

UJI EFEKTIVITAS INSEKTISIDA TERHADAP HAMA *Maruca testulalis* PADA BIBIT MALAPARI (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre)
Insecticides effectiveness test to Maruca testulalis pest on malapari seedling (Pongamia pinnata (L.) Pierre)

Benyamin Dendang dan Endah Suhaendah
Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis
Jl. Raya Ciamis-Banjar Km 4, Ciamis, Indonesia
email: beny_co76@yahoo.co.id

Tanggal diterima: 7 Desember 2016, Tanggal direvisi: 19 Desember 2016, Disetujui terbit: 17 November 2017

ABSTRACT

Maruca testulalis is one of pest on leaves of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. leaf in nursery. The objective of this research was to compare the efficacy of insecticides on larvae population and degrees of damage intensity. The research used complete randomized design with five treatments and three replications. The treatments were control, azadirachtin 5 g/l, *Bacillus thuringiensis* 1 g/l, klorantraniliprol 1 g/l and monosultap 0.5 ml/l. The results showed that tested insecticides influence on the intensity of *M. testulalis*. Klorantraniliprol azadirachtin and monosultap insecticides were more effective to control the larvae of *M. testulalis* when compared to *B. thuringiensis*.

Keywords: azadirachtin, *Bacillus thuringiensis*, intensity, attack, mortality

ABSTRAK

Maruca testulalis merupakan salah satu hama penting yang ditemukan menyerang daun bibit malapari (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) di persemaian. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pengaruh beberapa jenis insektisida terhadap mortalitas larva *M. testulalis* dan penurunan intensitas serangan *M. testulalis*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan penelitian meliputi kontrol, insektisida nabati berbahan aktif azadirachtin dengan konsentrasi 5 gr/l, insektisida biologis berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 1 gr/l, insektisida berbahan aktif klorantraniliprol dengan konsentrasi 1 gr/l, insektisida berbahan aktif monosultap dengan konsentrasi 0,5 ml/l. Hasil penelitian menunjukkan insektisida yang dicobakan memberikan pengaruh terhadap intensitas serangan *M. testulalis*. Jenis insektisida klorantraniliprol, monosultap dan azadirachtin lebih efektif mengendalikan larva *M. testulalis* jika dibandingkan dengan *B. thuringiensis*.

Kata kunci: azadirachtin, *Bacillus thuringiensis*, intensitas, serangan, mortalitas

I. PENDAHULUAN

Malapari termasuk salah satu jenis tanaman pantai yang cepat tumbuh pada daerah tropis dan sub tropis dengan curah hujan yang rendah (Sangwan, Rao, & Sharma, 2010). Dengan pertumbuhan yang cepat tersebut, malapari berpotensi untuk dikembangkan di daerah pesisir pantai baik dengan pola monokultur ataupun dengan pola agroforestry. Manfaat malapari pada daerah pesisir berperan sebagai pemecah angin dan dapat mencegah erosi. Kayu malapari dimanfaatkan untuk bahan pembuatan lemari, kereta roda, pulp kertas, dan bahan bakar. Biji digunakan sebagai bahan baku

biodisel karena minyaknya tahan terhadap suhu dingin dan oksidasi.

Budidaya malapari sangat mudah untuk dilakukan baik secara generatif dengan biji ataupun secara vegetatif dengan stek pucuk. Pertumbuhan malapari di tingkat persemaian terganggu oleh serangan hama penggerek polong (*Maruca testulalis*) yang kerusakannya cukup serius. Hama ini dilaporkan menyerang polong tanaman kacang-kacangan seperti kacang kedele, tunggak, kacang gude, dan kacang panjang yang ditanam di daerah tropis sampai daerah sub (Abate & Ampofo, 1996; Indiati, 2007; Jackai, 1995; Shanower, Romeis, & Minja, 1999). Lebih lanjut dilaporkan bahwa *M. testulalis* pada tanaman kacang panjang

memakan tunas, bunga, daun muda dan polong muda, terkadang larva juga memakan daun dan batang yang lembut (Aldy, 2010).

