

Biopotensi Bakteri Entomopatogen Isolat Lokal sebagai Pengendali Hayati Larva *Helicoverpa armigera* (Hübner)

(Biopotency of Local Entomopathogenic Bacteria Isolates as Biocontrol Agents for *Helicoverpa armigera* (Hübner))

Suhartono Suhartono*, Yekki Yasmin, Nur Azizah

(Diterima Desember 2021/Disetujui Maret 2022)

ABSTRAK

Penggunaan insektisida dalam pengendalian *Helicoverpa armigera* secara intensif dapat mengakumulasi residu berbahaya di lingkungan sekaligus menurunkan musuh alami, dan mengancam kesehatan pengguna. Penelitian ini bertujuan mengisolasi, mencirikan, dan menentukan potensi hayati isolat lokal bakteri entomopatogen sebagai agen pengendali hayati larva *H. armigera*. Bakteri diisolasi dengan pengenceran serial dilanjutkan dengan pencirian isolat secara makroskopis dan mikroskopis. Sebanyak delapan isolat bakteri entomopatogen berhasil diisolasi dari penelitian ini, yaitu isolat IBE 01, IBE 02, IBE 03, IBE 04, IBE 05, IBE 06, IBE 07, dan IBE 08 dengan karakter morfologi yang beragam. Ciri tubuh larva yang mati akibat infeksi bakteri entomopatogen umumnya lunak, warna tubuh kehitaman/kecokelatan, berbau, dan berair. Ciri akibat infeksi bakteri entomopatogen IBE 04 menunjukkan tubuh larva lunak, berwarna kemerahan, dan berbau. Perlakuan isolat IBE 07 mengakibatkan tubuh larva yang mati mudah pecah, warna tubuh kemerahan serta berbau. Persentase IBE terhadap mortalitas larva *H. armigera* > 50%. Isolat dengan persentase tertinggi dalam membunuh larva *H. armigera* adalah IBE 04 dan IBE 07, masing-masing sebesar 94% dan 88%.

Kata kunci: biokontrol, larvasida, bakteri entomopatogen, *Helicoverpa armigera*

ABSTRACT

The use of insecticides in the intensive control of *Helicoverpa armigera* caterpillars increases the environmental deterioration, the natural enemies, and threatening the user's health. The study aims to isolate, characterize, and determine the biological potential of local isolates of entomopathogenic bacteria as the biological controlling agent on *H. armigera* larvae. Bacterial isolation was performed using a serial dilution followed by bacterial macroscopic and microscopic characterizations. A total of eight entomopathogenic bacterial isolates were successfully obtained from this study, namely IBE 01, IBE 02, IBE 03, IBE 04, IBE 05, IBE 06, IBE 07, and IBE 08 with diverse morphological characters. The dead larvae generally showed soft, blackish/brownish, smelly, and watery characteristics. Characteristics due to infection with entomopathogenic IBE 04 bacteria show the body of larvae that are soft, reddish, and smelly. The treatment of IBE 07 isolates results in the body of the dead larvae being easily ruptured, reddish, and smelly. The percentage of IBE on the mortality of *H. Armigera* larvae is > 50%. The isolates with the highest percentage of killing the larvae were IBE 04 and IBE 07, at 94% and 88%, respectively.

Keywords: biocontrol, larvicide, entomopathogenic bacteria, *Helicoverpa armigera*

PENDAHULUAN

Helicoverpa armigera merupakan serangga yang umumnya menyerang tanaman seperti kedelai (Iman & Tengkanu 2000), tomat (Herlinda 2005), dan jagung (Zulaiha *et al.* 2012). Berdasarkan data, serangga ini memakan lebih dari 180 jenis tumbuhan dari 47 suku tanaman di wilayah India (Ravi *et al.* 2005). Selain itu, serangga yang bersifat polifag ini juga tersebar luas di daerah yang beriklim tropis dan subtropis serta banyak ditemukan di dataran rendah sampai dengan ketinggian 200 mdpl (Jackai 1995).

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 3 Banda Aceh 23111

* Penulis Korespondensi: Email: suhartono@unsyiah.ac.id

Populasi serangga *H. armigera* secara umum dikendalikan dengan menggunakan insektisida sintetik. Aplikasi insektisida sintetik secara terus-menerus menimbulkan beberapa dampak negatif seperti akumulasi jumlah residu berbahaya di lingkungan, terbunuhnya musuh alami (parasitoid, predator, dan patogen), dan terganggunya kesehatan pengguna. Strategi alternatif dalam pengendalian serangga tanpa insektisida kimia dan bersifat ramah lingkungan adalah dengan pengendalian hayati, seperti penggunaan agen biokontrol dan bioinsektisida (Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura 2008).

Pengendalian hayati merupakan upaya pengendalian hama yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan musuh alami organisme yang dikendalikan sehingga bersifat spesifik dan tidak mematikan organisme non-target (Krutmuang & Mekchay 2005).

Bakteri sebagai salah satu agen biokontrol mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya banyak terdapat di berbagai tempat, memiliki produksi massa yang lebih mudah dan cepat dibandingkan mikroorganisme lain seperti jamur (Shoda 2000). Beberapa bakteri bersifat patogen bagi serangga. Bakteri patogen masuk ke dalam tubuh serangga melalui makanan atau berpindah dari serangga yang sakit (Tenrirawe & Pabbage 2013). Dengan demikian, bakteri yang berpotensi sebagai pengendali hayati larva dapat diambil dari serangga yang mati akibat infeksi yang ditimbulkan oleh bakteri.

