

KEEFEKTIFAN BAKTERI *Serratia* ENDOSIMBION WBC TERHADAP ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) DI LABORATORIUM ENTOMOLOGI BBPOPT JATISARI KARAWANG

Fina Dwimartina¹, Rostaman², Loekas Soesanto³

¹Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra, Indramayu

^{2,3}Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*dwimartinafina@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui pengaruh perlakuan bakteri *Serratia* Endosymbion WBC terhadap mortalitas serangga *S. litura*; 2) Mengetahui pengaruh pemberian bakteri tersebut terhadap daya konsumsi larva *S. litura*; 3) Mengetahui pengaruh bakteri tersebut terhadap perkembangan serangga. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi BBPOPT Jatisari Karawang, pada bulan Maret sampai Juli 2014. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan rancangan acak terpisah yang terdiri dari 10 perlakuan dan 2 kali ulangan. Variabel yang diamati adalah mortalitas (%), tingkat konsumsi larva, dan perkembangan larva. Hasil penelitian menunjukkan bakteri *Serratia* tidak menimbulkan kematian pada serangga uji (mortalitas 0%), tidak berbeda nyata pada daya konsumsi larva, dan tidak berpengaruh nyata terhadap persentasi larva yang menjadi pupa. Bakteri *Serratia* berpengaruh nyata terhadap berat pupa dan persentasi pupa menjadi imago.

Kata kunci : bakteri *Serratia*, ulat grayak (*Spodoptera litura*), mortalitas

Abstract

This goals of research were to: 1) Find out the treatment of bacterial endosymbiont *Serratia* WBC on mortality of *S. litura* larvae; 2) Find out affect of bacteria on consumption rate of *S. litura*; 3) Find out the treatment of bacteria against insect development. The experiment was conducted at the Laboratory of Entomology BBPOPT Jatisari Karawang, from March to July 2014. The study was conducted with an experimental method, using a split-plot design consisted of 10 treatments and two replications. The variables measured were mortality (%), consumption rate of the larvae, and insect development. The result showed the bacterial endosymbiont *Serratia* WBC did not cause the death of the larvae, did not affect consumption rate of the larvae, and did not significantly affect the percentage of larvae become pupae. The bacteria significant of affectiveness on pupal weight and the percentage of pupae become imago.

Keyword: bacteria *Serratia*, armyworm (*Spodoptera litura*), mortality

Pendahuluan

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan salah satu hama penting pada tanaman kedelai. Hama ini memiliki sifat polifag, sehingga dapat memakan berbagai jenis tanaman demi kelangsungan hidupnya (Tarigan, 2012). Marwoto dan Suharsono (2008) menyatakan bahwa tanaman inang lain dari ulat grayak selain kedelai, adalah cabai, kubis, padi, jagung, tomat, tebu, buncis, jeruk, tembakau, bawang merah, terung, kentang, kekacangan (kedelai, kacang tanah), kangkung, bayam, pisang, dan tanaman hias.

Kehilangan hasil akibat serangan hama ulat grayak dapat mencapai 80%, bahkan dapat menyebabkan kegagalan panen (puso) jika tidak dikendalikan (Marwoto dan Suharsono, 2008). Hama ini menyerang tanaman dengan memakan daun hingga daun menjadi sobek, berlubang, dan tampak transparan.