Kerugian yang ditimbulkan akibat *M. testulalis* perlu mendapat perhatian serius karena mempunyai inang yang sangat luas. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian untuk menekan intensitas serangan yang ditimbulkannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis hama penggerek polong pada malapari, mengetahui pengaruh beberapa insektisida terhadap mortalitas larva dan penurunan intensitas serangan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Januari sampai dengan Februari 2016 di Laboratorium dan Persemaian Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis.

B. Bahan dan alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan berupa larva *M. testulalis*, bibit malapari, insektisida yang terdiri dari empat jenis bahan aktif yaitu klorantraniliprol, monosultap, *Bacillus thuringiensis* dan azadirachtin serta aquades.

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cawan petri berdiameter 9 cm, pinset, kertas tissue dan sprayer.

C. Metode pengamatan

1. Identifikasi

Identifikasi jenis hama dibantu oleh Peneliti Laboratorium Entomologi Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

2. Uji toksisitas secara in vitro

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode uji toksisitas secara in vitro dengan teknik pencelupan daun di laboratorium serta uji toksisitas di persemaian. Rancangan

penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah berupa insektisida nabati dengan konsentrasi sesuai anjuran yaitu *azadirachtin* dengan konsentrasi 5 gr/l, insektisida biologis berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 1 gr/l, insektisida berbahan aktif klorantraniliprol dengan konsentrasi 1 gr/l, insektisida berbahan aktif monosultap dengan konsentrasi 0,5 ml/l serta kontrol tanpa insektisida.

Pada uji in vitro, jumlah larva *M. testulalis* yang digunakan pada setiap perlakuan adalah sebanyak 10 ekor. Larutan uji dibuat dengan melarutkan masing-masing insektisida dengan aquades, sedangkan pada perlakuan kontrol yang digunakan adalah aquades. Uji dilakukan dengan cara sampel daun malapari yang masih muda dipotong dengan ukuran 4 x 4 cm kemudian dicelupkan ke dalam larutan dan dikeringanginkan. Setiap potong daun dimasukkan ke dalam cawan petri dialasi kertas tisu, kemudian larva *M. testulalis* dimasukkan ke dalam cawan tersebut. Setelah 24 jam, daun sisa diganti dengan daun baru yang diberi perlakuan yang sama seperti di atas. Setelah 24 jam berikutnya, larva *M. testulalis* diberi potongan daun tanpa perlakuan. Parameter yang diamati adalah kematian (mortalitas) larva *M. testulalis* sampai tujuh hari. Data kematian dihitung dalam persen kematian dengan rumus (Utami & Haneda, 2012):

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Jumlah total larva}} \times 100\%$$

3. Uji toksisitas di persemaian

Pada uji toksisitas di persemaian, setiap perlakuan terdiri dari 20 sampel bibit malapari dan diulang sebanyak tiga kali. Larutan uji dibuat dengan melarutkan masing-masing insektisida dengan aquades, sedangkan pada kontrol yang digunakan adalah aquades. Uji dilakukan dengan cara bibit malapari disemprot dengan larutan atau suspensi tersebut.

Pengambilan data dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang terserang *M. testulalis* sebelum penyemprotan dan dua minggu setelah penyemprotan. Parameter yang diamati adalah intensitas serangan *M. testulalis*.

D. Analisis data

Data mortalitas dan intensitas serangan yang diperoleh dianalisis dengan uji sidik ragam. Apabila ditemukan data yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan Uji Duncan pada taraf 5%. Untuk data mortalitas, tingkat aktivitas insektisida diukur berdasarkan klasifikasi Prijono (1998) dalam (Utami & Haneda, 2012) sebagai berikut: 1) aktivitas kuat: mortalitas (m) $\geq 95\%$, 2) agak kuat: $75\% \leq m < 95\%$, 3) cukup kuat: $60\% \leq m < 75\%$, 4) sedang: $40\% \leq m < 60\%$, 5) agak lemah: $25\% \leq m < 40\%$, 6) lemah: $5\% \leq m < 25\%$, 7) tidak aktif: $< 5\%$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Identifikasi hama

