

**BIOPESTICIDE  
APPLICATION OF  
*Bacillus thuringiensis*  
LOCAL ISOLATE TO  
CONTROL *Atherigona  
exigua* PEST ON CORN  
PLANTS**

**(Aplikasi Biopestisida *Bacillus thuringiensis* Isolat Lokal Untuk Mengendalikan Hama *Atherigona exigua* Pada Tanaman Jagung )**

**Christina L. Salaki dan Jackson Watung**

<sup>2</sup>Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Manado, 95515 Telp (0431) 846539

\*Corresponding author:  
[christinasalaki@gmail.com](mailto:christinasalaki@gmail.com)

**Abstract**

*Atherigona exigua* is one of the main plant pest organisms (OPT) in maize. Among these pest control alternatives, the use of *Bacillus thuringiensis* bacteria has received attention because of its efficiency and low impact on natural enemies. This study aims: (1) to obtain the concentration of *B. thuringiensis* which has a high killing power on mortality of *A. exigua* larvae, (2) to determine the pathogenicity of *B. thuringiensis* to *A. exigua*. Testing for killing power and pathogenicity used the "Leaf dipped method" with five different concentrations of bacterial spore suspension, namely  $1.5 \times 10^3$ ,  $1.5 \times 10^4$ ,  $1.5 \times 10^5$ ,  $1.5 \times 10^6$  and  $1.5 \times 10^7$  spores/ml. Parameters observed included attack symptoms, mortality percentage and time of death. Larval mortality was observed at 12, 24, 48 and 72 hours after application. Pathogenicity values were expressed by LC<sub>50</sub> and LT<sub>50</sub> using probit analysis. The results showed that testing the killing power of 24 isolates, there were 10 isolates that were able to kill *A. exigua* larvae 50% after 72 hours at a concentration of  $1.5 \times 10^7$  spores/ml, while the pathogenicity test based on the results of probit analysis showed that ITH isolates had a positive value. LC<sub>50</sub> =  $7.5 \times 10^3$  spores/ml. Time of death (LT<sub>50</sub>) = 19.5 hours.

Keywords: OPT, Concentration, Leaf dipped method, pathogenicity.

**Abstrak**

*Atherigona exigua* merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman jagung. Di antara alternatif pengendalian hama ini, penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis* mendapat perhatian karena efisiensinya dan dampaknya yang rendah terhadap musuh alami. Penelitian ini bertujuan : (1) Mendapatkan konsentrasi *B. thuringiensis* yang mempunyai daya bunuh yang tinggi terhadap mortalitas larva *A. exigua*, (2) Mengetahui patogenisitas *B. thuringiensis* terhadap *A. exigua*. Pengujian daya bunuh dan patogenisitasnya menggunakan metode "Leaf dipped method" dengan lima macam konsentrasi suspensi spora bakteri yaitu  $1,5 \times 10^3$ ,  $1,5 \times 10^4$ ,  $1,5 \times 10^5$ ,  $1,5 \times 10^6$  dan  $1,5 \times 10^7$  spora/ml. Parameter yang diamati meliputi gejala serangan, persentase mortalitas dan waktu kematian. Mortalitas larva diamati pada 12, 24, 48 dan 72 jam setelah aplikasi. Nilai patogenisitas dinyatakan dengan LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub> dengan menggunakan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian daya bunuh dari 24 isolat, terdapat 10 isolat yang dapat mematikan larva *A. exigua*  $\geq 50$  % setelah 72 jam pada konsentrasi  $1,5 \times 10^7$  spora/ml, sedangkan uji patogenisitas berdasarkan hasil analisis probit menunjukkan isolat ITH mempunyai nilai LC<sub>50</sub> =  $7,5 \times 10^3$  spora/ml. Waktu kematian (LT<sub>50</sub>) = 19,5 jam.

Kata Kunci : OPT, Konsentrasi, Leaf dipped method, patogenisitas.

