

Prosiding

SEMINAR NASIONAL

DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN
BIDANG ILMU-ILMU PERTANIAN

BKS-PTN WILAYAH BARAT

TAHUN 2013

TEMA :

“INTEGRATED FARMING MENUJU KETAHANAN PANGAN DAN ENERGI
DALAM SISTEM PERTANIAN BERKELANJUTAN”

Pontianak, 19-20 Maret 2013

Volume 1

Editor:

Dr. Iwan Sasli, SP., M.Si
Dr. Ir. Tris Haris Ramadhan, MP.
Dr. Ir. H. Radian, MS.
Dr. Ir. Edy Sahputra, M.Si
Dr. Ir. Tino Orciny Chandra, MS.
Dr. Ir. Iman Siswanto, MP.

Dr. Ir. Hj. Denah Suswati, MP.
Dr. Ir. Yohana SKD, MP
Dr. Drh. Zakiyatulyaqin, M. Si
Dr. Evi Gusmayanti, M.Si
Dr. Ir. Gusti Zakaria, A. M.Es
Ir. Ani Muani, MS

Supriyanto, SP., M.Sc
Dr. Sholahuddin, STP, M.Si
Ari Krisnohadi, SP., M.Si
Imelda, SP., M.Sc
M. Pramulya, SP., M.Si
Dr. Ir. H. Wasi'an, M.Sc
Dr. Tantri Palupi, SP, M.Si



Diselenggarakan:
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK



FITOHORMON BAKTERI ENDOFIT INDIGENUS BAWANG MERAH Zurai Resti, Trimurti Habazar, Deddi Prima Putra and Nasrun	725
PENGARUH KOMPOS DARI LIMBAH PADAT INDUSTRI PERKEBUNAN TERHADAP KIMIA TANAH DI KEBUN TEMBAKAU DELI Erwin dan Tengku Sabrina	731
SELEKSI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN (AZOSPIRILLUM DAN AZOTOBACTER) ASAL RHIZOSFER TANAMAN BUDIDAYA DI LAHAN LEBAK UNTUK MEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN PADI Neni Marlina, Silviana, dan Nuni Gofar	739
EROSI TANAH PADA SISTEM USAHATANI KONSERVASI DI LAHAN MARJINAL ARIPAN DTA SINGKARAK Aprisal, Bujang Rusman dan Refdinal	751
PROTEKSI TANAMAN	
EFIKASI TRICHOGRAMMA JAPONICUM ASHMEAD (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) DALAM PENGENDALIAN PENGGEREK BATANG PADI Wilyus, Fuad Nurdiansyah, Asni Johari, Siti Herlinda, Chandra Irsan, Yulia Pujiastuti	761
POTENSI BEAUVERIA BASSIANA VUILLEMIN LOKAL DALAM MENGENDALIKAN HAMA BRONTISPA LONGISSIMA GESTRO (COLEOPTERA:CHRYSOMELIDAE) PADA TANAMAN KELAPA Desita Salbiah dan Sutra	771
IDENTIFIKASI JAMUR PATOGEN PADA PERTANAMAN KACANG TANAH DI SUMATERA BARAT UNTUK PENGENDALIAN TERPADU HAMA PENGGEREK POLONG Reflinaldon, Hasmiandy Hamid, Trizelia	779
BIOLOGI HAMA KUTU TEPUNG PUTIH. PARACOCCUS MARGINATUS (WILLIAM AND GRANARA DE WILLINK, 1992) (HOMOPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) YANG MENYERANG TANAMAN PEPAYA (CARICA PAPAYA LINN) Rusli Rustam, Radith Mahatma, Rintyasning Maya Sari	789
KESESUAIAN BAHAN TAMBAHAN DALAM FORMULASI INSEKTISIDA NABATI DAN PERSISTENSI FORMULASI PADA PENGUJIAN SEMI LAPANGAN Dadang dan Heni Kartini	803
TOKSISITAS BIOINSEKTISIDA BERBASIS BACILLUS THURINGIENSIS ASAL TANAH OGAN ILIR SUMATERA SELATAN TERHADAP PLUTELLA XYLOSTELLA (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)	

