

## Aktivitas Ekstrak Biji Tanaman Minda (*Melia azedarach* L.) terhadap *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae)

### (Activity of *Melia azedarach* L. Seed Extract Against *Spodoptera litura* F. [Lepidoptera; Noctuidae])

Hamdani<sup>1)\*</sup>, Dedi Supriyatdi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Negeri Lampung, Jl. Soekarno-Hatta No. 10 Rajabasa, Bandar Lampung, 35144

E-mail: kajikhamdani@polinela.ac.id

#### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effectiveness and biological activity of *Melia azedarach* L. (Meliaceae) seed extract against armyworm, *Spodoptera litura* F. The first instar larvae were fed extract-treated broccoli leaves for 2 days, then were maintained on untreated leaves until the third instar stage. Records were kept in regard to the larvae mortality and developmental time of surviving larvae from the first instar to the third instar. The result showed that *M. azedarach* L. seed extract at concentration of 50 g.l<sup>-1</sup> (5%) exhibited moderate insecticidal activity against *S. litura* larvae (43,30%-68,33% mortality). Addition of detergent at 0,2% to extract did not increase insecticidal activity of the extract. However, boiling seed extract at concentration of 50 g.l<sup>-1</sup> (5%) during 10 until 20 minutes increased insecticidal activity of extract (66,67%-68,33% mortality). Generally, *M. azedarach* seed extract treatment did not affect on developmental time of *S. litura* larvae.

Keywords: armyworm, biological activity, botanical insecticide, chinaberry tree, extract

Diterima: 12 Juli 2017 / Disetujui: 26 September 2017 / Diterbitkan: 8 Oktober 2017

#### PENDAHULUAN

*Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama yang penting pada tanaman pangan maupun pada tanaman perkebunan, karena larva hama ini bersifat polifag. Larva hama ini sering menyebabkan kerusakan daun pada tanaman kapas (Sunarto & Nurindah, 2009), tembakau (Malarvannan *et al.*, 2010), teh (Wang *et al.*, 2011), tebu (Ahmad *et al.*, 2009), kedelai (Prayogo, *et al.*, 2005), kubis (Yuliadhi & Sudiarta, 2012), bawang, selada, sawi, jagung (Hakim *et al.*, 2017), dan padi.

Upaya pengendalian yang dilakukan umumnya menggunakan insektisida sintetik dengan frekuensi penyemprotan terjadwal 2—3 kali per minggu. Namun tindakan tersebut tidak mampu menurunkan populasi, karena larva *S. litura* tersebut pada siang hari bersembunyi di dalam tanah (Baliadi, 2007; Hakim *et al.*, 2017). Selain itu pengendalian hama tanaman dengan insektisida dapat menimbulkan dampak negatif, seperti resistensi dan resurgensi hama, terbunuhnya organisme bukan sasaran termasuk musuh alami, keracunan pada manusia dan ternak, kontaminasi oleh residu

bahan beracun pada hasil panen, dan pencemaran lingkungan secara umum (Kartohardjono, 2011; Udiarto, 2013).

Sehubungan dengan hal tersebut penelitian memanfaatkan ekstrak tanaman untuk mengendalikan populasi dan serangan hama tanaman perlu dilakukan agar diperoleh/diketahui alternatif pengendalian hama yang lebih murah, aman terhadap lingkungan, dan dapat diterima oleh para petani. Dengan demikian ketergantungan petani dengan pestisida sintetik dapat dikurangi bahkan dihilangkan dan kerusakan lingkungan secara umum dapat dihindari, sehingga konsep pertanian ekologis atau pertanian berkelanjutan dapat diwujudkan.

Hingga saat ini telah diketahui terdapat tiga sumber insektisida alami yang penting dan memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan, yaitu tumbuhan, mikroorganisme tanah, dan organisme laut. Jenis tumbuhan yang diketahui berpotensi sebagai sumber insektisida nabati yang potensial antara lain famili Meliaceae, Poaceae, Annonaceae, Piperaceae, Asteraceae, Zingiberaceae dan Leguminosae (Syahputra, 2008; Balfas & Willis, 2009; Utami & Haneda, 2010; Hendrival *et al.*, 2014; Umami & Purwani, 2016).

