

**PENGARUH INSEKTISIDA IGR (*INSECT GROW REGULATOR*)
ALAMI DAN SINTETIS TERHADAP MORTALITAS DAN
PERKEMBANGAN ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)**

(Skripsi)

Oleh
Izzaturrijal



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH INSEKTISIDA IGR (*INSECT GROW REGULATOR*) ALAMI DAN SINTETIS TERHADAP MORTALITAS DAN PERKEMBANGAN ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)

Oleh

Izzaturrijal

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) merupakan hama penting di agroekosistem yang kegiatan pengendaliannya lebih dominan menggunakan insektisida kimiawi yang memiliki dampak negatif. Insektisida IGR kimiawi dan sintetis bisa menjadi pilihan pengendalian ulat grayak karena sifatnya ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis IGR terhadap mortalitas dan perkembangan ulat grayak (*S. litura*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2018–Mei 2018 bertempat di Laboratorium Bioteknologi dan Laboratorium Hama Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Percobaan ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu P0 (control), P1 (triflumuron 0,5 ml/l), P2 (triflumuron 1 ml/l), P3 (buprofezin 0,5 ml/l), P4 (buprofezin 1 ml/l), P5 (ekstrak daun anting-anting 1 mg/l) dan P6 (ekstrak daun anting-anting 2 mg/l), kemudian setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 21 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan 10 ekor ulat grayak instar III. Variabel yang diamati adalah mortalitas larva dan perkembangan (kecacatan larva, pupa terbentuk dan imago imago) *S.*

litura. Data pengamatan yang diperoleh kemudian dilakukan uji sidikragam dan dilanjutkan dengan uji BNJ taraf nyata 0,05. Data dianalisis menggunakan perangkat program Ms. Excel 2013 dan Statistix 8.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan masing-masing IGR menyebabkan mortalitas ulat grayak tidak berbedanyata satu sama lain, namun berbedanyata terhadap kontrol. Begitu pula pada pengamatan perkembangan ulat grayak, aplikasi masing-masing IGR menyebabkan persentase kecacatan larva, pupa terbentuk dan imago terbentuk, tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata terhadap kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa semua aplikasi IGR berbahan aktif buprofezin, triflumuron dan ekstrak daun anting-anting sangat nyata mempengaruhi mortalitas dan perkembangan ulat grayak.

Kata kunci: IGR, imago, larva cacat, mortalitas, perkembangan, pupa, ulat grayak,

**PENGARUH INSEKTISIDA IGR (INSECT GROWTH REGULATOR)
ALAMI DAN SINTETIS TERHADAP MORTALITAS DAN
PERKEMBANGAN ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)**

Oleh

Izzaturrijal

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

**Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **Pengaruh Insektisida IGR (*Insect Growth Regulator*) Alami dan Sintetis terhadap Mortalitas dan Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)**

Nama Mahasiswa : **Izzaturrijal**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1414121116**

Jurusan : **Agroteknologi**

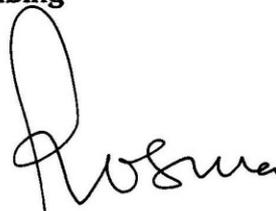
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Lestari Wibowo, M.P.
NIP 19620814 198610 2 001



Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.
NIP 19580828 198303 2 000

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Sri Yasnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

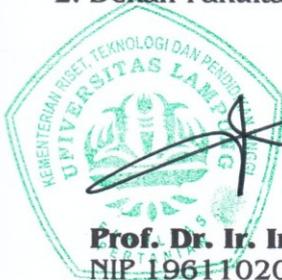
Pembimbing Utama : **Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.**

Rosma
.....
Wibowo
.....
Purnomo
.....

Anggota Pembimbing : **Ir. Lestari Wibowo, M.P.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.**

2. Dekan Fakultas Pertanian



Irwan Sukri Banuwa
.....
Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

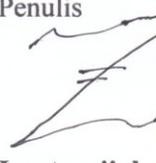
Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 8 Juni 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **Pengaruh Insektisida IGR (*Insect Growth Regulator*) Alami dan Sintetis terhadap Mortalitas dan Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)** merupakan hasil saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuan dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Juli 2018

Penulis



Izzaturrijal
NPM 1414121116

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan penuh rasa syukur kepada ALLAH SWT, karya ilmiah ini

dipersembahkan untuk;

Keluargaku Tercinta,

Abi tercinta Nurantoro dan Umi tercinta Rini Dwi Kuryanti

Mbak Izzatunnisa

Adik Izzatunnikmah dan Izzaturrizki

Serta seluruh Insan Akademis dan Almamater tercinta,

Universitas Lampung

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Teluk Betung Bandar Lampung pada tanggal 20 Desember 1995. Penulis merupakan anak ke dua dari empat bersaudara pasangan Bapak Nurantoro dengan Ibu Rini Dwi Kuryanti.