Pemanfaatan mikroorganisme entomopatogen untuk mengendalikan populasi *H. armigera* yang telah diketahui adalah *Penicillium ochrochloron* (Patil & Jadhav 2015) dan *Beauveria bassiana* (Kalvnadi *et al.* 2018) dari kelompok jamur, sedangkan jenis bakteri entomopatogen yang diketahui masih terbatas pada jenis *Bacillus thuringiensis* (Bravo *et al.* 2011) dan *Serratia mercrescens* (Mohan *et al.* 2011). Bakteri lain dalam mengendalikan larva *H. armigera* perlu dieksplorasi guna menghindari larva menjadi resisten. Selain itu, semakin banyak spesies bakteri yang ditemukan untuk mengendalikan populasi larva maka akan semakin besar potensinya dalam pengendalian. Oleh karena itu, bakteri lain yang memiliki aktivitas insektisida alami terhadap larva *H. armigera* perlu dicari dan dikembangkan sebagai agen pengendali hayati.

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi jenis dan jumlah isolat bakteri entomopatogen hasil isolasi dari larva *H. armigera* mati serta menguji biopotensinya sebagai agen biokontrol terhadap larva patogen tersebut. Hipotesis penelitian ini adalah didapatkannya sejumlah isolat lokal bakteri entomopatogen yang memiliki potensi hayati sebagai solusi dalam mengendalikan hayati larva *H. armigera*.

METODE PENELITIAN

Isolasi Bakteri Entomopatogen

Bakteri entomopatogen diisolasi dari sampel larva *H. armigera* yang sakit atau mati (Gambar 1). Isolasi bakteri menggunakan metode pengenceran berdasarkan rujukan (Hadioetomo 1993). Larva ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam mortar yang telah berisi NaCl fisiologis (0,9%), dan digerus dengan alu. Setelahnya suspensi diambil sebanyak 1 mL dengan mikropipet, dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 mL NaCl fisiologis (0,9%), diencerkan hingga 10^{-7} , dan diinokulasikan pada media *nutrient agar* (NA). Koloni tunggal yang diperoleh kemudian dipurifikasi dan dicirikan, mencakup pewarnaan Gram, warna koloni, bentuk koloni, tepian koloni, dan elevasi koloni. Selain itu, kerapatan setiap bakteri isolat dihitung dengan menggunakan metode cawan hitung (Hadioetomo 1993).

Pemeliharaan Larva

Larva *H. armigera* yang telah dikumpulkan dari pasar dimasukkan ke dalam wadah mangkuk plastik yang telah dibuat rongga udara pada bagian tutupnya; setiap mangkuk berisi 1 larva. Selanjutnya, larva diberi pakan berupa biji jagung yang diganti setiap harinya. Larva yang telah menjadi pupa dipindahkan ke dalam wadah stoples. Pupa yang telah menjadi imago diberi pakan berupa madu 10% hingga bertelur. Saat telur menetas menjadi larva instar 1, setiap larva dipindahkan ke dalam mangkuk plastik dan ditunggu hingga menjadi larva instar 3.

Pengujian Efektivitas Bakteri Entomopatogen

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode pencelupan (*dipping*). Kultur bakteri uji ditumbuhkan pada 200 mL media *nutrient broth* (NB) hingga mencapai kerapatan 10^8 CFU/mL. Biji jagung dicelupkan ke dalam kultur bakteri uji yang telah mencapai kerapatan 10^8 CFU/mL, dibiarkan terendam selama 10 menit, kemudian dikeringanginkan. Biji yang telah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah diberi alas kertas saring. Ke dalam setiap cawan petri dimasukkan 4 ekor larva uji dengan empat ulangan. Biji yang hanya direndam dengan NB dijadikan sebagai kontrol negatif. Pakan diganti dengan biji jagung segar setiap hari. Kelangsungan hidup larva diamati setiap hari selama 12 hari.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pada larva instar 3 yang diberi pakan biji jagung yang telah dicelup ke dalam isolat bakteri entomopatogen (IBE) 200 mL dengan 4 ulangan. Waktu pengamatan adalah sampai larva mati dalam kurun waktu 12 hari. Data kematian (mortalitas) larva dianalisis dengan Kruskal-Wallis menggunakan SPSS, sedangkan untuk morfologi larva



Gambar 1 Larva *Helicoverpa armigera* mati sumber isolasi Bakteri entomopatogen.

dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat Bakteri Entomopatogen

Sebanyak delapan isolat bakteri entomopatogen yang diperoleh selanjutnya diberi kode Isolat Bakteri Entomopatogen (IBE). Kedelapan isolat bakteri entomopatogen tersebut adalah IBE 01, IBE 02, IBE 03, IBE 04, IBE 05, IBE 06, IBE 07, and IBE 08. Isolat bakteri menunjukkan ciri koloni yang beragam (Tabel 1 dan Tabel 2). Bentuk koloni isolat adalah bundar dan filiform. Tepiannya licin, seperti ikal rambut, dan berombak. Elevasi koloni isolat adalah cembung, datar, dan timbul. Warna koloni yang didapatkan beragam, yakni kuning, kuning keemasan, merah, dan putih. Koloni IBE yang diperoleh memiliki permukaan licin dan kasar. Berdasarkan pengamatan, ciri morfologi IBE 01 sama dengan IBE 08 secara keseluruhan, tetapi berbeda ukuran selnya. Pengamatan menggunakan mikroskop menunjukkan ukuran sel bakteri IBE 8 lebih besar dibandingkan ukuran sel bakteri IBE 01.

Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, semua IBE termasuk kelompok bakteri Gram negatif dengan bentuk sel adalah basil dan kokus (Tabel 1). Misra & Tandon (2003) berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi sebanyak 25 jenis isolat bakteri, baik dari Gram positif maupun Gram negatif. Semua bakteri ini merupakan bakteri flora normal pada saluran cerna larva *H. armigera* seperti *Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. licheniformis*, *B. alvei*, *B. firmus*, *Proteus vulgaris*, *B. subtilis*, *Klebsiella* sp., *P. myxofaciens*, *Rhodotorula graminis*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus* sp., *Serratia marcescens*, *Enterobacter cloacae*, *E. aerogens*, *Pseudomonas stutzeri*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus faecalis*.

Berdasarkan pencirian morfologi, semua IBE merupakan bakteri Gram negatif. Jurat-Fuentes & Jackson (2012) menyatakan bakteri Gram negatif dapat menginfeksi serangga sehingga berpotensi sebagai agen biokontrol serangga. Bakteri Gram negatif yang dipertimbangkan sebagai agen biokontrol

bagi serangga adalah bakteri-bakteri dari genus *Chromobacterium*, *Yersinia*, dan *Pseudomonas*. Kalha et al. (2014) juga menyatakan mayoritas dari bakteri patogen terhadap serangga umumnya berasal dari kelompok *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Streptococcaceae*, dan *Micrococcaceae*. Beberapa dari keluarga bakteri tersebut memiliki tingkat virulensi yang tinggi, tetapi ada beberapa yang tingkat virulensinya rendah.

Persentase Mortalitas Larva

Analisis statistik pada mortalitas larva menyatakan ada pengaruh nyata antarperlakuan IBE dalam membunuh larva *H. armigera*. Semua perlakuan IBE berpengaruh pada kematian larva uji jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa IBE 04 (93,75%) merupakan perlakuan yang paling nyata berbeda dengan perlakuan IBE lainnya (Gambar 2). Pengaruh perlakuan IBE 03 (81,25%) dengan IBE 07 (87,5 %) tidaklah berbeda nyata, dilihat dari nilai persentase keduanya. Pengaruh perlakuan IBE 01 (75 %) dengan IBE 02 (68,5 %), IBE 05 (62,5 %) dan IBE 06 (62,5 %) tidak nyata. Perlakuan IBE 08 (56,25^b %) berpengaruh nyata pada dibandingkan nilai IBE lainnya, tetapi nilai persentasenya paling rendah.

Persentase setiap isolat bakteri entomopatogen dalam membunuh larva *H. armigera* beragam (data tidak diperlihatkan). Persentase mortalitas larva ($n = 16$) tertinggi terjadi pascapemberian IBE 04, yaitu 93,75%, dengan jumlah larva yang mati sebanyak 15 ekor. Sementara itu, dua isolat, yaitu IBE 07 dan IBE 03, memperlihatkan persentase mortalitas larva lebih dari 80%. Bakteri dengan persentase mortalitas larva terendah adalah IBE 08, dengan persentase kematian 56,25%. IBE 08 hanya dapat membunuh 9 larva selama 12 hari masa pengamatan. Perlakuan kontrol merupakan perlakuan dengan persentase kematian larva terendah, yaitu 0%, tidak ada larva mati selama 12 hari.


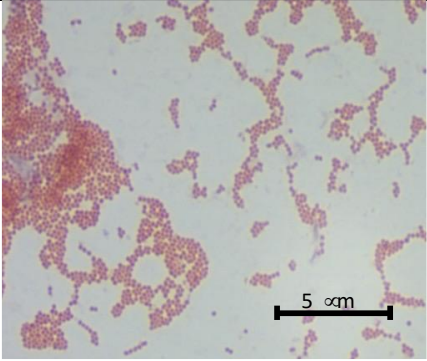

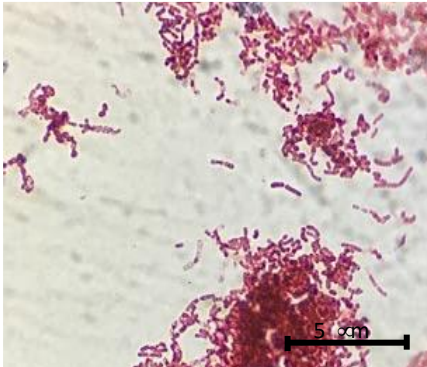

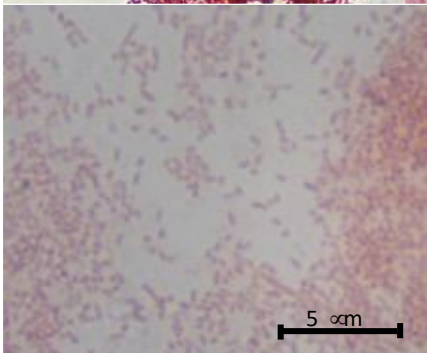
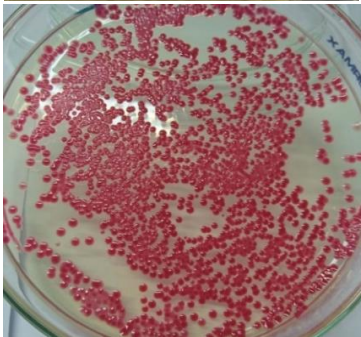
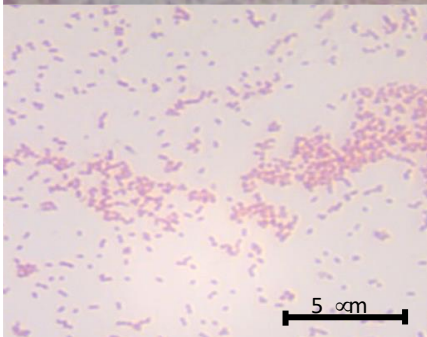

