

**PENGARUH PEMBERIAN FORMULASI *Bacillus thuringiensis* Berliner
DENGAN MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) TERHADAP KEMAMPUAN
MAKAN DAN MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* Fabricius
(LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE)**

**Oleh
DEBORA SEMBIRING**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

8
664.407

Sem

24802/25363



2012

**PENGARUH PEMBERIAN FORMULASI *Bacillus thuringiensis* Berliner
DENGAN MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) TERHADAP KEMAMPUAN
MAKAN DAN MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* Fabricius
(LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE)**

**Oleh
DEBORA SEMBIRING**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

SUMMARY

DEBORA SEMBIRING. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner Mixing With Monosodium Glutamate (MSG) towards consumption Ability and Mortality of *Spodoptera litura* Fabricius larvae (Lepidoptera : Noctuidae) (Supervised by **TRIANI ADAM** and **ROSDAH THALIB**)

Research has been conducted at the Laboratory Entomology Department of Plant Pests and Diseases Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya from September to November 2011. This study aimed to determine the effect of the mixed formulations of *B. thuringiensis* and monosodium glutamate (MSG) on the consumption and the mortality rate of *S. litura* larvae. This research was conducted by Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments, 2 controls and 4 replications.

The results of this study indicated that *B. thuringiensis* and MSG mixing on feed test insects was influence the ability of the test insects to consump. The highest consumption rate of larvae was 0.623 g / individue on the treatment of 0.4 g *B. thuringiensis* + 250 mg MSG. This data was high compared with water, control treatment (0.478 g / individu) and MSG control treatment (0.553 g / individu). The highest mortality rate of *S. litura* larvae was 100 % on the freatment of 1 g *B. thuringiensis* + 250 mg MSG, while the lowest one was 55 % on the treatment of 0,2 g *B. thuringiensis* + 250 mg MSG.

RINGKASAN

DEBORA SEMBIRING. Pengaruh Pemberian Formulasi *Bacillus Thuringiensis* Berliner Dengan Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Kemampuan Makan Dan Mortalitas Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera : Noctuidae) (Dibimbing oleh **TRIANI ADAM** dan **ROSDAH THALIB**)

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada bulan September sampai dengan November 2011. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran formulasi *B. thuringiensis* dan monosodium glutamat (MSG) terhadap kemampuan makan dan tingkat mortalitas larva *S. litura*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan (campuran *B.thuringiensis* dan MSG), 2 kontrol (perlakuan air dan perlakuan MSG) dan 4 ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian formulasi MSG pada pakan serangga uji meningkatkan kemampuan makan serangga uji. Peningkatan kemampuan makan tertinggi dicapai pada perlakuan 0,4 g *B. thuringiensis* + 250 mg MSG, yaitu sebesar 0,623 g/ekor dibandingkan dengan perlakuan kontrol (air) sebesar 0,478 g/ekor dan perlakuan kontrol (MSG) sebesar 0,553 g/ekor. Mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan 1g *B. thuringiensis* + MSG 250 mg dengan mortalitas mencapai 100 %, sedangkan mortalitas terendah adalah pada perlakuan 0.2g *B. thuringiensis* + MSG 250 mg mencapai 55%.

**PENGARUH PEMBERIAN FORMULASI *Bacillus thuringiensis* Berliner
DENGAN MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) TERHADAP KEMAMPUAN
MAKAN DAN MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* Fabricius
(LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE)**

**Oleh
DEBORA SEMBIRING**

**SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

**pada
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

Skripsi

**PENGARUH PEMBERIAN FORMULASI *Bacillus thuringiensis* Berliner
DENGAN MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) TERHADAP KEMAMPUAN
MAKAN DAN MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* Fabricius
(LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE)**

**Oleh
DEBORA SEMBIRING
05071005019**

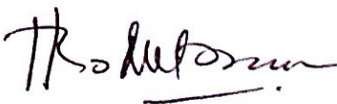
**telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

Pembimbing I



Ir. Triani Adam, M.Si.

Pembimbing II

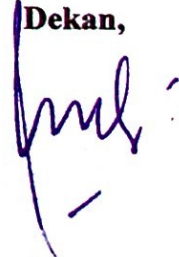


Ir. Rosdah Thalib, M.Si.

