

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 PESTS

Christina. L. Salaki, Dantje Tarore, dan Guntur Manengkey^{*)}

^{*)}Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Unsrat Manado 95115

ABSTRACT

The utilization efforts of entomopathogenic bacteria as an insecticide is still being developed. One of the potential pathogen, which is developed as a source of insecticide is *Bacillus* spp. The study aims to determine the level of pathogenicity, and get the pathogenity spectrum isolates in the high virulences against the pests of vegetable crops to be used as a biopesticide candidates. Testing the power to kill larvae isolates of *Bacillus thuringiensis* against *Crocidolomia binotalis*, *Plutella xylostella* and *Spodoptera litura* was performed by the Method of Ohba and Aizawa. The results showed that, of 21 local isolates *B. thuringiensis*, there were 15 isolates could cause the mortality of > 50% of the larvae of *C. binotalis*, 20 isolates toward larvae of *P. xylostella* and 12 isolates toward larvae of *S. litura*. The isolates, which could potentially be selected based on the pathogenicity, the candidates will then be developed into a biopesticide for pests control of *Crocidolomia binotalis*, *Plutella xylostella* and *Spodoptera litura* on vegetable crops.

Keywords: *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 *Crocidolomia binotalis*, *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. binotalis*, 20 isolat terhadap larva *P. xylostella* dan 12 isolat terhadap larva *S. litura*. Isolat yang berpotensi selanjutnya akan diseleksi berdasarkan patogenesisnya kemudian akan dikembangkan menjadi kandidat biopestisida untuk mengendalikan hama *Crocidolomia binotalis*, *Plutella xylostella* dan *Spodoptera litura* pada tanaman sayuran.

Kata kunci : *biopestisida, bakteri entomopatogenik, tanaman sayuran*

PENDAHULUAN

Tanaman sayuran merupakan komoditi perdagangan penting di Provinsi Sulawesi Utara, oleh sebab itu pemerintah provinsi Sulawesi Utara telah mengeluarkan kebijakan program pembangunan komoditi unggulan pada tanaman sayuran tersebut, sehingga bisa mengelolanya menurut sistem pertanian modern, yakni bercirikan efisiensi dan mampu merespon perubahan-perubahan teknologi dan permintaan pasar global (DPTPH, 2011a ; 2011b).

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. Akibatnya petani cenderung menambah dosis pestisida yang dianjurkan dan interval waktu penyemprotan semakin pendek. Petani sayuran di Kecamatan Tompasso (sentra produksi hortikultura di Kabupaten Minahasa) dan Desa Rurukan (sentra produksi sayuran di Kota Tomohon) dan Desa Modinding (sentra produksi sayuran) menyemprot sampai 10 kali dalam satu musim tanam. 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 (Lonc, *et.al.*, 2001; Untung, 2006). 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.

Seperti halnya pengendalian hayati lainnya (parasitoid dan predator), pemanfaatan patogen di lapangan dapat dilakukan dengan cara meng-introduksi patogen ke dalam populasi hama dengan harapan dapat menekan secara lebih permanen (Sembel 2010). Penggunaan bakteri entomopatogen mempunyai harapan untuk dikembangkan di masa mendatang. Karena mudah dan murah serta pengaplikasiannya yang efektif dan berwawasan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenisitas, spektrum patogenisitas dan virulensi yang tinggi dari bakteri entomopatogenik terhadap serangga hama tanaman sayuran untuk dijadikan sebagai kandidat biopestisida.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Unsrat, Manado. Penelitian berlangsung pada bulan Juni-November 2012.

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* di-inokulasikan ke dalam Medium NA dan diinkubasikan selama 48 jam. Selanjutnya untuk setiap isolat dipanen dua cawan petri 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 $0,0025 \text{ mm}^2$ dan kedalaman $0,1 \text{ mm}$ sehingga volume tiap petak adalah $0,00025 \text{ mm}^3$. 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 :

$$X = \frac{n}{0,00025 \text{ mm}^2} = \frac{400}{1 \text{ mm}^3} \dots\dots\dots(1)$$

$$= \frac{4 \times 10^6 n}{\text{ml}}$$

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/ml dengan volume sebesar 20 ml untuk masing-masing isolat. Selanjutnya suspensi isolat tersebut digunakan dalam uji daya bunuh.

Perbanyak Serangga Uji

Serangga uji diperoleh dengan mengumpulkan larva dari kebun kubis. Larva *C. binotalis*, *P. xylostella* dan *S. litura* tersebut kemudian dipelihara di laboratorium. Untuk memperoleh larva dalam jumlah yang cukup maka perbanyakan 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 ($35 \times 75 \text{ cm}$). 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 mendapatkan 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 $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$, potongan daun direndam ke dalam 20 ml suspensi *B. thuringiensis* 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. Nilai uji daya bunuh yang dihitung dengan formula Abbot:

$$P = \frac{P' - C}{100 - C} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

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. binotalis* 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).

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).

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).

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 Salaki (2010) 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.