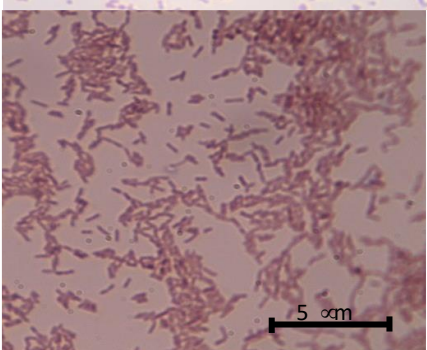
Tingginya persentase IBE 04 dalam membunuh larva dalam kurun waktu 12 hari menunjukkan bahwa bakteri ini memiliki tingkat virulensi yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari instar larva yang mati. Larva yang

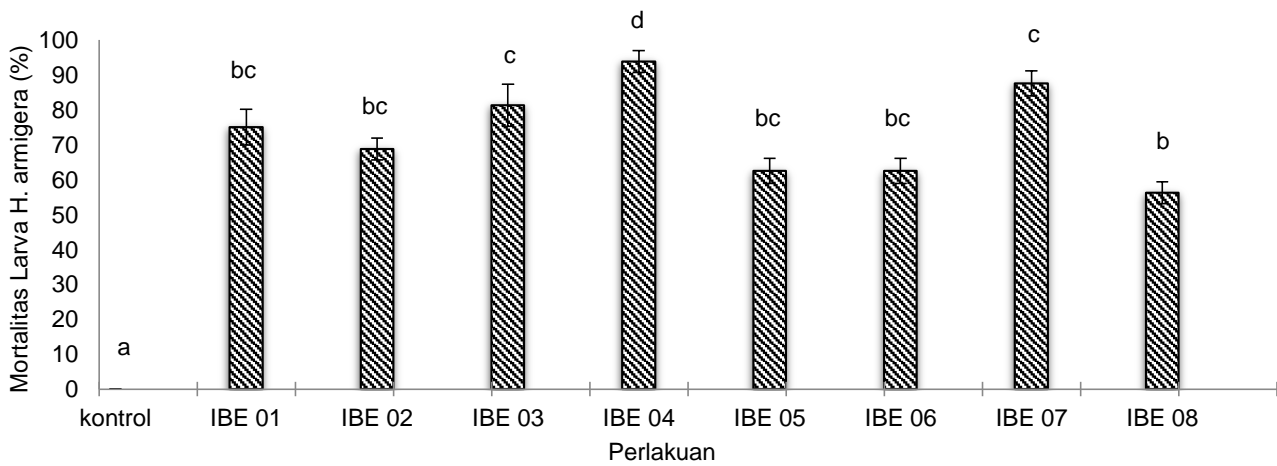
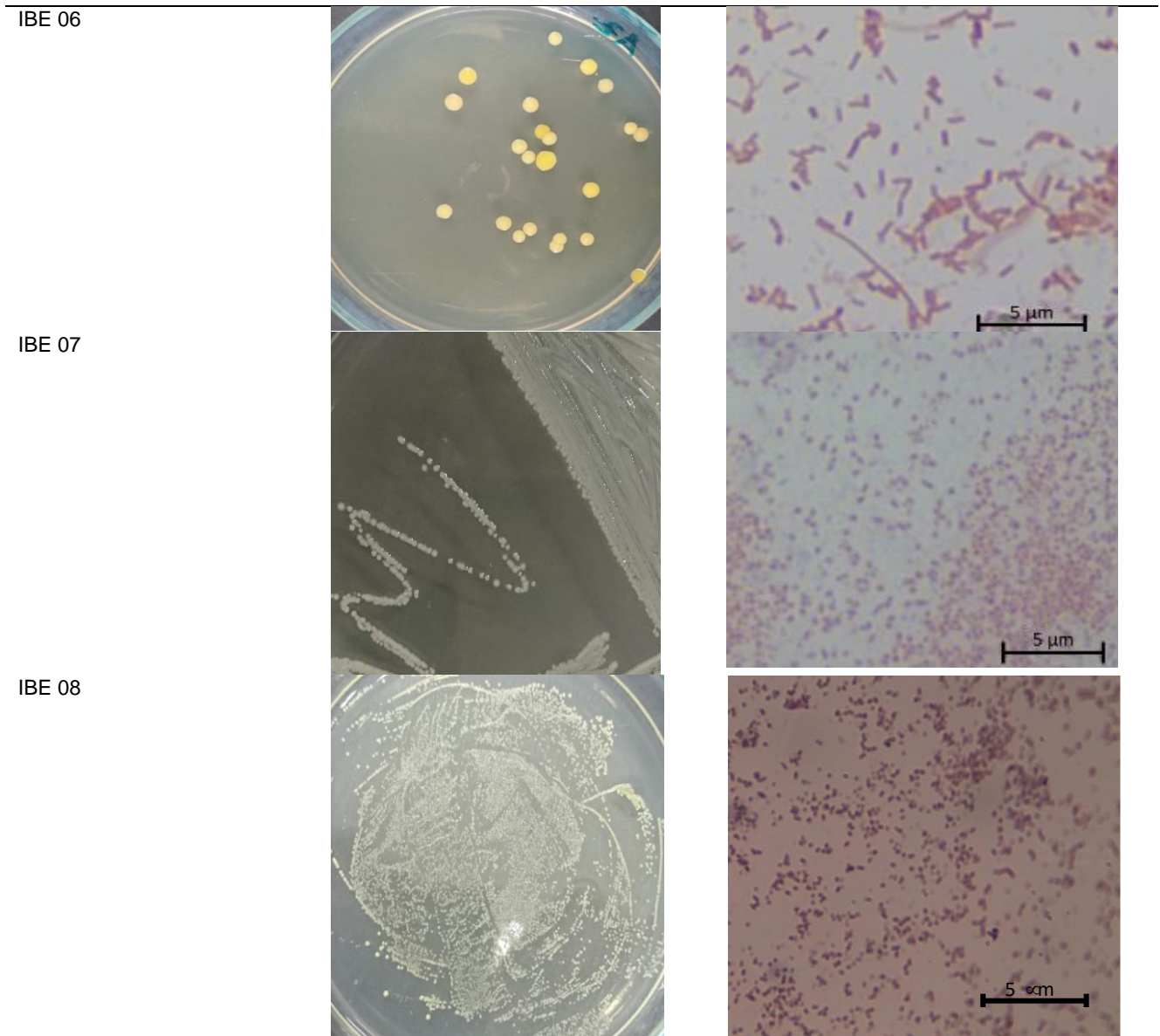
Tabel 1 Hasil pencirian morfologi (makroskopis dan mikroskopis) isolat bakteri entomopatogen dari larva *Helicoverpa armigera*

