



PENGARUH BERBAGAI PESTISIDA NABATI TERHADAP MORTALITAS ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)

¹Sutriyono, ²Mirna Wulandari ³Faris H Panggabean,
⁴Sri Rahayu, ⁵Ayu Kinanti

¹Dosen Fakultas Pertanian Universitas Asahan

^{2,3,4,5}Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Asahan

¹osutri44@gmail.com

ABSTRAK

Hama *S. litura* (ulat grayak) dapat menyebabkan kehilangan hasil yang sangat signifikan apabila penanganan yang dilakukan dalam pengendalian *S. litura* tidak tepat. Serangan pada tanaman inang utama menyebabkan kehilangan hasil 10 – 40 %. Pengendalian hama *S. litura* biasanya menggunakan cara-cara yang praktis seperti penggunaan pestisida kimia, namun penggunaan yang dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan dampak yang negatif seperti resistensi, resurgensi, organisme non target yang banyak mati, serta yang paling parah yaitu pencemaran terhadap lingkungan. Pestisida yang ramah lingkungan dan harga yang relatif murah adalah dengan penggunaan pestisida nabati. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh berbagai pestisida nabati terhadap mortalitas ulat grayak. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Pertanian menggunakan pemberian pakan pada *Spodoptera litura* dan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan pestisida nabati dan satu kontrol (tanpa pestisida nabati / air mineral). Percobaan dilakukan secara berulang selama lima kali dari keseluruhan unit percobaan berjumlah 25 kali satuan percobaan yang terdiri dari : P0 = Kontrol (Air Mineral), P1 = Larutan daun Mimba, P2 = Larutan daun sirsak, P3 = Larutan daun mengkudu, P4 = Larutan daun babandotan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan pestisida nabati dalam mengendalikan hama *Spodoptera litura* (ulat grayak) berperan sangat nyata dalam pengendalian. Penggunaan larutan daun mimba paling efektif dalam pengendalian, hal ini terlihat dari tingkat mortalitas tertinggi sebesar 100%, sedangkan mortalitas terendah berturut-turut yaitu larutan daun bebandotan 44%, larutan daun mengkudu 56%, larutan daun sirsak 68% dan kontrol sebagai pembanding tidak ada ulat yang mengalami mortalitas (kematian).

Kata kunci i: Pestisida Nabati, *Spodoptera litura*, Mortalitas (Kematian)

ABSTRACT

S. litura pests (army caterpillars) can cause very significant yield losses if the handling carried out in controlling *S. litura* is not appropriate. Attacks on the main host plant cause yield losses of 10-40%. *S. litura* pest control usually uses practical methods such as the use of chemical pesticides, but continuous use will result in negative impacts such as resistance, resurgence, many dead non-target nature, and the most severe is the environment. Pesticides that are environmentally friendly and relatively inexpensive are the use of plant-based pesticides. The purpose of this study was to examine the effect of various vegetable pesticides on armyworm mortality. This research was conducted in an agricultural laboratory using *Spodoptera litura* feeding and a completely randomized design (CRD) with four treatments of vegetable pesticides and one control (without vegetable pesticides / mineral water). The experiment was carried out repeatedly for five times from the entire experimental unit, repeating 25 experiments consisting of : P0 = Control (Mineral Water), P1 = Neem leaf solution, P2 = Soursop leaf solution, P3 = Noni leaf solution, P4 = Babandotan leaf solution. Results Based on the research, it was found that the use of botanical pesticides in controlling *Spodoptera litura* (army caterpillar) had a very significant role in



controlling pests. The use of neem leaf solution is the most effective in controlling, this can be seen from the highest mortality rate of 100%, while the lowest mortality in a row is the burden of the straw leaf solution 44%, the noni leaf solution 56%, the soursop leaf solution 68% and the control as a comparison is not available. caterpillars that experience mortality (death)

Keywords: Nabati Pesticides, *Spodoptera litura*, Mortality (Death)

I. PENDAHULUAN

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F) merupakan serangga yang berada didaerah tropis yang berasal dari negara Amerika Serikat hingga Argentina. *S. litura* dianggap hama berbahaya karena hama ini mampu menyerang lebih dari 80 spesies tanaman, sehingga hama ini disebut hama polifag. *S. litura* dapat menyebabkan kehilangan hasil yang sangat signifikan apabila penanganan yang dilakukan dalam pengendalian *S. litura* tidak tepat (Kementan, 2019).