	Yulia Pujiastuti	815
5	SKRINING JAMUR BEAVERIA BASSIANA SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI HAMA PENCUCUK BUAH KAKAO HELOPELTIS SPP.	
1	Purnomo, Yuyun Fitriana, Yul Yanti, Nur Yasin, & Sudi Pramono	822
	DAYA PARASITASI COTESIA FLAVIPES CAM. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PADA PENGGEREK BATANG TEBU BERGARIS (CHILO SACCHARIPHAGUS BOJ.) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) DI LABORATORIUM	
)	Susanti Oktaviana Simanjuntak, Maryani Cyccu Tobing dan Darma Bakti	831
	DISTRIBUSI ODONATA BERAZASKAN KEARIFAN LOKAL DENGAN SISTEM MINA PADI DI DESA MANIK RAMBUNG, SUMATERA UTARA	
	Ameilia Zuliyanti Siregar	841
	PENGARUH WAKTU APLIKASI HERBISIDA CAMPURAN ATRAZINA DAN MESOTRIONA TERHADAP PERTUMBUHAN GULMA PADA TANAMAN JAGUNG	
	Hasanuddin, Gina Erida, dan Saifullah	853
	PEMANFAATAN GULMA SEBAGAI TANAMAN OBAT OLEH MASYARAKAT DI KELURAHAN SUKARAJA, KABUPATEN SELUMA, BENGKULU	
	Erlina Yuniarti, Steffanie Nurliana, dan Nanik Setyowati	869
	FORMULASI BACILLUS SP SEBAGAI ANTIMIKROBA DAN PUPUK ORGANIK	
	Fifi Puspita, Fajar Restuhadi, dan Delita Zul	879
	PENAPISAN KEMAMPUAN ISOLAT RHIZOBAKTERIA INDIGENUS DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN TANAMAN CABAI TERHADAP PENYAKIT VIRUS DAUN KUNING KERITING	
	Jumsu Trisno, Trimurti Habazar, Jamsari, Sri Hendrastuti Hidayat	889
	PENGUJIAN LAMA PENYIMPANAN TRICHODERMA VIRIDE YANG DIFORMULASI DALAM BENTUK TEPUNG UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM YANG DISEBABKAN OLEH FUSARIUM OXYSPORUM F.SP CUBENSE PADA BIBIT PISANG	
	Nurbailis, Martinius, Eri Sulyanti dan Dedi hardi	903
	VARIABILITY OF RHIZOBAKTERIA INDIGENOUS OF EUCALYPTUS	
	Sulhaswardi, T. Habazar, Ujang Khairul, Nasrun, Y. Yanti	913
	PEMANFAATAN ALANG-ALANG SEBAGAI BAHAN DASAR BIOFUNGISIDA DENGAN PERLAKUAN BERBAGAI LAMA PENYIMPANAN UNTUK MENGENDALIKAN JAMUR GANODERMA	

TOKSISITAS BIOINSEKTISIDA BERBASIS *BACILLUS THURINGIENSIS* ASAL TANAH OGAN ILIR SUMATERA SELATAN TERHADAP *PLUTELLA XYLOSTELLA* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Toxicity Of *Bacillus Thuringiensis*-Based Bioinsecticide Indigenous Ogan Ilir District South Sumatera Towards *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Yulia Pujiastuti

Program Studi Ilmu Hama dan penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
e-mail: yulunsri@yahoo.com