Kode Isolat	Morfologi makroskopis				Morfologi mikroskopis		
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Permukaan koloni	Pewarnaan Gram	Bentuk sel
IBE 01	Bundar	Licin	Cembung	Kuning	Licin	Negatif	Kokus
IBE 02	Filiform	Seperti Rambut	Datar	Putih	Kasar	Negatif	Basil
IBE 03	Bundar	Licin	Cembung	Kuning keemasan	Licin	Negatif	Basil
IBE 04	Bundar	Berombak	Cembung	Merah	Licin	Negatif	Basil
IBE 05	Filiform	Licin	Datar	Putih	Kasar	Negatif	Basil
IBE 06	Bundar	Licin	Timbul	Kuning	Kasar	Negatif	Basil
IBE 07	Bundar	Licin	Cembung	Putih	Licin	Negatif	Basil
IBE 08	Bundar	Licin	Cembung	Kuning	Licin	Negatif	Kokus

Keterangan: IBE = Isolat bakteri entomopatogen.

Tabel 2 Ciri isolat bakteri entomopatogen dari larva *Helicoverpa armigera*

Kode isolat bakteri entomopatogen	Gambar makroskopis	Gambar mikroskopis pembesaran 1000x
IBE 01		
IBE 02		
IBE 03		
IBE 04		
IBE 05		



Gambar 2 Rata-rata mortalitas larva *Helicoverpa armigera* pada hari ke-12. Huruf yang berbeda di atas batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada $\alpha = 0,05$.

mati akibat IBE 04 berada pada instar 5 dan 6. Rata-rata kematian larva pada semua perlakuan banyak terjadi pada hari ke-6 dan ke-8 pascaperlakuan. Pada pengamatan hari ke-6, sebanyak 38 larva mati. Larva yang mati pada hari ke-8 sebanyak 33 ekor. Rentang waktu ini menunjukkan larva telah berada pada instar 5 maupun instar 6. Kematian larva pada hari ke-1 dan ke-2 hanya terjadi pascaperlakuan IBE 07, yaitu larva instar 3 dan instar 4. Beragamnya waktu kematian diasumsikan bahwa kematian larva dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pertahanan tubuh larva, faktor waktu tumbuh bakteri, serta tingkat infeksi yang diakibatkan oleh bakteri.

Berdasarkan pengamatan kecepatan kematian larva, ada pengaruh waktu tumbuh bakteri dalam menginfeksi inang. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Glare *et al.* (2017), bahwa pertumbuhan bakteri terjadi dalam tiga fase, yaitu fase lag, fase eksponensial, dan fase stasioner. Fase lag merupakan fase bakteri beradaptasi dengan inang baru dan mulai memperbanyak sel dengan membelah diri menuju fase eksponensial. Akibat perbanyakan sel bakteri, larva akan mengalami regurgitasi serta terjadi degradasi pada membran epitel usus, dan bakteri akan menginvasi *hemocoel*. Fase eksponensial bakteri entomopatogen terjadi di *hemocoel* inang. Hal ini mengakibatkan septicemia (keracunan bakteri) sehingga larva mati dalam kurun waktu 2–5 hari setelah aplikasi bakteri.

