

## Uji Toksisitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera frugiperda*)

Nofripa Herlina\*, Tria Pratikasari, Novia Gesriantuti

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jl Tuanku Tambusai, Pekanbaru, Riau, Indonesia

\*Correspondence e-mail: [nofripaherlina@umri.ac.id](mailto:nofripaherlina@umri.ac.id)

### Abstract

*Belimbing wuluh is a tropical tree that grows as a wild tree or planted because it contains many benefits. Belimbing wuluh is useful as traditional medicine and has secondary metabolite compounds such as tannins, flavonoids and saponins that function as insecticides. This study aims to determine the potential of Belimbing wuluh leaf extract as a natural insecticide against Fall armyworm (*S. frugiperda*) and to determine the concentration that can kill 50% of Fall armyworms (LC50). The method used for this research is a completely randomized design (CRD), Belimbing wuluh leaf extract made by maceration method. The concentration of the extract used was 0%, 60%, 80%, and 100%. The test larvae used were 40 tails. The parameters observed were mortality and speed of death. The result of this study showed that the number of Fall armyworm deaths was 66 from the total number of 120 larvae. This proves that Belimbing wuluh leaf extract has the potential as a natural insecticide against Fall armyworm (*S. frugiperda*). Based on probit analysis the effective concentration to kill 50% of Fall armyworm larvae was 59,9%.*

**Keywords:** *Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.), LC50, Mortality, Fall armyworm (Spodoptera frugiperda)*

### Abstrak

*Belimbing wuluh merupakan pohon tropis yang tumbuh sebagai pohon liar maupun ditanam karena mengandung banyak manfaat, Belimbing wuluh bermanfaat sebagai obat tradisional dan memiliki senyawa metabolit sekunder seperti tannin, flavonoid dan saponin yang berfungsi sebagai insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak daun Belimbing wuluh sebagai insektisida alami terhadap ulat grayak (*S. frugiperda*) dan mengetahui konsentrasi yang dapat mematikan 50% ulat grayak (LC50). Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), ekstrak daun Belimbing wuluh dibuat dengan metode maserasi. Konsentrasi ekstrak yang digunakan 0%, 60%, 80%, dan 100%. Larva uji yang digunakan sebanyak 40 ekor. Parameter yang diamati adalah mortalitas dan kecepatan kematian. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah kematian ulat grayak adalah 66 ekor dari jumlah total larva 120 ekor. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun Belimbing wuluh berpotensi sebagai insektisida alami terhadap ulat Grayak (*S. frugiperda*). Berdasarkan analisis probit konsentrasi yang efektif untuk membunuh 50% larva ulat grayak adalah 59,9%.*

**Kata kunci:** *Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.), LC50, Mortalitas, Ulat Grayak (Spodoptera frugiperda)*

### 1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati flora dan fauna. Terlihat dari banyaknya keanekaragaman flora di Indonesia yang tumbuh subur salah satunya adalah Belimbing wuluh. Pohon belimbingwuluh terkadang tumbuh liar atau ditanam karena tumbuhan ini memiliki manfaat. Selain bermanfaat sebagai penambah rasa asam alami pada makanan, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional untuk berbagai penyakit di antaranya yaitu batuk, diabetes, diare dan tekanan darah tinggi (Hayati *et al.*, 2010). Selain manfaat di atas menurut Kumar *et al.* (2013), ekstrak buah dan daun Belimbing wuluh memiliki manfaat yakni antidiabetes, antimikroba, antifertalitas dan antibakteri. Daun belimbing wuluh mengandung senyawa metabolit sekunder seperti tannin, saponin dan flavonoid dan bisa dijadikan insektisida alami untuk mengusir serangga hama pada tanaman.

Serangga merupakan kelompok hewan paling banyak jenisnya, peranan serangga sangat penting bagi

ekosistem. Peranan tersebut dapat menguntungkan dan dapat pula merugikan, peranan menguntungkan diantaranya adalah sebagai pollinator, musuh alami bagi serangga lain dan sebagai dekomposer. Peranan yang merugikan adalah dapat menyebabkan kerusakan yang cukup parah pada tanaman seperti organ penting tumbuhan menjadi rusak, dan dapat dikategorikan sebagai hama (Mokodompit *et al.*, 2018).

