

**POTENSI EKSTRAK DAUN KARUK (*Piper sarmentosum*) SEBAGAI INSEKTISIDA
NABATI HAMA ULAT GRAYAK
(*Spodoptera litura*)**

Rangga Eka S. P¹, Moerfiah¹, Triastinurmiatiningsih.^{1*}
¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Pakuan, Bogor
*e-mail: triastinur@gmail.com

diterima: 6 Agustus 2018; direvisi: 23 Agustus 2018; disetujui: 7 September 2018

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas ekstrak daun *Piper sarmentosum* pada tingkat kematian dan kerusakan oleh ulat grayak (*Spodoptera litura*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, Bogor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan empat tingkat konsentrasi ekstrak, yaitu 0% sebagai kontrol, 30%, 40% dan 50%. Setiap perawatan diulang empat kali. Variabel yang diukur adalah tingkat kematian, tingkat kerusakan daun, dan pertumbuhan larva. Konsentrasi EDK 50% menunjukkan aktivitas dalam membunuh ulat grayak sebesar 38%. Tingkat kerusakan terendah adalah 5%, dengan tingkat pertumbuhan rata-rata ke larva terendahnya sebesar 0,8 cm dengan pemberian pengobatan EDK 50%, dan tingkat kerusakan tertinggi adalah 75% dengan kombinasi perawatan EDK 30%.

Kata kunci: ekstrak daun karuk, insektisida nabati, *Piper sarmentosum*, *Spodoptera litura*.

**POTENTIAL of KARUK LEAF EXTRACT (*Piper sarmentosum*) AS VEGETABLE
INSECTICIDE**

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the activity of the leaf extract of *Piper sarmentosum* on mortality and damage levels by pest armyworm (*Spodoptera litura*). This research was conducted at the Laboratory of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Pakuan University, Bogor. This study uses a completely randomized design (CRD), with four levels of extract concentration, that is 0% as control, 30%, 40% and 50%. Each treatment was repeated four times. The variables measured were mortality rates, the extent of damage the leaves, and larval growth. A concentration of EDK 50% showed activity in killing the armyworm by 38%. The lowest level of damage is 5%, with an average growth rate to its lowest larvae by 0.8 cm with the provision of treatment EDK 50%, and the highest level of damage is 75% by a concentration of EDK 30% treatments.

Keywords : bioinsecticide, karuk leaf extract, *Piper sarmentosum*, *Spodoptera litura*.

PENDAHULUAN

Spodoptera litura atau ulat grayak merupakan salah satu hama yang penting bagi petani, karena hama ini dapat menimbulkan kerusakan serius pada tanaman yang diserangnya. Ulat grayak bersifat *polifagus* atau tidak hanya menyerang pada satu tanaman spesifik, tanaman yang diserang meliputi kedelai, kacang tanah, kubis, ubi jalar, kentang, dan lain-lain. *Spodoptera litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif yaitu memakan daun tanaman yang muda sehingga tinggal tulang daun, dan pada fase generatif memakan polong-polong muda (Fitriani, 2011). Menurut Nugroho (2013) kerusakan yang ditimbulkan berupa kerusakan pada daun tanaman inang sehingga daun menjadi berlubang-lubang. Larva instar 1 dan 2 memakan seluruh permukaan daun, kecuali epidermis permukaan atas tulang daun. Larva instar 3-5 makan seluruh bagian helai daun muda tetapi tidak makan tulang daun yang tua. Kerusakan daun (defoliasi) akibat serangan larva ulat grayak mengganggu proses asimilasi dan pada akhirnya menyebabkan kehilangan hasil panen hingga mencapai 85%, bahkan dapat menyebabkan gagal panen (puso).