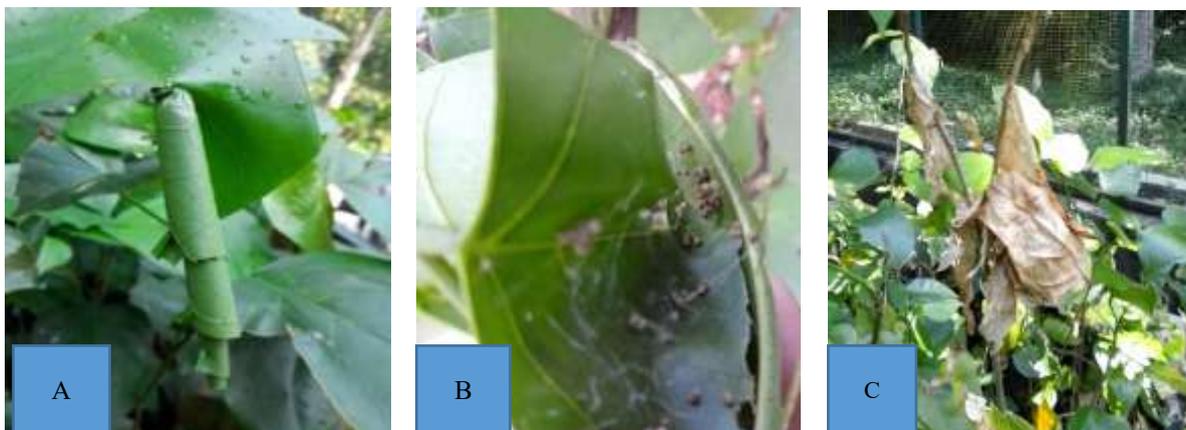
Berdasarkan hasil identifikasi LIPI, hama yang menyerang bibit malapari merupakan salah satu jenis hama dari ordo Lepidoptera, Famili Pyralidae/Pyraustinae dan jenis *Maruca testulalis*. Imago *M. testulalis* meletakkan telur pada permukaan bawah daun. Larva berwarna krem kehijauan, dengan kepala berwarna oranye

(Gambar 1). Pertumbuhan larva selama 8-14 hari dan tahap pra-pupa hanya berlangsung 12-24 jam. Seluruh siklus hidup sekitar 20-57 hari (Owuor & Ochieng, 1981).



Gambar 1. Larva *M. testulalis*

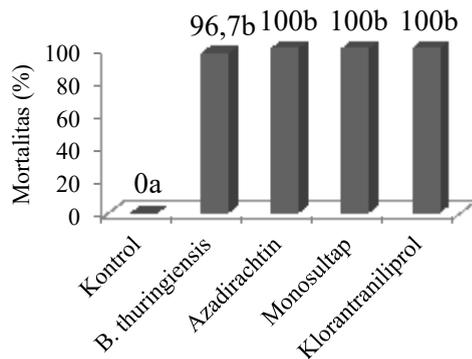
Gejala serangan yang timbul dapat dilihat dengan adanya daun yang menggulung terutama untuk daun muda, dari ujung ke tangkai daun, dan ada juga yang menggulung beberapa daun menjadi satu gulungan. (Gambar 2.A). Tanda yang ditemukan adalah adanya kotoran larva pada permukaan daun (Gambar 2.B). Bagian tanaman dijalin dengan jaring mirip jaring laba-laba, jika dibuka, di dalamnya terdapat beberapa larva. Akibat lanjut dari serangan hama ini, daun menjadi kering dan lama kelamaan daun tersebut rontok (Gambar 2.C).



