

# PROSPEK PEMANFAATAN BIOPESTISIDA BAKTERI ENTOMOPATOGENIK ISOLAT LOKAL SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI HAMA TANAMAN SAYURAN

## UTILIZATION OF BIOPESTICIDE OF ENTOMOPATHOGENIC BACTERIA FROM LOCAL ISOLATES AS BIOLOGICAL CONTROL AGENT ON VEGETABLE PLANTS

Christina L. Salaki dan Dantje Tarore\*)

\*)Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Unsrat Manado 95115

E-mail: christinasalaki@gmail.com

*Eugenia* Volume 24 No. 2 Juni 2018

### ABSTRACT

The utilization efforts of entomopathogenic bacteria as an insecticide is still being developed. One of the pathogens with the potential to be developed as a source of insecticide is *Bacillus* spp. The study aims to determine the level of pathogenicity and the pathogenicity spectrum, as well as obtain isolates with high virulence against pests of vegetable crops to be used as a biopesticide candidates. Testing the power to kill larvae isolates of *Bacillus thuringiensis* against *Crociodolomia pavonana*, *Plutella xylostella* and *Spodoptera litura* performed by the method of Ohba and Aizawa. The results showed that of 21 local isolates *B. thuringiensis*, there were 15 isolates that could cause mortality of > 50% for the larvae of *C. binotalis*, 20 isolates against larvae of *P. xylostella* and 12 isolates against larvae of *S. litura*. LT<sub>50</sub> for treatment of *B. thuringiensis* in *C. pavonana* pests reached at 15.5 hours, at *P. xylostella* 10.2 hours and *S. litura* at 22.4 hours. Potential selected isolates based on their pathogenicity were then developed into biopesticide candidates to control pest *Crociodolomia pavonana*, *Plutella xylostella* and *Spodoptera litura* in vegetable crops.

**Keywords:** Utilization, Biopesticide, entomopathogenic bacteria, vegetable plants.

### ABSTRAK

Upaya pemanfaatan bakteri entomopatogenik sebagai insektisida masih terus dikembangkan. Salah satu patogen yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber insektisida adalah bakteri *Bacillus* spp. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenesis, spektrum patogenesis dan mendapatkan isolat yang memiliki virulensi yang tinggi terhadap hama tanaman sayuran untuk dijadikan sebagai kandidat biopestisida. Pengujian daya bunuh isolat *Bacillus thuringiensis* terhadap larva uji *Crociodolomia pavonana*, *Plutella xylostella* dan *Spodoptera litura* dilakukan dengan metode Ohba dan Aizawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 21 isolat *B. thuringiensis* lokal terdapat 15 isolat yang dapat menyebabkan mortalitas > 50 % terhadap larva *C. pavonana*, 20 isolat terhadap larva *P. xylostella* dan 12 isolat terhadap larva *S. litura*. LT<sub>50</sub> untuk perlakuan *B. thuringiensis* pada hama *C. pavonana* dicapai pada 15,5 jam, pada *P. xylostella* 10,2 jam dan *S. litura* pada 22,4 jam. Isolat yang potensial diseleksi berdasarkan patogenesisnya kemudian dikembangkan menjadi kandidat biopestisida untuk mengendalikan hama *Crociodolomia pavonana*, *Plutella xylostella* dan *Spodoptera litura* pada tanaman sayuran.

**Kata Kunci :** Pemanfaatan, Biopestisida, Bakteri entomopatogenik, tanaman sayuran

*Eugenia* Volume 24 No. 2 Juni 2018

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang memiliki pertanaman sayuran yang cukup besar. Panen tanaman sayuran tahun 2004, 2005 dan 2006 adalah 68,029 Ha, 57,765 Ha dan 57,732 Ha dan untuk produksinya 21,1; 22,4; dan 21,96 Ton/Ha (BPS Indonesia, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa produksi tanaman sayuran dari tahun ke tahun semakin menurun (Capinera, 2000; Bahagiawati, 2002; Sembel 2010).

Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman sayuran antara lain secara intensifikasi maupun ekstensifikasi. Dalam usaha meningkatkan produksi sayuran tentu tidak lepas dari faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas (Ahmad dan Hussain 2002). Untung (2006) menyatakan bahwa kerusakan tanaman akibat serangan hama tidak pernah berkurang, malahan semakin meningkat. Kerugian karena hama di Indonesia per tahun diperkirakan 15-20 % dari produksi pertanian total. Petani SULUT sudah terbiasa menggunakan pestisida dalam mengendalikan hama tanaman yang umumnya tidak lagi memperhatikan jenis hama pada waktu penyemprotan. Adanya pengaruh buruk bagi lingkungan dan fenomena resistensi pada serangga hama akibat penggunaan insektisida telah meningkatkan perhatian para ahli terhadap penelitian tentang pemanfaatan patogen-patogen untuk mengendalikan hama-hama tanaman pertanian (Lay 1991; Lonc 2001; dan Oka 1995). Patogen serangga relatif bersifat spesifik dan pengaruhnya seandainya ada jauh lebih kecil dari pada yang ditimbulkan oleh bahan-bahan kimia terhadap lingkungan atau organisme bukan sasaran.

Penggunaan bakteri entomopatogen mempunyai harapan untuk dikembangkan di masa mendatang. Karena mudah dan murah serta pengaplikasiannya yang efektif dan berwawasan lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat patogenisitas, spektrum patogenisitas dan virulensi yang tertinggi dari bakteri entomopatogenik terhadap serangga hama

tanaman sayuran untuk dijadikan sebagai kandidat biopestisida.

## METODE PENELITIAN

Uji Patogenisitas Isolat Unggul Bakteri Entomopatogen terhadap Larva-Larva Tanaman Sayuran

### Penyediaan Kultur Isolat

Pengujian daya bunuh isolat *B. thuringiensis* terhadap larva *P. xylostela* dilakukan dengan cara pembuatan inokulum berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Ohba *et al.* (1981). Masing-masing isolat *B. thuringiensis* diinokulasikan ke dalam Medium NA dan diinkubasikan selama 48 jam. Selanjutnya untuk setiap isolat dipanen dua petridis dan disuspensikan ke dalam 5 ml larutan Ringer Steril (1/4 strength). Konsentrasi spora di dalam suspensi ditentukan dengan metode *direct count* menggunakan *Haemocytometer*.

Perhitungan jumlah spora dilakukan dengan mengambil suspensi yang telah diencerkan dengan Larutan Ringer 100 kali ( $10^{-2}$ ). *Haemocytometer* yang dipakai berukuran luas 0,0025 mm<sup>2</sup> dan kedalaman 0,1 mm sehingga volume tiap petak adalah 0,00025 mm<sup>3</sup>. Perhitungan spora dilakukan pada lima bidang pandang mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Setiap bidang pandang terdiri dari enam belas petak *Haemocytometer*. Perhitungan jumlah spora tiap ml dapat dihitung dengan rumus :

$$x = \frac{n}{0.000025} = \frac{400}{1mm^3} = \frac{4 \times 10^6 n}{ml}$$

Keterangan :

X = jumlah spora per mililiter suspensi

n = jumlah rata-rata spora yang dihitung pada tiap petak

Berdasarkan nilai konsentrasi yang diperoleh lalu dibuat suspensi dengan pengenceran tertentu sehingga memiliki konsentrasi sebesar  $1,5 \times 10^7$  spora per/ml dengan volume sebesar 20 ml untuk masing-masing isolat. Selanjutnya

suspensi isolat tersebut digunakan dalam uji daya bunuh.