Pengendalian ulat grayak sampai saat ini masih mengandalkan insektisida kimia sintesis, penggunaan insektisida kimia sintesis yang tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, maka diperlukan alternatif insektisida yang ramah lingkungan dengan cara memanfaatkan senyawa racun yang terdapat pada tumbuhan yang dikenal dengan insektisida nabati. Salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati adalah daun *Piper sarmentosum* atau karuk. Tanaman karuk memiliki kemampuan sebagai insektisida nabati karena di dalamnya terkandung senyawa aktif seperti saponin, flavonoida, polifenol dan minyak atsiri. Pemanfaatan tanaman karuk dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara diekstrak dan dibakar (Anggraeni, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas ekstrak daun *Pipersarmentosum* terhadap mortalitas dan tingkat serangan hama ulat grayak (*Spodoptera litura*)

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gunting, pisau, alat tulis, kamera, toples, plastik, timbangan, blender, oven, rotary evaporator, gelas ukur, cawan petri, kain sifon, hand sprayer, gelas kimia, corong, kertas saring, vaccum pump, vortex dan pengaduk.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, hama ulat grayak, aquades, pakan ulat, 10 kg daun karuk, alkohol 70%.

Metode

Persiapan Larva *S. litura*

Larva *S. litura* instar I diperoleh dari Balitro, setelah itu larva diperlihara hingga mencapai instar III yang digunakan sebagai larva uji. Larva dipelihara di dalam stoples-stoples yang sudah disediakan.

Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi, daun sirih ditimbang 10 kg lalu dibersihkan dan dilakukan pengeringan. Daun sirih yang telah kering di haluskan, setelah itu dimaserasi menggunakan alkohol 70%. kemudian dihomogenkan dengan alat shaker inkubator selama 24 jam. larutan simplisia daun karuk disaring menggunakan vaccum pump, sampai residu tidak menetes dan diperoleh filtrat. Selanjutnya filtrat diuapkan menggunakan Rotary evaporator dengan suhu 45°-50 °C sampai pelarut menguap seluruhnya, sehingga diperoleh ekstrak pekat daun karuk. Ekstrak pekat daun karuk yang didapat, diencerkan menjadi beberapa konsentrasi sesuai perlakuan

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan secara kualitatif pad ekstrak kental daun karuk, Pengujian dilakukan dengan metode tetes dan teknik

analisis visualisasi warna (Harborne, 1987).

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan berdasarkan tingkat perlakuan atau konsentrasi ekstrak daun karuk yaitu EDK 0% sebagai kontrol, EDK 30%, EDK 40%, dan EDK 50%. Tiap perlakuan diulangi sebanyak 4 kali ulangan sehingga jumlah unit percobaan sebanyak 16 unit percobaan. Setiap unit percobaan (tiap toples) diisi 10 ekor hama ulat grayak.

Pengujian Aktivitas Ekstrak Karuk

Pengujian dilakukan berdasarkan konsentrasi yang akan digunakan. Hama ulat grayak sebanyak 10 ekor masing-masing dimasukkan ke dalam toples-toples. Pakan berupa daun saecin masing-masing disemprot dengan ekstrak karuk berdasarkan tingkat perlakuan/konsentrasi yaitu 0% sebagai kontrol, 30%, 40%, dan 50%. Penyemprotan dilakukan masing-masing sebanyak 10 kali semprotan pada daun saecin sebagai makanan.

Parameter yang diamati

Hal-hal yang diamati dalam penelitian ini adalah tingkat mortalitas hama *Spodoptera litura*, tingkat kerusakan daun dan pertambahan panjang tubuh. Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati dan tingkat kerusakan daun dalam waktu 24 jam setelah pemberian beberapa konsentrasi ekstrak daun karuk.

Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus Abbot (1925) dalam Hasnah dkk (2012) yaitu:

$$P_0 = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

P_0 : Mortalitas larva

r : Jumlah larva yang mati

n : Jumlah larva seluruhnya

Tingkat kerusakan helai daun dihitung dengan rumus Windiyarini (2014):

$$I = \frac{Ni \cdot Vi}{N \cdot V} \times 100 \%$$

Keterangan :

I : Tingkat kerusakan

Ni : Jumlah tanaman dengan skor ke- i

Vi : Nilai skor serangan

N : Jumlah tanaman yang diamati

V : Skor tertinggi

Nilai skor yang digunakan adalah

0 = sehat

1 = sangat ringan (1-20%)

2 = ringan (21-40%)

3 = sedang (41-60%)

4 = berat (61-80%)

5 = sangat berat (81-100%)

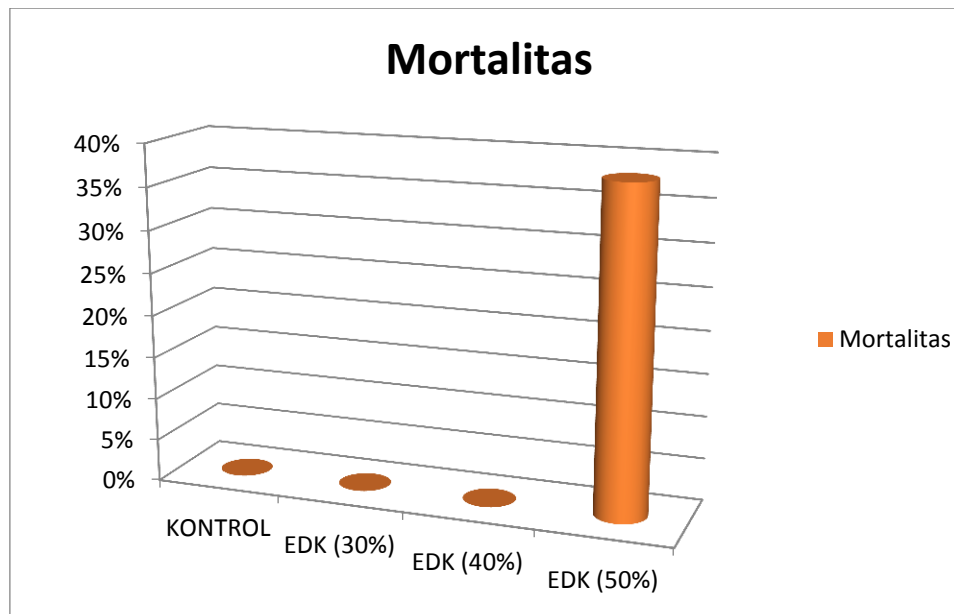
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi dan Uji fitokimia

Ekstraksi daun karuk dilakukan dengan metode maserasi dan dihasilkan sebanyak 116,5 gram ekstrak kental. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa ekstrak daun karuk mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu : flavonoid, tannin, saponin, dan steroid akan tetapi tidak mengandung alkaloid, triterpenoid, dan quinon.

Mortalitas ulat grayak

Berdasarkan pengamatan menunjukkan bahwa setelah aplikasi ekstrak karuk, larva bergerak lamban dan menjauhi daun perlakuan khususnya pada perlakuan EDK 40 % dan EDK 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bekerja cukup baik (Utami dkk., 2010).



Gambar 1. Diagram mortalitas ulat grayak

Jika dilihat dari parameter mortalitas hanya konsentrasi EDK 50% yang menunjukkan adanya pengaruh pemberian ekstrak daun karuk terhadap tingkat mortalitas ulat grayak yaitu sebesar 38%. Menurut Mumford & Norton (1984) dalam Laba & Soekarna, (1986), suatu insektisida dikatakan efektif apabila mampu mematikan minimal 80% serangga uji. Adanya efek pingsan dan mortalitas pada konsentrasi EDK 50% menunjukkan bahwa ekstrak daun karuk memiliki aktivitas anti serangga. Diduga senyawa kimia yang terkandung di dalam daun karuk yang memberikan efek tersebut terhadap ulat grayak yaitu senyawa flavonoid, saponin, steroid, dan tannin. Senyawa toksik tersebut masuk ke dalam tubuh larva diduga melalui dua cara yaitu kontak fisik antara tubuh larva dengan senyawa toksik yang menempel pada pakan dan masuk melalui saluran pernafasan.