Gambar 2. A. Gejala serangan *M. testulalis* pada daun; B. Kotoran Larva pada permukaan daun; C. Daun mengering

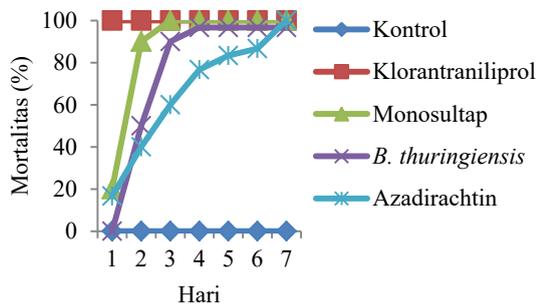
B. Pengaruh insektisida terhadap mortalitas larva *M. testulalis*

Hasil uji pengaruh jenis insektisida terhadap mortalitas larva *M. testulalis* setelah tujuh hari perlakuan disajikan pada Gambar 3. Insektisida berbahan aktif *B. thuringiensis*, azadirachtin, klorantraniliprol dan monosultap berpengaruh nyata terhadap mortalitas *M. testulalis* pada taraf nyata 0,05 (R-sq 99,7%).



Gambar 3. Efikasi empat jenis insektisida terhadap mortalitas *M. testulalis*

Berdasarkan Gambar 3, perlakuan insektisida berbahan aktif *B. thuringiensis*, azadirachtin, klorantraniliprol dan monosultap masing-masing efektif mengendalikan *M. testulalis* dengan tingkat aktivitas insektisida tergolong kuat. Pengaruh jenis insektisida terhadap mortalitas *M. testulalis* berdasarkan waktu pengamatan disajikan pada Gambar 4.



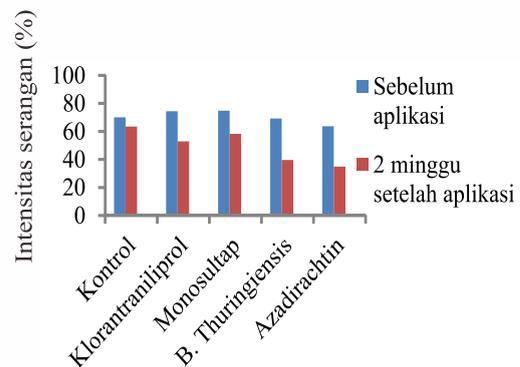
Gambar 4. Pengaruh empat jenis insektisida terhadap mortalitas *M. testulalis* berdasarkan waktu pengamatan (hari)

Berdasarkan hasil pengamatan, klorantraniliprol menyebabkan mortalitas

sampai 100% sejak hari ke-1 sedangkan monosultap mengalami peningkatan pengaruh yang nyata dari hari ke-2 dan pada hari ke-3 menyebabkan mortalitas sampai 100%. *B. thuringiensis* menunjukkan peningkatan efikasi mulai pada hari ke-3 dan pada hari ke-4 pengaruhnya stagnan sampai hari ke-7. Azadirachtin menyebabkan mortalitas secara bertahap dan pada hari ke-7 menyebabkan kematian sampai 100%.

C. Pengaruh insektisida terhadap penurunan intensitas serangan *M. testulalis*

Empat jenis insektisida diuji untuk mengetahui pengaruhnya dalam menekan intensitas serangan hama *M. testulalis* pada bibit malapari di persemaian. Intensitas serangan *M. testulalis* sebelum perlakuan cukup tinggi dengan intensitas serangan 60% - 75% seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata intensitas serangan *M. testulalis*

Hasil uji sidik ragam perlakuan jenis insektisida terhadap intensitas serangan *M. testulalis* disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, perlakuan jenis insektisida dua minggu setelah aplikasi (Δt) mampu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan intensitas serangan *M. testulalis*. Hasil uji lanjut pengaruh tiap jenis insektisida disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Analisis sidik ragam pengaruh jenis insektisida terhadap penurunan tingkat serangan hama *M. testulalis* pada taraf 5%

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	db	Kuadrat tengah	F Hitung	Sig-nifikansi
2 Minggu setelah aplikasi	21821,784	4	5455,446	3,823	0,005*

Keterangan: * Berbeda nyata

Tabel 2. Rata-rata penurunan tingkat kerusakan oleh *M. testulalis*

Perlakuan	Rata-Rata Penurunan Intensitas Serangan (%)
Kontrol	-6,5 a
Azadirachtin	-16,5 ab
<i>B. thuringiensis</i>	-21,5 b
Klorantraniliprol	-28,9 b
Monosultap	-29,5 b