Tabel 1. Mortalitas Larva *C. binotalis* Instar III yang Diperlakukan dengan Isolat *B. thuringiensis*
(Table 1. Mortality Larvae *C. binotalis* Instar III were Treated with Isolates *B. thuringiensis*)

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			

Tabel 2. Mortalitas Larva *P. xylostella* Instar III yang Diperlakukan dengan Isolat *B. thuringiensis*
(Table 2. Mortality Larvae *P. xylostella* Instar III were Treated with Isolates *B. thuringiensis*)

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			

Tabel 3. Mortalitas Larva *S. litura* Instar III yang Diperlakukan dengan Isolat *B. thuringiensis*
(Table 3. Mortality Larvae *S. litura* Instar III were Treated with Isolates *B. thuringiensis*)

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			

Untuk mengetahui secara lebih jelas mengenai patogenisitas isolat potensial tersebut maka perlu 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 daya bunuhnya di antara 15 isolat potensial dipilih berdasarkan kemampuan menimbulkan mortalitas lebih besar 50% pada pengamatan jam ke-24.

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, *et al.*, 2007; 2009a; 2009b; 2009c; 2010a; 2010b; 2011a; 2011b), 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 perbeda-

an 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 ngengat, sayapnya tidak membuka tetapi melipat ke bagian toraks.

KESIMPULAN

Pengujian daya bunuh 21 isolat *B. thuringiensis* terhadap hama *C. binotalis*, *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. binotalis*, *P. xylostella* dan *S. litura* sehingga bakteri ini dapat digunakan sebagai kandidat biopestisida yang ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan 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. and 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.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS Indonesia). 2008. *Produksi Tanaman Sayuran*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id/sector/agri/horti/index.html#methodologies>. Diakses tanggal 14 Nopember 2008.
- 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>. Diakses tanggal 26 Nopember 2007.
- [DPTPH] Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura. 2011a. *Laporan Pelaksanaan Data Base Hortikultura*. Bagian Proyek Pengembangan Agribisnis Hortikultura dan Aneka Tanaman Sulawesi Utara.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura (DPTPH). 2011b. *Program Pengembangan Komoditi Unggulan Tanaman Pangan dan Hortikultura T.A. 2001-2004 Di Propinsi Sulawesi Utara*.
- Hamilton, J.T. and 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.
- Khetan, S.K. 2001. *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker, Inc. USA.
- Lee, D.H., Cha I.H., Woo D.S., and Ohba M. 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. Rydnicz, and A. Galgan. 2001. Entomopathogenic Activities of Environmental 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.L., G. Manengkey, dan D. Tarore. 2007. *Penyebaran, Kepadatan Populasi dan Kemungkinan Aplikasi Bacillus thuringiensis Isolat Lokal dalam Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah di Kota Manado*. Laporan Hasil Penelitian Fundamental.
- Salaki, Ch.L., J. Situmorang, dan L. Sembiring. 2009a. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Indonesia (*Bacillus thuringiensis*) yang Berpotensi sebagai Agensia Pengendalian Hayati terhadap Serangga Hama Kubis (*Crocidolomia binotalis*). *Pros.Seminar Nasional Basic Science VI Fakultas MIPA Universitas Brawidjaya, Malang*.
- Salaki, Ch.L. 2009b. Uji Patogenisitas Isolat Bakteri Indigenous (*Bacillus thuringiensis*) Terhadap Serangga Hama Kubis (*Crocidolomia binotalis*). *Jurnal BIOTA Vol.14(3)* : hal 192-197.
- Salaki, Ch.L. 2009c. Analisis Diversitas Isolate (*Bacillus thuringiensis*) Indigenous Indonesia yang Patogenik Terhadap *Crocidolomia binotalis* dengan Pendekatan Sistemik Numeric. *Jurnal BIOTA Vol.14(3)*: hal 192-197.
- Salaki, Ch.L. 2010a. Keanekaragaman Genetik Isolat *Bacillus thuringiensis* Berliner Endogen Indonesia Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera : Pyralidae) Pada Tanaman Kubis. Disertasi Doktor UGM Yogyakarta.
- Salaki, Ch.L. 2010b. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Indonesia (*Bacillus thuringiensis*) yang Berpotensi Sebagai

- Agensia Pengendalian Hayati terhadap Serangga Hama Kubis (*Crociodolomia binotalis*). *Jurnal AGRIVITA* Vol. 31(2) : hal 174-181.
- Salaki, Ch.L. 2011a. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenus (*Bacillus cereus* Frank.) Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama Kubis. *Jurnal Eugenia* Vol.17(1): hal 10-15.
- Salaki, Ch.L. 2011b. Aplikasi Metode ARDRA dalam Identifikasi Isolat *Bacillus thuringiensis* Endogenik Sebagai Pengendali Hama Kubis *Crociodolomia binotalis*. *Jurnal Eugenia* Vol. 17 (2).
- 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 *Crociodolomia binotalis*. *Kumpulan Makalah Entomologi*. Jakarta.
- Untung K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Edisi Kedua. Fakultas Pertanian UGM, Gajah Mada University Press.