Sinaga (2009) menyatakan bahwa kandungan metabolit sekunder dalam tanaman seperti glikosida flavonoid bersifat racun perut (*stomach poisoning*), yang bekerja apabila senyawa tersebut masuk dalam tubuh serangga maka akan mengganggu organ pencernaannya. Selain meracuni perut, senyawa golongan flavonoid juga dapat mengiritasi kulit dan menghambat transportasi asam amino

leusin. Diduga senyawa flavonoid menghambat leusin yang berperan dalam proses pembentukan asetil koA pada Siklus Krebs. Menurut Nugroho (2008) leusin merupakan asam amino ketogenik yang hanya dapat masuk ke intermediet asetil koA atau asetoasetil koA. Pada saat proses ini terhambat, asetil koA tidak dapat menambahkan fragmen nya pada oksaloasetat dan akibatnya siklus kreb terganggu dan tidak dapat menghasilkan ATP.

Senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuh serangga akan mempengaruhi metabolisme dalam tubuhnya. Lu (1994) mengatakan bahwa senyawa yang bersifat racun yang masuk ke tubuh akan mengalami biotransformasi. Proses metabolisme tersebut membutuhkan energi, semakin banyak senyawa racun yang masuk ke tubuh serangga menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk proses netralisir semakin besar. Banyaknya energi yang digunakan untuk menetralsir senyawa racun tersebut menyebabkan penghambatan terhadap metabolisme yang lain sehingga serangga akan kekurangan energi dan akhirnya mati.

Senyawa metabolit sekunder lain yang diduga menyebabkan mortalitas ulat grayak adalah saponin, steroid, dan tannin. Saponin merupakan *stomach poisoning* atau racun

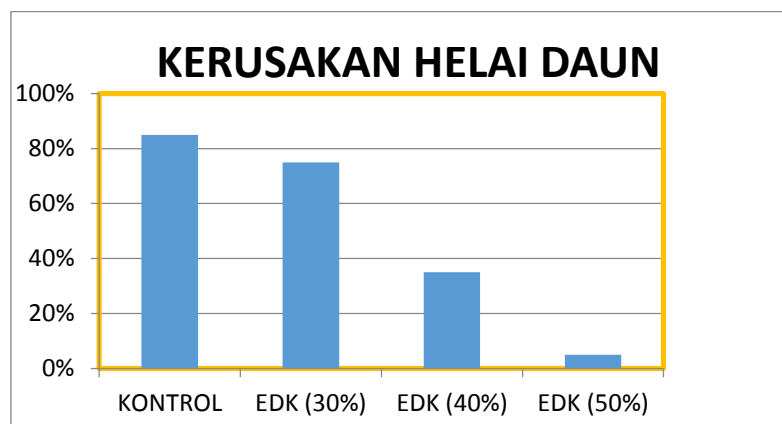
perut bagi larva. Mekanisme dari saponin yaitu dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa *traktus digestivus* larva sehingga dinding *traktus digestivus* menjadi korosif. Bila senyawa tersebut masuk dalam tubuh larva maka alat pencernaannya akan menjadi terganggu (Wardani *dkk*, 2010). Senyawa saponin dapat bersifat sebagai insektisida, yaitu dengan merubah perilaku makan serangga dengan cara menghambat *uptake* makanan pada saluran pencernaan. Saponin juga dapat menghambat pertumbuhan stadium larva dengan mengganggu tahap moulting larva (Chaieb, 2010). Saponin dapat menyebabkan perubahan pada permeabilitas membran dan menyebabkan disorganisasi molekular (Chaieb, 2007).