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda a atau b menunjukkan perbedaan yang nyata (tingkat kepercayaan 95%) menurut Uji Beda Berganda Duncan

Berdasarkan Tabel 2, pada dua minggu setelah aplikasi, jenis insektisida yang paling tinggi penurunan intensitas serangannya adalah monosultap, klorantraniliprol dan *B. thuringiensis*. Hasil penelitian mengenai penggunaan monosultap dan klorantraniliprol belum dilaporkan sebelumnya. Penelitian sebelumnya adalah pengendalian *M. testulalis* pada tanaman kacang hijau melalui aplikasi insektisida kimia berbahan aktif lamda sihalotrin dengan konsentrasi 2 ml/l seminggu sekali pada awal penggunaan paling efektif menekan serangan *M. testulalis* dan mencegah kehilangan hasil hingga 59 (Indiati, 2007). Hal yang sama dilakukan oleh (Liao & Lin, 2000) yang menggunakan insektisida berbahan aktif deltametrin, carbaril dan thiodicarb dengan konsentrasi rekomendasi mampu menekan serangan *M. testulalis* pada kacang tunggak.

D. Pembahasan

Pengendalian *M. testulalis* secara in vitro dengan menggunakan empat jenis insektisida memberikan hasil yang baik terhadap mortalitas larva. Azadirachtin telah diketahui dapat bekerja sebagai penolak makan (*antifeedant*),

menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit (*moulting inhibition*), mengakibatkan abnormalitas anatomi dan dapat mematikan serangga. Bahan aktif azadirachtin mampu mengendalikan beberapa spesies hama yaitu ulat grayak, kutu daun dan kutu putih (Walter, 1999).

Azadirachtin bekerja dengan mempengaruhi sel-sel saraf otak serangga dalam menstimulasi pembentukan protein, proses metamorfosis, proses ganti kulit dan diapause serangga (Mordue & Blackwell, 1993). Azadirachtin menghasilkan stimulan penolak makan spesifik berupa reseptor kimia pada bagian mulut yang bekerja bersama-sama dengan reseptor kimia lainnya yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan (Mordue et al., 1998).

Efek lain dari azadirachtin adalah adanya gangguan pada pengaturan perkembangan dan reproduksi serangga yang berlangsung pada sel somatik dan jaringan reproduksi. Mordue (2000) mengatakan bahwa pengaruh azadirachtin terhadap pengaturan pertumbuhan serangga yaitu dengan mengganggu sistem neuroendocrine. Mekanisme dari azadirachtin yaitu bekerja sebagai penolak makan, menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit, mengakibatkan abnormalitas anatomi dan mematikan serangga (Samsudin, 2011).

Insektisida dengan bahan aktif *B. thuringiensis* merupakan insektisida yang mengandung bakteri yang menghasilkan protein yang dapat membunuh serangga (Hofte & Whiteley, 1989). Kristal protein yang bersifat toksik ini sering disebut dengan δ -endotoksin yang merupakan protoksin yang jika larut dalam

usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek serta bersifat toksik. Bukti-bukti telah menunjukkan bahwa toksin *B. thuringensis* yang masuk ke dalam tubuh serangga memiliki kemampuan membentuk kristal protein dan akan larut dalam lingkungan basa pada usus serangga. Protein tersebut akan teraktifkan oleh enzim pencernaan protein serangga, kemudian menempel pada protein *receptor* yang berada pada permukaan sel epitel usus sehingga terbentuk lubang dan mengalami *lysis*. Pada akhirnya serangga akan mengalami gangguan pencernaan dan mati.