Pengendalian hama pada tanaman kedelai sampai saat ini masih mengandalkan insektisida, padahal penggunaan insektisida yang terus menerus mempunyai dampak buruk, yaitu mencemari lingkungan, membunuh serangga bukan sasaran (parasitoid, predator, dan penyerbuk), dan terbentuk hama yang lebih tahan terhadap insektisida (Bedjo, 2011). Penggunaan agensia hayati pada dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Musuh alami seperti parasitoid, predator, dan patogen serangga hama, merupakan agensia hayati yang dapat digunakan sebagai pengendalian hama ulat grayak (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Pemanfaatan protein insektisidal dari bakteri entomopatogen *Serratia* sp. berpotensi dalam menekan pertumbuhan serangga hama (Jumiarti, 2012). Hasil penelitian Priyatno (2011) membuktikan bahwa, bakteri merah yang diisolasi dari wereng batang coklat (WBC) terbukti bersifat patogen terhadap WBC dan serangga lainnya. Lebih lanjut dikatakan sel bakteri yang diaplikasikan dengan konsentrasi 10^6 - 10^7 sel/mL mematikan WBC 65,6-78,2%. Konsentrasi dan waktu

yang efektif mematikan sekitar 50% WBC (Priyatno, 2011). Bakteri merah juga dilaporkan bersifat patogen terhadap *Spodoptera exigua*, *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis*, kutu daun mangga (*Rastrococcus* sp.), dan belalang kembar (Wibowo *et al.*, 2002). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri merah mempunyai sebaran inang yang cukup luas pada serangga sasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui keefektifan bakteri *Serratia* Endosimbion WBC dalam mematikan hama ulat *S. litura*; 2) Mengetahui daya konsumsi ulat *S. litura* setelah diberi pakan yang disemprot dengan bakteri *Serratia* Endosimbion WBC; 3) Mengetahui keefektifan bakteri *Serratia* Endosimbion WBC yang diaplikasikan pada ulat *S. litura* terhadap perkembangan serangga. Manfaat dari penelitian adalah untuk: 1) Sebagai informasi dalam mengembangkan teknologi pengendalian guna mendukung program pengendalian hama terpadu ulat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah panci, pengaduk, kompor, corong, timbangan analitik, gelas ukur, pisau, spidol, cawan petri, tabung reaksi, karet gelang, autoclaf, erlenmeyer, mikroskop, wadah plastik, sprayer, toples untuk tempat serangga, dan saringan.

Variabel yang diamati adalah mortalitas (%), tingkat konsumsi larva, dan perkembangan larva. Data yang diperoleh akan ditabulasikan dan dianalisis dengan uji F pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan DMRT pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan yang lebih baik.

Hasil dan Pembahasan

Mortalitas Larva

Perlakuan bakteri *Serratia* tidak dapat menyebabkan mortalitas pada larva *S. litura* dan perlakuan insektisida deltametrin tidak mematikan larva *S. litura* (Tabel 1).

Tabel 1. Mortalitas Larva *Spodoptera litura*

Metode	Perlakuan	Mortalitas (%)
Kontak	kontrol	0
	10 ⁶ upk/L	0
	10 ⁸ upk/L	0
	10 ¹⁰ upk/L	0
	deltametrin	0
Pemberian Pakan	kontrol	0
	10 ⁶ upk/L	0
	10 ⁸ upk/L	0
	10 ¹⁰ upk/L	0
	deltametrin	0

grayak. 2) Mengetahui informasi tentang kelebihan dan kekurangan penggunaan bakteri merah untuk pengendalian ulat grayak

Bahan dan Metode

Penelitian berlangsung pada bulan Maret sampai Juli 2014 dilaksanakan di Laboratorium Entomologi BBPOPT Jatisari Karawang. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan rancangan acak terpisah yang terdiri dari 10 perlakuan dan 2 kali ulangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tanaman kedelai varietas Anjasmoro umur 20 hst, aquades sebanyak 1 liter, kentang sebanyak 300 gram, gula pasir sebanyak 15 gram, agar sebanyak 23 gram, alkohol 70%, isolat murni bakteri *Serratia* Endosimbion WBC (Wibowo *et al.*, 2002), dan deltametrin (insektisida).

Semua larva yang diaplikasikan dengan bakteri maupun insektisida nampak segar dan tidak menunjukkan gejala perubahan warna serta tanggap terhadap rangsangan luar.