Steroid dikenal sebagai senyawa yang mempunyai efek toksik, Yunita et al. (2009) melaporkan bahwa steroid mempunyai efek menghambat perkembangan nyamuk *Aedes aegypti*. Adapun tanin memiliki rasa yang pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada serangga (Yunita et al., 2009). Tanin adalah senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tanin

tidak dapat dicerna lambung dan mempunyai daya ikat dengan protein, karbohidrat, vitamin dan mineral (Ridwan, 2010). Menurut Yunita *dkk* (2009) tanin tidak dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tannin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga diperkirakan proses pencernaan larva menjadi terganggu akibat zat tanin tersebut.

Tingkat Kerusakan Helai Daun

Diagram menunjukkan rata-rata persentase kerusakan helai daun pada perlakuan ekstrak daun karuk menunjukkan perbedaan yang nyata. Kerusakan helai daun dengan konsentrasi EDK 50 % berbeda nyata dengan konsentrasi EDK 40% dan sangat berbeda nyata dengan EDK 30 %, dibandingkan dengan kontrol EDK 30% tidak berbeda nyata. Tingkat kerusakan daun juga bervariasi antar perlakuan. Kerusakan helai daun terendah terdapat pada perlakuan EDK 50% yaitu sebesar 5 %, sedangkan kerusakan helai daun terbesar terdapat pada perlakuan EDK 30% yaitu 75%.



Gambar 2. Diagram tingkat kerusakan helai daun

Melanie (2004) dalam Chalista (2010) menyatakan bahwa aktivitas makan hama serangga berkurang atau terhenti terjadi akibat masuknya senyawa kimia tertentu yang menstimulasi kemoreseptor untuk dilanjutkan ke sistem saraf serangga. Selanjutnya, senyawa kimia tersebut dapat

merusak jaringan tertentu seperti rusaknya organ pencernaan. Hasil pengamatan secara visual, larva yang diberi perlakuan EDK 40% dan 50% menunjukkan gejala keracunan berupa aktivitas Bergeraknya berkurang (lemah), terlihat tidak sehat bila dibandingkan dengan larva kontrol atau

larva dengan perlakuan EDK 30%. Didukung oleh Hillock (2012) yang menyatakan bahwa racun kontak dapat mengganggu sistem kerja saraf pada hama yang mengakibatkan kelumpuhan sel otot hama dan mengakibatkan hama berhenti makan dan mati.

Intensitas kerusakan tertinggi akibat ulat grayak terdapat pada perlakuan Kontrol sebesar 85,00 %, hal ini disebabkan karena

tidak adanya aplikasi insektisida nabati sehingga ulat grayak tetap aktif menyerang daun. Marwoto dan Suharsono (2008) menyatakan bahwa larva *S. Litura* merupakan salah satu jenis hama pemakan daun yang sangat penting karena daya makannya yang tinggi sehingga menyebabkan daun pada tanaman habis dimakan.

Tabel 1. Rataan ukuran ulat grayak

KONSENTRASI	Ukuran sebelum perlakuan (cm)	Ukuran Rata-Rata (cm)	Rataan Pertambahan panjang tubuh (cm)
KONTROL	1,5	3,5	2,5
EDK 1(30%)	1,5	2,7	1,2
EDK 2(40%)	1,5	2,4	0,9
EDK 3(50%)	1,5	2,3	0,8

Tingkat kerusakan tanaman berkaitan dengan adanya selisih ukuran tubuh pada tiap larva percobaan. Berdasarkan hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa ukuran tubuh ulat grayak berbeda-beda setelah perlakuan, sebelum perlakuan ukuran tubuh ulat yang digunakan memiliki rata-rata ukuran yaitu 1,5 cm. Pada semua konsentrasi ukuran larva mengalami penambahan ukuran tubuh. Rata-rata pertambahan panjang tubuh larva dengan perlakuan konsentrasi EDK 30 % adalah 1,2 cm, konsentrasi EDK 40% adalah 0,9 cm, konsentrasi EDK 50% 0,8 cm, dan Kontrol (0%) adalah 2,5 cm. Hal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ulat grayak adalah pola makan, semua instar larva memiliki daya makan yang besar, semakin bertambah umur larva menjadi instar selanjutnya maka semakin besar daya makan larva. Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun karuk mempengaruhi laju dan pola makan ulat grayak sehingga terjadi selisih pada pertambahan ukuran tubuh larva. Dari hasil uji fitokimia senyawa yang terkandung dalam daun karuk adalah flavonoid, saponin, tannin, dan steroid. Rosyidah (2007) menyatakan bahwa senyawa flavonoid dan saponin dapat menimbulkan kelemahan pada saraf serta kerusakan pada spirakel yang