### Perbanyakkan Serangga Uji

Serangga uji diperoleh dengan mengumpulkan larva dari kebun kubis. Larva tersebut kemudian dipelihara di dalam laboratorium. Untuk memperoleh larva dalam jumlah yang cukup maka perbanyakkan dilakukan dengan menggunakan daun kubis yang masih segar sebagai pakan. Penggantian pakan dilakukan setiap hari sampai larva menjadi pupa. Setelah menjadi pupa lalu pupa-pupa dimasukkan ke dalam kurungan kasa (35 x 75 cm). Di dalam kurungan telah disiapkan tanaman kubis muda (umur 3-4 minggu) untuk tempat meletakkan telur. Untuk pakan ngengat diberi larutan madu 10 % yang dioleskan pada kapas. Pemberian madu diberikan setiap hari. Setelah ngengat bertelur dan cukup banyak telur yang diletakkan pada tanaman lalu tanaman dipindahkan ke kurungan lain selanjutnya ditunggu hingga telur menetas dan berkembang menjadi larva instar III. Larva tersebut diseleksi untuk Mandapatkan larva yang homogen yang akan dipakai sebagai larva uji

### Uji Daya Bunuh Dengan Metode Pencelupan Daun (*Leaf Dipped Method*)

Perlakuan pengujian daya bunuh isolat bakteri entomopatogen terhadap larva uji dilakukan dengan metode uji pakan dengan Metode Pencelupan Daun menurut Hamilton dan Attia (1977), yaitu dengan menggunakan potongan daun kubis berukuran 5 cm x 5 cm, potongan daun direndam ke dalam 20 ml suspensi bakteri entomopatogen selama 10 menit, kemudian dikering-anginkan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam botol *jam* (diameter 6 cm) yang telah disterilkan dan sebelumnya telah diisi dengan larva instar III (tiap botol 1 ekor) yang telah dipuasakan selama 8 jam. Untuk masing-masing isolat digunakan 30 ulangan (botol). Sebagai kontrol digunakan daun yang dicelupkan ke dalam larutan Ringer steril. Gejala sakit dan perilaku larva diamati dalam selang 6 jam, sedangkan kematian larva dihitung setelah 24, 48, 72 dan 96 jam masa

inkubasi. Daya bunuh masing-masing isolat dinyatakan dengan persen mortalitas.

### Seleksi Isolat Potensial Berdasarkan Nilai Daya Bunuh

Isolat yang memiliki daya bunuh  $\geq 50\%$  diseleksi sebagai isolat potensial untuk selanjutnya diuji patogenisitasnya terhadap serangga uji. Konsentrasi spora masing-masing isolat ditetapkan dengan penghitungan secara langsung (*direct count*) menggunakan *Haemocytometer*. Masing-masing isolat dibuat dalam 20 ml suspensi sel dengan lima konsentrasi yaitu (i)  $1,5 \times 10^7$  spora /ml (ii)  $1,5 \times 10^6$  spora /ml (iii)  $1,5 \times 10^5$  spora /ml (iv)  $1,5 \times 10^4$  spora /ml (v)  $1,5 \times 10^3$  spora /ml. Pengujian patogenisitas untuk masing-masing isolat dengan metode pencelupan daun dilakukan sama dengan yang telah diuraikan pada bagian uji daya bunuh. Pengamatan terhadap gejala sakit dan perilaku serangga uji serta kematian larva uji dilakukan pada jam ke 12, 24, 48, 72 dan 96 jam setelah perlakuan. Nilai patogenisitas dinyatakan dengan  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  yang dihitung dengan menggunakan metode *Probit Analysis* (Finney 1971) dan bila ada kematian kontrol dikoreksi dengan formula Abbot :

$$P = \frac{P' - C}{100 - C} \times 100 \%$$

Keterangan :

P : persentase mortalitas terkoreksi

P' : persentase mortalitas pengamatan

C : persentase mortalitas kontrol

Penyesuaian yang dilakukan dengan formula Abbot ini dilakukan untuk memperkirakan adanya kematian secara alami. Jika kematian kontrol mencapai 20 % maka perlakuan diulang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Daya Bunuh Dengan Metode Pencelupan Daun (*Leaf Dipped Method*)

Hasil pengujian 21 isolat bakteri *B. thuringiensis* terhadap larva *C. binatalis* instar III, dari 21 isolat yang diuji, hanya 15 isolat yang dapat menyebabkan mortalitas larva uji lebih dari 50%, sedangkan 6 isolat yang lain, mematikan tidak lebih

dari 50% larva uji, meskipun pengamatan dilakukan sampai hari ke-4 (96 jam) setelah perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Mortalitas larva *C. pavonana* instar III yang diperlakukan dengan isolat *B. Thuringiensis*  
Table 1.