Hal ini diduga bakteri *Serratia* tidak dapat mendegradasi kitin sehingga tidak dapat mematikan larva *S. litura*. Sesuai dengan uji kitinase yang telah dilakukan pada bakteri *Serratia*, tidak terdapat zona bening yang terbentuk. Zona bening terbentuk akibat enzim kitinolis yang dibebaskan keluar sel bakteri untuk memecah makromolekul kitin menjadi molekul kitin yang lebih kecil, sehingga bakteri dapat mengambil nutrisi dalam bentuk molekul-molekul kecil. Bakteri memproduksi enzim kitinolis untuk mendegradasi kitin sehingga memperoleh N-asetilglukosamin sebagai sumber nutrisi karbon dan nitrogen untuk proses hidup bakteri. Degradasi kitin ini terutama dilakukan oleh mikroba dimana kitin dapat merupakan sumber karbon dan nitrogen untuk

pertumbuhannya (Gooday, 1990). Enzim kitinolis oleh bakteri dihasilkan secara ekstraseluler dan digunakan untuk mengambil nutrisi dan parasitisme. Enzim kitinolis berperan sebagai agensia pengendali hayati terhadap jamur dan serangga patogen dalam tumbuhan (Apriani, 2008).

Kemungkinan lain bakteri *Serratia* diduga hancur diperut akibat aktifitas haemolim di dalam tubuh larva sehingga aplikasi bakteri tidak menimbulkan kematian. Menurut Busnia (2006), haemolim berperan dalam berbagai bentuk perlindungan dan pertahanan kerusakan fisik, pada tempat masuk organisme penyakit,

insektisida yang sering digunakan, sehingga tidak menimbulkan kematian. Ketahanan merupakan penurunan kepekaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dari yang peka terhadap pestisida menjadi kurang peka dan akhirnya kebal (BBPPTP Ambon, 2014).

Tingkat Konsumsi

Tingkat konsumsi larva *S.litura* yang diperlakukan dengan bakteri *Serratia* dan insektisida deltametrin lebih rendah daripada kontrol (Tabel 2). Tingkat konsumsi larva yang sehat (kontrol) mencapai 0,245 gram

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi bakteri dan insektisida terhadap tingkat konsumsi larva

Konsentrasi	Tingkat Konsumsi (gram)
kontrol	0,245 a
10 ⁶ upk/L	0,241 a
10 ⁸ upk/L	0,237 a
10 ¹⁰ upk/L	0,219 ab
deltametrin	0,204 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada pada tabel menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT kesalahan 5%

parasit atau substansi asing lain, dan kadang-kadang juga terhadap gangguan predator. Kerusakan terhadap integumen dapat mendorong proses penyembuhan luka dengan cara terjadinya koagulasi/penggumpalan plasma dan hemosit. Untuk membalut luka tersebut terjadi gumpalan haemolim yang membeku dan selanjutnya dapat menurunkan kehilangan hemolim mencegah masuknya bakteri. Jika organisme penyebab penyakit atau partikel tertentu masuk ke tubuh serangga maka dapat terjadi respon imunisasi. Hal ini diperkuat oleh isolasi feses larva yang dilakukan tidak menunjukkan adanya bakteri *Serratia* yang ikut keluar bersama feses larva.

Larva yang diaplikasikan dengan insektisida tidak menimbulkan kematian. Diduga larva *S. litura* telah resisten terhadap insektisida deltametrin. Penggunaan insektisida pada suatu daerah pertanian kedelai, seringkali memengaruhi kepekaan *S. litura* terhadap suatu insektisida. Semakin sering penggunaan insektisida terhadap ulat *S. litura* semakin besar kemungkinan ulat tersebut menjadi tahan terhadap