**PENDAHULUAN**

Tanaman Jagung merupakan tanaman komoditas terpenting kedua setelah padi, yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan juga sebagai pakan ternak (Wahyudin dkk., 2016) yang memiliki kandungan gizi dan vitamin, kalori, protein, lemak, karbohidrat. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung ditanam sebagai pakan ternak, yaitu tongkol dan daunnya sebagai hijauan, bijinya dapat dibuat minyak atau

tepung jagung (maizena). Penurunan hasil yang selama ini dirasakan petani jagung adalah adanya serangan hama dan penyakit yang jika tidak dikendalikan dengan benar akan menyebabkan kerugian yang cukup besar. Salah satu hama yang menyerang tanaman jagung adalah Lalat bibit (*Atherigona exigua*) [1; 5;8].

Lalat bibit (*Atherigona exigua*) merupakan salah satu hama tanaman jagung yang sangat merugikan jika

keberadaannya tidak segera diantisipasi sejak dini. Peralannya yang diserang adalah tanaman yang masih muda atau yang baru muncul dipermukaan tanah [10; 17; 18; 19;26; 28]. Gejala awal yang bisa dilihat saat tanaman jagung diserang lalat bibit adalah berubahnya warna daun dari hijau normal menjadi kekuning-kuningan . Kemudian di sekitar batang jagung yang terserang akan membusuk hingga akhirnya tanaman akan layu, kerdil, dan bahkan mati. Keberadaan serangga ini lebih banyak dimusim penghujan, karena hama ini menyukai lingkungan yang lembab. Selain itu jika kondisi lingkungannya kering, telur tidak akan menetas atau walaupun menetas larvanya akan mati sebelum memakan batang jagung [7; 22 ; 29].

*B. thuringiensis* adalah bakteri yang dapat memproduksi Kristal protein pada saat sporulasi [9;13; 15) . Kristal protein tersebut dinamakan  $\delta$ -endotoksin yang sangat mematikan jika termakan oleh serangga [2; 14; 16]. Kristal protein yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* merupakan protoksin, dan toksin yang sesungguhnya timbul setelah adanya proteolisis di dalam saluran pencernaan serangga [3; 4]. Keberadaan Kristal protein yang termakan oleh serangga mampu mendegradasi saluran pencernaan sehingga dapat menyebabkan kematian.

Penelitian ini bertujuan : (1) Mendapatkan konsentrasi *B. thuringiensis* yang mempunyai daya bunuh yang tinggi terhadap mortalitas larva *A. exigua* (2) Mengetahui patogenisitas *B. thuringiensis* terhadap *A. exigua*

## BAHAN DAN METODE

### 1. Penyediaan Kultur Isolat

Pengujian daya bunuh isolate *B. thuringiensis* terhadap larva *A. exigua* dilakukan dengan Metode Ohba *et al.*, (1981) Perhitungan jumlah spora dengan menggunakan *Haemocytometer*. Berdasarkan nilai konsentrasi yang diperoleh lalu dibuat suspensi dengan

pengenceran tertentu sehingga memiliki konsentrasi sebesar  $1,5 \times 10^7$  spora/ml dengan volume sebesar 20 ml untuk masing-masing isolat. Selanjutnya suspensi isolate tersebut digunakan dalam uji daya bunuh.

### 2. Perbanyak Serangga Uji

*A. exigua* sebagai serangga uji diperoleh dengan mengumpulkan larva dari lapang kemudian dipelihara sampai dewasa meletakkan telur. Telur-telur dipindahkan hingga menetas dan berkembang menjadi larva instar III. Larva tersebut diseleksi untuk mendapatkan larva yang homogen yang akan dipakai sebagai larva uji.

### 3. Uji Daya Bunuh dengan Metode pencelupan daun (*Leaf dipped method*)

Perlakuan pengujian daya bunuh isolat *B. thuringiensis* terhadap larva *A. exigua* dilakukan dengan metode uji pakan dengan metode Pencelupan Daun menurut Hamilton dan Atia (1977). Untuk masing-masing isolat digunakan 30 larva. Gejala sakit dan perilaku larva diamati dalam selang 6 jam, sedangkan kematian larva dihitung setelah 24, 48, dan 72 jam masa inkubasi. Daya bunuh masing-masing isolate dinyatakan dengan persen mortalitas.

### 4. Uji Patogenisitas Isolat Potensial *B. thuringiensis* terhadap *A. exigua*

Pengujian patogenisitas strain *B. thuringiensis* terhadap larva *A. exigua* bertujuan untuk memperoleh isolate yang paling virulen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan strain tersebut menginfeksi dan menimbulkan kematian dengan jumlah spora tertentu dalam batas kisaran yang dipandang potensial sampai virulen yang tergantung dari besarnya persentasi kematian serangga uji.