Salah satu serangga hama pada tanaman pertanian adalah Spodoptera yang pada fase larva, hama ini dikalangan petani dikenal dengan nama ulat grayak. Salah satu ulat grayak yang lumrah dikenal oleh petani adalah *Spodoptera litura*, tetapi pada awal tahun 2019 lalu, muncul spesies baru dari genus Spodoptera, yakni *Spodoptera frugiperda*. Hama ini merupakan satu hama baru yang menyerang tanaman Jagung di Sumatera (Kementan, 2019). *S. frugiperda* sangat merugikan dalam bidang pertanian seperti yang dilaporkan oleh Shylesha *et al.* (2018), bahwa keberadaan dan perkembangan populasi *S. frugiperda* di Karnataka, India perlu diwaspadai karena mengakibatkan kerusakan yang cukup parah pada tanaman, seperti membuat gerekkan pada daun muda tanaman dan hanya meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Selain itu, hama ini juga menyerang beberapa tanaman lain, seperti Kacang tunggak, Kacang tanah, Kentang, Kedelai, Kapas, dan lain-lain. Tanaman yang diserang oleh serangga hama biasanya dikendalikan dengan menggunakan insektisida kimia (Wismaningsih, *et al.*, 2016). Pemakaian insektisida kimia memang sangat mudah dan cepat membunuh serangga sasaran. Akan tetapi, efek yang ditimbulkan berupa residu yang dapat merusak dan masuk ke dalam komponen lingkungan karena bahan aktif sangat sulit terurai di lingkungan.

Mencermati berbagai dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan insektisida kimia, maka perlu dicari alternatif lain yang lebih ekonomis dan tidak merusak lingkungan dan tanaman itu sendiri. Oleh karena itu, penggunaan insektisida alami merupakan salah satu alternatif yang perlu dipertimbangkan (Listiyati *et al.*, 2012). Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dari penggunaan ekstrak insektisida alami daun Belimbing wuluh yaitu penelitian Syah *et al.* (2016), menyebutkan bahwa ekstrak daun Belimbing wuluh mengandung saponin 3,61 %, tannin 4,11%, dan flavonoid 1,76 % yang mana kandungan tersebut berpengaruh terhadap mortalitas larva *Spodoptera litura*. Selanjutnya penelitian Rini *et al.* (2019), hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa daun Belimbing wuluh dapat dijadikan sebagai insektisida alami dalam membunuh hama nimfa wereng batang coklat. Penggunaan ekstrak insektisida alami untuk mengendalikan hama ulat grayak (*S. frugiperda*) yang sudah dilakukan oleh Salaki *et al.* (2020), menyatakan bahwa pestisida alami Serai wangi, daun Cengkeh dan Kayu manis mampu membunuh larva *S. frugiperda*. Danar, (2020) melakukan uji penapisan perlakuan biji Mimba menunjukkan hasil bahwa dapat memperpanjang waktu perkembangan larva, menurunkan konsumsi pakan larva, dan menghambat perkembangan bobot pupa larva *S. frugiperda*. Pada saat ini telah banyak dikembangkan bahan alami yang ramah lingkungan untuk mengendalikan hama *S. frugiperda*. Mengingat kandungan metabolit sekunder yang terdapat di dalam daun Belimbing wuluh yang bisa dijadikan sebagai insektisida alami untuk mengendalikan serangga hama. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang uji toksisitas ekstrak daun Belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) terhadap ulat Grayak (*S. frugiperda*).

## 2. Metodologi

### 2.1. Persiapan alat dan bahan

Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Ekstrak daun Belimbing wuluh dibuat dengan metode maserasi dan pengujian dilakukan dengan metode celup daun (*leaf dipping methods*). Dasar penentuan konsentrasi pada penelitian ini menggunakan hasil penelitian sebelumnya yaitu penelitian Syah (2016), Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura*, konsentrasi yang efektif untuk membunuh 50% larva adalah 84,2%. Pada penelitian ini konsentrasi yang digunakan 0%, 60%, 80%, dan 100% dengan 3 pengulangan. Data mortalitas dan kecepatan kematian ditabulasi dan dianalisis menggunakan program SPSS 16.0. Pengamatan jumlah larva *S. frugiperda* yang mati dilakukan selama 24 jam dengan 6 kali

pengambilan data (4 jam sekali). Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung mortalitas, dan kecepatan kematian.

