ISBN 979-587-501-9

Uji Toksisitas *Bacillus thuringgiensis* Berliner Asal Tanah Terhadap Ulat Kubis *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae) dan Ulat Penggulung Daun *Erionata thrax* (Lepidoptera:Hesperiidae)

Yulia Pujiastuti*), Veny Apriyanti, Junindah Sirait, Deshinta Tarigan, Rosdah Thalib, Triani Adam

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
*)Alamat korespondensi:
Jln. Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir 30662 Telp. 0711-580663 Fax. 0711-580059
e-mail: yulunsri@yahoo.com

ABSTRAK

Bacillus thuringiensis merupakan bakteri entomopatogen yang dapat mematikan serangga hama dengan cara kerja menyerupai racun perut. Beberapa jenis serangga yang mempunyai alat mulut menggigit mengunyah merupakan target dari *B. thuringiensis*. Ulat kubis *Plutella xylostella* adalah hama penting pada tanaman Brassicaceae seperti kubis, sawi, sedangkan *Erionata thrax* merupakan hama penting pada tanaman pisang ulat penggulung daun. Pada ulat kubis, usaha pengendalian dengan agens hayati *B. thuringiensis* sudah dilaporkan namun pengendalian ulat penggulung daun dengan *B. thuringiensis* belum pernah dilaporkan. Makalah ini memuat hasil penelitian tentang toksisitas bakteri entomopatogen *B. thuringiensis* asal tanah lebak terhadap ulat penggulung daun pisang dan ulat kubis. Percobaan telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada bulan Januari-Juli 2012. Penelitian bertujuan untuk mengetahui 1). Toksisitas *B. thuringiensis* terhadap ulat kubis dan ulat penggulung daun pisang, dan 2) nilai LT_{50} and LT_{95} *B. thuringiensis* dalam mematikan hama. Pengambilan sampel dilakukan pada tanah rawa, dan diisolasi dengan metode Asano (2005). Dari hasil uji skrining, diperoleh 3 isolat yang berpotensi membunuh larva, yaitu isolat IUP4, IUA1 dan SKP2. Percobaan dilanjutkan dengan uji toksisitas kedua isolat *B. thuringiensis* tersebut dilakukan dengan design Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi jumlah spora (sebanyak 3 perlakuan) dan diulang sebanyak 6 kali. Jumlah larva uji sebanyak 30 ekor/perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan *B. thuringiensis* isolat IUA1 dan IUP4 mampu menyebabkan kematian sampai dengan 70% sedangkan SKP2 menunjukkan nilai terendah (66,67%). SKP2 merupakan isolat yang mampu mematikan baik hama ulat *P. xylostella* maupun ulat penggulung daun *E. thrax*. Semakin tinggi jumlah spora yang diberikan pada serangga uji, semakin cepat dalam menyebabkan kematian serangga, yang ditunjukkan dengan nilai LT_{50} dan LT_{95} dengan ciri-ciri gerakan menjadi lambat, aktivitas makan menurun, ukuran tubuh menjadi lebih kecil, warna tubuh menjadi pucat dan larva yang telah mati menjadi berwarna putih kehitaman, berair dan lama kelamaan menjadi hitam, tubuh lunak dan mudah hancur.

Kata kunci : *Bacillus thuringiensis*, *Erionata thrax*, *Plutella xylostella*, toksisitas

ABSTRACT

Bacillus thuringiensis is an entomopathogenic bacterium which kill insects by its crystal protein works as poisonous stomach. Some insects with chewing mouthparts are the target of *B. thuringiensis*. Diamondback moth *Plutella xylostella* is an important pests on

Brassicaceae family and Banana leaf roller *Erionata thrax* is an important pests of banana. The use of biological control of *P. xylostella* has been reported, but these on E. *thrax* has never been reported. This paper was reported research on toxicity of B. Thuringiensis originally isolated from soil towards *E. thrax* and *P. xylostella*. Experiments was conducted in Laboratorory of Phytopathology and Laboratory of Entomology, Dept. of Plant Pests and Diseases Agricultural Faculty Sriwijaya University, from January-July 2012. The purposes of research were 1) to investigate toxicity of *B. Thuringiensis* towards *P.xylostella* and *E.thrax*; and 2) LT_{50} and LT_{95} value of *B. thuringiensis.*. Soil samples were taken from swamp area and *B. thuringiensis.*was isolated by modification of Asano method (2005). The results showed IUA1 dan IUP4 isolates were toxic towards *P. xylostella* while SKP2 was low toxic. SKP2 was then examined to E. Thrax, and the result showed that this isolatea was toxic with 76.67 % of mortality. The highest of spore concentracion given, the lowest of LT_{50} and LT_{95} value. The symptom of infected larvae was decrease of activity of feeding and stop moving. Finally, the insect stops feeding and dies from starvation.