Di negara Eropa juga afrika, serangan *S. litura* mengakibatkan kerugian mencapai 8,3 – 20,6 juta ton per tahun dengan nilai kerugian ekonomi antara US\$ 2,5 – 6,2 milyar per tahun (FAO & CABI, 2019).

Pada kondisi normal, Ulat grayak (*S. litura*) ditemukan 4 kelompok telur dan 200 larva pada satu tanaman. Pada suatu pandemi ulat grayak, jumlah massa telur didalam satu tanaman mencapai 15 kelompok dengan jumlah larva 400 hingga 500 per tanaman (Yadav et al, 2012).

Serangan ulat grayak (*S. litura*) umumnya tinggi pada bulan juli atau pertengahan Agustus hingga Oktober, dimana umumnya suhu udara meningkat dan kelembaban udara rendah. Suhu sangat mempengaruhi perilaku, distribusi, perkembangan, kelangsungan hidup dan reproduksi dari serangan. Serangan pada tanaman

inang utama menyebabkan kehilangan hasil 10 – 40 % (Sundar et al, 2018).

Pengendalian hama *S. litura* biasanya menggunakan cara-cara yang praktis seperti penggunaan pestisida kimia, namun penggunaan yang dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan dampak yang negatif seperti resistensi, resurgensi, organisme non target yang banyak mati, serta yang paling parah yaitu pencemaran terhadap lingkungan. Sehingga penggunaan pestisida kimia adalah cara yang paling tidak bijak, perlu adanya cara bijak yang dilakukan dalam melakukan pengendalian dan bisa sebagai alternatif yang paling baik pengganti pestisida kimia. Pestisida yang ramah lingkungan dan harga yang relatif murah adalah dengan penggunaan pestisida nabati (Arifin et al, 2010).

Kerusakan yang ditimbulkan oleh ulat grayak (*S. litura* F) pada berbagai tanaman dengan kehilangan hasil yang signifikan ini membuat penulis tertarik dalam melakukan penelitian pengendalian hama ulat grayak (*S. litura*) menggunakan pestisida nabati.

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya didapat dari tanaman yang bergetah. Pestisida nabati bisa dibuat dengan sederhana berupa larutan, hasil perasan, rendaman, ekstrak dan rebusan dari bagian tanaman, buah, daun, batang,



akar dari jenis tanaman yang bisa dimanfaatkan dengan cara sederhana, seperti daun mimba, daun sirsak, daun mengkudu, daun babandotan (Suhartini et al, 2017).

Pestisida biokimia adalah senyawa kimia yang diekstrak dari sumber bahan alam yang bisa digunakan dalam mengendalikan hama. Salah satu jenis dari biopestisida adalah pestisida nabati (Sharma & Thakur, 2018). Pestisida nabati relatif tidak berbahaya terhadap organisme non target, termasuk manusia dan juga mudah terurai (biodegradable) dan tidak mencemari lingkungan.

Beberapa tanaman dapat digunakan sebagai pestisida nabati (Khater & Khater, 2009). Salah satu tanaman obat yang sering diteliti adalah tanaman sirsak (*Annona muricata*). Ekstrak daun sirsak juga diketahui memiliki aktivitas larvasida terhadap *Plutella xylostella*, salah satu hama yang menyerang tanaman kubis (Trindade et al., 2016).

Insektisida biologi yang berasal dari daun sirsak mengandung squamosin dan asimisin yang mampu mengganggu keseimbangan osmotik sel pada larva (Saragih et al., 2015).