Indralaya, 15 Februari 2012

**Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**

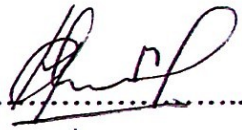
Dekan,



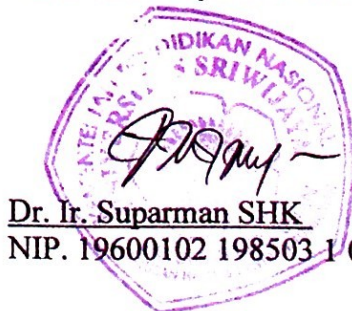
**Prof. Dr. Ir. Imron Zahri, MS
NIP. 19521028 197503 1 001**

Skripsi berjudul "Pengaruh Pemberian Formulasi *Bacillus Thuringiensis* Berliner Dengan Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Kemampuan Makan Dan Mortalitas Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera:Noctuidae) oleh Debora Sembiring telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 5 Januari 2012.

Komisi Penguji

- | | | |
|-----------------------------|------------|--|
| 1. Ir. Triani Adam, M. Si. | Ketua | () |
| 2. Ir. Rosdah Thalib, M.Si. | Sekretaris | () |
| 3. Ir. Abdul Mazid | Anggota | () |
| 4. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si | Anggota | () |
| 5. Ir. Effendy TA, M.Si. | Anggota | () |

Mengetahui
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Suparman SHK
NIP. 19600102 198503 1 019

Mengesahkan
Ketua Program Studi
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Nurhayati, M.Si
NIP. 19620202 199103 2 001

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam laporan penelitian ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, 15 Februari 2012
Yang membuat pernyataan



Debora Sembiring

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Agustus 1988 di desa Buluh Pancur, Kec Lau Baleng, Kab Karo, Sumatera Utara. Merupakan anak ke dua dari lima bersaudara, Ayah bernama Simon Sembiring dan Ibu bernama Kasmaria Tampubolon.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD N 1 Buluh Pancur, Kec. Lau Baleng pada tahun 2000. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTP N 1 Lau Baleng pada tahun 2003 dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan tahun 2006 di SMA N 1 Pancur Batu, Deli Serdang. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi program strata 1 Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2007 melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

Didalam bidang akademik penulis pernah menjadi asisten terbaik untuk praktikum matakuliah Hama Penting Tanaman Utama (HPTU) dan juga praktikum matakuliah Hama dan Penyakit Pasca Panen (HP3) pada tahun ajaran 2010 - 2011. Penulis juga tercatat sebagai anggota HIMAPRO (Himpunan Mahasiswa Proteksi) yang aktif pada tahun 2007-2011.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Penyayang atas berkat dan kasihNya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Pengaruh Pemberian Formulasi *Bacillus thuringiensis* Berliner Dengan Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Kemampuan Makan Dan Mortalitas Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera:Noctuidae)" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian. Usaha penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta saran dari semua pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang mengasihi hidupku, memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
2. Ibu Ir. Triani Adam M. Si sebagai pembimbing pertama dan ibu Ir. Rosdah Thalib, M.Si. sebagai pembimbing kedua yang telah banyak memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Abdul Mazid, Ibu Dr. Ir. Nurhayati, M.Si dan Bapak Ir. Effendy TA, M.Si. selaku dosen penguji selaku penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan guna penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Suparman SHK selaku ketua jurusan, Bapak Dr. -phil. Dipl.-Ing. Agr. Ir. Arinafril yang telah banyak memberikan ilmu dan pengarahan saat

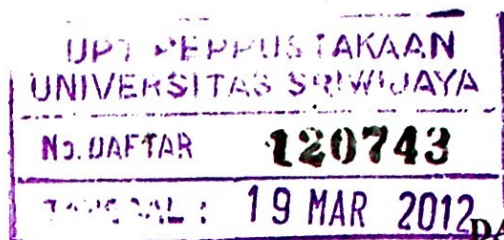
pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi, dan semua Dosen dan Staf Administrasi khususnya "yuk Ires" di Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan UNSRI yang telah memberikan bantuan selama penulis mengikuti pendidikan dalam perkuliahan.