Key words : *Bacillus thuringiensis*, *Erionata thrax*, *Plutella xylostella*, toxicity

PENDAHULUAN

Ulat kubis *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae) merupakan hama penting pada tanaman Brassicaceae dan ulat penggulung daun pisang Erionata thrax sebagai hama penting pada tanaman pisang (Kalshoven, 1981). Apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian, hama tersebut dapat menimbulkan kehilangan hasil yang sangat tinggi. Karena alat mulutnya merupakan penggigit pengunyah, maka ulat tersebut menimbulkan bekas serangan berupa hilangnya sebagian daun. Dengan statusnya sebagai hama penting, maka hama tersebut harus dikendalikan.

Pengendalian serangga hama dilakukan dengan mengikuti sistem pengendalian hama terpadu (Untung, 2004), yaitu mempertimbangkan aspek ekobiologis hama sehingga lingkungan hidup tetap aman dan tidak terkontaminasi oleh residu pestisida serta populasi hama tetap berada dibawah aras ambang ekonomi. Untuk itu perlu dilakukan pengendalian dengan musuh alaminya berupa patogen seperti *Bacillus thuringiensis*. *B. thuringiensis* merupakan bakteri patogen pada serangga. Sifat patogenitasnya disebabkan bakteri ini menghasilkan beberapa macam toksin yaitu α-eksotoksin, β-eksotoksin dan δ- endotoksin (protein kristal) (Dubois dan Lewis, 1981). *B. thuringiensis* adalah bakteri yang berbentuk batang, bersifat gram positif dan berflagelum. Bakteri ini dapat membentuk spora secara aerob dan selama masa sporulasi juga dapat membentuk kristal protein, ini dikenal dengan nama δ- endotoksin (Knowles, 1994). Menurut Gill *et al.,*(1992) spora yang dihasilkan *B. thuringiensis* berbentuk oval dan berwarna terang, rata-rata memiliki diameter 1,0-1,3 μm jika ditumbuhkan pada medium padat, koloni *B. thuringiensis* berbentuk bulat dengan tepian berkerut memiliki diameter 5-10 mm. Koloni *B. thuringiensis* berwarna putih, elevasi timbul dan permukaan koloni kasar (Buchner, 1981 *dalam* Khaswar *et al*., 1994).

Beberapa jenis hama dapat dikendalikan dengan *B. thuringiensis* sesuai dengan cara kerjanya yang bersifat racun perut. Sebagai contoh kristal protein *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* dapat membunuh ulat grayak *Spodoptera litura*, ulat kubis *Plutella xylostella*, larva kumbang *Oryctes rhinoceros*, *Spodoptera frugiperda* dan kumbang *Poppilia japonica* (Pujiastuti *et al*., 1999; Silva-Werneck *et al*., 1999; Asano *et al*., 2005). *B. thuringiensis* dapat diisolasi dari berbagai sumber, antara lain mudah ditemukan di tanah dengan populasi yang cukup tinggi dan dari serangga mati (Dulmage,1981), dan

peternakan sutera (Ohba *et al.*, 1984), Penelitian *B. thuringiensis* sebagai agens hayati semakin diminati karena begitu terbukanya untuk mendapatkan isolat *B. thuringiensis* strain baru yang lebih toksik dan berspektrum lebih lebar. Dalam makalah ini dilaporkan penelitian tentang isolat *B. thuringiensis* asal tanah di Sumatera Selatan dan toksisitasnya terhadap ulat kubis *P. xylostella* dan *E. thrax*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Inderalaya Ogan Ilir. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Januari-Juli 2012.

Metode Penelitian.