Tanaman Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati menggantikan pestisida kimia. Senyawa aktif yang terkandung pada tanaman Mimba terutama pada bijinya yaitu azadirachtin, meliantriol, nimbin dan salamin (Surya et al, 2017).

Buah mengkudu adalah tanaman yang memiliki rasa pahit dan bau yang tidak sedap, sehingga penggunaannya merasa tidak nyaman. Salah satu membuat penggunaan tidak

merasakan rasa pahit karena penggunaannya secara transdermal bukan melalui oral sehingga akan meningkatkan nilai produk masyarakat dan digunakan untuk mengurangi efek toksin, dan meningkatkan kelarutan dan penetrasi senyawa yang dibawanya dan mengandung triterpene dan tanin. Tanin sendiri merupakan kandungan yang bersifat racun (Pasaribu, 2016).

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) merupakan gulma yang mudah ditemukan di sawah, kebun, pekarangan rumah dan pinggir jalan. Meskipun dianggap sebagai tumbuhan pengganggu, ternyata babadotan mempunyai manfaat digunakan sebagai pestisida nabati yang ramah lingkungan. Kandungan bahan aktif dalam *Ageratum conyzoides* L terutama pada bagian daun adalah alkaloid, saponin, flavonoid. Bagian daun mempunyai sifat bioaktivitas sebagai insektisida, antinematoda, antibakterial dan dapat digunakan sebagai penghambat perkembangan organisme (D. Astriani, 2010).

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh berbagai pestisida nabati terhadap mortalitas ulat grayak.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Pertanian menggunakan pemberian pakan pada Spodoptera litura dan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan pestisida nabati dan satu kontrol (tanpa pestisida nabati / air mineral).

Percobaan dilakukan secara berulang selama lima kali dari



keseluruhan unit percobaan berjumlah 25 kali satuan percobaan yang terdiri dari :

P0 = Kontrol (Air Mineral)

P1 = Larutan daun Mimba

P2 = Larutan daun sirsak,

P3 = Larutan daun mengkudu,

P4 = Larutan daun babandotan

Persiapan Penelitian

Perbanyak serangga Uji *S. litura* (Ulat Grayak)

Perbanyak ulat grayak (*S. litura*) dilaksanakan sebelum melakukan penelitian dengan mengumpulkan larva *S. litura* dari lahan petani yang menanam hortikultura, dengan melihat tanaman sawi yang mengalami kerusakan berupa bekas gigitan dari larva ulat grayak, selanjutnya larva ulat grayak tadi dimasukkan ke wadah botol bekas selai dan dititip dengan kain kasa pada bagian mulut botolnya. Larva ulat grayak diberi pakan setiap hari dengan melakukan pemantauan pemberian pakan apabila pakan telah habis. Perbanyak ini dilakukan hingga memperoleh jumlah hama ulat grayak sebanyak > 100 ekor untuk digunakan dalam pelaksanaan penelitian yang mana dalam penelitian tiap satuan percobaan diinvestasikan sebanyak 25 ekor larva ulat grayak (*S. litura*)

Pembuatan Insektisida Nabati

Pembuatan larutan pertama kali dimulai dengan pengambilan bahan tanaman, dalam hal ini bagian daun tanaman seperti daun mimba, daun sirsak, daun mengkudu, dan daun bebandotan yang masing-masing diambil dari tanaman sebanyak 1,5 kg.

Kemudian dilakukan pencucian pada daun agar daun bersih

sehingga kotoran yang masih menempel pada daun bisa hilang. Selanjutnya satu persatu daun diblender lalu dilakukan perendaman dengan 1 liter air serta menambahkan 15 gr detergen, selanjutnya dilakukan pengadukan secara merata dan diamkan selama satu malam.