ABSTRACT

The purposes of research were to develop *Bacillus thuringiensis*-based bio-insecticide using several media which is cheap, abundance in quantity and high toxicity to insect pests. Soil sample was taken from swampy area in Ogan Ilir District South Sumatera Province. Isolation and identification of *B. thuringiensis* isolates and bioassay were conducted in Laboratory of Phytopathology and Laboratory of Entomology Dept. Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture Sriwijaya University. *B. thuringiensis* isolate IIMT used was one of collection isolates of Laboratory. Observations were focused on number of spores production and their toxicity against *Plutella xylostella* larvae. Media used were coconuts water, soybean soaking water, tofu liquid waste, mixture of coconuts water and soybean soaking water (1:1 v/v), mixture of coconut water and tofu liquid waste (1:1 v/v) and Nutrient Broth, as well. The result showed the highest spore production was yielded from mixture of coconuts water and soybean soaking water (1:1 v/v), i.e. 3.02×10^6 spores/ml, while the lowest one was on tofu liquid waste media, i.e. 2.37×10^7 spores/ml. Bioassay test showed 100 percent mortality of *P. xylostella* on mixture of coconuts water and soybean soaking water media. The use of cheap and safe media such as industrial and agricultural waste was suitable for producing *B. thuringiensis*-based bio-insecticide.

Key words: Bacillus thuringiensis, Bio-insecticide, Plutella xylostella

ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan bioinsektisida berbasis *Bacillus thuringiensis* dengan menggunakan media yang mudah didapat dan murah namun memberikan efek toksik yang tinggi. Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah rawa di Kecamatan Ogan Ilir, isolasi dan identifikasi *B. thuringiensis* serta uji bioassay dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan Laboratorium Entomologi Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan (PS IHPT) Fakultas Pertanian UNSRI dari bulan Juni 2012 - Januari 2013. Isolat *B. thuringiensis* yang digunakan adalah koleksi PS IHPT. Pengamatan difokuskan pada spora *B. thuringiensis* yang dihasilkan dan toksisitasnya terhadap ulat kubis *Plutella xylostella* instar ketiga. Media yang digunakan adalah air kelapa (AK), air rendaman kedelai (ARK), limbah cair tahu (LCT), campuran air kelapa dan air rendaman kedelai (AK dan ARK, 1:1 v/v), campuran air kelapa dan limbah cair

05090111301101001143

tahu (AK dan LCT, 1:1 v/v) serta Nutrient Broth (sebagai kontrol). Hasil pengamatan menunjukkan *B. thuringiensis* dengan jumlah spora tertinggi adalah yang ditumbuhkan pada campuran air kelapa dan air rendaman kedelai sebanyak $3,02 \times 10^6$ spora/ml, sedangkan terendah pada media limbah cair tahu yaitu $2,37 \times 10^7$ spora/ml. Uji bioassay terhadap *P. xylostella* menunjukkan bahwa mortalitas tertinggi didapatkan pada perlakuan campuran air kelapa dan air rendaman kedelai sebesar 100 persen. Penggunaan bahan media yang mudah didapat dan murah serta sesuai untuk memperbanyak *B. thuringiensis* sebagai bahan bioinsektisida dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian hama.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis*, Bioinsektisida, *Plutella xylostella*

PENDAHULUAN

Plutella xylostella (Lepidoptera:Plutellidae) merupakan serangga hama penting pada tanaman Brassicaceae terutama kubis (Kalshoven, 1981). Kerusakan yang ditimbulkan dapat mengakibatkan kehilangan hasil sampai dengan 100 persen apabila tidak dikendalikan. Karena penyebaran serangga hama ini yang sangat luas (kosmopolitan) (Talekar & Shelton, 1993), baik di dataran tinggi maupun dataran rendah, maka pengendalian harus dilakukan secara menyeluruh. Pada umumnya pengendalian hama *Plutella* dilakukan dengan menggunakan bahan kimia sintetik atau secara kimiawi. Resiko kerugian bagi lingkungan terutama serangga berguna dan efek residunya, tidak dapat dihindarkan. Oleh karena itu, diperlukan usaha alternatif dalam pengendaliannya (Cheng, 1988; Ismail *et al.*, 2012).