1. Pengambilan sampel tanah.
Sampel tanah diambil dari dataran rendah (rawa) di Sako di Kabupaten Banyuasin dan daerah Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir Provonsi Sumatera Selatan. Permukaan tanah dibersihkan baru diukur jaraknya sekitar 30 cm dari batang dengan kedalaman 10-15 cm kemudian ambil sampelnya setelah itu sampel tanah dimasukkan kedalam plastik.

2. Isolasi *Bacillus thuringiensis*
Media yang digunakan adalah NGKG dengan metode pembuatan media merupakan modifikasi dari Asano (komunikasi pribadi, 2005). Sebanyak 10 g sampel tanah disuspensikan kedalam 90 ml air steril dalam erlenmeyer secara aseptik lalu dikocok dan dipanaskan pada suhu sekitar 80ºC selama 5 menit. Sampel diambil dengan menggunakan jarum ose dan dioleskan pada media NGKG yang sudah siap. Selanjutnya diinkubasikan selama 1-2 hari pada suhu kamar hingga koloni bakteri tumbuh. Isolat bakteri diuji dengan metode Pewarnaan diffrensial dari spora dan kristal protein, uji Gram, uji katalis dan reaksi oksidasi.

3. 1. Pemeliharaan serangga uji ulat kubis *Plutella xylostella*
Serangga uji yang digunakan adalah *P xylostella* yang diambil dari lapangan dan dipelihara dalam stoples yang bersih dengan tutup yang dilubangi dan diberikan kain kasa. Larva dipelihara d ilaboratorium dan diberi makanan. Larva yang akan membentuk pupa dipindahkan ke dalam kotak plastik, selanjutnya pupa dipindahkan ke dalam kurungan dengan dinding yang terbuat dari kain kasa. Di dalam kurungan digantungkan kapas yang telah dicelupkan dengan madu yang sudah dicairkan sebagai makanan imago.
Imago yang telah kawin biasanya meletakkan telur secara berkelompok pada kertas yang diletakkan dalam kurungan. Kertas tempat menempel kelompok telur tersebut diambil dan diletakkan ke dalam toples yang bersih. Larva yang digunakan untuk percobaan adalah larva instar tiga.

3. 2. Persiapan serangga uji ulat penggulung daun
Serangga uji yang digunakan adalah larva *E. thrax* yang diambil dari lapangan, kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik dengan tinggi 25 cm dan diameter 20 cm yang bersih dengan tutup yang dilubangi dan diberi kain kasa. Untuk menjaga agar larva tetap hidup dengan tetap meletakkan larva didalam gulungan daun pisang yang merupakan sumber pakan bagi larva tersebut. Larva yang digunakan adalah larva instar tiga.

4. Uji toksisitas *B. thuringiensis*
Diambil sebanyak satu gores biakan bakteri pada media lalu dicampurkan dengan air steril sebanyak 1 ml, selanjutnya dioleskan pada daun kangkung yang digunakan

ISBN 979-587-501-9

sebagai makanan larva yang sebelumnya telah dicuci, selanjutnya biakan bakteri *B. thuringiensis* dioleskan hingga rata pada pemukaan atas dan bawah daun, kemudian tangkai daun ditempelkan kapas yang sebelumnya telah ditetesi dengan air steril untuk menjaga agar daun tetap segar. Daun yang telah diolesi bakteri dikering udarakan di atas kertas tissue sebelum diberikan ke larva uji, selanjutnya 10 larva instar tiga *P. xylostella* diinfestasikan kedaun sawi yang telah disiapkan dalam cawan petri yang bagian dasarnya telah diberi tissue. Setelah ditemukan beberapa isolat yang terbaik selanjutnya dilakukan uji skrining ke dua dengan cara mengambil satu jarum ose biakan bakteri lalu dicampur dengan air steril sebanyak 1 ml kemudian dilakukan pengujian konsentrasi 10^5 spora/ml untuk tiap-tiap isolat yang telah terpilih.