No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)	No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)
1.	TPM	46,7	12.	TPTM	83,3
2.	TYM	76,7	13.	TKBIM	43,3
3.	TCM	33,3	14.	TKSM	73,3
4.	TPSM	56,7	15.	TKBM2	86,7
5.	TJM	53,3	16.	TDKM	76,7
6.	TTM	80,0	17.	THMS	53,3
7.	TPSM	56,7	18.	TRMS	40,0
8.	TPEM	43,3	19.	TKMS	56,7
9.	TSKM	63,3	20.	TWT	73,3
10.	TKBM1	56,7	21.	TTT	36,7
11.	TKTM	76,7			

Hasil pengujian 21 isolat bakteri *B. thuringiensis* terhadap larva *P. xylostella* instar III, dari 21 isolat yang diuji, ternyata 20 isolat yang dapat menyebabkan kematian lebih besar 50 % dan 1 isolat hanya dapat mematikan kurang dari 50 % (Tabel 2).

Tabel 2. Mortalitas larva *P. xylostella* instar III yang diperlakukan dengan isolat *B. Thuringiensis*  
Table 2.

No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)	No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)
1.	TPM	53,3	12.	TPTM	100
2.	TYM	76,7	13.	TKBIM	46,7
3.	TCM	56,7	14.	TKSM	76,7
4.	TPSM	60,0	15.	TKBM2	100
5.	TJM	56,7	16.	TDKM	73,3
6.	TTM	83,3	17.	THMS	60,0
7.	TPSM	60,0	18.	TRMS	56,7
8.	TPEM	50,0	19.	TKMS	63,3
9.	TSKM	66,7	20.	TWT	70,0
10.	TKBM1	60,0	21.	TTT	50,0
11.	TKTM	76,7			

Hasil pengujian 21 isolat bakteri *B. thuringiensis* terhadap larva *S. litura* instar III, dari 21 isolat yang diuji, ternyata hanya 12 isolat yang dapat menyebabkan kematian lebih besar 50 % dan 9 isolat lainnya hanya dapat mematikan kurang dari 50 % (Tabel 3).

**Tabel 3.** Mortalitas Larva *S. litura* Instar III Yang Diperlakukan Dengan Isolat *B. Thuringiensis*

Table 3.

No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)	No.	Kode Isolat	Mortalitas (%)
1.	TPM	43,3	12.	TPTM	66,7
2.	TYM	70,0	13.	TKBIM	40,0
3.	TCM	43,3	14.	TKSM	63,3
4.	TPSM	56,7	15.	TKBM2	76,7
5.	TJM	46,7	16.	TDKM	66,7
6.	TTM	76,7	17.	THMS	46,7
7.	TPSM	53,3	18.	TRMS	43,3
8.	TPEM	46,7	19.	TKMS	56,7
9.	TSKM	56,7	20.	TWT	53,3
10.	TKBM1	46,7	21.	TTT	46,7
11.	TKTM	60,0			

#### Paruh Waktu (LT<sub>50</sub>) dengan Perlakuan *B. thuringiensis*

Tabel 4. Paruh Waktu (LT<sub>50</sub>) (1,5 X 10<sup>7</sup> spora/ml) Isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *C. pavonana*, *P. xylostella* dan *S. litura*

Table 4.

	Nilai LT <sub>50</sub> (jam)	Limit Atas (jam)	Limit Bawah (Jam)
<i>C. pavonana</i>	15,5	19,4	12,8
<i>P. xylostella</i>	10,2	8,1	14,3
<i>S. litura</i>	22,4	28,8	18,2

Analisis probit menunjukkan bahwa LT<sub>50</sub> untuk perlakuan *B. thuringiensis* pada hama *C. pavonana* dicapai pada 15,5 jam, pada *P. xylostella* 10,2 jam dan *S. litura* pada 22,4 jam (Tabel 4).