Pengamatan dalam kurun waktu 12 hari menunjukkan juga keberadaan larva yang mampu bertahan hidup hingga menjadi pupa. Pengamatan atas larva yang mampu menjadi pupa dilanjutkan dan menunjukkan hasil bahwa larva juga mampu menjadi imago, sehingga dapat dinyatakan bahwa larva memiliki pertahanan terhadap bakteri perlakuan. Menurut Glare *et al.* (2017) pertahanan awal awal

serangga pada fase larva berada di rongga mulut. Rongga mulut adalah jalur utama masuknya bakteri entomopatogen ke dalam tubuh inang saat larva mengkonsumsi makanan. Rongga mulut memiliki sistem pertahanan yang dapat membunuh bakteri karena ada produksi oksigen reaktif ataupun senyawa antimikrob. Selain rongga mulut, kondisi psikokimia pada inang juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri entomopatogen.

Morfologi Larva

Larva *H. armigera* yang mati akibat isolat bakteri entomopatogen ini menunjukkan ciri morfologi yang sama, kecuali dua isolat (IBE 04 dan IBE 07) yang menunjukkan perbedaan tubuh larva yang mati. Umumnya larva yang mati memiliki ciri-ciri tubuh larva lunak, bagian kepala larva berwarna kecokelatan/kehitaman, seluruh tubuh berwarna kecokelatan yang kemudian akan menghitam, berbau dan terdapat beberapa larva yang mengeluarkan cairan kehitaman. Ciri umum ini juga diperlihatkan oleh larva yang diberi perlakuan IBE 01, IBE 02, IBE 03, IBE 04, IBE 05, dan IBE 06 (Gambar 3). Rata-rata kematian larva terjadi saat larva berada pada instar 5 ataupun 6.

Kondisi larva yang mati ini merupakan ciri dari larva akibat terinfeksi bakteri. Tubuh larva yang melunak dapat dikaitkan dengan penipisan kutikula sebagai akibat aktivitas kitinase, kelompok enzim yang dihasilkan bakteri entomopatogen untuk mengakselerasi kematian serangga (Dukare *et al.* 2021). Di samping itu, larva yang mati akibat infeksi bakteri umumnya memiliki ciri tubuh larva yang berubah warna menjadi gelap, tubuh larva lembut dan lunak, dan juga integumen yang semulanya utuh (Jurat-Fuenthes & Jackson 2012). Infeksi bakteri beragam, kondisi tergantung pada status sistem imun inang dan vektor virulensi bakteri. Toksemia, ialah kondisi yang terjadi



Gambar 3 Morfologi tubuh larva mati setelah aplikasi isolat bakteri entomopatogen: (a) IBE 01; (b) IBE 05; (c) IBE 08; dan (d) IBE 03.

ketika bakteri masuk ke bagian lumen pada usus inang dan memproduksi toksin yang akan disebarkan masuk ke dalam hemolimfa.

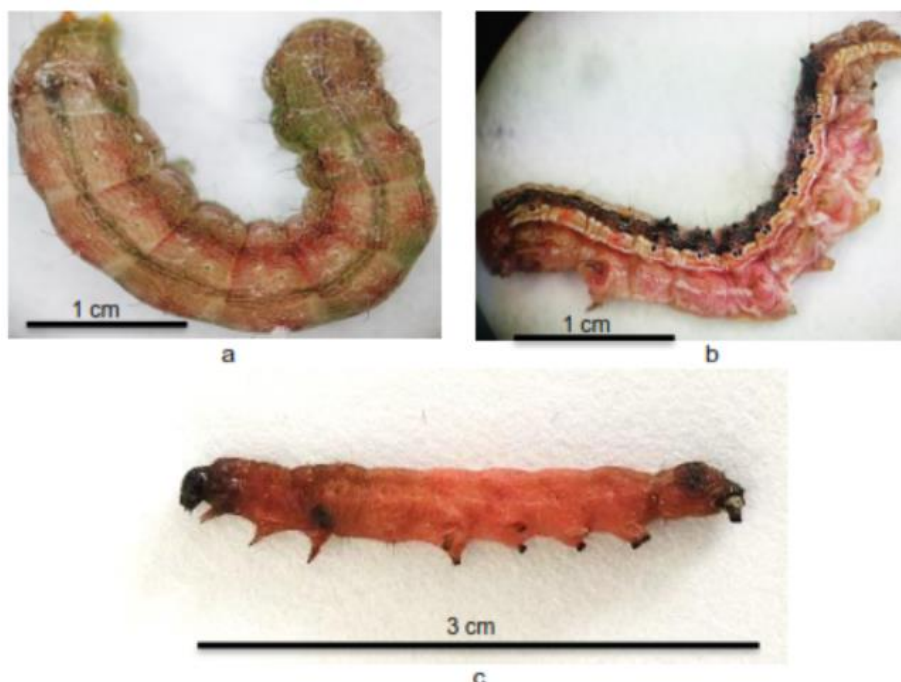
Ciri kematian larva akibat isolat IBE 04 sedikit berbeda. Selain morfologi larva yang lunak, berbau, dan tubuh kehitaman, kematian awal larva akibat infeksi isolat IBE 04 dapat dilihat dari warna tubuh yang kemerahan sebelum berubah menjadi kehitaman. Perubahan warna terjadi pada saat larva masih hidup hingga mengalami kematian. Gambar 4(a) memperlihatkan awal morfologi larva yang berwarna hijau cerah/terang, tetapi beberapa hari setelah perlakuan muncul bercak kemerahan. Ketika larva mati, bagian kepala berwarna kemerahan dan menghitam setelahnya. Warna merah pada larva mati akan bertahan beberapa hari, kemudian tubuh larva akan mengkehitam (Gambar 4c). Selain itu, cairan yang keluar dari tubuh larva juga berwarna kemerahan.