Contoh tanaman Meliaceae yang potensial antara lain mimba (*Azadirachta indica*), mindi (*Melia azedarach*), suren (*Toona sureni*), culan (*Aglaia odorata*). Ekstrak beberapa bagian tanaman tersebut terbukti aktif sebagai insektisida, *antifeedant*, penghambat perkembangan, serta penghambat peneluran, namun yang paling aktif adalah ekstrak biji (Sunarto & Nurindah, 2009; Rusdy, 2009). Peningkatan konsentrasi senyawa aktif dalam ekstrak dengan pelarut air dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu menambahkan sedikit deterjen yang berfungsi sebagai pengemulsi dan merebus campuran bahan ekstrak selama beberapa saat (Priyono, 1999).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas serta mempertimbangkan kemudahan mendapatkan tanaman mindi di sekitar lahan pertanian, utamanya di Lampung, maka penelitian keefektifan insektisida nabati ekstrak biji tanaman mindi (*M. azedarach*) dengan pelarut air dan kadar deterjen serta lama perebusan yang berbeda terhadap ulat pemakan daun *Spodoptera litura* F. ini dilakukan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanaman Politeknik Negeri Lampung, pada Agustus sampai Oktober 2015. Bahan tanaman yang diekstrak adalah biji tanaman mindi (*M. azedarach*) yang diperoleh dari Komplek Perumahan Bataranila, Kecamatan Hajimena, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

### **Metode Ekstraksi**

Biji tanaman mindi yang sudah masak (jatuhan) dan masih segar dibersihkan dari kulit serta lendir dan dicuci hingga bersih. Kemudian, biji-biji tersebut dikeringanginkan dengan cara

dihampar di atas lantai (tidak terkena sinar matahari langsung) dengan alas kertas koran selama 3 hari. Selanjutnya, biji digiling berulang kali (3—4 kali) dengan penggiling biji (*grinder*) hingga menjadi serbuk. Serbuk biji yang diperoleh dicampur air yang mengandung deterjen (Rinso) 0,2% (w/v) dan tanpa deterjen dengan perbandingan 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air, kemudian campuran tersebut direbus selama 10, 20, dan 30 menit. Waktu perebusan dihitung sejak air mendidih. Setelah direbus dan didinginkan, ekstrak disaring dengan kain halus, kemudian ditambahkan air pada ampas hasil saringan hingga volume ekstrak yang diperoleh sama dengan volume air semula. Untuk memperoleh ekstrak tanpa direbus, campuran serbuk biji seperti tersebut di atas, setelah diaduk dan di diamkan beberapa saat, langsung disaring dengan kain halus. Ekstrak yang dihasilkan digunakan untuk pengujian.

### Serangga Uji

Larva *S. litura* yang digunakan sebagai serangga uji merupakan hasil perbanyakan di Laboratorium Tanaman, Politeknik Pertanian Negeri Lampung. Imago dipelihara dalam kurungan plastik-kasa dengan bingkai kayu yang berukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm dan diberi pakan berupa cairan madu 10% yang diserapkan pada gumpalan kapas. Di dalam kurungan diletakkan 2—3 helai daun brokoli (kembang kol) sebagai tempat imago meletakkan telur. Tangkai daun brokoli dimasukkan ke dalam wadah film yang berisi air untuk mempertahankan turgor. Kelompok telur pada daun brokoli dikumpulkan setiap hari dan ditempatkan dalam cawan petri berdiameter 15 cm. Menjelang menetas, kelompok telur dipindahkan ke dalam wadah plastik berukuran 28 cm x 20 cm x 5 cm yang dilengkapi dengan jendela kasa. Larva yang baru keluar dari telur diberi makan daun brokoli bebas pestisida. Larva instar pertama digunakan sebagai serangga uji. Larva yang tidak digunakan untuk pengujian dipelihara lebih lanjut dengan pakan daun brokoli bebas pestisida. Menjelang berkepompong, larva dipindahkan ke wadah plastik lain yang berisi tanah steril. Kepompong yang terbentuk beserta kokonnya dimasukkan ke dalam kurungan plastik-kasa seperti di atas hingga imago muncul dan menghasilkan telur untuk pemeliharaan selanjutnya.