Dari hasil pengujian semua isolat bakteri *B. thuringiensis* tersebut terdapat 15 isolat yang dapat mematikan larva uji (*C. binotalis*, *P. xylostella* dan *S. litura*) lebih besar dari 50 % setelah 96 jam pada konsentrasi  $1,5 \times 10^7$  spora/ml. Gejala yang ditimbulkan sesuai dengan yang dikemukakan oleh Heimpel and Angus (1963) yaitu serangga uji berubah perilakunya menjadi lamban, berhenti makan, diare dan setelah mati berbau busuk. Larva berubah warna menjadi gelap dan semakin mengecil, khas sebagai bangkai larva yang terserang bakteri. Dengan melihat mortalitas yang diakibatkan oleh isolate patogenik di atas, ternyata dengan konsentrasi  $1,5 \times 10^7$  spora/ml dapat membunuh sampai 100 % dengan waktu  $\pm$  96 jam walaupun kisaran daya bunuh antara isolat sangat bervariasi.

Untuk mengetahui secara lebih jelas mengenai patogenisitas isolat potensial tersebut maka dilakukan pengujian secara kuantitatif dengan konsentrasi spora yang bervariasi dari yang rendah sampai pada yang lebih tinggi sehingga dapat ditentukan nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  masing-masing isolat. Isolat yang diuji patogenisitasnya di antara 15 isolat potensial dipilih berdasarkan kemampuan menimbulkan mortalitas lebih besar 50 % pada pengamatan jam ke 24 dan untuk paruh waktu diambil isolat yang paling efektif yaitu TKMB2. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dapat mempercepat kematian serangga uji. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* mampu menekan atau menyebabkan kematian *C. pavonana*, *P. xylostella* dan *S. litura* mulai jam ke 110 setelah aplikasi.

### Gejala Larva Terinfeksi *B. thuringiensis*

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas larva mulai terganggu pada hari pertama setelah perlakuan. Gejala yang terlihat pada larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* yaitu larva yang selalu bergerak tetapi lamban, kemudian menjadi sangat lamban dan sama sekali tidak makan. Larva yang telah sangat lamban kadang-kadang mengeluarkan cairan dari mulut dan anus (diare). Larva yang menjadi diam ataupun yang baru mati mengalami gejala edema (Lee *et al.* 2003; Trizelia 2003; Suharto 2004; Khetan 2001; Salaki (1995, 1996, 1997 dan Salaki *et al.* 2009), kemudian berwarna gelap. Bangkai tersebut berbau busuk, dan pada hari berikutnya semakin mengecil, khas sebagai bangkai larva yang terserang bakteri. Gejala ini terlihat pada larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* dari setiap perlakuan konsentrasi. Gejala serta perubahan yang terjadi pada larva setelah aplikasi menunjukkan perbedaan dengan larva yang sehat. Ada larva yang terinfeksi dan sempat membentuk benang-benang yang menutupi dirinya tetapi tidak berhasil membentuk pupa, namun ada juga larva yang berhasil menjadi pupa tetapi pupa tersebut tidak normal yaitu warnanya hitam dan agak kisut (tubuhnya mengecil) dan yang berhasil menjadi ngelat, sayapnya tidak mim-buka tetapi melipat ke bagian toraks.

### KESIMPULAN

Pengujian daya bunuh 21 isolat *B. thuringiensis* terhadap hama *C. pavonana*, *P. xylostella* dan *S. litura* yang dapat menyebabkan mortalitas larva uji lebih dari 50 % berturut-turut 15 isolat, 20 isolat dan 12 isolat.

*B. thuringiensis* dapat menyebabkan mortalitas yang cukup tinggi pada larva *C. pavonana*, *P. xylostella* dan *S. litura* sehingga bakteri ini dapat digunakan sebagai kandidat biopestisida yang ramah lingkungan.