Pengendalian dengan bioinsektisida berbasis bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis* merupakan salah satu alternatif. Bakteri tersebut mampu mematikan serangga hama karena adanya endotoksin -berupa kristal protein- yang dihasilkan pada waktu sporulasi. Toksin tersebut bekerja seperti racun perut sehingga dalam aplikasinya, protein harus masuk kedalam sistem pencernaan (Bravo *et al.*, 2007; Asano *et al.*, 2003). Kesesuaian pH dalam midgut serangga merupakan persyaratan dalam mekanisme kerja protein tersebut. Pada serangga yang tergolong dalam ordo Lepidoptera, pH midgut sekitar 9 akan mampu mengubah protein menjadi toksin sehingga mampu diserap oleh molekul-molekul yang terdapat pada dinding sel midgut. Dalam keadaan tersebut, pada dinding midgut akan terbentuk pori-pori yang menyebabkan terjadinya pertukaran ion-ion didalam dan di luar midgut. Kejadian ini akan menyebabkan terjadinya lisis dan metabolisme serangga terganggu dan akhirnya serangga akan mati (Pujiastuti *et al.*, 1999; Soberón *et al.*, 2009; Asano *et al.*, 1998, 2003).

Bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* dibuat dengan memperbanyak bakteri tersebut dalam media yang sesuai. Pada umumnya dibutuhkan komponen berupa karbohidrat, glukosa dan garam mineral untuk pertumbuhan *B. thuringiensis*. Bahan yang mudah didapat, murah dan sesuai antara lain menggunakan bahan limbah berupa air kelapa (Chillcot & Pillay, 1985), air rendaman kedelai dan limbah cairan tahu (Morris *et al.*, 1996). Salah satu isolat *B. thuringiensis* asal daerah rawa di Sumatera Selatan (kode isolate IIMT) telah diuji toksisitasnya dan menghasilkan tingkat kematian > 90 persen terhadap ulat

pemakan daun sepatu *Sylepta* sp (Tarigan, 2012), *Spodoptera litura* dan *P. xylostella* (Unpublished data). Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan perbanyakan *B.thuringiensis* sebagai bioinsektisida dan diuji toksisitasnya terhadap ulat kubis *P. xylostella*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Phytopathologi dan Lab Entomologi Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNSRI dari bulan Juni 2012 - Januari 2013.

Bahan : Isolat *B.thuringiensis* adalah isolat IIMT yang berasal dari tanah rawa Kabupaten Ogan Ilir, Propinsi Sumatera Selatan. Media yang digunakan sebagai bahan perbanyakan adalah : 1) air kelapa (AK); 2) air rendaman kedelai (ARK); 3) limbah cair tahu (LCT), 4) campuran air kelapa dan air rendaman kedelai (1:1, v/v) (AK+ARK), 5) campuran air kelapa dan limbah cair tahu (1:1, v/v) ((AK+LCT); dan 6) Nutrient Broth (sebagai kontrol). Penambahan garam organik seperti 0.3 g/l $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.02 g/l $MnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.02 g/l $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.02 g/l $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, dan 1.0 g/l $CaCO_3$, mengikuti prosedur Dulmage dan Rhodes (1971).

Persiapan inokulum *B.thuringiensis*

Isolat *B.thuringiensis* IIMT ditumbuhkan kembali dalam media Nutrien Agar NGKG. Satu jarum ose ditumbuhkan dalam 50 ml Nutrient Broth dikocok dengan kecepatan 200 rpm selama 12 jam, selanjutnya diambil volume sebanyak 10 persen dan ditumbuhkan kembali dalam 50 ml NB. Setelah dikocok selama 12 jam, diambil 2 ml inokulum dan dimasukkan dalam 100 ml media sesuai dengan perlakuan. Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali. Setelah pengocokan selama 96 jam dengan kecepatan 200 rpm, dilakukan penghitungan jumlah spora yang dihasilkan (Total Viable Spore Count) pada masing-masing perlakuan

Persiapan serangga uji *Plutella xylostella*

Serangga uji merupakan serangga yang dibiakkan di laboratorium dengan pakan daun caisin yang bebas dari kontaminasi insektisida hingga generasi ke 2. Ulat dipelihara pada wadah plastik ($d=10cm$, $t=20 cm$). Daun caisin diganti setiap hari untuk menjaga kesegarannya. Ulat *Plutella* yang digunakan adalah larva instar ke 3.