Semakin tinggi konsentrasi bakteri yang diberikan, maka semakin rendah tingkat konsumsi larva. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa serangga tersebut mengalami penurunan nafsu makan akibat infeksi patogen. Hal ini sesuai dengan Steinhaus (1963), bahwa serangga yang terinfeksi oleh bakteri mengalami penurunan nafsu makan yang disebabkan oleh gangguan pencernaan berupa paralisis pada usus serangga, akibat pengaruh dari toksin yang berkerja pada sistem pencernaan serangga tersebut. Hal ini dikarenakan bakteri entomopatogen dapat melintasi dinding penghalang apabila serangga yang bersangkutan mengalami stress misalnya karena asphyxia temporer, berhentinya peristaltik, intoksifikasi, atau kerusakan yang diakibatkan oleh aktivitas patogen lain. Patogen berpotensi merupakan bakteri yang bersifat aerob, lebih toleran terhadap pH yang asam, dan kurang toleran terhadap pH alkalin (Weiser, 1989).

Pembentukan Pupa

Perlakuan bakteri *Serratia* tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan pupa *S. litura*. Metode pengujian kontak maupun pemberian pakan tidak berpengaruh karena pupa 100% terbentuk (Tabel 3).

Kondisi stres yang disebabkan oleh bakteri

Wang *et al.* (2002) menyatakan bahwa bakteri ini kurang patogen jika berada di dalam saluran pencernaan, tetapi menjadi sangat patogen jika berada di dalam haemolimfa serangga dengan gejala kematian septisemia, sedangkan bakteri yang tercerna oleh serangga dapat masuk ke dalam haemolimfanya masih

Tabel 3. Persentase pupa terbentuk

Metode	Perlakuan	Pembentukan Pupa (%)
Kontak	kontrol	100
	10 ⁶ upk/L	100
	10 ⁸ upk/L	100
	10 ¹⁰ upk/L	100
	deltametrin	100
Pemberian Pakan	kontrol	100
	10 ⁶ upk/L	100
	10 ⁸ upk/L	100
	10 ¹⁰ upk/L	100
	deltametrin	100

Serratia dapat mempengaruhi pertumbuhan serangga dengan berbagai bentuk, mulai dari yang dapat menimbulkan kematian sampai perubahan bentuk fenotip yang sedikit saja. Menurut Pujianto *et al.* (2008) selain berpengaruh terhadap kelangsungan hidup larva, bakteri kitinolisida juga berpengaruh terhadap perubahan morfologi larva yaitu terbentuknya pupa dan imago. Diduga bakteri *Serratia* tidak dapat merusak struktur eksoskeleton akibat terdegradasi oleh aktivitas kitinase yang dihasilkan oleh bakteri kitinolisida. Sehingga pupa 100% terbentuk. Hal ini didasarkan bahwa komponen eksoskeleton larva tersebut tersusun dari bahan kitin sehingga secara logika dapat terdegradasi oleh enzim kitinase yang dihasilkan oleh bakteri kitinolisida. Kerusakan struktur eksoskeleton larva *S. litura* dapat berakibat pada gangguan pertumbuhan dan kematian. Akan tetapi bakteri *Serratia* tidak berpengaruh nyata

belum banyak diketahui. Diduga bakteri masuk ke dalam hemocoel ketika serangga dalam keadaan tertekan atau terluka. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat kematian WBC rendah ketika serangga dalam kondisi normal, sedangkan pada waktu serangga mengalami tekanan kuat akibat suhu lingkungan tinggi, kualitas pakan rendah, populasi berlimpah, luka atau faktor lain, tingkat kematian WBC menjadi sangat tinggi.

Berat Pupa

Perlakuan bakteri *Serratia* dan insektisida deltametrin berpengaruh nyata terhadap berat pupa *S. litura*. Perlakuan bakteri *Serratia* pada metode pemberian pakan lebih berpengaruh nyata dibandingkan dengan metode kontak. Pada metode kontak, berat pupa 0,219 gram dan pada metode pemberian pakan 0,204 gram (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi bakteri dan insektisida terhadap berat pupa

Perlakuan	Berat Pupa (gram)
kontak	0,219 a
Pemberian pakan	0,204 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada pada tabel menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT kesalahan 5%

terhadap perkembangan serangga stadium pupa. Kerusakan stuktur eksoskeleton pada larva dapat berakibat pada terganggunya proses pertumbuhan dan proses metabolisme tubuh lainnya (May dan Vander Gheynst, 2002).