mengakibatkan serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati. Flavonoid merupakan senyawa aktif yang memiliki aktivitas penghambat makan terhadap berbagai jenis hama.

Penerimaan pakan pada larva melibatkan sistem saraf pusat yang merespons berbagai faktor yang bersifat menarik (*attractant*) dan penghambat (*deterrent*) (Miller & Strickler, 1984). Terjadinya penurunan aktivitas makan dapat dilihat pada bertambah atau meningkatnya konsentrasi ekstrak, ditandai dengan tidak adanya daun yang berlubang diakibatkan terjadi penurunan aktivitas makan larva sesuai konsentrasi tertinggi yang diuji. Larva ulat grayak secara visual hanya memakan sedikit pakan yang diberi perlakuan ekstrak daun karuk dengan konsentrasi tinggi, hal ini sesuai dengan sifat *antifeedant* dari ekstrak tersebut. Aktivitas menghambat makan tersebut dapat meningkatkan kepekaan serangga terhadap insektisida, termasuk insektisida nabati. Hal tersebut berarti semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diuji mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak dapat mengenali makanannya, dapat berakibat larva mati karena mengalami kelaparan (Setiawati dkk, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Priyono (1994)

dalam Marhaeni (2001), bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka kandungan bahan aktif dalam larutan lebih banyak sehingga daya racun pestisida nabati semakin tinggi.

Ulat grayak yang diberikan perlakuan dengan konsentrasi ekstrak daun karuk yang tinggi yaitu 40 % dan 50% ukuran tubuhnya lebih kecil jika dibandingkan dengan kontrol (0%). Hal tersebut disebabkan nafsu makan larva yang berkurang diduga akibat adanya senyawa metabolit sekunder yang terapat dalam ekstrak daun karuk. Tannin memiliki rasa yang pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada serangga (Yunita *dkk.*, 2009).

Sebagai insektisida nabati ekstrak daun karuk mempunyai senyawa aktif yang dapat mencegah dan mengurangi kerusakan helai daun akibat serangan hama ulat grayak. Senyawa bioaktif yang terkandung seperti saponin, flavanoid, tannin, dan steroid berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penolak, penarik, anti makan dan sistem pernafasan OPT. Hal ini sesuai dengan literatur Asikin (2013) yang menyatakan bahwa daun karuk (*Piper sarmentosum* Roxb) bermanfaat sebagai insektisida nabati, karena mengandung senyawa tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun karuk (*Piper sarmentosum*) konsentrasi 50% menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera littura* sebesar 38%.