Uji toksisitas (Bioassay)

Daun caisin dibentuk segi empat berukuran 3 x 3 cm, diolesi dengan bahan bioinsektisida. Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan berupa 5 macam media tumbuh *B. thuringiensis* dan setiap perlakuan diulangi 5 kali dengan jumlah ulat sebanyak 10 ekor pada setiap ulangan. Dihitung jumlah larva yang mati setiap hari sampai dengan hari kelima. Data dianalisis dengan ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Produksi spora *Bacillus thuringiensis*

Setelah dilakukan pengocokan selama 96 jam, bakteri *B. thuringiensis* mengalami sporulasi yaitu fase menghasilkan spora. Pada media yang sesuai maka jumlah spora yang banyak dihasilkan. Pada perlakuan ini, terlihat bahwa media yang paling sesuai untuk pertumbuhan *B. thuringiensis* isolat IIMT adalah pada media campuran air kelapa dan air rendaman kedelai (1:1, v/v) yaitu sebanyak $3,02 \times 10^6$ spore/ml. Sementara itu, media limbah cair tahu menghasilkan jumlah spora yang terendah yakni $2,37 \times 10^2$ spora/ml. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

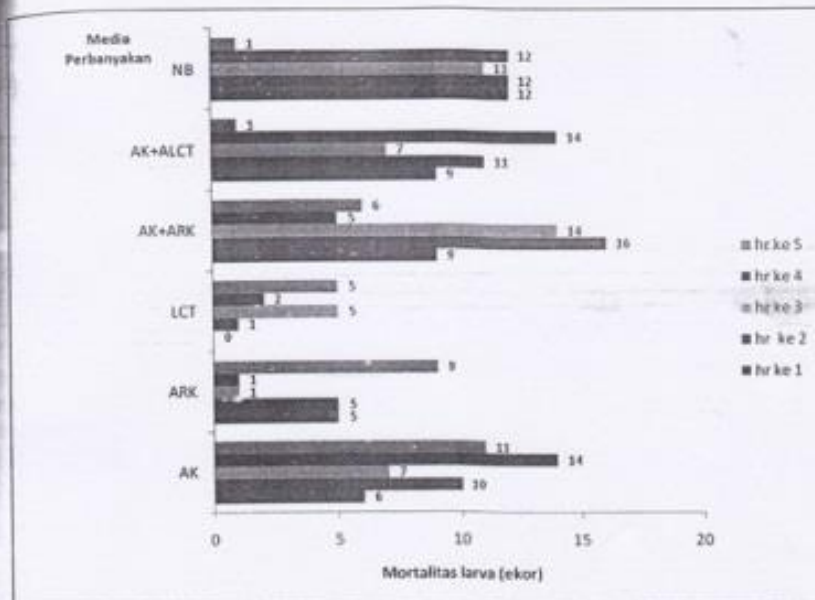
Tabel 1. Total Viable Spore Count (TVSC) *Bacillus thuringiensis* isolat IIMT pada berbagai media perbanyakan

Media Perbanyakan	TVSC (spora/ml)
A. (Air Kelapa)	$2,46 \times 10^6$
B. (Air Rendaman Kedelai)	$2,59 \times 10^5$
C. (Limbah Cair Tahu)	$2,37 \times 10^2$
D. (Air Kelapa + Air Rendaman Kedelai)	$3,02 \times 10^6$
E. (Air Kelapa + Limbah Cair Tahu)	$2,11 \times 10^6$
F. (Nutrient Broth)	$8,98 \times 10^5$

Komposisi media perbanyakan cukup berpengaruh pada produk bioinsektisida yang dihasilkan. Beberapa formula media menghasilkan jumlah sel maksimum dan waktu terjadinya lisis sel yang berbeda-beda (Pearson dan Ward, 1988). Selain komposisi media juga berpengaruh terhadap pertumbuhan, toksisitas, dan potensi produk *B. thuringiensis* (Munimigatti dan Raghunathan, 1990). Media tunggal limbah cair tahu mengandung protein, lemak, nitrogen dan abu dalam kadar yang rendah (Hartati, 2010; Nuraida *et al.*, 1996), sedangkan air kelapa mengandung zat gizi yang lebih kompleks seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, zat besi dan vitamin C (Sumber : <http://warintek.ristek.go.id/pangan/umum/tanaman/perkebunan.pdf>). Diduga dengan kandungan yang lebih lengkap, perkembangan sel *B. thuringiensis* juga semakin baik sehingga terjadi sporulasi yang menghasilkan lebih banyak spora. Media Nutrient Broth terlihat paling sesuai untuk pertumbuhan bakteri terbukti dengan jumlah spora yang dihasilkan lebih banyak dari pada media yang lain.