Penurunan bobot pupa, diduga disebabkan oleh adanya bakteri *Serratia* yang dilepaskan ketika perkembangan larva menjadi pupa. Ketika bakteri berhasil masuk ke dalam tubuh inang dan memperoleh nutrisi yang sesuai, maka bakteri *Serratia* Endosimbion WBC akan mempengaruhi sistem pencernaan larva.

Meskipun ada sebagian larva berhasil menjadi pupa tetapi akan terjadi penurunan bobot pupa, karena selama masih dalam stadia larva nafsu makan kurang.

Jumiarti (2012) mengatakan bahwa kepatogenan bakteri merah diduga tidak terjadi melalui infeksi integumen, tetapi bakteri masuk melalui mulut, ketika serangga mencucuk dan menghisap cairan tanaman. Mekanisme bakteri untuk mematikan serangga umumnya melalui oral, artinya koloni bakteri harus diaplikasikan pada bagian-bagian yang dapat termakan oleh serangga. Poinar (1984) menjelaskan, mekanisme masuknya bakteri patogen yang dapat mematikan serangga melalui oral dan bakteri patogen harus masuk ke dalam abdomen serangga, sehingga dapat merusak bagian tubuh serangga tersebut dan menyebabkan kematian. Aplikasi bakteri merah yang di berikan dengan pakan akan mampu menekan perkembangan populasi litura. Sugandi (2003) mengatakan bakteri entomopatogen dapat menimbulkan penyakit pada serangga, apabila inokulum diberikan secara sengaja maka persentase serangga yang terkena pengaruhnya meningkat bersama dengan dosis pemberian inokulum.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan bakteri *Serratia* konsentrasi 10^{10} upk/L mempunyai kemampuan paling efektif untuk pengurangan berat pupa, karena berat pupa hanya 0,209 gram, sedangkan perlakuan bakteri konsentrasi 10^6 upk/L seberat 0,215 dan 10^8 upk/L seberat 0,212 gram (Tabel 5). Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi bakteri yang diaplikasikan menyebabkan bobot pupa makin rendah. Berkurangnya bobot pupa ini disebabkan karena berkurangnya nafsu makan dan adanya infeksi *Serratia* terhadap larva *S. litura*, sehingga berpengaruh terhadap bobot pupa.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi bakteri dan insektisida terhadap berat pupa

Perlakuan	Berat Pupa (gram)
kontrol	0,221 a
10^6 upk/L	0,215 ab
10^8 upk/L	0,212 ab
10^{10} upk/L	0,209 bc
deltametrin	0,199 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada pada tabel menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT kesalahan 5%

Pemunculan Imago

Perlakuan *Serratia* berpengaruh nyata terhadap persentase pemunculan imago *S. litura*. Kondisi pupa yang terbentuk mengalami penurunan bobot dan kurang sehat dibandingkan dengan keadaan pupa normal mengakibatkan banyak pupa yang gagal menjadi imago.

Adanya gangguan pada bobot pupa menyebabkan proses perkembangan larva *S. litura* terhambat. Rendahnya imago yang terbentuk akibat pengaruh *Serratia* akan mengakibatkan penurunan populasi ulat grayak. Kondisi ini akan menguntungkan kegiatan budidaya pertanian tanpa adanya gangguan ulat grayak. Perlakuan bakteri *Serratia* menyebabkan berkurangnya persentase pemunculan imago (Tabel 6). Hal ini diduga, *Serratia* menghambat perkembangan stadia pupa menjadi imago karena didapatkan hasil yang berbeda

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi bakteri dan insektisida terhadap pemunculan imago

Perlakuan	Pemunculan Imago (%)
kontak	95,0 a
Pemberian pakan	81,0 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada pada tabel menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT kesalahan 5%

nyata antara perlakuan dan kontrol.