Karena keseimbangan osmotik terganggu maka sel menjadi bengkak dan pecah dan menyebabkan matinya serangga (Hofte & Whiteley, 1989). Dengan sifat toksik yang tinggi maka penggunaan insektisida Bactospeine dapat menurunkan intensitas serangan *M. testulalis* pada bibit malapari. Penggunaan *B. thuringensis* juga dalam bentuk tanaman transgenik yang digunakan di USA pada tahun 2000 (James, 2000). Lebih lanjut (Anggraeni, Kristina, & Wianto, 2013) melaporkan bahwa daya bunuh ekstrak kristal endotoksin *B. thuringiensis israelensis* (H-14) terhadap jentik *Aedes aegypti*, *Anopheles aconitus* dan *Culex quinquefasciatus* mencapai 100% dengan konsentrasi 0,3 ppm. Efektifitas *B. thuringensis* yang diaplikasikan pada tanaman kacang panjang di lapangan mampu menurunkan intensitas serangan *M. testulalis* pada bunga (Saragih, Pangestiningih, & Lisnawita, 2015).

Insektisida dengan bahan aktif klorantraniliprol merupakan salah satu jenis insektisida yang banyak digunakan petani untuk mengendalikan hama golongan lepidoptera, tetapi dapat juga untuk mengendalikan hama golongan coleoptera, diptera dan isoptera. Hal ini dibuktikan dengan perlakuan klorantraniliprol efektif mengendalikan *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah dengan efektivitas sebesar 93,3% (Febrianasari, Tarno, & Afandhi, 2014; Zhang, Gao, Mu, Zhou, & Li, 2014). Klorantraniliprol termasuk

golongan senyawa antranilik diamida yang bersifat racun perut dan racun kontak (Djojosemarto, 2008; Wang & Wu, 2012). Mekanisme klorantraniliprol yang bekerja secara translaminar dapat mengganggu saraf lambung serangga dan mengaktifkan rianodin serangga yang dapat mengurangi ion kalsium intraseluler. Akibatnya serangga akan lumpuh dan aktivitas makan ulat akan berhenti selamanya, akhirnya serangga tersebut mati (Perry, Yamamoto, Ishaaya, & Perry, 1998). Gejala yang terlihat pada serangga yang disemprot dengan klorantraniliprol yaitu paralisis, berhenti makan, dan mati dalam beberapa hari (Cordova et al., 2006).

Insektisida dengan bahan aktif monosultap merupakan insektisida sistemik racun kontak dan lambung berbentuk larutan dalam air. Insektisida monosultap ditujukan untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah, kentang dan padi. Mekanisme bahan aktif monosultap berdasarkan sifatnya yaitu mematikan hama atau sasaran jika mengenai secara langsung tubuh hama dan bahan aktif tersebut masuk ke dalam pencernaan makanan melalui bagian tanaman yang dimakan, dan melalui kulit, mulut atau trakea kemudian diserap oleh dinding usus kemudian ditranslokasikan ke tempat sasaran.

IV. KESIMPULAN

Insektisida berbahan aktif klorantraniliprol, monosultap dan azadirachtin menyebabkan mortalitas larva *M. testulalis* sampai 100% sedangkan *B. thuringiensis* menyebabkan mortalitas *M. testulalis* sampai 96,7%. Jenis insektisida yang mampu menurunkan intensitas serangan *M. testulalis* pada dua minggu setelah aplikasi adalah klorantraniliprol, monosultap dan *B. thuringiensis*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Iwan Setiawan dan Junet yang telah membantu