Tahap selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain halus yang berguna dalam memisahkan air hasil rendaman (air ekstrak) dengan ampas sisa dari daun tersebut.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan mengamati kematian ulat grayak yang sudah diinvestasikan ke dalam botol dan diberi perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan selang waktu selama 5 jam, selama 96 jam atau selama 4 hari. Larva dinyatakan mati ditandai dengan perubahan warna pada tubuh menjadi cokelat dan mengkripit. Data yang dianalisa adalah pengamatan 96 jam setelah aplikasi. Rumus mortalitas (tingkat kematian) dalam persentase ulat grayak :

$$P = A/B \times 100\%$$

P = Persentase kematian ulat grayak

A = jumlah ulat grayak yang mati

B = Jumlah ulat grayak keseluruhan

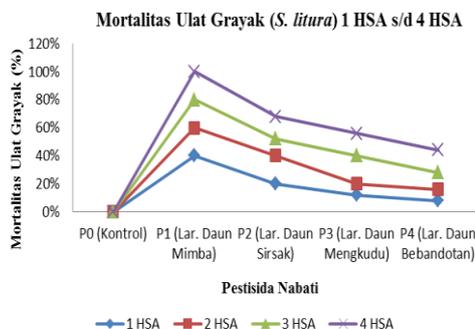
Data hasil pengamatan selanjutnya selanjutnya dilakukan analisis dengan analisis ragam (ANOVA), jika analisis ragam menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dapat dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengamatan mortalitas ulat grayak dimulai dari 6 jam hingga 96 jam, perlakuan P₀ (kontrol atau tanpa aplikasi insektisida nabati) tidak menunjukkan kematian pada ulat grayak (*S. litura*), sedangkan pada aplikasi berbagai pestisida nabati dari 1 HSA (Hari Setelah Aplikasi) sampai dengan 4 HSA (Hari Setelah Aplikasi) secara bertahap menunjukkan tingkat persentase kematian yang terus meningkat.

Pengamatan yang dilakukan pada perlakuan P₁ (Larutan Daun Mimba) menunjukkan persentase tertinggi pada mortalitas atau tingkat kematian ulat grayak, sedangkan pada perlakuan P₄ (Larutan Daun Bebandotan) menunjukkan persentase terendah diantara aplikasi pestisida nabati walaupun penggunaan pestisida nabati pada perlakuan P₄ (larutan daun bebandotan) tetap berpengaruh nyata dalam pengendalian ulat grayak (*S. litura*). Secara berturut-turut, perlakuan kontrol tidak menunjukkan mortalitas, P₄ (Larutan Daun Bebandotan) 44%, Perlakuan P₃ (Larutan Daun Mengkudu) 56%, Perlakuan P₂ (Larutan Daun Sirsak) 68%, dan P₁ (Larutan Daun Mimba) 100% kematian ulat grayak (*S. litura*). Pengamatan yang dilakukan pada 1 Hari setelah Aplikasi sampai dengan 4 Hari setelah Aplikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik persentase mortalitas (tingkat kematian) larva ulat grayak (*S. litura*)

Tabel 1. Persentase kematian (mortalitas) larva ulat grayak (*S. litura*)

Perlakuan Pestisida Nabati	Mortalitas (%)	
P ₀ (Kontrol)	0%	c
P ₁ (Lar. Daun Mimba)	100%	a
P ₂ (Lar. Daun Sirsak)	68%	b
P ₃ (Lar. Daun Mengkudu)	56%	b
P ₄ (Lar. Daun Bebandotan)	44%	b

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Pada uji BNJ (Beda nyata Jujur) menunjukkan bahwa perlakuan P₁ (pestisida nabati dengan larutan daun mimba) tingkat persentase mortalitas tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan P₂ (larutan daun sirsak), perlakuan P₃ (larutan daun mengkudu), P₄ (larutan daun bebandotan), dan P₀ (kontrol).

Perlakuan P₂ (larutan daun sirsak), perlakuan P₃ (larutan daun mengkudu), dan P₄ (larutan daun bebandotan) menunjukkan tidak berbeda nyata.