5. Keluargaku tercinta Bapak S. Sembiring Depari Amd dan Mamak K. Tampubolon serta abang dan adik-adikku (Sabta Imanuel Sembiring Depari SSi, Devi Ani Agave Br Sembiring Depari, Nelson Abet Nego Sembiring Depari, Jonathan Sembiring Depari) yang telah memberikan doa dan dukungan baik moril dan materil serta kasih sayang yang tak terkira buat hidupku.
6. Buat mama itinkquh (Ade Febrinanta Ginting) terima kasih buat kekelengenndu dan motivasindu buatku selama ini semoga tetap bisa saling mendukung kedepannya.
7. Teman sepelayananku seluruh Guru KA/KR di GBKP Palembang terima kasih atas dukungan doa dan kebersamaan kita selama ini.
8. Semua sahabat-sahabatku tersayang Desintha V.Tarigan, Junindah Zessika Sirait, Marni Jayanti Rajagukguk, Damme marojahan Tobing, dan seluruh teman seperjuangan angkatan 2007 yangg tidak disebutkan satu-satunya terima kasih atas semangat dan kerjasama kita selama ini, dan juga harapan sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.
9. Teman-teman se-kost ku Meilan, Gilang, Heje, Dani, Lina, Mona, Ina, Rika, Dewi, Elma, Winda, terima kasih sudah menemaniku saat suka dan duka dan menjadi keluargaku di Indralaya.

10. Penulis menyadari masih banyak kekurangan didalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Saran dan kritik yang membangun penulis guna membantu dalam penulisan berikutnya. Semoga skripsi ini berguna bagi kita semua. Amin.

Indralaya, Februari 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	4
C. Hipotesis	4
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ulat Grayak <i>Spodoptera litura</i> Fabricius.....	5
1. Arti ekonomi	6
2. Biologi dan Morfologi	6
a. Telur	6
b. Larva	7
c. Pupa.....	7
d. Imago.....	8
3. Pengendalian	8
B. Formulasi Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner.....	9
C. Monosodium Glutamat (MSG)	12

III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	14
B. Bahan dan Alat.....	14
C. Metode Penelitian	14
D. Cara Kerja	15
1. Persiapan Serangga Uji	15
2. Persiapan Pakan Serangga.....	16
3. Campuran Formulasi <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner dengan Monosodium Glutamat (MSG)	17
4. Aplikasi campuran formulasi <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner dengan Monosodium Glutamat (MSG).....	19
E. Parameter Pengamatan	18
1. Gejala infeksi Serangan <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner terhadap larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius.....	20
2. Kemampuan makan larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	20
3. Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius.	20
E. Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
1. Gejala infeksi Serangan <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner terhadap larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	22
2. Kemampuan makan larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	23
3. Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran	28

DAFTAR PUSTAKA 29

LAMPIRAN 33

DAFTAR TABEL

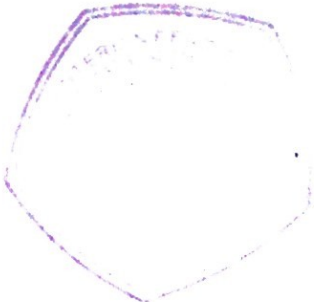
	Halaman
1. Pengaruh Perlakuan Kemampuan makan <i>Spodoptera litura</i> Fabricius (g)...	23
2. Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius (%).....	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	5
2. Formulasi bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner yang berbahan aktif δ -endotoksin <i>Bacillus thuringiensis</i> serotype H.14 16,000 IU/mg	10
3. Monosodium Glutamat (MSG)	12
4. Persiapan Serangga Uji <i>Spodoptera litura</i> Fabricius instar 3	15
5. Pakan (daun kedelai) yang sudah siap dipanen.....	16
6. Campuran formulasi <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner dan Monosodium Glutamat (MSG) sesuai perlakuan (a) dan formulasi <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner dan Monosodium Glutamat (MSG) sesuai yang sudah dicampur 1 liter air steril (b)..	17
7. Pakan yang dibawa dari lahan pertanaman kedelai (a) dan pakan yang sudah ditimbang sebanyak 5g (b).....	18
8. Stoples yang sudah dialasi tissue dan berisi pakan yang sudah diaplikasikan <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner dan Monosodium Glutamat (MSG)sesuai dengan perlakuan	19
9. Larva <i>Spodoptera litura</i> Fabricius yang terinfeksi <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner.....	23
10. Rerata berat pakan yang dimakan <i>Spodoptera litura</i> Fabricius mulai dari 1 hari setelah aplikasi (1hsa) sampai 7 hari setelah aplikasi (7hsa).... ..	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Bagan Penelitian.....	34
2. Rerata kemampuan makan <i>Spodoptera litura</i> Fabricius (g/ekor).....	35
3. Rerata kemampuan makan <i>Spodoptera litura</i> Fabricius (g/ekor) 1 hari setelah aplikasi (1hsa) sampai tujuh hari setelah aplikasi (7hsa)	35
4. Mortalitas <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner menggunakan Uji BNJ 5%	38