### Metode Penelitian

Perlakuan disusun mengikuti rancangan acak lengkap dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Macam perlakuan yang diujikan adalah:

P<sub>0</sub> = air (kontrol)

P<sub>1</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, tanpa direbus

P<sub>2</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 10 menit

P<sub>3</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 20 menit

P<sub>4</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 30 menit

P<sub>5</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, tanpa direbus

P<sub>6</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 10 menit

P<sub>7</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 20 menit

P<sub>8</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 20 menit

Aktivitas ekstrak biji mindi terhadap *S. litura* diuji dengan metode pencelupan daun pakan seperti yang diuraikan oleh Prijono (1999). Potongan (cakram) daun brokoli (diameter 3,5 cm) dicelupkan ke dalam ekstrak yang diuji sampai basah kemudian dikeringanginkan. Setelah kering, tiga helai potongan daun brokoli diletakkan dalam cawan petri (diameter 9 cm) yang dialasi kertas hisap, kemudian 15 ekor larva *S. litura* instar pertama dimasukkan ke dalamnya. Lama pemberian pakan berperlakuan adalah 48 jam, kemudian sisa pakan berperlakuan diganti dengan daun brokoli tanpa perlakuan hingga akhir instar ketiga. Untuk menghindari saling makan sesama (kanibalisme) larva yang bertahan hidup dipelihara terpisah dalam cawan petri (satu ekor tiap cawan petri). Jumlah larva yang mati pada setiap perlakuan dicatat tiap hari hingga larva mencapai akhir instar ketiga. Angka-angka tersebut dijumlahkan untuk menghitung mortalitas untuk setiap perlakuan. Waktu ganti kulit larva yang bertahan hidup dan lama instar pertama sampai akhir instar ketiga juga dicatat untuk mengetahui pengaruh ekstrak terhadap lama pertumbuhan dan perkembangan larva

### **Analisis Data**

Data mortalitas larva diolah dengan sidik ragam menggunakan program SAS. Perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji jarak berganda Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Untuk larva yang masih bertahan hidup, lama perkembangan larva dari instar pertama sampai akhir instar ketiga pada setiap perlakuan dibandingkan berdasarkan nilai rata-rata  $\pm$  simpangan baku (SD).

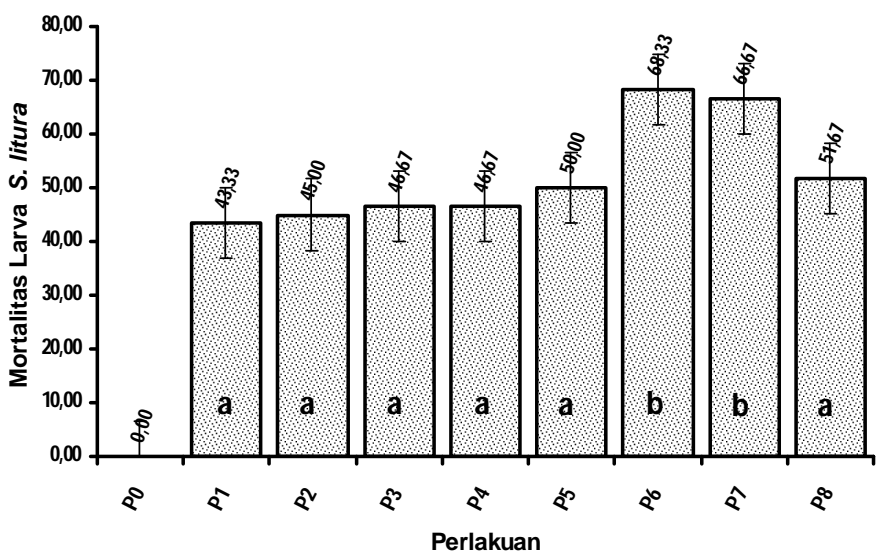
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Ekstrak Biji Tanaman Mindi terhadap Mortalitas Larva *S. Litura***

Pengaruh ekstrak biji tanaman mindi *M. azedarach* terhadap mortalitas larva ulatgrayak *S. litura*, *S. litura*, disajikan pada Gambar 1. Semua perlakuan ekstrak biji tanaman mindi yang diuji mengakibatkan mortalitas larva yang berbeda sangat nyata terhadap kontrol. Dengan demikian ekstrak biji tanaman mindi memiliki aktivitas insektisida terhadap larva *S. litura*.