Pengamatan dilakukan terhadap kematian serangga mulai serangga uji mulai hari pertama sampai dengan hari kelima. Persentase mortalitas dihitung setelah hari kelima dengan rumus:

$$\mathbf{P = a/bx100\%}$$

Keterangan : P = persentase mortalitas larva uji

a = larva uji yang mati terinfeksi *B. thuringiensis*

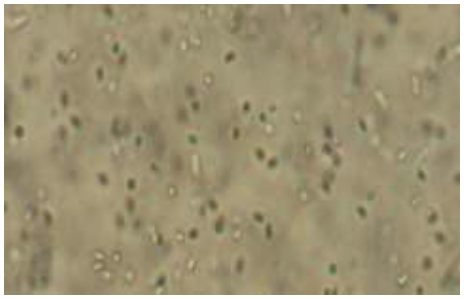
b = jumlah seluruh larva uji yang teramati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi *Bacillus thuringiensis*

Isolasi *B. thuringiensis* dari tanah rawa di Kabupaten Banyuasin menghasilkan 18 isolat namun yang berpotensi untuk membunuh ulat penggulung daun sebanyak 10 isolat dengan daya bunuh tertinggi pada isolat SKP2 (Apriyanti, 2012). Hasil isolasi dari tanah kabupaten Ogan Ilir didapatkan 24 isolat dengan jumlah isolat yang berpotensi mematikan ulat grayak Spodoptera litura sebanyak 10 isolat. Tingkat mortalitas tertinggi ditunjukkan oleh isolat IUP4 (Sirait, 2012) dan IUA1 untuk mematikan ulat bunga sepatu (Tarigan, 2012). Bakteri *B. thuringiensis* ditunjukkan dengan ciri koloni berwarna putih dengan permukaan kasar sepert pasir, elevasi timbul dan tepian bergelombang (Gambar 1). Pada pengamatan lebih lanjut dibawah mikrokop kontras, dari koloni yang terbentuk nampak jelas sel-sel yang mengandung spora dan Kristal protein (Gambar 2).

Gambar 1. *Bacillus thuringiensis* (Berl) pada media NGKG koloni bakteri berwarna putih



Gambar 2. Spora bakteri *Bacillus thuringiensis* (Berl).

Uji toksisitas terhadap Plutella xylostella

Bakteri hasil isolasi selanjutnya diujikan terhadap ulat kubis *P. xylostella* hasil dari pemeliharaan di laboratorium. Konsentrasi yang digunakan adalah 10^4 spora/ml, dengan jumlah serangga uji setiap perlakuan sebanyak 30 ekor. Terlihat isolat IUA1 menghasilkan tingkat kematian paling tinggi yakni 86,67% pada hari kelima, diikuti oleh IUP4 dan SKP2. Catatan data sebelumnya menunjukkan bahwa IUA1 mampu membunuh ulat grayak instar ketiga sebesar 61,26% (tertinggi), dan terhadap ulat Plutella pun isolat ini mampu mematikan paling banyak (Tabel 1). Dari hasil tersebut diduga isolat IUA1 mempunyai spora dan krsital protein yang mampu masuk pencernaan serangga (midgut) karena pH midgut bersifat basa, dimana spora berkecambah dengan baik dan ristal protein dapat melekat (binding) pada dinding midgut. Hal ini sesuai dengan pendapat Hofte dan Whiteley (1989) yang melaporkan bahwa kesesuaian pH atau tingkat keasaman akan menyebabkan kristal protein yang bersifat toksik akan berubah bentuk menjadi aktif dan selanjutnya akan melekat pada dinding midgut dan menyebabkan pori, sehingga larva akan mengalami kematian.

Tabel 1. Persentase mortalitas ulat kubis *Plutella xylostella* pada uji toksisitas berbagai isolat *Bacillus thuringiensis*

Isolat *B.thuringiensis*	Mortalitas ulat hari ke (%)				
	1	2	3	4	5
IUP4	16.67	26.67	40.00	66.67	83.33
SKP2	16.67	23.33	36.67	50.00	66.67
IUA1	33.33	43.33	53.33	56.67	86.67
Kontrol	0.00	0.00	6.67	10.00	16.67

Uji toksisitas Bacillus thuringiensis isolat SKP2 terhadap *Erionata thrax*

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa mortalitas Plutella akibat perlakuan isolat SKP2 paling rendah (66,67%), maka dicobakan pada spesies serangga hama lain yaitu ulat penggulung daun *E. thrax*. Hal ini sesuai dengan pendapat Feitelson *et al., (1992) yang menyatakan bahwa strain B. thuringiensis* mempunyai spektrum yang agak luas meliputi ordo serangga yang sama ataupun berbeda. Ulat penggulung daun pisang dipilih karena hama tersebut merupakan hama penting pada tanaman pisang, dan apabila tidak dikendalikan dapat menimbulkan kerusakan berat pada daun pisang.