## 2.1. Mortalitas

Mortalitas menunjukkan tingkat kemampuan atau jumlah kematian hama yang disebabkan oleh insektisida yang digunakan. Mortalitas *S. frugiperda* yang dihitung setelah 24 jam setelah aplikasi. Mortalitas dapat dihitung dengan rumus (mengacu pada Krisman *et al.*, 2016).

$$M(\%) = \frac{x}{y} \times 100$$

Keterangan:

- M = Mortalitas (%)
- x = Jumlah hama yang mati (ekor)
- y = Jumlah hama uji (ekor)

## 2.2. Kecepatan kematian

Kecepatan kematian ulat grayak ditujukan untuk mengetahui cepat atau lambatnya larva yang mati dalam satuan waktu tertentu. Kecepatan kematian ulat grayak dapat dilihat pada interval waktu pengamatan. Interval waktu kecepatan kematian ulat grayak terbagi menjadi 3 kategori yakni kategori cepat yaitu interval waktu pengamatan 4-8 jam setelah aplikasi, kategori sedang yaitu interval waktu pengamatan 12-16 jam setelah aplikasi, dan kategori lambat yaitu interval waktu pengamatan 20-24 jam setelah aplikasi (Ahadi, 2019).

## 2.3. Analisis Data

Data yang telah didapat disajikan dalam bentuk tabel, selanjutnya dianalisis dengan analisis statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah:

### a. Analisis Data Mortalitas Tahap Pertama

yaitu melakukan faktor koreksi uji menggunakan pendekatan Abbot, jika perlakuan pada kontrol <5 maka angka kematian dapat digunakan, sedangkan jika angka kematian pada kontrol berkisar antara 5% sampai dengan 20% maka akan dilakukan koreksi data dengan menggunakan rumus Abbot (mengacu pada Fuadzyet *al.*, 2015).

$$Pt(\%) = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100$$

Keterangan:

- P<sub>t</sub> = Mortalitas terkoreksi (%)
- P<sub>o</sub> = Persentase mortalitas pada perlakuan (%)
- P<sub>c</sub> = Persentase mortalitas pada kontrol (%)

### b. Analisis Probit

Analisis probit berfungsi untuk mengetahui LC<sub>50</sub> dari ekstrak insektisida alami terhadap mortalitas larva *S. frugiperda* (Aradilla, 2009). Analisis probit menggunakan SPSS 16.0 dan dapat dibuktikan dengan grafik interpolasi yaitu hasil uji sebenarnya diplotkan dalam grafik dengan sumbu X = konsentrasi ekstrak daun Belimbing wuluh dan sumbu Y = persentase kematian larva. Cari kisaran antar titik yang terdapat kematian 50% organisme uji dan dihubungkan dengan garis. Pada konsentrasi atau dosis 50% sumbu Y ditarik garis sampai memotong garis antara 2 titik tersebut. Titik potong tersebut diproyeksikan ke sumbu X, sehingga diperoleh LC<sub>50</sub>.

c. Kriteria penilaian keefektifan suatu insektisida (mengacu pada Ulfa, 2014)

Tabel 1. Kriteria keefektifan suatu insektisida.

Kategori	Skor
Sangat efektif	75-100%
Efektif	50-74,9%
Cukup efektif	25-49,9%
Tidak efektif	<25%

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Potensi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.) terhadap Mortalitas dan Kecepatan Kematian Ulat Grayak (*S. frugiperda*)

Pengamatan mortalitas larva instar 3 ulat Grayak (*S. frugiperda*) dilakukan selama 24 jam dengan 6 kali pengambilan data (4 jam sekali). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah larva yang mati pada masing-masing perlakuan adalah 18, 22 dan 26 ekor, sedangkan pada perlakuan kontrol tidak terjadi kematian larva. Selanjutnya dihitung persentase mortalitas ulat Grayak pada setiap perlakuan, persentase mortalitas yang didapatkan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun Belimbing wuluh, maka semakin besar persentase mortalitas larva *S. frugiperda*. Jumlah larva yang mati dan persentase mortalitas pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah larva yang mati dan persentase mortalitas pada masing-masing konsentrasi

Konsentrasi (%)	Total larva (ekor)	Jumlah larva mati (ekor)	Mortalitas (%)
0	30	0	0
60	30	18	60,0
80	30	22	73,3
100	30	26	86,6

Awal perlakuan larva ulat Grayak masih mengkonsumsi daun Jagung sehinggametabolit sekunder yang telah menempel pada daun Jagung akan ikut masuk ke dalam tubuh ulat Grayak. Berdasarkan hasil penelitian Pattagading (2018), ekstrakdaun Belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu tannin (4,11%), flavonoid (1,76%), saponin (3,61%).