Konsentrasispora masing-masing isolate ditetapkan dengan perhitungan secara langsung (*direct count*) menggunakan *Haemocytometer*. Masing-masing isolat dibuat dalam 20 ml suspensi

sel dengan lima konsentrasi :  $1,5 \times 10^3$ ,  $1,5 \times 10^4$ ,  $1,5 \times 10^5$ ,  $1,5 \times 10^6$  dan  $1,5 \times 10^7$  spora/ml. Nilai patogenisitas dinyatakan dengan LC50 dan LT50 yang dihitung dengan metode Probit analysis (Finney,1971).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Daya Bunuh Terhadap *A. exigua*

Hasil pengujian 24 isolat bakteri *B. thuringiensis* terdapat 10 isolat yang dapat mematikan larva *A. exigua*  $\geq 50\%$  setelah 72 jam pada konsentrasi  $1,3 \times 10^7$  spora/ml (Tabel 1). Hasil pengujian secara umum menunjukkan bahwa mortalitas larva uji

meningkat seiring dengan kenaikan jumlah spora yang digunakan [20]. Jumlah spora yang termakan sangat menentukan tingkat mortalitas serangga uji yang ditimbulkan oleh *B. thuringiensis* [11; 12]. Untuk timbulnya penyakit dibutuhkan jumlah spora tertentu, tergantung jenis patogen dan jenis hospes. Jumlah spora yang masuk juga menentukan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk membunuh. Hal ini ada hubungannya dengan aktivitas bakteri di dalam saluran pencernaan yang meliputi pembentukan spora dan Kristal protein [9]

Tabel 1. Hasil Pengujian Daya Bunuh Isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *A. exigua*

No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)	No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)
1.	ITK	53,3	13	ITF	86,7*
2	ITH	90,0*	14.	ITK	63,3*
3.	ITA	36,7	15.	ITU	50,0*
4.	ITC	40,0	16.	ITM	56,7*
5.	ITD	83,3*	17.	ITS	23,3
6.	ITG	30,0	18	ITR	43,3
7	ITW	83,3*	19.	ITN	76,7*
8.	ITX	43,3	20.	ITQ	46,7
9.	ITB	33,3	21.	ITP	40,0
10.	ITE	36,7	22.	ITT	33,3
11.	ITX	43,3	23.	ITO	40,0
12.	ITY	53,3	24.	ITV	43,3

\*) Isolat yang dipilih untuk uji patogenisitas atas dasar kriteria keunggulan berupa kemampuan menimbulkan mortalitas  $\geq 50\%$  pada jam ke 72

[11] mengemukakan bahwa Kristal protein yang larut mengalami pemecahan oleh enzim-enzim protease dalam usus tengah menjadi fragmen-fragmen yang bersifat toksik. Fragmen yang bersifat toksik ini menyebabkan kebocoran pada sel epithelium usus tengah. Akibat kebocoran ini permeabilitas sel menjadi terganggu sehingga mengacaukan transfer ion K, Na dan Ca. Menurut [20] bila toksisitas cukup tinggi maka akan terjadi paralisis dinding usus, penurunan pH usus yang diikuti peningkatannya pH darah sehingga dapat menyebabkan kematian serangga. Bila toksisitas tidak begitu

tinggi, lubang pada dinding epitel cukup untuk menyebabkan kematian serangga. Besar kecilnya presentase mortalitas selain dipengaruhi oleh jumlah spora yang termakan, juga ditentukan oleh lamanya waktu aktivitas spora bakteri di dalam tubuh serangga hingga munculnya gejala sakit.

### B. Uji Patogenisitas Isolat *B. thuringiensis* terhadap *S. frugiperda*

#### 1. Nilai LC<sub>50</sub>

Sebanyak 10 isolat yang diuji patogenisitasnya dalam upaya mengetahui status keunggulannya sebagai kandidat

bioinsektisida. Hasil analisis probit, perlakuan *B. thuringiensis* menunjukkan bahwa isolat ITH mempunyai nilai  $LC_{50}$  :  $7,5 \times 10^3$  spora/ml (Tabel 2).