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan P₁ mengalami mortalitas *S. litura* (Ulat grayak tertinggi), hal ini dikarenakan tanaman mimba memiliki kandungan kimia seperti azadirachtin yang berfungsi sebagai zat yang dapat membunuh hama secara tidak langsung. Zat yang terkandung dalam tanaman mimba khususnya pada daun mimba bisa menghambat proses makan dari serangga. Menurut Sudarmo (2005) bahwa daun mimba mengandung bahan aktif azadirachtin, salanin, nimbin, dan meliantriol yang efektif dalam mengendalikan hama



ulat, hama penghisap, jamur, bakteri, dan nematoda.

Perlakuan P₃ (larutan daun mengkudu) menunjukkan mortalitas (kematian) pada *S. litura* atau ulat grayak. Hal ini dikarenakan Ekstrak daun *Morinda citrifolia* L (mengkudu) mampu menyebabkan mortalitas hama bahwa senyawa squamosin dan asimisin yang terkandung dalam daun *M. citrifolia* L (mengkudu) selain dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga, menghambat makan serangga, juga dapat mematikan serangga. Selain itu, daun *M. citrifolia* L (mengkudu) juga mengandung senyawa tanin dalam kadar yang tinggi. bahwa senyawa tanin merupakan suatu senyawa yang dapat memblokir ketersediaan protein dengan membentuk kompleks yang kurang bisa dicerna oleh serangga atau dapat menurunkan kemampuan mencerna bagi serangga. Senyawa tersebut dapat menghambat atau memblokir aktivitas enzim pada saluran pencernaan sehingga akan merobek pencernaan serangga, dan akhirnya menimbulkan efek kematian bagi serangga (Dadang dan priono, 2008)

Kandungan daun mengkudu mengandung senyawa *acetoginin*, antara lain asimisin, bulatacin dan squamosin. Pada konsentrasi tinggi, senyawa acetoginin memiliki keistimewaan sebagai anti *feedent*. Dalam hal ini, serangga hama tidak lagi bergairah untuk melahap bagian tanaman yang disukainya. Sedangkan pada konsentrasi rendah, bersifat racun perut yang bisa mengakibatkan serangga hama menemui ajalnya (Septerina, 2002).

Penggunaan daun sirsak dalam perlakuan pengendalian larva ulat grayak (*S. litura*) atau dalam penelitian ini pada perlakuan P₂ (larutan daun sirsak) menunjukkan mortalitas tertinggi kedua setelah perlakuan P₁ (Larutan Daun Mimba), hal ini dikarenakan Insektisida biologi yang berasal dari daun sirsak mengandung squamosin dan asimisin yang mampu mengganggu keseimbangan osmotik sel pada larva (Saragih et al., 2015).

Senyawa saponin pada daun sirsak dapat merusak lapisan lilin pada lapisan kutikula yang menyebabkan ulat kekurangan banyak air dan akhirnya mati. Sedangkan senyawa tannin bersifat antifeedant, menyusut dan mengeringkan jaringan kulit ulat (Qin et al., 2021).

Pada perlakuan P₄ (larutan daun bebandotan) menunjukkan pengaruh yang positif dalam pengendalian ulat grayak (*S. litura*), Kandungan bahan aktif dalam *Ageratum conyzoides* L terutama pada bagian daun adalah alkaloid, saponin, flavonoid. Bagian daun mempunyai sifat bioaktifitas sebagai insektisida, antinematoda, antibakterial dan dapat digunakan sebagai penghambat perkembangan organisme (D. Astriani, 2010).