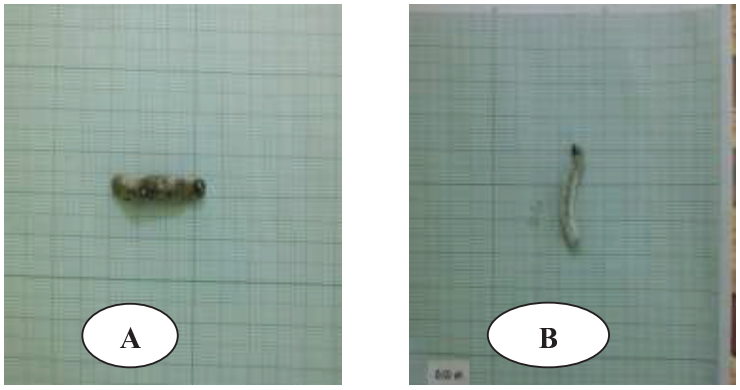
Dari hasil pengamatan diketahui bahwa pada *B. thuringiensis* isolat SKP2 dengan konsentrasi $9{,}8 \times 10^2$ spora/ml dan $7{,}4 \times 10^3$ spora/ml menyebabkan mortalitas yang sama yakni 70 % dari seluruh serangga uji. Pada konsentrasi yang lebih tinggi yakni $1{,}3 \times 10^4$ spora/ml kematian serangga uji mencapai 76,67 % (Tabel 2). Dibandingkan dengan kontrol, maka kematian tersebut sudah cukup tinggi. Hal ini dapat dibandingkan dengan SKP2 yang diujikan pada *P. xylostella* yang mencapai mortalitas sebesar 66,67% (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase mortalitas ulat kubis pada *Erionata thrax* uji toksisitas *Bacillus thuringiensis* isolat SKP2

Perlakuan	Mortalitas ulat *Erionata thrax* hari ke (%)									
(spora/ml)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$9{,}8 \times 10^2$	16.67	16.67	20.00	20.00	40.00	50.00	60.00	60.00	70.00	70.00
$7{,}4 \times 10^3$	16.67	16.67	16.67	16.67	26.67	43.33	60.00	60.00	63.33	70.00
$1{,}3 \times 10^4$	16.67	16.67	20.00	23.33	40.00	56.67	60.00	60.00	70.00	76.67

Gejala infeksi *Bacillus thuringiensis* terhadap larva *Erionata thrax.*

Larva yang terinfeksi *Bacillus thuringiensis* menunjukkan gejala yaitu gerakan menjadi lebih lambat, aktivitas makan menurun, ukuran tubuh menjadi lebih kecil, warna tubuh menjadi pucat dan larva yang telah mati menjadi warna putih kehitaman, berair dan lama kelamaan menjadi hitam, tubuh lunak dan mudah hancur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Knowless (1994) yang menuliskan bahwa larva mengalami lisis dan berakibat pada septisemia dan berakhir dengan kematian. Larva yang tetap hidup tubuhnya berwarna putih abu-abu.



Gambar 3. Gejala kematian larva *Erionata thrax* terinfeksi oleh bakteri *Bacillus thuringiensis* (A) dan Larva *Erionata thrax* sehat (B).

Nilai LT_{50} dan LT_{95}

Nilai LT_{50} dan LT_{95} adalah angka yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menimbulkan kematian serangga uji berturut-turut sebesar 50 % dan 95 %. Nilai tersebut diperoleh dari pengolahan data mortalitas serangga uji. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi spora yang diujikan semakin rendah nilai LT_{50} dan LT_{95}. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan spora mampu berkecambah dalam pencernaan serangga dan Kristal protein terurai menjadi molekul-molekul yang mampu terikat pada reseptor yang ada pada dinding midgut serangga sesuai dengan pernyataan dari (Gill *et al*., 1992; Höfte and Whiteley, 1989; Knowles, 1994).

Tabel 3. Nilai LT_{50} dan LT_{95} berbagai perlakuan konsentrasi *Bacillus thuringiensis* isolat SKP2 terhadap larva *Erionata thrax*.