## 2. Nilai $LT_{50}$

Berdasarkan hasil analisis probit diketahui bahwa nilai  $LT_{50}$  berkisar antara 19,5 – 37,2 jam. Nilai  $LT_{50}$  yang terpendek ialah isolate ITH = 19,5 jam dan yang paling lambat isolate ITN yaitu 37,2 jam (Tabel 3.).

Tabel 2. Patogenesitas Isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *S. frugiperda* yang Diekspresikan dengan Nilai  $LC_{50}$ - 72 jam

No.	Kode Isolat	Nilai $LC_{50}$ (spora/ml)	Fiducial Limit (Spora/ml)
1.	ITK	$3,9 \times 10^5$	$3,3 \times 10^4 - 8,7 \times 10^5$
2.	ITH	$7,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2 - 2,9 \times 10^4$
3.	ITD	$2,9 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4 - 7,7 \times 10^4$
4.	ITW	$3,1 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4 - 4,1 \times 10^4$
5.	ITY	$2,1 \times 10^5$	$3,2 \times 10^4 - 2,8 \times 10^5$
6.	ITF	$4,4 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4 - 0,5 \times 10^5$
7.	ITK	$5,6 \times 10^4$	$4,6 \times 10^4 - 1,2 \times 10^5$
8.	ITU	$2,5 \times 10^5$	$5,7 \times 10^4 - 5,5 \times 10^5$
9.	ITM	$3,5 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5 - 6,8 \times 10^5$
10.	ITN	$4,5 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4 - 7,8 \times 10^4$

Tabel 3. Nilai  $LT_{50}$  ( $1,5 \times 10^7$  spora/ml) Isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *S. frugiperda*

No.	Kode Isolat	Nilai $LT_{50}$ (Jam)	Fiducial Limit (Jam)
1.	ITK	27,2	23,2 – 34,5
2.	ITH	19,5	16,9 – 30,9
3.	ITD	28,5	22,9 – 26,6
4.	ITW	23,4	18,4 – 27,8
5.	ITY	29,2	24,1 – 36,3
6.	ITF	20,9	17,6 – 27,2
7.	ITK	35,7	26,2 – 41,7
8.	ITU	22,6	18,9 – 31,2
9.	ITM	37,5	31,2 – 42,7
10.	ITN	36,2	31,9 – 43,7

Pengujian isolate-isolat tersebut menunjukkan bahwa pada pengamatan 6 jam setelah perlakuan larva belum mengalami kematian akan tetapi sudah mulai terlihat adanya gejala infeksi. Terdapat bekas gigitan pada pakan dan butiran feses. Hal ini menandakan bahwa larva uji telah memakan pakan yang mengandung bakteri *B. thuringiensis*. Perilaku larva yang terinfeksi adalah bergerak menjauhi pakan dan diam tidak bergerak sedangkan pada kontrol larva tetap

menempel pada pakan dan aktif makan. Perilaku larva yang diam tak bergerak menunjukkan bahwa larva telah terinfeksi. Gejala awal yang nampak setelah larva uji memakan pakan yang mengandung bakteri *B. thuringiensis* adalah larva mulai kurang aktif dan gerakannya menjadi lamban, aktivitas makan mulai menurun. Gejala ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Mafazah dan Zulaika (2017) bahwa saluran pencernaan adalah organ mula-mula terserang oleh bakteri.

Gejala ini berhubungan dengan perilaku makan dan aktivitas metabolisme.

Gejala lanjut adalah terjadi paralisis saluran pencernaan yang disebabkan oleh Kristal proteinyang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* yaitu  $\delta$ -endotoksin. Kristal protein akan bekerja aktif di dalam saluran pencernaan larva pada pH Alkali yaitu 9,0-10,5. Larva yang terinfeksi kemudian mati, tubuh berubah warna dari hijau kecoklatan menjadi coklat kehitaman. Pada awal kematian larva terinfeksi tubuhnya lembek, berair dan berbau busuk.