Kematian karena infeksi IBE 04 terjadi beberapa hari setelah perlakuan dengan waktu kematian yang tidak seragam. Kematian larva terjadi ketika larva pada fase larva instar 5 dan 6. Kondisi larva mati pada penelitian ini memiliki beberapa kesamaan dengan ciri kematian larva *Spodoptera litura* akibat aplikasi isolat BLSP-4 pada penelitian sebelumnya (Krishanti *et al.* 2017). Larva *S. litura* yang mati memiliki ciri tubuh yang lunak dan mengeluarkan cairan kemerahan-kehitaman, menimbulkan bau tidak sedap, dan kulit akan pecah jika disentuh. Ciri kemerahan pada tubuh larva dapat berasal dari pigmen prodigiosin yang diproduksi oleh bakteri entomopatogen *S. marcescens* (Jurat-Fuenthes & Jackson 2012).

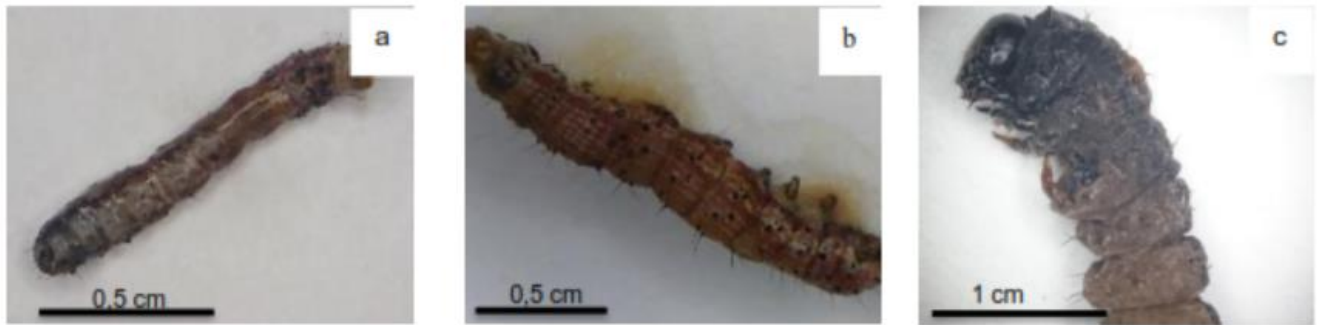
Menurut Lacey (2012), infeksi akibat bakteri entomopatogen *S. marcescens* pada larva akan menyebabkan infeksi menjadi kronis. Larva yang terinfeksi bakteri ini akan mengalami kehilangan lemak tubuh serta jaringan tubuh yang melemah. Hal ini terus terjadi hingga bakteri masuk ke dalam *hemocoel* dan mengakibatkan septikemia. Osborn *et al.* (2002) juga mengatakan bahwa secara alami kematian akibat bakteri *S. marcescens* terjadi saat larva berada pada instar 5.

Pemberian perlakuan IBE 07 banyak membunuh larva *H. armigera* pada hari ke-2 dan ke-8 pascaperlakuan. Larva yang mati pada hari ke-2 merupakan larva instar 3 dan larva instar 4, sedangkan pada hari ke-8, larva berada pada stadia instar 5 ataupun 6. Larva instar 3 dan instar 4 yang mati memiliki tubuh kemerahan, membengkak, beberapa bagian tubuh menghitam, serta larva yang mudah hancur ketika dipindahkan. Ciri-ciri kematian larva instar 5 dan instar 6 ialah tubuh larva mati menjadi lunak, kehitaman, dan berbau tidak sedap (Gambar 5).

Beberapa ciri kematian pada larva instar 3 atau 4 memiliki mirip dengan kematian larva akibat bakteri *Streptococcus* spp. dan *Staphylococcus* spp, yang menurut James & Li (2012) juga dapat menyebabkan septikemia. Tanda septikemia yang diakibatkan bakteri ini adalah bagian toraks larva membengkak, segmen pada abdomen menyusut, umumnya badan larva lunak, dan berubah warna; ciri ini juga muncul pada larva instar akhir yang mati. Berbeda dengan larva instar akhir yang mati akibat IBE 7, ciri kematian larva instar 5 dan 6 mirip dengan ciri kematian akibat bakteri pada umumnya.



Gambar 4 Morfologi larva yang terserang IBE 04 (a). larva hidup, perbesaran 10× (b). larva mati, perbesaran 10×; (c). larva yang mati setelah beberapa hari.



Gambar 5 Morfologi larva mati akibat IBE 07 (a) Larva instar 3 perbesaran 20 \times , (b) Larva instar 4 perbesaran 20 \times , dan (c) Larva instar 6 perbesaran 20 \times .