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Spodoptera litura Fabricius merupakan salah satu serangga hama yang potensial merusak tanaman pertanian, terutama pada stadia larva. Larva yang biasa disebut ulat grayak ini bersifat polifag mampu merusak seluruh bagian tanaman secara serentak, terutama pada musim kemarau. Tanaman yang biasa dijadikan inang oleh hama ini di antaranya tanaman cabai, kubis, kentang, padi, tembakau, dan tanaman pertanian lainnya (Deptan, 2005). Menurut Kalshoven (1981) disamping sifat polifagnya, perkembangan larva serangga tersebut juga cukup cepat dan fekunditasnya cukup tinggi. Serangga ini dapat menghasilkan lebih dari sembilan generasi dalam satu tahun, sehingga memungkinkan makanan yang dikonsumsi menjadi tinggi serta jumlah tanaman yang dirusak juga cukup banyak. Larva serangga tersebut juga menyerang tanaman kol, kapas, kacang-kacangan, tomat, dan tanaman sayuran lainnya.

Menurut Marwoto *et al.* (2007) kehilangan hasil akibat serangan ulat grayak dapat mencapai 80%, dan serangan berat menyebabkan puso (gagal panen). Penyebaran ulat grayak cukup besar antara lain tersebar luas di Asia, Pasifik, dan Australia. Di Indonesia, hama ini terutama menyebar di Nanggroe Aceh Darussalam, Jambi, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Maluku, dan Papua.

Pengendalian biologis pada dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Musuh alami seperti parasitoid, predator,

dan patogen serangga hama merupakan agens hayati yang dapat digunakan sebagai pengendali ulat grayak (Marwoto, 1999). *Bacillus thuringiensis* Berliner merupakan agens hayati berupa bakteri yang efektif mengendalikan ulat grayak (Bejo, 1997). Pemanfaatan *B. thuringiensis* sebagai agens hayati untuk mengendalikan ulat grayak aman terhadap serangga bukan sasaran seperti parasitoid dan predator (Walker, 2007). Kombinasi feromon seks dan aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan mampu mencegah kehilangan hasil kedelai akibat serangan ulat grayak hingga 50% (Marwoto, 1996).

Bioinsektisida *B. thuringiensis* merupakan 90-95% dari bioinsektisida yang dikomersialkan untuk dipakai oleh petani di berbagai negara. Dengan kemajuan teknologi, gen insektisidal *B. thuringiensis* ini telah dapat diisolasi dan diklon sehingga membuka kemungkinan untuk diintroduksi ke dalam tanaman. Tanaman yang mengekspresikan gen *B. thuringiensis* ini dikenal dengan sebutan tanaman transgenik *B. thuringiensis*. Tanaman transgenik *B. thuringiensis* pertama kali dikomersialkan pada tahun 1995/96 dan sejak itu luas pertanaman ini meningkat (James, 2000).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja *B. thuringiensis* ialah mencampurkannya dengan insektisida yang memiliki cara kerja lebih cepat tetapi tidak memiliki dampak negatif yang besar. Selain meningkatkan kinerja salah satu komponennya, pencampuran dua jenis insektisida dengan cara kerja yang berbeda diharapkan dapat memperlambat terjadinya resistensi dan mengurangi pengaruh samping terhadap serangga yang berguna dan lingkungan (Priyono, 2002). Penggunaan insektisida dalam bentuk campuran dapat

meningkatkan efisiensi aplikasi karena dosis yang digunakan lebih rendah daripada dosis masing-masing komponennya secara terpisah, terutama bila campuran tersebut bersifat sinergistik (Stone *et al.*, 1988). Furlong & Groden (2001) melaporkan bahwa campuran antara cendawan patogen *Beauveria bassiana* dan insektisida imidakloprid pada LC10 dan LC20 bersifat sinergistik terhadap kumbang kentang *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae).

Selain formulasi *B. thuringiensis*, di Indonesia telah terdaftar lima formulasi insektisida berbahan aktif emamektin benzoat untuk mengendalikan hama kubis-kubisan (PPI, 2008). Insektisida tersebut merupakan analog sintetik dari avermektin, yaitu senyawa makrolida yang dihasilkan dari fermentasi bakteri tanah *Streptomyces avermitilis* (Djojsumarto, 2008). Hasil survei oleh Rauf *et al.* (2005) di Jawa Barat pada tahun 2004 menunjukkan bahwa insektisida berbahan aktif emamektin benzoat telah digunakan oleh dua pertiga dari jumlah petani kubis responden. Emamektin benzoat aktif terhadap berbagai jenis serangga hama dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, dan Homoptera (Jansson & Dybas, 1997). Insektisida tersebut tidak resisten di alam sehingga tidak berbahaya bagi musuh alami hama dan serangga berguna lain sehingga dapat digunakan secara kompatibel dalam sistem PHT (Jansson & Dybas, 1997).