pengambilan data di persemaian, semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abate, T., & Ampofo, J. K. O. (1996). Insect pests of beans in Africa: their ecology and management. *Annu. Rev. Entomol*, 41, 45–73.
- Aldy, W. (2010). Preferensi Penggerek Polong *Maruca testulalis* (Geyer) (Lepidoptera: Pyralidae) Pada Tanaman Kacangan Di Rumah Kassa. *Agroekotek*, 2(1).
- Anggraeni, Y. M., Kristina, B., & Wianto, P. R. (2013). Daya bunuh ekstrak kristalendotoksin *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14) terhadap jentik *Aedes aegypti*, *Anopheles aconitus* dan *Culex quinquefasciatus*. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(1), 35–42.
- Cordova, D., Benner, E. A., Sacher, M. D., Rauh, J. J., Sopa, J. S., Lahm, G. P., ... Tao, Y. (2006). Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pestic Biochem Physiol*, 84(3), 196–214. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2005.07.005>
- Djojosumarto, P. (2008). *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta: agromedia pustaka.
- Febrianasari, R., Tarno, H., & Afandhi, A. (2014). Efektivitas Klorantraniliprol dan Flubendiamid Pada Ulat Bawang Merah (*Spodoptera exigua* Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT*, 2(4), 103–109.
- Hofte, H., & Whiteley, H. R. (1989). Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol.Rev*, 53, 42–255.
- Indiati, S. W. (2007). Pengendalian Hama Penggerek Polong Pada Pertanaman Kacang Hijau. *Jurnal Penelitian Dan Informasi Pertanian "Agrin,"* 11(2), 138–147. Retrieved from <http://jurnalagrin.net/index.php/agrin/article/viewFile/73/57>
- Jackai, L. E. N. (1995). Integrated pest management of borers of cowpea and beans. *Insect Sci. Applic.*, 16, 237–250.
- James, C. (2000). *Global status of commercialized transgenic crops:2000* (No. 21). Iithaca, New York, USA.
- Liao, C. T., & Lin, C. D. (2000). Occurrence of the legume pod borer, *Maruca testulalis* Greyer (Lepidoptera: Pyralidae) on cowpea (*Vigna anguiculata* Walp) and its insecticides application. *Trial. Plant Prot. Bull*, 42, 213–222.
- Mordue, A. J., & Blackwell, A. (1993). Azadirachtin: An Up-date. *Journal Insect Physiol*, 39, 903–924.
- Mordue, A. J., Simmonds, M. S. J., Ley, S. V., Blaney, W. M., Mordue, W., Nasiruddin, M., & Nisbet, A. J. (1998). Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pestic. Sci*, 54, 277–284.
- Mordue, A. J., & Nisbet, A. J. (2000). Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insec. *An. Soc. Entomol. Brazil*, 29(4). <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000400001>
- Owuor, J. B., & Ochieng, R. S. (1981). Studies on the legume pod-borer *Maruca testulalis* (Geyer). Life Cycle and Behaviour. *International Journal of Tropical Insect Science*, 1, 263–268.
- Perry, A. S., Yamamoto, I., Ishaaya, I., & Perry, R. Y. (1998). *Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects and Prospects*. New York (US): Springer-Verlag.
- Samsudin. (2011). Biosintesa dan Cara Kerja Azadirachtin Sebagai Bahan Aktif Insektisida Nabati. In *Seminar Pesnab IV, 15 Oktober 2011*. Jakarta, Indonesia: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (BALITRI).
- Sangwan, S., Rao, D. V., & Sharma, R. A. (2010). A Review on *Pongamia Pinnata* (L.) Pierre: A great versatile leguminous plant. *Nature and Sci*, 8(11), 130–139. Retrieved from <http://www.sciencepub.net/nature/ns0811/>
- Saragih, E. S., Pangestiningih, Y., & Lisnawita. (2015). Uji Efektifitas Insektisida Biologi Terhadap Hama Penggerek Polong (*Maruca testulalis* Geyer.) (Lepidoptera; pyralidae) Pada Tanaman Kacang Panjang di Lapangan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(4), 1468–1477. Retrieved from <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/agroekoteknologi/article/view/11798/5138>
- Shanower, T. G., Romeis, J., & Minja, E. M. (1999). Insect pests of pigeonpea and their management. *Annu. Rev. Entomol*, 44, 77–96.
- Utami, S., & Haneda, N. F. (2012). Bioaktivitas ekstrak umbi gadung dan minyak nyamplung sebagai pengendali hama ulat kantong (*Pteroma plagiophleps* Hampson). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9, 209–218.
- Walter, J. F. (1999). *Commercial Experience with Neem Products*. Totowa, New Jersey: Humana Press.

- Wang, X., & Wu, Y. (2012). High levels of resistance to chlorantraniliprole evolved in field populations of *Plutella xylostella*. *J.Econ Entomol*, *105*(3), 10–19.
- Zhang, P., Gao, M., Mu, W., Zhou, C., & LI, X.-H. (2014). Resistant levels of *Spodoptera exigua* to eight various insecticides in Shandong, China. *Journal of Pesticida Science*, *39*(1), 7–13. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D13-053>.