Perlakuan bakteri dengan pemberian pakan lebih berpengaruh nyata dibanding dengan kontak. Hal ini sejalan dengan hasil dari Sugandi (2003) pada semua perlakuan yang diaplikasikan bakteri, imago tidak muncul karena 90% larva *S. litura* telah mati pada generasi kesatu stadium instar kelima dan sisanya yang masih hidup tidak dapat melakukan reproduksi akibat pertumbuhan serangga tidak normal. Wibowo *et al.* (2002) melaporkan pada uji di laboratorium aplikasi

BKM dan BKP pada *S. litura* mengakibatkan imago yang keluar tidak normal, tubuh dan sayapnya membengkok, dan tidak dapat melakukan proses reproduksi. Weiser (1989) mengatakan bahwa patogen-patogen potensial dapat menghasilkan enzim-enzim proteolisis yang mengakibatkan terjadinya perusakan jaringan, sehingga serangga sakit.

Uji Antagonis dan Uji Kitinase

Uji antagonis

Pada uji antagonis yang dilakukan dengan cara menanam bakteri merah dan cairan ulat yang diambil dari ulat yang masih hidup ditanam pada medium yang sama yaitu medium PDA terlihat bahwa bakteri yang dihasilkan dari tubuh ulat lebih kuat dari bakteri *Serratia*.

Bakteri pada tubuh ulat berkembang menuju kearah bakteri merah, sedangkan bakteri merah tidak berkembang/tumbuh. Makin terhambat pertumbuhan bakteri *Serratia* makin besar potensi bakteri pada ulat yang berposisi sebagai antagonis. Mekanisme terpenting dari kerja antibiotik terhadap sel bakteri adalah menghambat sintesa protein dan asam nukleat. Selain mekanisme tersebut aktivitas antibiotik juga meliputi perusakan dan penghambatan pembentukan dinding sel, perubahan permeabilitas sel target dan penghambatan kerja enzim yang berperan dalam pertumbuhan bakteri. Tidak terdapatnya zona bening di sekeliling koloni *Serratia* maka menunjukkan bahwa tidak adanya kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri pada ulat.

Bakteri *Serratia* merupakan patogen lemah pada WBC. Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroba pada umumnya merupakan metabolit sekunder yang tidak digunakan untuk proses pertumbuhan, tetapi untuk pertahanan diri dan kompetisi dengan mikroba lain dalam mendapatkan nutrisi, habitat, oksigen, cahaya dan lain-lain. Senyawa antimikroba tersebut dapat digolongkan sebagai antibakteri atau antifungi (Priyatno, 2011).

Pemanfaatan bakteri merah sebagai agensia pengendali hayati belum banyak dilakukan, karena selain dianggap sebagai patogen lemah, masalah keamanan penggunaannya juga masih dipertanyakan, sebab *S. marcescens* juga dikenal sebagai patogen oportunistik pada manusia (Priyatno, 2011).

Uji kitinase

Pada uji kitinase terhadap bakteri *Serratia* yang dilakukan pada penelitian ini tidak terdapat adanya zona bening yang terbentuk.

Menurut Apriani (2008), adanya zona bening di sekitar koloni bakteri setelah waktu inkubasi tertentu, membuktikan bahwa bakteri tersebut mampu memproduksi enzim kitinolitik. Zona bening terbentuk akibat enzim kitinolitik yang dibebaskan keluar sel bakteri untuk memecah makromolekul kitin menjadi molekul kitin yang lebih kecil, sehingga bakteri dapat mengambil nutrisi dalam bentuk molekul-molekul kecil. Enzim kitinolitik yang disekresikan bakteri dalam medium agar kitin kemudian diikat oleh partikel kitin (koloidal kitin), sehingga kitin menjadi terdegradasi dan komposisi kitin dalam medium menjadi berkurang.