Tingkat kerusakan helai daun terendah adalah 5% dengan perlakuan pemberian EDK 50%, dan paling tinggi adalah 75% dengan perlakuan pemberian EDK 30%. Kandungan senyawa aktif ekstrak daun karuk yang dapat menyebabkan mortalitas, perubahan tingkah laku, dan penghambat kerusakan daun oleh ulat grayak adalah senyawa dari golongan flavonoid, saponin, tannin, dan steroid.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I. (2010). Pengenalan Tumbuhan Penghasil Insektisida Nabati Dan Pemanfaatannya Secara Tradisional. KEMENHUT
- Asikin, S. (2013). Insektisida Nabati dari Tumbuhan Cambai Karuk (*Piper sarmentosum*). BPPLH. Web :<http://balittra.litbang.pertanian.go.id> diakses pada tanggal 30 November 2015.
- Chaieb I, Trabelesi M, Ben Halima-Kamel M, Ben Hamouda MH. (2007). Histological effects of *Cestrum parqui* saponin on *Schistocerca gregaria* and *spodoptera littoralis*. *J.Biol.Sci*. Vol.7:95-101.
- Chaieb, I. (2010). *Saponin as insecticide : a review*. Tunisian. *J. Of Plant Protection*. Vol. 5:39-50.
- Chalista, V., (2010). Uji toksisitas potensi insektisida nabati ekstrak kulit batang *Rhizophora mucronata* terhadap larva *Spodoptera litura* [Skripsi]. Jurusan Biologi FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Fitriani, U., Melina dan A. Gassa. (2011). Kemampuan Memangsa *Euborellia annulata* (Dermaptera:Anisolabididae) dan Preferensi pada Berbagai Instar Larva *Spodoptera Litura*. Universitas Hasanuddin. Makasar Vol.7 (3):182-18.
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terjemahan Padmawinata K, Soediro I, Niksolihin S. Terbitan Pertama. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Hasnah, Husni, A. Fardhisa. (2012). Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. *J. Floratek* Vol.7: 115 – 124.
- Hillock, D. (2012). *Botanical Pest Controls*. Oklahoma State University.

- <http://osufacts.pkstate.edu>. Diunduh 14 Juli 2016
- Laba, I.W. dan D. Soekarna. (1986). Mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada berbagai instar dan perlakuan insektisida pada kedelai. Makalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Lu, F. C. (1994). Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko. Edisi ke-2. Penerbit U.I.P. Hal 412.
- Marhaeni K.S., (2001). Pengaruh Beberapa Konsentrasi Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Perkembangan *Spodoptera litura* (Lepidoptera, Noctuidae). Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: UPN.
- Marwoto dan Suharno. (2008). Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. Dengan Pemberian Pakan Buatan Tanaman Kedelai. *J. Litbang Pertanian*. Vol. 27 : 131-136
- Miller JR & Strickler KL. (1984). *Finding and accepting host plant*. Di dalam: Bell WJ & Carde RT (eds.), *Chemical Ecology of Insects*. Sunderland: Sinauer Associates Inc Publishers.
- Nugroho. (2008). *Metabolisme Asam Amino*. Diunduh pada 24 Juli 2016, http://209.85.175.104/search?q=cach e:X3S_DWx-c cJ:static.Schoolrack.Com/files/14204 /34774/6-metabolisme-asam-amino.doc+leusin+toksik&hl=id&ct =clnk&cd=2&gl=id
- Nugroho. (2013). Pengenalan Dan Pengendalian Hama Ulat Grayak Pada Tanaman Kapas. Web: <http://ditjenbun.pertanian.go.id>. Diakses pada "Jumat, 29 Januari 2016"
- Ridwan, Y. (2010). Efektivitas Anticestoda Ekstrak Daun Miana (*Coleus numel* Benth) Terhadap Cacing *Hymenolepis microstoma* pada Mencit. *Media Peternakan*. Vol 33(1):6-11.
- Rosyidah, A. (2007). Pengaruh Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Setiawati W, Rini M, Neni G, dan Tati R, (2008). *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya Untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Sinaga, R. (2009). Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Ham *Spodoptera Litura* (Lepidoptera : Noctuide) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana glauca* L.). Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Untung, K. (2006). Pengantar pengelolaan hama terpadu Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Utami, Sri, Lailan Syaufina, Dan Noor Farikhah Haneda. (2010). Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro (*Cerbera Odollam* Gaertn.) Terhadap Larva *Spodoptera Litura* Fabricius. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 15 (2): 96-100
- Wardani, R., S., Mifbakhuddin, Kiki, Y. (2010). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Tembelean (*Lantana camara*) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. Vol 6: 2
- Yunita, E. A. N. H. Suprapti, J.S. Hidayat. (2009). Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Bioma* Vol 11(1): 11-17.