Dari penelitian Sultan (2016), melakukan pengujian gulma bandotan untuk mengendalikan hama kutu kuya pada tanaman timun. Dari penelitian tersebut, didapatkan bahwa ekstrak bebandotan dengan konsentrasi 9% dapat menekan hama untuk makan daun dengan berat yang dimakan hanya 2,9 gram, jauh lebih sedikit dibandingkan dengan konsentrasi 3% dan 6%. Dapat disimpulkan juga



bahwa daun babadotan dapat bersifat sebagai penolak hama untuk merusak tanaman.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan pestisida nabati dalam mengendalikan hama *Spodoptera litura* (ulat grayak) berperan sangat nyata dalam pengendalian. Penggunaan larutan daun mimba paling efektif dalam pengendalian, hal ini terlihat dari tingkat mortalitas tertinggi sebesar 100%, sedangkan mortalitas terendah berturut-turut yaitu larutan daun bebandotan 44%, larutan daun mengkudu 56%, larutan daun sirsak 68% dan kontrol sebagai pembanding tidak ada ulat yang mengalami mortalitas (kematian).

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., P., Yusmani dan K., Dodin. 2010. Insektisida Biorasional untuk Mengendalikan Hama Kepik Coklat, *Riptortus linearis* pada Kedelai. Seminar Nasional Kedelai pada Tanggal 29 Juni 2010 di Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Dadang dan Priyono, 2008. *Bioinsektisida: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman. Institusi Pertanian Bogor, Bogor.*
- D. Astriani, "Pemanfaatan Gulma Babadotan dan Tembelean dalam Pengendalian Sitophilus SPP. pada Benih Jagung," J. AgriSains, vol. 1, no. 1, pp. 56–67, 2010
- [FAO dan CABI] Food and Agriculture Organization, CABI. 2019. Community-Based Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda) Monitoring, Early Warning and Management. Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. Jakarta (ID): Balai Penelitian Tanaman Serealia. 64 p.
- Khater, H. F., & Khater, D. . 2009. Tropical medicine rounds The insecticidal activity of four medicinal plants against the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera : Calli)
- Pasaribu G, Iskandarsyah, sagita E. 2016 uji aktivitas antiproliferasi formula liposom ekstrak etanol kunyit (*Curcuma domestika*) terhadap sel kanker payudara T47D. *Pharma Sci Res* ISSN 2407-2354 Vol 3 No.
- Qin, R., Li, P., Du, M., Ma, L., Huang, Y., Yin, Z., Zhang, Y., & Chen, D. (2021). Spatiotemporal Visualization of Insecticides and Fungicides within Fruits and Vegetables Using Gold Nanoparticle-Immersed Paper Imprinting Mass Spectrometry Imaging. *Nanomaterials*, 1327(11).
- Saragih, E., Pangestningsih, 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.
- Septerina, NJ. 2002. *Pengaruh Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Insektisida Rasional Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Paprika varietas Bell Boy*. Dept. of Agronomi (online). 2002-niken-5526-ekstrak.
- Sharma, K. R., & Thakur, S. 2018. Biopesticides : An Effective Tool For Insect Pest Management And Indian Journal Of Agriculture. Indian J. Agric. Allied Sci., 4: 59–62.
- Sudarmo, 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatnya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sultan, Patang, & Yanto, S. (2016). Pemanfaatan Gulma Babadotan Menjadi Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Kutu Kuya Pada Tanaman Timun. *Jurnal Pedidikan Teknologi Pertanian*, 2, 77–85.
- Sundar B, Rashmi V, Sumith HK, Sandhya. 2018. Study the incidence and period of activity of Spodoptera litura on soybean. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(5): 331-333
- Surya, E., Jailani dan D.M., Sartika. 2017. Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Variasi*. 9 (1) : 7-15.
- Trindade, R. C. P., Luna, J. D. S., De Lima, M. R. F., Da Silva, P. P., & Sant'ana, A. E. G. 2016. Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidop. Rev. Colomb. Entomol., 37: 223–227.
- Yadav, N., Garg, V. K., Chhillar, A. K., & Rana, J. S. (2021). Detection and remediation of pollutants to maintain ecosustainability employing nanotechnology: A review. *Chemosphere*, 280, 130792. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130792>