Namun setelah beberapa hari larva tersebut mulai mengering dan kemudian mengerut.[11]. Kematian larva uji disebabkan terjadi kerusakan pada sel epithelium usus tengah, meningkatnya permeabilitas membrane sel, yang pada akhirnya penurunan pH usus tengah, terjadinya paralisis ususan paralisis total yang disertai kematian larva. Hal ini sesuai dengan pendapat [25] yang menyatakan bahwa serangga yang terinfeksi oleh *B. thuringiensis* dapat mengalami paralisis usus maupun paralisis total dan kemudiandapat terjadi 1-4 hari setelah aplikasi.

### KESIMPULAN

Diantara 24 isolat yang diuji daya bunuhnya terhadap larva *A. exigua* terdapat 10 isolat yang dapat dianggap potensial karena mampu menimbulkan mortalitas  $\geq 50\%$  larva uji setelah waktu pendedahan 72 jam. Uji patogenisitas menunjukkan isolate yang paling unggul adalah isolate ITH dengan nilai  $LC_{50} = 7,5 \times 10^3$  spora/ml dengan waktu kematian  $LT_{50} = 19,5$  jam.

### DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, T., & Rauf. (2011). Karakteristik Populasi dan Serangan Penggerek Batang Jagung Asia, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae), dan Hubungannya

dengan Kehilangan Hasil. *Jurnal Fitomedika*, 7(3), 175–181

Blondine, Ch.P. 2013. Efikasi *Bacillus thuringiensis* Isolat Serotipe H.10 Galur Lokal terhadap Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Anopheles aconitus*. *Jurnal Vektora*.Vol.5 No.1:28-33

Berretta MF, Pedarros AS, Sauka DH, Pérez MP, Onco MI, Benintende GB (2020) Susceptibility of agricultural pests of regional importance in South America to a *Bacillus thuringiensis* CryIIa protein. *J Invertebr Pathol* 172:107354. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107354>

CABI. 2018. *Atherigona orientalis* (pepper fruit fly). In : *Invasive Species Compendium*. CA B CABI. 2018. *Atherigona orientalis* (pepper fruit fly). In : *Invasive Species Compendium*. CA B CABI. 2018. *Atherigona orientalis* (pepper fruit fly). In : *Invasive Species Compendium*. CA B International, Wallingford. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc).

Chandra E-L.S Santi. & E-N Christalisasi,. 2018. Efektivitas Penggunaan *Bacillus thuringiensis* dan Lamda Sihalotrin pada Ulat Ap. *Jurnal Agromas*. Vol.3.No.1 (April 2018).

Grzywacz A & Pape T. 2014. Larval morphology Muscidae)-A species of sanitary and forensic importance. *Acta. Tropica*. 137: 174–18

Grzywacz A & Pape T. 2014. Larval morphology of Muscidae)-A species of sanitary and forensic importance. *Acta. Tropica*. 137: 174–18

Grzywacz A & Pape T. 2014. Larval morphology of *Atherigona orientalis* (Schiner) (Diptera: Muscidae)-A species of sanitary and forensic