Degradasi oligomer kitin menjadi senyawa yang lebih sederhana membuat medium tampak jernih, terutama di sekitar koloni bakteri.

Kesimpulan

1. Bakteri *Serratia* Endosimbion WBC tidak dapat mematikan larva *S. litura*.
2. Bakteri *Serratia* Endosimbion WBC tidak berpengaruh terhadap tingkat konsumsi larva *S. litura*.
3. Bakteri *Serratia* menurunkan berat pupa dan persentase pembentukan imago.

Daftar Pustaka

- Apriani, L. 2008. Seleksi Bakteri Penghasil Enzim Kitinolitik Serta Pengujian Beberapa Variasi Suhu dan pH untuk Produksi Enzim. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- BBPPTP Ambon. 2014. Resistensi OPT terhadap pestisida. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpambon/berita-215-resistensi-opt-terhadap-pestisida-.html>. Diakses 20 Oktober 2014.
- Bedjo. 2011. Pemanfaatan biopestisida SINPV dan HaNPV untuk pengendalian Spodoptera litura dan Helicoverpa armigera pada tanaman kedelai. Suara Perlindungan Tanaman. 1(3): 8-9.
- Busnia, M. 2006. Entomologi. Andalas University Press, Yogyakarta. Hal. 44-283.
- Gooday, G.W. 1990. Physiology of microbial degradation of chitin and chitosan. Biodegradation 1 (2-3): 177-190.
- Jumiarti, P. 2012. Pemurnian dan Karakteristik Protein Insektisidal dari Bakteri Entomopatogen *Serratia marcescens*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Marwoto dan Suharsono, 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. Jurnal Litbang Pertanian. 27(4): 131-135.
- May, B.A., and J. S. Vander Gheynst. 2002. A predictor variable for efficacy of *Lagenidium giganteum* produced in solid-state cultivation. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 27: 203-207.
- Poinar, G. O., dan G. M. Thomas, 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. Plenum Press, New York. Hal. 327-334.

- Priyatno, T.P., Y.A. Dahliani, Y. Suryadi, I.M. Samudra, D.N. Susilowati, I. Rusmana, B.S. Wibowo dan C. Irwan. 2011. Identifikasi entomopatogen bakteri merah pada wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *Jurnal AgroBiogen* 7 (2): 85-95.
- Pujiyatno, S., E. Kusdiyantini dan M. Hadi. 2008. Isolasi dan seleksi bakteri kitinolitik isolat lokal yang berpotensi untuk mengendalikan larva nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Biodiversitas*. 9(1): 5-8.
- Steinhaus. E. A. 1963. *Insect Pathology*. Academic Press. New York and London. Hal. 44.
- Sugandi, Bubun. 2003. Pengaruh Aplikasi Bakteri Koloni Merah dan Bakteri Koloni Putih terhadap *Spodoptera exigua* pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Islam Nusantara. Hal.10-27.
- Tarigan, R., M. U Tarigan dan S, Oemry. 2012. Uji efektifitas larutan kulit jeruk manis dan larutan daun nimba untuk mengendalikan *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman sawi di lapangan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(1): 172-182.
- Weiser, J., Bucher, G. E., and Poinar, G. O. 1989. *Teori dan Praktek Pengendalian Biologi* Penerjemah S. Mangoendihardjo. Jakarta, UI Press. Hal. 5-55.
- Wibowo, B.S., L. Retnowati, A. Sutaryat, C. Irwan, dan Y. Kurniadi. 2002. Uji lapang bakteri merah terhadap wereng batang coklat (di Daerah Endemis). Laporan Kajian. Balai Penelitian Organisme Pengganggu Tanaman, Jatisari. Hal. 33-42.