Gejala awal ulat Grayak setelah mengkonsumsi pakan yang telah direndam ekstrak daun Belimbing wuluh yaitu pergerakan larva yang melambat, hanya menetap pada satu tempat, dan kotoran yang dikeluarkan banyak. Ulat Grayak yang telah mati dapat dilihat tubuh larva mengerut, berwarna hitam, kaki menghadap ke atas, dan keluarnya cairan atau lendir. Hal ini diduga akibat senyawa metabolit sekunder yang ada pada ekstrak daun Belimbing wuluh yang berfungsi sebagai racun kontak dan racun perut.

Kondisi larva yang mati menunjukkan ukuran tubuh menyusut atau kecil, berwarna hitam, dan tubuhnya mengering, hal ini diduga akibat senyawa bioaktif yang ada pada ekstrak daun Belimbing wuluh terjadi kontak langsung dengan tubuh larva (*lihat* pada Gambar 1). Menurut Darmanto (2007), dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap senyawa bioaktif terkandung dalam insektisida alami dalam jumlah yang besar. Ketika larva mengalami kontak dengan ekstrak daun Belimbing wuluh maka akan menyebabkan senyawa metabolit sekunder masuk melalui kulit dan mulut serangga sehingga mengakibatkan kematian pada serangga. Danusulistyo (2011), menyebutkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai racun kontak adalah senyawa saponin, karena saponin dapat menghambat ekdisis (pergantian kulit), Racun kontak ini dapat membuat dinding tubuh larva menjadi rusak atau mengerut.

Berdasarkan pengamatan, pada konsentrasi 60%, larva mengkonsumsi daun lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi 80% dan 100%. Hal ini terlihat dari jumlah daun yang tersisa, akan tetapi jumlah larva yang mati sedikit dan awal kematian dimulai pada 16 jam setelah aplikasi. Konsentrasi 80% dan 100%, jumlah pakan yang dikonsumsi larva sedikit dan awal kematian lebih cepat yaitu dimulai

pada 8 jam setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang ada pada ekstrak daun Belimbing wuluh telah berfungsi sebagai toksik pada larva, ditunjukkan dengan kondisi larva yang mati memiliki ciri-ciri tubuh yang lembek, keluarnya cairan atau lendir, dan kaki larva yang menghadap ke atas, hal ini diduga akibat senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai racun perut. Kondisi larva yang mati akibat racun perut dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Koleksi pribadi

Gambar 1. Dampak senyawa saponin terhadap larva

Menurut Kaihenna *et al.* (2011), senyawa yang berfungsi sebagai racun perut adalah tannin, senyawa ini akan menghalangi serangga dalam mencerna makanan dan dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (*protease dan amilase*) yang berperan dalam mengkatalisis protein menjadi asam amino yang dibutuhkan untuk pertumbuhan larva, terikatnya enzim oleh tannin, maka menyebabkan kerja enzim menjadi terhambat, sehingga proses metabolisme sel dapat terganggu dan larva akan kekurangan nutrisi, jika proses ini berlangsung terus, maka akan berdampak pada kematian larva.



(a)

(b)

(c)

Sumber: Koleksi pribadi

Gambar 2. Larva yang mati akibat metabolit sekunder ekstrak daun Belimbing wuluh. (a) larva yang mati pada konsentrasi 60%, larva yang mati pada konsentrasi 80%, (c) larva yang mati pada konsentrasi 100%.

Berdasarkan jumlah kematian larva akibat senyawa toksik ekstrak daun Belimbing wuluh dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka mortalitas larva ulat Grayak juga meningkat, hal ini berhubungan dengan jumlah metabolit sekunder yang ada pada ekstrak daun Belimbing wuluh (*lihat* pada Tabel 3). Menurut Leatemia dan Isman (2004) semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka akan menyebabkan mortalitas larva juga tinggi, meskipun daun sawi yang dikonsumsi larva dengan porsi yang sangat kecil. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi juga jumlah toksik yang terkandung di dalam ekstrak. Sehingga walaupun sedikit jumlah daun yang dikonsumsi larva,