- importance. *Acta. Tropica*. 137: 174–184.
- Mafazah A & E Zulaika,. 2017. Potensi *Bacillus thuringiensis* dari Tanah Perkebunan Batu Malang sebagai Bioinsektisida terhadap Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol.6 No.2 (2017):2337-3520.
- Megasari, R., & Nuriyadi, M. (2019). Inventarisasi Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Pengendaliannya. *Musamus Journal of Agrotechnology Research*, 2(1), 1–1
- Moophayak K, Kurahashi H, & Sukontason KL. 2011. Three new species of shoot fly *Atherigona* spp. from northern Thailand. *J. Insc. Sci*. 11(1): 139.
- Momami T-A. & M Obeidat. 2011. Abundance and Serotyping of pathogenic isolates of *Bacillus thuringiensis* Isolated from Ajloun Forests. *Journal of Biodiversity and Ecological Science*. Vol.1.:16-21.
- Ogbalu OK & Bob Manuel RB. 2014. Abscission of pepper fruits by dipterous pest, *Atherigona orientalis* [Schiner] in traditional and mono-crop farms in Port Harcourt, Niger Delta, Nigeria *IOSR. J. Agr. Vet. Sci*. 7(7): 31–36.
- Polanczyk, R-A. R Fernando, P Silva & L-M Fiuza. 2000. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strain Against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). *Brazilian Journal of Microbiology* (2000) 31:165-167.
- Rahardianingtyas, E & R Wianto, 2014. Isolasi *B. thuringiensis* dari Tanah dari Berbagai Habitat di Kabupaten dan Kota Magelang dan Patogenisitas terhadap Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Vektora*. Vol.6(1)(2014):13-18.
- Salaki, Ch. 2009a. Uji Patogenisitas Isolat Bakteri Indigenous (*Bacillus thuringiensis*) Terhadap Serangga Hama Kubis (*Crociodomia binotalis*). *Jurnal Biota*. Vol.14(3):192-197.
- Salaki, Ch. 2009b. Analisis Diversitas Isolat (*Bacillus thuringiensis*) Indigenous Indonesia yang Patogenik terhadap *Crociodomia binotalis* dengan Pendekatan Sistemik Numerik. *Jurnal Biota*.
- Salaki, Ch. 2010. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Indonesia (*Bacillus thuringiensis* ) yang Berpotensi sebagai Agensia Pengendalian Hayati terhadap Serangga Hama *Crociodomia binotalis*. *Jurnal Agrivita* Vol.31(2):174-181.
- Salaki, Ch. 2011. Aplikasi Metode ARDRA dalam Identifikasi Isolat *Bacillus thuringiensis* Endogenik sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama Kubis. *Jurnal Eugenia* Vol.17(2)
- Singh N, Singh R, & Kumar K. 2018. Studies on seasonal incidence of sorghum shoot fly, *Atherigona soccata* (Rondani) and Stem Borer, *Chilo partellus* (Swinhoe), in relation to abiotic factor. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 7(6): 916–921.
- Suh SJ & Kwon JY. 2016. First finding of a quarantine pest, *Atherigona (Acritochaeta) orientalis* Schiner (Diptera : Muscidae), in Korea. *Entomol. Res*. 46(3): 185–189.
- Suh SJ & Kwon JY. 2017. Taxonomy of the genus *Atherigona Rondani* (Diptera: Muscidae) from Korea. *Entomol. Res*. 48(3): 187–197.

- Tampubolon, D-T, Pangestinarsih, Y., Zahara, F. & Manik.,F. 2013. Uji Patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabri (Lepidoptera;Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vo.1 No.3(Juni 2013):1-11
- Wahyudin, A.,Ruminta & Nursaripah., 2016. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Toleran Herbisida akibat Pemberian berbagai Dosis Herbisida Kalium Glifosat.*Jurnal Kultivasi*.Vol.15(2)Agustus 2016.
- Zulaiha, S., Suprpto, & Dwinardi, A. (2012). Infestasi Beberapa Hama PentinTerhadap Jagung Hibrida Pengembangan Dari Jagung Lokal Bengkulu Pada Kondisi Input Rendah Di Dataran Tinggi Andisol. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(1), 15-28.
- Website**
- CABI. 2018. *Atherigona orientalis* (pepper fruit fly). In: Invasive Species Compendium. CAB International, Wallingford. [www.cabi.org/is](http://www.cabi.org/is)
- Chakroun M, Banyuls N, Bel Y, Escriche B, Ferré J (2016) Bacterial vegetative insecticidal proteins (Vip) from entomopathogenic bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev* 80(2):329–350. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00060-15>
- Domínguez-Arrizabalaga M, Villanueva M, Escriche B, Ancín-Azpilicueta C, Caballero P (2020) Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* proteins against Coleopteran pests. *Toxins* 12(7):430. <https://doi.org/10.3390/toxins12070430>
- Hibbard KL, Overholt WA (2012) Pepper fruit fly *Atherigona orientalis* (Schiner) (Insecta: Diptera: Muscidae). [Cited 5 May 2017.] Available from URL: <http://edistt.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN94800.pdf>
- Jouzani GS, Valijanian E, Sharafi R (2017) *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings. *Appl Microbiol Biotechnol* 101(7):26912711. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8175-y>
- Plant Pests of the Middle East (PPME) (2017) *Atherigona soccata*(Rondani). [Cited 5 May 2017.] AvailablefromURL:[http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Atherigona\\_soccata/](http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Atherigona_soccata/)
- Plantwise Knowledge Bank (2017) Rice shoot fly (*Atherigonaoryzae*). [Cited 5 May 2017.] Available from URL:<http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=7732>