b. Uji bioassay

Pengamatan terhadap mortalitas larva *Plutella* dilakukan selama 5 hari. Mortalitas larva terbanyak rata-rata pada hari ketiga atau keempat. Diduga pada hari pertama, larva mulai mengkonsumsi daun yang diberi perlakuan. Proses untuk mencerna makanan didalam midgut dipengaruhi oleh pH dan memerlukan waktu untuk menimbulkan kematian (Bravo *et al.*, 2007). Daya toksik *B. thuringiensis* tergantung dari media perbanyakan dan jumlah spora yang diperlakukan. Semakin banyak jumlah spora, maka toksisitasnya juga semakin cepat, maka kematian larva bervariasi mulai hari pertama sampai hari kelima. Data selengkapnya disajikan pada Gambar 1.



Keterangan:

AK: air kelapa; ARK: Air Rendaman Kedelai;

LCT: Limbah cair Tahu; NB: Nutrient Broth

Gambar 1. Mortalitas harian larva *Plutella xylostella* selama lima hari pengamatan dengan berbagai perlakuan media perbanyakan *Bacillus thuringiensis*

Dari hasil pengamatan mortalitas *P. xylostella* pada hari kelima diperoleh hasil kematian 100 persen pada media campuran air kelapa dan air rendaman kedelai. Hal ini diduga protein yang dihasilkan pada waktu sporulasi lebih banyak dan lebih toksik mengingat bahwa kandungan media kedua bahan tersebut semakin lengkap dengan adanya pencampuran. Namun demikian, hasil toksisitas terendah didapatkan pada limbah cair tahu yaitu 26 persen dari seluruh serangga uji. Diduga perkembangan spora dan protein belum sebaik pada media tunggal air kelapa maupun campuran air kelapa dan air rendaman kedelai. Hal ini didukung pernyataan Pearson dan Ward (1988) formula media yang berbeda akan menghasilkan jumlah sel maksimum dan waktu terjadinya lisis sel yang berbeda-beda. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Mortalitas larva *Plutella xylostella* dengan aplikasi *Bacillus thuringiensis* pada berbagai media perbanyakan

Media Perbanyakan	Mortalitas larva (%)
A. (Air Kelapa)	98 a
B. (Air Rendaman Kedelai)	42 b
C. (Limbah Cair Tahu)	26 c
D. (Air Kelapa + Air Rendaman Kedelai)	100 a

E. (Air Kelapa + Limbah Cair Tahu)	84 ab
F. (Nutrient Broth)	96 a

Mortalitas larva *P. xylostella* akibat aplikasi spora *B. thuringiensis* yang diperbanyak pada berbagai media berkisar antara 26 sampai 100 persen. Penggunaan bahan-bahan limbah industri (limbah cair tahu dan air rendaman kedelai) maupun limbah pertanian (air kelapa) menghasilkan spora yang toksik terhadap hama. Hal ini menimbulkan peluang bagi pengembangan bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* di masa depan agar menghasilkan bahan insektisida alami yang aman, manjur, murah dan mudah untuk diproduksi.