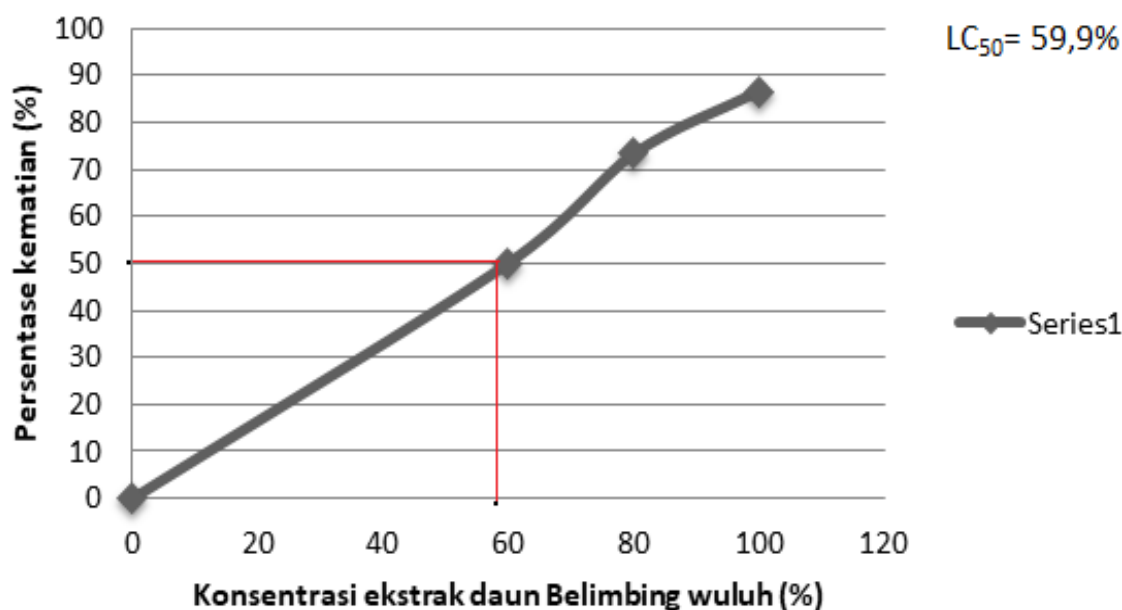
tetapi jumlah toksik yang terakumulasi lebih banyak dibandingkan pada perlakuan dengan konsentrasi rendah, sehingga mortalitas jugatinggi sebanding dengan tingginya konsentrasi. Pangnakorn *et al.* (2012), menyatakan bahwa setiap senyawa toksik yang masuk ketubuh larva akan terakumulasi dan perlahan akan merusak sistem tubuh serta menghambat pertumbuhan larva yang akan berujung pada kematian. Berdasarkan penelitian Yunita *et al.* (2009), kematian larva juga diakibatkan oleh ketidakmampuan larva untuk mendetoksifikasi senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuhnya. Pengamatan kecepatan kematian ulat grayak *S. frugiperda* dilakukan setiap 4 jam, 8 jam, 12 jam, 16 jam, 20 jam sampai 24 jam setelah aplikasi. Kecepatan kematian ulat grayak akibat ekstrak daun Belimbing wuluh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 3. Jumlah larva yang mati dan Interval waktu kematian *S. frugiperda*

Perlakuan (%)	Mortalitas (%)	Jam						Interval Kematian (jam)
		4	8	12	16	20	24	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	60,0	0	0	0	5	5	8	16-24
80	73,3	0	2	3	4	4	9	8-24
100	86,6	0	2	3	8	3	10	8-24
Jumlah		0	4	6	17	12	27	

### 3.2. Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>)

## Interpolasi



Gambar 3. Grafik interpolasi penentuan LC<sub>50</sub>

Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>) merupakan konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% dari jumlah larva uji, penentuan LC<sub>50</sub> dilakukan dengan analisis probit dan grafik interpolasi menggunakan SPSS 16.0. Interpolasi LC<sub>50</sub> dapat dilihat pada Grafik 3.

Berdasarkan hasil analisis probit, diketahui nilai LC<sub>50</sub> 24 jam pengamatan didapatkan pada konsentrasi 59,9% (lihat lampiran 4). Konsentrasi 59,9% telah dapat mematikan 50% larva *S. frugiperda*. Berdasarkan Kriteria penilaian keefektifan suatu insektisida bahwa konsentrasi 59,9% merupakan konsentrasi yang

efektif untuk dijadikan sebagai insektisida alami terhadap ulat Grayak.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun Belimbing wuluh berpotensi sebagai insektisida alami terhadap ulat Grayak (*S. frugiperda*) dengan jumlah kematian 66 ekor dari jumlah total 120 ekor larva. Berdasarkan analisis probit konsentrasi yang efektif untuk membunuh 50% larva ulat grayak adalah 59,9%.