LT<sub>50</sub> untuk perlakuan *B. thuringiensis* pada hama *C. pavonana* dicapai pada 15,5 jam, pada *P. xylostella* 10,2 jam dan *S. litura* pada 22,4 jam

### UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan lewat penelitian Prioritas Nasional Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia, yang telah mendanai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. dan Z. Hussain. 2002. Entomopathogenic Nematodes Associated with Soil Types and Vegetation Cover in Potwar Region of Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. **5**(6):640-642.
- Bahagiawati, A. 2002. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Bioinsektisida. *Buletin AgroBio*. **5**(1):21-28.
- Capinera, J.L. 2000. *Plutella xylostella* Linn. <http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/diamondbackpupa.html>.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. Third Edition. Cambridge University Press.
- Hamilton, J.T. dan F.J. Attia. 1977. Effects of Mixtures of *Bacillus thuringiensis* and Pesticide on *Plutella xylostella* and the parasite *Thyracella collaris*. *Journal Economic Entomology*. **70**:146-148.
- Heimpel, A.M. dan T.A. Angus. 1963. Disease Caused by Certain Sporeforming Bacteria. In Steinhaus EA (Ed); *Insect Pathology and Advanced Trastise*. Vol. 2; Academic Press. New York.
- Khetan, S.K.. 2001. *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker, Inc. USA.
- Lee, D.H., I.H. Cha, D.S. Woo, and M. Ohba. 2003. Microbial Ecology of *Bacillus thuringiensis* Fecal Populations Recovered from Wildlife in Korea. *Canadian Journal of Microbiology*. **49**(7):465-471.
- Lonc, E., W. Doroszkiewicz, M.J. Klowden, K. Rydnanicz and A. Galgan. 2001. Entomopathogenic Activities of Enviromental Isolates of *Bacillus thuringiensis* Against Dipteran Larvae. *Journal of Vector Ecology*. **26**(1):15-20.
- Ohba, M., K. Ono, K. Aizawa, and S. Iwanami. 1981. Two New Subspecies of *Bacillus thuringiensis* Isolated in Japan. *B. thuringiensis* subspecies *kumamotoensis* (serotype 18) and *B. thuringiensis* subspecies *tochigiensis* (Serotype 19). *Journal of Invertebrate Pathology*. **38**:184-190.
- Salaki Ch. 1995. Toksisitas *Bacillus thuringiensis* Asal Manado Terhadap *Crocidolomia binotalis* dan *Spodoptera litura*. *Journal Eugenia*. **1**(4); 59-63.
- Salaki, Ch. 1996a. Prospek Pemanfaatan Isolat Lokal *Bacillus thuringiensis* dalam Pengendalian Serangga Hama Perusak Daun (*Cnaphalocrosis medinalis*) pada Tanaman Padi. *Journal Eugenia*. **2**(3): 272-284.
- Salaki, Ch. 1996b. Studi Efikasi Kemungkinan Aplikasi Beberapa Isolat Lokal *Bacillus* sp. dalam Pengendalian Secara Biologis Populasi Larva *Plutella xylostella* Linn. Fakultas Pertanian Unsrat Manado.
- Salaki, Ch., G. Manengkey dan Rondonuwu F. 1997. Keragaman jenis *Bacillus thuringiensis* isolat lokal Tomohon sebagai agen pengendali hayati hama-

- hama tanaman kubis di Kota Tomohon.  
Fakultas Pertanian Unsrat Manado.
- Salaki, Ch., J. Situmorang dan L. Sembiring. 2009. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Indonesia (*Bacillus thuringiensis*) yang Berpotensi sebagai Agensi Pengendalian Hayati terhadap Serangga Hama Kubis (*Crocidolomia binotalis*). *Pros.Seminar Nasional Basic Science VI* Fakultas MIPA Universitas Brawidjaya, Malang
- Sembel, D.T. 2010. *Pengendalian Hayati*. Fakultas Pertanian Unsrat Manado. Andi Offset Yogyakarta.
- Suharto. 2004. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* Isolates on *Plutella xylostella*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. **10**(2):8-12.
- Trizelia. 2003. Pemanfaatan *Bacillus thuringiensis* untuk Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis*. *Kumpulan Makalah Entomologi*. Jakarta.
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Edisi Kedua. Fakultas Pertanian UGM, Gadjah Mada University Press.