KESIMPULAN

1. Penggunaan bahan limbah sebagai media perbanyak *B. thuringiensis* menghasilkan TVSC berkisar dari $2,37 \times 10^2$ sampai dengan $3,02 \times 10^6$ spora/ml.
2. Bioinsektisida berbasis *B. thuringiensis* pada berbagai media menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* berkisar 26 – 100 persen.
3. Media campuran air kelapa dan air rendaman kedelai dengan jumlah TVSC $3,02 \times 10^6$ spora/ml menyebabkan kematian larva *P. xylostella* mencapai 100 persen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Armi Junita SP dan Arsy SP yang telah membantu dalam penelitian ini. Data ini merupakan sebagian data dari penelitian yang didanai oleh DP2M DIKTI KEMENDIBUD dalam skim penelitian kerjasama Luar Negeri dengan kontrak Nomor: 186/SP211/PL/Dirlitabmas/IV/2012 Tanggal 30 April 2012

DAFTAR PUSTAKA

- Asano, S., Yulia Pujiastuti, Ken Sahara, Hisanori Bando, H. Kikuta and Toshihiko Iizuka. 1998. Identification of cry1 genes from *Bacillus thuringiensis* strains which have activity toward *Spodoptera litura*. *J.Seric. Sci.Jpn.* 60 (3): 237-242.
- Asano, S., C. Yamashita, T. Izuka, K. Takeuchi, S. Yamanaka, D. Cerf, and T. Yamamoto. 2003. A strain of *Bacillus thuringiensis* subsp. *galleriae* containing a novel cry8 gene highly toxic to *Anomala cuprea* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biological Control* 28: 191-196
- Bravo, A., Gill, S. S., and Soberón, M. (2007) Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*. 49: 423-435
- Cheng, Y. 1988. Problems of control of insecticide-resistant *Plutella xylostella* *Pesticide Science* 23(2): 177-188
- Tarigan, D.S. 2012. Eksplorasi Bakteri Entomopatogen *Bacillus thuringiensis* Berliner Dari Tanah Dan Toksisitasnya Terhadap *Sylepta derogata* (Fabr.)

- (Lepidoptera: Pyralidae). Skripsi. Jurusan Hama dan penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Dulmage, H. T. and Rhodes, R. A. 1971. Production of Pathogens in Artificial Media, pp.507-540 In : Burges, H.D. (ed). Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970 – 1980. Acad. Press, New York.
- Hartati, N. 2010. Pengaruh Aerasi Terhadap Produksi Biopestisida Oleh *Pseudomonas putida* Menggunakan Substrat limbah cair tahu. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ismail, F., M. Norazam, M. T., Mohd Rasdi Z.2012. Toxicity of Selected Insecticides (Spinosad, Indoxacarb and Abamectin) Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* L.) On Cabbage. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 2 (1): 17-26
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Translated and Revised by P.A. van der laan. PT Ichtar Baru-van Hoeve. Jakarta.
- Morris, O. N., P. Kanagaratman, and Converse. 1996. Suitability of 30 Agricultural Products and By-Products as Nutrient Sources for Laboratory Productions of *Bacillus thuringiensis* subsp. *alzawai* (HD133). *Journal of Pathology* 70 : 113 – 120.
- Mummigatti, S. G. and Raghunathan. 1990. Influence of Media Composition on the Production of Delta-Endotoxin by *Bt*. *J. Invertebr. Pathol.* 55 : 147 – 151.
- Nuraida, L., A. H. Sihombing, dan Srikandi, F. 1996. Produksi Karotenoid Pada Limbah Cimbah cair tahu, Air Kelapa, dan Onggok oleh Kapang *Neurospora* sp. Artikel Bulletin Teknologi dan Industri Pangan. Vol. VII.
- Pearson, D., and O. P. Ward. 1988. Effect of Culture Conditions on Growth and Sporulation of *Bt* subsp. *Iseaelensis* and Development of Media for Production of The Protein Crystal Endotoxin. *Biotechnol. Lett.* 10 (7) : 4511 – 456.
- Pujiastuti, Y., Shin-ichiro Asano, Ken Sahara, Hisanori Bando and Toshihiko Iizuka. 1999. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *wuhanensis* crystal protein to *Bombyx mori* and *Spodoptera litura*. 1999. *J.Seric.Sci.Jpn.* 68(3): 195-199.
- Soberón M, Gill SS, Bravo A. 2009. Signaling versus punching hole: How do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect midgut cells? *Cell Mol Life Sci.* 66(8):1337-1349.
- Talekar, NS and Shelton, AM. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38: 275–301.