Menurut Thamrin (2009) monosodium glutamate (MSG) adalah bentuk garam natrium dari glutamat. Jika MSG ditambahkan pada makanan, ia memberikan fungsi penyedap yang mirip dengan glutamat yang alami. Berdasarkan penelitian Pszczolkowski dan Brown (2004) membuktikan bahwa MSG dengan konsentrasi 250 mg/liter akan meningkatkan kemampuan makan pada larva *Heliothis sp* sampai 30 %

dengan percampuran *B. thuringiensis*, MSG dan biji kapas sehingga mortalitas larva tersebut juga meningkat. Baru-baru ini, dilaporkan bahwa bumbu MSG, banyak digunakan dalam industri makanan yang berfungsi sebagai kemampuan makan dan sebagai penambah potensi toksisitas pestisida terhadap larva ngengat pada serangga lepidoptera.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat campuran formulasi *B.thuringiensis* dan MSG terhadap kemampuan makan dan tingkat mortalitas larva *S. litura*.

C. Hipotesis

Diduga campuran formulasi *B.thuringiensis* dan MSG dapat merangsang peningkatan kemampuan makan sehingga mampu meningkatkan mortalitas larva *S. litura*.



DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. 1991. Bioekologi, serangan dan pengendalian hama pemakan daun kedelai. Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai. Malang, 8-11 Agustus 1991.
- Badan Pusat Statistik. 1993. Survei Pertanian. Luas dan Intensitas Serangan Jasad Pengganggu Padi dan Palawija di Jawa. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Balai Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2009. *Teknologi unggulan tanaman Hortikultura*. Yogyakarta. Puslibang Perkebunan.
- Bahagiawati. 2002. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai bioinsektisida. *AgroBio* 5(1): 21-28.
- Bejo. 1997. Efektivitas *Bacillus thuringiensis* (Bt) untuk mengendalikan perusak daun kacang tanah. Laporan Teknis Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbiumbian, Malang. 4 hlm.
- Departemen Pertanian. 2008. Panduan Pelaksanaan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Kedelai. Departemen Pertanian, Jakarta. 39 hlm.
- Departemen Pertanian (Deptan). 2005. Ulat Grayak (Online). Tersedia : http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/opt/bw/ulat_grayak.htm.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida & Apilkasinya*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Gill SS, Cowles AE, Pietrantonio PV. 1992. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. *Annu Rev Entomol* 37: 615-636.
- Glare RT, O'Callaghan M. 2000. *Bacillus thuringiensis: Biology, Ecology, and Safety*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Furlong MJ, Groden E. 2001. Evaluation of synergistic interaction between the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) pathogen *Beauveria bassiana* and the insecticides imidacloprid and cyromazine. *J Econ Entomol* 94:344-356.
- Husz B. 1929. The use of *Bacillus thuringiensis* in the fight against the corn borer. *Int Corn Borer Invest Sci Rep* 2: 99-110.

- Thamrin, HR. 2009. *Monosodium glutamat (MSG)*. Jakarta Pusat
- Hofte, H. And H. R. Whiteley. 1989. *Distribution of Bacillus thuringiensis*. Microbiol. Rev. 53 (2) : 242-255.
- James, C. 2000. Global review of commercial transgenic crops: 2000. ISAAA Briefs. No. 21: Preview. ISAAA: Ithaca, New York.
- Jansson RK, Dybas RA. 1997. Avermectins: biochemical mode of action, biological activity, and agricultural importance. Di dalam: Ishaaya I, editor. *Insecticides with Novel Modes of Action: Mechanisms and Application*. New York: Springer-Verlaag. hlm 152-170.
- Kalshoven L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. van der Laan PA, penerjemah. Jakarta: PT Ichtiar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari: *De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie*.
- Khaswar. Rahayuningsih, M dan Yulianti. 2001. Pengaruh Aerasi Terhadap Produksi Bioinsektisida oleh *Bacillus thuringiensis* Subsp. *Israelensis* Pada Bioindikator Tangki Berpengaduk dan Kolom Gelombang. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, volume 11 (3), 92-100.
- Lambert B, Peferoen M. 1992. Insecticidal promise of *Bacillus thuringiensis*. *Bioscience* 42: 112-122.
- Metcalf RL. 1986. The ecology of insecticides and the chemical control of insects. Di dalam: Kogan M, editor. *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice*. New York: John Wiley & Sons. hlm 251-297.
- Marwoto. 1996. Pengendalian hama daun kedelai dengan insektisida dan feromonoid seks ulat grayak. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 15(1): 26-29.
- Marwoto dan Bejo. 1997. Resistensi hama ulat daun terhadap insektisida di daerah sentra produksi kedelai di Jawa Timur. Laporan Teknis 1996-1997. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 14 hlm.
- Marwoto. 1999. Rakitan teknologi PHT pada tanaman kedelai. hlm. 67-97. Dalam *Prosiding Lokakarya Strategi Pengembangan Produksi Kedelai*, Bogor 16 Maret 1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Marwoto. 2007. Dukungan pengendalian hama terpadu dalam program bangkit kedelai. *Iptek Tanaman Pangan* 2(1): 79-92.