Ekstrak biji tanaman mindi dengan konsentrasi 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air dan mengandung deterjen 0,2% yang direbus selama 10 menit dan 20 menit menyebabkan mortalitas larva cukup tinggi, yaitu sebesar 68,33% dan 66,67%. Antara kedua nilai mortalitas larva *S litura* tersebut tidak berbeda

nyata, namun berbeda sangat nyata terhadap nilai mortalitas larva yang disebabkan oleh perlakuan lainnya.



Gambar 1. Mortalitas larva *S. litura* akibat pemberian ekstrak biji tanaman mindi (*M. azedarach*)

Keterangan:

Kotak pada grafik yang dikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (Duncan,  $\alpha = 0,05$ )

P<sub>0</sub> = air (kontrol)

P<sub>1</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, tanpa direbus

P<sub>2</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 10 menit

P<sub>3</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 20 menit

P<sub>4</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>), tanpa deterjen, direbus 30 menit

P<sub>5</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, tanpa direbus

P<sub>6</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 10 menit

P<sub>7</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 20 menit

P<sub>8</sub> = ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l<sup>-1</sup>) + deterjen 0,2%, direbus 30 menit

Berdasarkan data mortalitas tersebut di atas, ternyata merebus ekstrak biji tanaman mindi 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air selama 10 sampai 20 menit dapat meningkatkan keefektifannya terhadap larva *S. litura*. Diduga hal ini terjadi karena bahan aktif pada ekstrak tersebut meningkat sehubungan dengan adanya pemanasan selama waktu tersebut. Menurut Prijono (1999) merebus atau mendidihkan bahan ekstrak selama waktu tertentu dapat meningkatkan bahan aktif yang terlarut dalam ekstrak yang diperoleh. Tetapi, penambahan waktu perebusan ekstrak sampai 30 menit ternyata menurunkan keefektifannya, nilai mortalitas larva akibat perlakuan ini hanya mencapai 51,67%. Diperkirakan perebusan selama waktu tersebut dapat menyebabkan sebahagian besar bahan aktif ekstrak terurai (terdegradasi) menjadi tidak aktif dan atau menguap sehingga kadar

bahan aktif yang diperoleh semakin rendah, akibatnya aktivitas ekstrak yang dihasilkan menjadi lebih lemah. Dugaan ini didekati dari hasil analisis bahwa, mortalitas larva pada ekstrak 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air yang mengandung deterjen 0,2% dan direbus selama 30 menit tidak berbeda nyata dengan mortalitas yang diakibatkan oleh ekstrak dengan konsentrasi dan kandungan deterjen yang sama tanpa perebusan.

Ekstrak biji tanaman mindi dengan konsentrasi 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air yang mengandung deterjen 0,2%, tanpa direbus dan direbus selama 30 menit menyebabkan mortalitas larva *S. litura* sebesar 50% dan 51,67% dan tidak berbeda nyata antara keduanya. Kedua nilai mortalitas tersebut juga tidak berbeda nyata terhadap nilai mortalitas larva yang diakibatkan oleh ekstrak 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air tanpa deterjen (tanpa direbus dan direbus selama 10, 20, dan 30 menit) masing-masing sebesar 43,33%, 45%, 46,68% dan 46,68%. Fenomena ini mengindikasikan adanya dua hal yang cukup penting. Pertama bahwa penambahan deterjen 0,2% pada ekstrak biji tanaman mindi tidak berpengaruh terhadap kadar bahan aktif yang terlarut dalam ekstrak, atau dengan kata lain penambahan deterjen tidak berpengaruh terhadap keefektifan ekstrak biji tanaman mindi terhadap larva *S. litura*. Sementara menurut Prijono (1999), penambahan deterjen sebelum perebusan ekstrak merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan konsentrasi bahan aktif dalam ekstrak yang diperoleh. Kedua, keefektifan ekstrak biji tanaman mindi terhadap *S. litura* lebih dipengaruhi oleh konsentrasi bahan baku dan lamanya perebusan ekstrak, makin tinggi konsentrasi bahan baku ekstrak disertai dengan perebusan selama 10—20 menit akan menghasilkan ekstrak dengan kadar bahan aktif yang lebih tinggi sehingga akan bekerja lebih efektif.