Perlakuan (spora/ml)	LT_{50} (jam)	Batas bawah	Batas atas	LT_{95} (jam)	Batas bawah	Batas atas
$9{,}8x10^2$	64,71	56,09	73,23	152,35	133,29	183,20
$7{,}4x10^3$	70,76	62,27	79,77	145,12	127,25	174,20
$1{,}3x10^4$	63,08	55,82	70,47	132,35	118,37	153,29

KESIMPULAN

1. *B. thuringiensis* isolat IUA1 dan IUP4 mampu menyebabkan kematian sampai dengan 70% sedangkan isolat SKP2 menunjukkan nilai terendah (66,67%) terhdap P. xylostella.

2. SKP2 merupakan isolat yang mampu mematikan baik hama ulat P. xylostella maupun ulat penggulung daun E. thrax. Semakin tinggi jumlah spora yang diberikan pada serangga uji, semakin cepat dalam menyebabkan kematian serangga, yang ditunjukkan dengan nilai LT_{50} dan LT_{95}

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan sebagian penelitian pendahuluan dari Hibah Kerjasama Luar Negeri yang dibiayai oleh DP2M DIKTI KEMENDIKBUD tahun anggaran 2012. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanti, V. 2012.Isolasi Bakteri entomopatogen Bacil;us thuringiensis Berliner sal tanah dari dua kecamatan di Kabupaten Banyuasin dan tokisistasnya terhadap Erionata thrax Linn. (Lepidoptera:Hesperiidae). Skripsi. Skripsi. Jurusan HPT FP UNSRI

Asano, S., T.I Okamoto, Hisanori Bando, Mitsugu Horita, Hiroshi Sekiguchi and Toshihiko Iizuka. 2005. Engineering Turf Grass for Resistance against Certain Coleopteran Pests Using *Bacillus thuringiensis cry8Da* Gene. J.-C., Otvos, I.S, Schwartz, J.-L. and Vincent, C. (eds) *6th Pacific Rim Conference on the Biotechnology of* Bacillus thuringiensis *and its Environmental Impact,* Victoria BC, 2005 **Côté,**

Feitelson, J. S., J. Payne, and L.Kim, .*Bacillus thuringiensis*: insects and beyond. *Bio/Technology*, **10**, (1992), 271-275.

Gill, S. S., E. A Cowles, and P. V. Pietranto, . The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins.., *Annu. Rev. Entomol.,* **37**, (1992), 615.636.

Höfte, H., and H. R. Whiteley, 1989. .Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*.., *Microbiological Reviews,* **53**, (1989), 242-255.

Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia. Revised and translated by P. A. van der Laan. PT Ichtiar Baru-van Hoeve. Jakarta.

Knowles,B. H. 1994.Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal detaendotoxins. *Adv. Insect. Physiol,* **24**, (1994), 27-308.

Ohba, M dan Aizawa, K. 1979. Distribution of *Bacillus thuringiensis* Serotype in Echime Prefecture. *Japan,App. Ent. Zoll*. 14(3): 340-345

Pujiastuti, Y, S. Asano, K. Sahara, H. Bando dan T. Izuka. 1999. Laboratory of Applied Molecular Entomology, Faculty of Agriculture, Hokkaido University. J.Seric.Sci. Jpn. 68(3) : 195-199.

Silva-Werneck , J.O., Marlene T. De-Souza. Jose MC de S. Dias and M.R. Bergman. 1999. Characterization of Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki strain S93 effective against the fall armyworm Spodoptera frugiferda. Ca. J. Micr Obiol. 45 (6): 464=471.

Sirait, J. 2012. Eksplorasi Dan Uji Toksisitas Isolat B*acillus thuringiensis* Berliner dari sampel tanah kabupaten ogan ilir terhadap *spodoptera litura* (Fabr.)(Lepidoptera : Noctuidae). Skripsi. Jurusan HPT FP UNSRI.

Tarigan, D, 2012. Eksplorasi Bakteri Entomopatogen *Bacillus Thuringiensis* Berliner Dari Tanah Dan Toksisitasnya Terhadap *Sylepta Derogata* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae). Skripsi. Jurusan HPT FP UNSRI

Untung, K. 2004. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 273 hal.