- Okada, T., W. Tengkan, and T. Djuwarso. 1988a. An outline on soybean pest in Indonesia in faunistic aspects. Seminar Balittan Bogor, 6 December, 1988. 37p.
- Pineda, S., F. Budia, M.I. Schneider, A. Gobbi, E. Vinuela, J. Valle and E.P. Del. 2004. Effects of two biorational insecticides, spinosad and methoxyfenozide, on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 97(6): 1906-1911.
- Pusat Perizinan dan Investasi. 2008. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan*. Jakarta: PPI, Departemen Pertanian.
- [PPI] Pusat Perizinan dan Investasi. 2008. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan*. Jakarta: PPI, Departemen Pertanian.
- Pracaya, 1993. Hama dan Penyakit Tanaman. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prijono D. 2002. *Pengujian Keefektifan Campuran Insektisida: Pedoman bagi Pelaksanaan Pengujian Efikasi untuk Pendaftaran Pestisida*. Bogor: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Pszczolkowski, MA. and John J. B. 2004. Enhancement of Spinosad Toxicity to *Cydia pomonella* Neonates by Monosodium Glutamate Receptor Agonist. *J. Phytoparasitica* 32(4):342-350.
- Pszczolkowski, M.A. and Brown, J.J. (2003) Effects of sugars and non-nutritive sugar substitutes on consumption of apple leaves by neonates of codling moth. *Phytoparasitica* 31:283-291.
- Pszczolkowski, M.A., Matos, L.F., Zahand, A. and Brown, J.J. (2002) Effect of monosodium glutamate on apple leaf consumption by codling moth larvae. *Entomol. Exp. Appl.* 103:91-98.
- Pszczolkowski, M.A., Zahand, A., Bushman, S.M. and Brown, J.J. (2003) Effects of calcium and glutamate receptor agonists on leaf consumption by lepidopteran neonates. *Pharm. Biochem. Behav.* 74:389-394.
- Purnomo. 1996. Pengaruh waktu tanam dan teknik budidaya terhadap penyakit utama tanaman kedelai. *Jurnal Penelitian Pengembangan Wilayah Lahan Kering* No. 18. September 1996.
- Rauf A, Prijono D, Dadang, Winasa IW, Russell IW. 2005. Survey of pesticide use by cabbage farmers in West Java, Indonesia [research report]. Bogor: Jurusan Hama dan Penyakit Pertumbuhan, Institut Pertanian Bogor.

- Sastrosiswojo S, Setiawati W. 1992. Biology and control of *Crocidolomia binotalis* in Indonesia. Di dalam: Talekar NS, editor. *Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and other Crucifer Pests*; Tainan, 10-14 Desember 1990. Tainan: AVRDC. hlm 81-90.
- Stone ND, Makela ME, Plapp FW. 1988. Nonlinear optimization analysis of insecticide mixture for the control of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol* 81: 989-994.
- Walker, G.P., P.J. Cameron, F.M. MacDonald, V.V. Madhusudhan, and A.R. Wallace. 2007. Affiacy of nucleopolyhedrovirus and azadirachtin on *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera : Noctuidae). *ELSEVIER. Biological Control* 40(2007): 142-151.
- [WHO] World Health Organization. 1999. Microbial Pest Control Agent: *Bacillus thuringiensis*. http://whqlibdoc.who.int/ehc/WHO_EHC_217.pdf [20 januari 2010].