### **Pengaruh Estrak Biji Tanaman Mindi terhadap Lama Perkembangan Larva *S. litura***

Pengaruh ekstrak biji tanaman mindi terhadap lama perkembangan larva *S. litura* dari instar pertama hingga akhir instar ketiga disajikan pada Tabel 1. Lama perkembangan larva instar pertama sampai akhir instar ketiga setelah diberi perlakuan ekstrak biji tanaman mindi, tidak berbeda nyata dengan lama perkembangan larva pada kontrol, yaitu berkisar antara 10,12 sampai 10,34 hari. Hal ini menunjukkan, bahwa ekstrak biji tanaman mindi tidak memiliki sifat menghambat perkembangan (IGR = *Insect Growth Regulator*) terhadap larva *S. litura*.

Aktivitas biologi ekstrak biji tanaman mindi terhadap larva *S. litura* tampaknya lebih bersifat insektisida daripada menghambat perkembangan. Hal ini sangat berkaitan dengan jenis dan karakteristik bahan aktif yang terkandung dalam ekstrak. Namun, informasi mengenai kandungan bahan aktif ekstrak biji tanaman mindi (*M. azedarach*) belum dapat ditemui dalam literatur. Sebagai acuan pendekatan, dari hasil penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa tanaman famili Meliaceae seperti *Azadirachta indica* mengandung bahan aktif *azadirachtin*, selain bersifat insektisida, juga mampu menghambat makan *Spodoptera littoralis* hingga 99% pada konsentrasi bahan aktif 1 ppm (Dadang, 1999). Selain itu, Xie *et al.* (1994) melaporkan bahwa ekstrak etanol beberapa bagian tanaman *Trichilia* sp. (Fam. Meliaceae) mengandung bahan aktif

yang termasuk golongan limonoid, pada konsentrasi 0,2% dalam makanan buatan mampu menghambat perkembangan larva *Prodenia saucia* antara 80% sampai 100%, selain itu dapat menghambat aktivitas makan larva *S. eridania*.

Tabel 1. Lama perkembangan larva *S. litura* akibat pemberian ekstrak biji tanaman mindi (*M. azedarach*)

Perlakuan	N	lama perkembangan larva instar I - III ± SD (hari)
Air (Kontrol)	60	10,12 ± 0,22
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ), tanpa deterjen, tanpa direbus	34	10,26 ± 0,37
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ), tanpa deterjen, direbus 10 menit	33	10,29 ± 0,42
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ), tanpa deterjen, direbus 20 menit	32	10,20 ± 0,33
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ), tanpa deterjen, direbus 30 menit	31	10,32 ± 0,35
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ) + deterjen 0,2%, tanpa direbus	30	10,27 ± 0,31
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ) + deterjen 0,2%, direbus 10 menit	19	10,34 ± 0,50
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ) + deterjen 0,2%, direbus 20 menit	20	10,28 ± 0,34
Ekstrak biji tanaman mindi (50 g.l <sup>-1</sup> ) + deterjen 0,2%, direbus 30 menit	29	10,31 ± 0,31

Keterangan:

SD = simpangan baku

N = jumlah larva yang bertahan hidup sampai akhir instar III setelah diberi perlakuan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak air biji tanaman mindi memiliki aktivitas insektisida terhadap larva *S. litura*. Keefektifan ekstrak biji tanaman mindi terhadap *S. litura* lebih dipengaruhi oleh konsentrasi bahan baku dan lama perebusan ekstrak. Aktivitas insektisida ekstrak biji tanaman mindi (*M. azedarach*) dengan konsentrasi 50 g serbuk.l<sup>-1</sup> air yang mengandung deterjen 0,2% dapat ditingkatkan dengan cara merebusnya selama 10 sampai 20 menit, dan penambahan deterjen sebanyak 0,2% pada ekstrak biji tanaman mindi tidak berpengaruh nyata terhadap keefektifan ekstrak terhadap larva *S. litura*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Saleem, M. A., & Sayyed, A. H. (2009). Efficacy of insecticide mixtures against pyrethroid-and organophosphate-resistant populations of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest management science*, 65(3), 266-274.
- Balfas, R., & Willis, M. (2009). Pengaruh ekstrak tanaman obat terhadap mortalitas dan kelangsungan hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera, Noctuidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 20(2), 148-156.

- Baliadi, Y. (2014). Potensi nematoda entomopatogen untuk mengendalikan ulat grayak pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, (13), 29-36.
- Dadang. (1999). Sumber insektisida alami, in Nugroho, B. W, Dadang, & Prijono, D. (Ed.), *Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami*. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. Bogor, hal. 8 – 20.
- Hakim, L., Surya, E., & Muis, A. (2017). Pengendalian alternatif hama serangga sayuran dengan menggunakan warna sebagai perangkap mekanis. *Jurnal Serambi Sainia*, 5(1), 33-44.
- Hendrival, H., Latifah, L., & Nisa, A. (2014). Efikasi beberapa insektisida nabati untuk mengendalikan hama pengisap polong di pertanaman kedelai. *Jurnal Agrista*, 17(1), 18-27.
- Kartohardjono, A. (2011). Penggunaan musuh alami sebagai komponen pengendalian hama padi berbasis ekologi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(1), 29-46.
- Malarvannan, S., Murali, P. D., Shanthakumar, S. P., Prabavathy, V. R., & Nair, S. (2010). Laboratory evaluation of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* against the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius (Noctuidae: Lepidoptera). *Journal of Biopesticides*, 3(1), 126-131.
- Prijono, D. (1999). Prinsip-prinsip uji hayati, in Nugroho, B. W, Dadang, & Prijono, D. (Ed.), *Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami*. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. Bogor, hal. 45 – 62.
- Rusdy, A. (2009). Efektivitas ekstrak nimba dalam pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman selada. *Jurnal Floratek*, 4(1), 41-54.
- Sunarto, D. A. & Nurindah. (2009). Peran insektisida botani ekstrak biji mimba untuk konservasi musuh alami dalam pengelolaan serangga hama kapas. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 6(1), 42-5.
- Syahputra, E. (2008). Bioaktivitas sediaan buah *Brucea javanica* sebagai insektisida nabati untuk serangga hama pertanian. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 19(1), 57-67.
- Udiarto, B. K. (2013). Kajian potensi predator coccinellidae untuk pengendalian *Bemisia tabaci* (Gennadius) pada cabai merah. *Jurnal Hortikultura*, 22(1), 77-85.
- Umami, L., & Purwani, K. I. (2016). Pengaruh Ekstrak Buah Cabe Jamu (*Piper retrofractum* Vahl.) terhadap Perkembangan Larva Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), E37-E39.
- Utami, S., & Haneda, N. F. (2010). Pemanfaatan Etnobotani dari Hutan Tropis Bengkulu sebagai Pestisida. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 16(3), 143-147.
- Wang, Y., Choi, J. Y., Roh, J. Y., Liu, Q., Tao, X. Y., Park, J. B., ... & Je, Y. H. (2011). Genomic sequence analysis of granulovirus isolated from the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. *PLoS One*, 6(11), e28163.
- Xie, Y. S., Isman, M. B., Gunning, P., MacKinnon, S., Arnason, J. T., Taylor, D. R., Sanchez, P., Hasbun, C., & Towers, G. H. N. (1994). Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtin against lepidoptera larvae. *Biochem. System Ecol.* 22: 129-136.