KESIMPULAN

Sebanyak delapan jenis isolat lokal bakteri entomopatogen berhasil diisolasi dari penelitian ini. Umumnya isolat IBE berbentuk bundar, tepian licin, elevasi cembung, berwarna kuning, dan permukaan licin dengan bentuk sel basil dan termasuk kelompok bakteri Gram negatif. Berdasarkan persentase, semua IBE mampu membunuh >50% larva. Isolat dengan persentase tertinggi dalam membunuh larva *H. armigera* adalah isolat IBE 04 dan IBE 07, masing-masing 94% dan 88%. Ciri umum kematian larva yang didapatkan adalah tubuh larva berwarna hitam, berbau, dan lunak. Larva yang mati akibat infeksi isolat bakteri IBE 04 adalah tubuh larva kemerahan, berbau, dan lunak. Penelitian ini mengindikasikan potensi bakteri entomopatogen sebagai alternatif pengendali hayati yang ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Syiah Kuala yang telah memfasilitasi pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bravo A, Likitvivatanavong S, Gill SS, Soberón M. 2011. *Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 41(7): 423–431. <http://doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.02.006>
- Dillon RJ, Vennard CT, Buckling A, Charnley AK. 2005. Diversity of locust gut bacteria protects against pathogen invasion. *Ecology Letters*. 8(12): 1291–1298. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00828.x>
- Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2008. *Pengenalan Dan Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Prioritas*. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, Jakarta (ID).
- Dukare AS, Paul S, Asha AD, Nivetha N, Aggarwal C, Divekar P. 2021. Role of bacterial and fungal chitinases in integrated management of pest and diseases of agro-horticultural crops. In *Microbes for Sustainable Insect Pest Management* (pp. 33-57). Springer, Cham.
- Jurat-Fuentes JL, Jackson TA. 2012. Bacterial Entomopathogens. *Insect Pathology*. 265–349. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-384984-7.00008-7>
- Glare TR, Jurat-Fuentes JL, O'Callaghan M. 2017. Basic and Applied Research. *Microbial Control of Insect and Mite Pests*. 47–67. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-803527-6.00004-4>
- Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama.
- Herlinda S. 2005. Bioekologi *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman tomat. *Agria*. 2: 32–36.
- Iman M, Tengkan W. 2002. *Buku Pegangan Hama Hama Kedelai di Indonesia*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta (ID).
- Jackai LEN. 1995. Integrated pest management of borers of cowpea and beans. *International Journal of Tropical Insect Science*. 16(3–4): 237–250. <http://doi.org/10.1017/s1742758400017240>
- James RR, Li Z. 2012. From Silkworms to Bees. *Insect Pathology* 425–459. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-384984-7.00012-9>
- Kalha CS, Singh PP, Kang SS, Hunjan MS, Gupta V, Sharma R. 2014. Entomopathogenic viruses and bacteria for insect-pest control. *Integrated Pest Management*. 225–244. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-398529-3.00013-0>
- Kalvnadi E, Mirmoayedi A, Alizadeh M, Pourian H-R. 2018. Sub-lethal concentrations of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* increase fitness costs of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) offspring. *Journal of*

- Invertebrate Pathology*. 158: 32–42. <http://doi.org/10.1016/j.jip.2018.08.012>
- Krishanti NPRA, Wikantoso B, Zulfitri A, Zulfiana D. 2017. Bakteri entomopatogen sebagai agen biokontrol terhadap larva *Spodoptera litura*. *Berita Biologi*. 16: 13–21. <http://doi.org/10.14203/beritabiologi.v16i1.2153>
- Krutmuang P, Mekchay S. 2005. Pathogenicity of entomopathogenic fungi *metarhizium anisopliae* against termites. *Conference on International Agricultural Research for Development*. Hohenheim: Stuttgart.
- Lacey LA. 2012. *Manual Techniques In Invertebrate Pathology*. London (UK): Academy Press.
- Mishra PK, Tandon SM. 2003. Gut bacterial flora of *Helicoverpa Armigera* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Indian Journal of Microbiology*. 1: 55–56.
- Mohan M, Selvakumar G, Sushil SN, Bhatt JC, Gupta HS. 2011. Entomopathogenicity of endophytic *Serratia marcescens* strain SRM against larvae of *Helicoverpa armigera* (Noctuidae: Lepidoptera). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 27(11): 2545–2551. <http://doi.org/10.1007/s11274-011-0724-4>
- Osborn F, Berlioz L, Vitelli-Flores J, Monsalve W, Dorta B, Rodríguez Lemoine V. 2002. Pathogenic effects of bacteria isolated from larvae of *Hylesia metabus* Crammer (Lepidoptera: Saturniidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. 80(1): 7–12. [http://doi.org/10.1016/s0022-2011\(02\)00037-x](http://doi.org/10.1016/s0022-2011(02)00037-x)
- Patil NS, Jadhav JP. 2015. Significance of *Penicillium ochrochloron* chitinase as a biocontrol agent against pest *Helicoverpa armigera*. *Chemosphere*. 128: 231–235. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.01.038>
- Ravi KC, Mohan KS, Manjunath TM, Head G, Patil BV, Greba DPA, Rao NGV. 2005. Relative Abundance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host crops in india and the role of these crops as natural refuge for *Bacillus thuringiensis* Cotton. *Environmental Entomology*. 34(1): 59–69. <http://doi.org/10.1603/0046-225x-34.1.59>
- Shoda M. 2000. Bacterial control of plant diseases. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 89(6): 515–521. [http://doi.org/10.1016/s1389-1723\(00\)80049-3](http://doi.org/10.1016/s1389-1723(00)80049-3)
- Zulaiha S, Suprpto, Apriyanto D. 2012. Infestasi beberapa hama penting terhadap tanaman jagung hibrida pengembangan dari jagung local bengkulu pada kondisi input rendah di dataran tinggi adisol. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 1: 15–28. <http://doi.org/10.31186/naturalis.1.1.5913>