bahwa pada penelitian perlakuan kontrol hari ketujuh larva *S. litura* hanya mempunyai persentase hidup 50% sampai mencapai fase pupa dan imago. Hal ini disebabkan larva mengalami stress karena pada saat pengiriman dari lokasi uji dan terjadi sentuhan fisik pada larva.

Berdasarkan pendapat Vajri dan Rahma (2021) menyatakan bahwa rendahnya persentase pupa yang terbentuk serta adanya pupa yang tidak berhasil menjadi imago akan berpengaruh terhadap persentase pembentukan imago. Persentase pembentukan imago yang paling rendah diduga karena adanya pengaruh atau efek lanjutan dari Kristal protein yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Terganggunya metamorfosis serangga menjadi imago juga terlihat dari tingginya pembentukan imago abnormal yang berbeda nyata dengan kontrol khususnya. Gejala imago abnormal ditandai dengan bagian tubuh seperti sayap yang mengalami kerusakan atau kematian terjadi pada saat imago

hampir keluar dari pupa. Gejala yang sama dilaporkan oleh Salaki *et al.* (2013), larva *S. litura* yang diaplikasikan dengan *B. thuringiensis* saat berhasil bermetamorfosis menjadi imago, sayapnya tidak membuka sempurna tetapi melipat kebagian toraks.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. *Bacillus thuringiensis* berpengaruh terhadap morfologi dan perkembangan *Spodoptera frugiperda* (kehilangan bobot pakan, rerata bobot larva, panjang larva, lebar kepala, dan mortalitas larva *S. frugiperda*), serta berpengaruh terhadap persentase pupa yang terbentuk dan persentase imago yang muncul.
2. Konsentrasi *B. thuringiensis* 1,00 g/L larutan air efektif terhadap pengendalian morfologi dan perkembangan *S. frugiperda*.

## Daftar Pustaka

- Arifin, M. (2010). *Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Entomologi (Hama dan Penyakit Tanaman)* (Issue September).
- Hasinu, J. V. (2009). Isolasi dan Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* Terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 5(2), 84–88.
- Indrani, R., & Pujiastuti, Y. (2020). *Efektivitas Bacillus Thuringiensis Sebagai Bioinsektisida Pada Tanaman Jagung (Zea Mays L.) Terhadap Serangan Ulat Grayak (Spodoptera frugiperda)*.
- Kementan. (2019). *Kementerian Pertanian*.
- Mafazah, A., & 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), 4–8. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.27447>
- Molloy, D., Gaugler, R., & Jamnback, H. (1981). Factors Influencing Efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. israelensis as a Biological Control Agent of Black Fly Larvae. *Journal of Economic Entomology*, 74(1), 61–64. <https://doi.org/10.1093/jeet/74.1.61>
- Nelly, N., Khairul, U., Putri, A. Y., Hamid, H., & Syahrawati, M. Y. (2020). Isolation and selection of maize plants rhizobacteria with the potential of entomopathogens against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biodiversitas*, 21(2), 753–758. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210243>
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia* (Vol. 73).
- Pilcher, C.D., J.J. Obrycki, M.E. Rice, and L. C., & Lewis. (1997). Preimaginal development, survival, and field abundance of insect predators on transgenic *Bacillus thuringiensis* corn. *Environmental Entomology*, 26, 446–454.
- Ria, E. R., Hidayat, E., Muliani, Y., & Komariah, A. (2024). *Journal of Agricultural Sciences Moringa Leaf Powder as Environmentally Friendly Repellent Agent for Controlling the Warehouse Insect Pest for Black Soybean Grain*. 1(5), 235–245.
- Ria, E. R., Komariah, A., & Iryadi, I. (2023). *Pengaruh Dosis Eco Enzyme Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bayam (Amaranthus Hybridus L.) Varietas Giti Hijau*. 1(4), 196–201.
- Ria, E. R., Nissa, F. K., & Parlinah, L. (2024). The Effect of Papaya Powder In Seed Storage and its Impact on The Viability of Black Soybeans of The Led to The Establishment of The *Callosobruchus* Analisis F. 20(2), 343–350.
- Ria, E. R., Nurwanti, S., Sugiarti, L., & Turmuktini, T. (2024). *Pengaruh Dosis Serbuk Daun Mimba Azadirachta Indica A. Juss. Terhadap Perkembangan Serangga Hama Gudang Callosobruchus Analisis (F.) Pada Kedelai Kuning Varietas Anjasmoro*. 1(1), 54–62.
- Rifda Almuqarramah. (2022). Respon Pemberian Konsentrasi Bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* terhadap Pengendalian Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). In *Braz Dent J.* (Vol. 33, Issue 1).
- Salaki, C. L., Tarore, D., & Manengkey, G. (2013). Prospek Pemanfaatan Biopestisida Bakteri Entomopatogenik Isolat Lokal Sebagai Agen Pengendali Hayati Hama Tanaman Sayuran Utilization Prospect of Biopesticide of Entomopathogenic Bacteria From Local Isolate

As Biological Control Agent on Vegetable Insect. *Eugenia*, 19(1), 1–7.

Setiadi, D., Tarmadja, S., & Wilisiani, F. (2021). Efektivitas *Bacillus Thuringiensis* Berliner Dan Sipermetrin Serta Campuran Keduanya Dalam Mengendalikan *Tirathaba* Di Perkebunan Kelapa Sawit.Pdf. *AGROISTA: Journal Agrotechnology*, 5(1), 18–28.

Vajri, I. Y., & Rahma, H. (2021). Potensi Rizobakteri dalam Mengendalikan Hama *Crocitolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae) Pada Tanaman Kubis. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 24(1), 67–76. <https://doi.org/10.30596/agrium.v23i2.6911>

Widayati, W., Windriyanti, W., Santoso, W., Pertanian, F., Veteran, U. ", & Timur, J. (2020). Pengaruh Insektisida Mikroba *Bacillus thuringiensis* Terhadap Mortalitas *Heliothis armigera* Pada Tongkol Jagung The Influence of Insecticide of *Bacillus thuringiensis* to Death of Caterpillar of *Heliothis armigera* at Cob of Corn. *Januari*, 8(1), 2089–8010.