#### Daftar Pustaka

- Aradilla, A. S. 2009. Uji Efektifitas Larvasida Ekstrak Etanol Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Danar, D., Yusuf, H., Tarkus, S., Syarif, H. and Neneng, S.W. 2020. The Toxicity of Neem (*Azadirachta indica*), Citronella (*Cymbopogon nardus*), Castor (*Ricinus communis*), and Clove (*Syzygium aromaticum*) oil against *Spodoptera frugiperda*. Jawa Barat: *Jurnal Cropsaver*
- Danusulistyo, M. 2011. Uji Larvasida Ekstrak Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Anopheles aconitus*. *Donitz.Sripsi Ilmiah*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Darmanto, Y. 2007. Pengaruh Ekstrak Polar Cocor Bebek (*Kalanchoe daigremontiana*) Terhadap Larva *Plutella xylostella* L. *Skripsi*. Program Studi Biologi. ITS. Surabaya.
- Fuadzy, H., Hodijah, D.N., Jajang, A., Wirdawati, M. 2014. Kerentanan Larva *Aedes aegypti* Terhadap Temefos, A., Wirdawati, M. di Tiga Kelurahan Endemis Demam Berdarah Dengue Kota Sukabumi. *Ciamis. Bul. Penelit. Kesehat*, Vol. 43, No. 1. Hal. 41-46.
- Hayati, E. K., Ghanaim, F. A., dan Lailis, S. 2010. Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa Tanin pada daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Kimia*, Vol. 4, No.1.
- Krisman, Y., Ardiningsih, P., Syahbanu, I. 2016. Aktivitas Bioinsektisida Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Kecoak (*Periplaneta americana*). *JKK*. Volume 5(3). Hal. 1-7.
- Kumar, K.A., Guosia, SK., and Anupama, Latha, J.N. 2013, "A Review On Phytochemical Constituents and Biological Assays of *Averrhoa bilimbi* L., I. J. P. P. S. R", 3(4):136-139.
- Leatemia, J.A., dan Isman, M.B. 2004. Efficacy of Crude Seed Extracts of *Annona squamosa* aginst Diamond Back Moth, P. *Xylostella* in The Greenhouse. *International Journal of tropical insect science* 24: 150-158.
- Listiyati, A. K., Nurkalis, U., Sudiyan, Hestiningih, R. 2012. Ekstraksi Nikotin Dari Daun Tembakau (*Nicotina Tabacum*) dan Pemanfaatannya Sebagai Insektisida Nabati Pembunuh *Aedes* Sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, Vol. 2 No. 2. Hal. 67-70
- Mokodompit, H.S., Pollo, H.N., Lasut, M.T. 2018. Identifikasi Jenis Serangga Hama dan Tingkatan Kerusakan pada *Diospyros celebica* Bakh. Manado. *Eugenia* Vol. 24. No.2. Hal. 64-75.
- Pattagading, R.T. 2018. Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Kematian larva *Aedes* sp. Semarang. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Pangnakorn, U., Kanlaya, S., Kuntha, C. 2012. Effect of Wood Vinegar for Controlling on Housefly (*Musca domestica* L.). *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 65:390-393.
- Rini, U. S., Wirasti, Nurlae, E. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Sebagai Insektisida Alami Terhadap Nimfa Wereng Batang Cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal.) Pekalongan: Universitas Muhammadiyah Pakajangan.
- Salaki, C.L. Watung, J. 2020. Aplikasi Pestisida Organik untuk Pengendalian Hama *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung. Palembang. Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Subaharan, P., Bakthavatsalam, N., Ballal, C. L. 2018. Studies on New Invasive Pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its Natural Enemies. *Journal of biological control*, 32 (3), DOI: 10.18311/jbc/2018/21707.
- Syah, B.W. 2016. Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ulfa, D. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Kecubung (*Datura metel* L.) Terhadap Imago Wereng Batang Cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal.) (Hemiptera: Delphacidae) dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Non Teks. *Skripsi*. Jember; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Received: 23 Februari 2023, Accepted: 10 Mei 2023 - Jurnal Photon Vol.13 No.2

DOI: <https://doi.org/10.37859/jp.v13i2.4710>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

- Wismaningsih, E.R., Oktaviasari, D.I. 2016. Identifikasi Pestisida dan Penggunaan APD pada Petani Penyemprot di Kecamatan Ngantru Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Wiyata*. Vol. 3 No.1. Hal. 101-105.
- Yunita, E.A., Suprapti, N.H., Hidayat. 2009. Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Bioma*, 11 (1):11-17