Pendidikan formal awal penulis dimulai dari Taman Kanak-kanak Nurul Islam Liwa Lampung Barat. Penulis melanjutkan ke Sekolah Dasar Negeri 1 Way Mengaku, Liwa Lampung Barat (2002-2004) dan Sekolah Dasar Negeri 1 Kupang Raya Teluk Betung Bandar Lampung (2004-2008). Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Liwa (2008-2011) lalu menuju Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Liwa Lampung Barat (2011-2014).

Pada tahun 2014, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Strata 1 (S1) Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN undangan. Pada Januari - Februari 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jaya Sakti, Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah. Pada Juli- Agustus 2017 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Mekar Unggul Sari, Cileungsi Kabupaten Bogor.

"Dan tidak Kuciptakan Jin dan Manusia kecuali untuk beribadah pada Ku"

(Adz-Zariyat: 56)

Semua langkah kita adalah ibadah pada-Nya

No Farm No Food No Life No Happyness.

Jangan pikirkan seberat apa Universitas yang kamu pilih tapi pikirkan seberat apa kamu untuk menghebatkan Universitas tersebut.

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri"

(Ar-Ra'd: 11)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis ucapkan atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Melalui tulisan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam membantu penulisan skripsi dan juga dalam pelaksanaan penelitian, yaitu kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, motivasi, arahan, saran, nasihat, dan ilmu selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Ibu Ir. Lestari Wibowo, M.P. selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, motivasi, saran, nasihat, pemikiran, dan ilmu dalam proses pelaksanaan penelitian dan penyelesaian skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Pembahas atas segala ilmu, nasehat, saran, dan pengarahan yang telah diberikan.
4. Bapak Ir. Dad Resiworo Jekti Sembodo, M.S., selaku Pembimbing Akademik atas segala ilmu, nasehat, saran, dan pengarahan yang telah diberikan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M. S., selaku Ketua Bidang Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Abi, Umi, Mbak dan Adik-adik tercinta untuk segala doa, kasih sayang, kesabaran, pengorbanan, dukungan, dan cinta yang tak pernah putus dan usang kepada penulis dalam setiap langkah untuk menggapai cita-cita.
9. Sahabat-sahabat dalam berbagai kisah dan cerita perjuangan untuk semua tawa, canda, tangis, dan getir dalam menggapai angan dan mimpi.
10. Rekan-rekan HPT dan Agroteknologi 14”, senior, dan adik-adik yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat kepada kalian semua, dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi siapa saja yang membaca.

Bandar Lampung, Juni 2018

Penulis,

Izzaturrijal

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
4.1. Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>).....	6
4.2. Insect Growth Regulator Sintetis	9
4.2.1. Buprofezin	9
4.2.2. Triflumuron	10
4.3. Insect Growth Regulator alami	12
4.3.1. Ekstrak tumbuhan anting-anting.....	12
III. BAHAN DAN METODE.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Peneltian.....	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.3.1. Rancangan Percobaan.....	14
3.3.2. Pelaksanaan Penelitian	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Hasil Penelitian	19
4.1.1. Mortalitas larva <i>S. litura</i>	19
4.1.2. Persentase larva <i>S. litura</i> cacat	20
4.1.3. Persentase pupa <i>S. litura</i> terbentuk	22
4.1.4. Persentase imago <i>S. litura</i> terbentuk	24
4.2. Pembahasan	26
4.2.1. Pengaruh IGR terhadap mortalitas <i>S. litura</i>	26
4.2.2. Pengaruh IGR terhadap larva <i>S. litura</i> yang cacat	27
4.2.3. Pengaruh IGR terhadap pupa <i>S. litura</i> yang terbentuk.....	30
4.2.3. Pengaruh IGR terhadap imago <i>S. litura</i> yang terbentuk	31
V. SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Simpulan	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Merk Dagang dan Konsentrasi Bahan Aktif IGR yang Digunakan.....	17
Tabel 2. Pengaruh Aplikasi IGR terhadap Mortalitas <i>S. litura</i>	20
Tabel 3. Pengaruh Aplikasi IGR terhadap Persentase Kecacatan Larva <i>S. litura</i>	21
Tabel 4. Pengaruh Aplikasi IGR terhadap Persentase Pupa <i>S. litura</i> Terbentuk.....	23
Tabel 5. Pengaruh Aplikasi IGR terhadap Persentase Imago <i>S. litura</i> Terbentuk.....	25
Tabel 6. Data Pengamatan Mortalitas <i>S. litura</i> hari terakhir.....	37
Tabel 7. Data Pengamatan Persentase Kecacatan Larva <i>S. litura</i>	37
Tabel 8. Data Pengamatan Persentase Pupa <i>S. litura</i> Terbentuk.....	37
Tabel 9. Data Pengamatan Persentase Imago <i>S. litura</i> Terbentuk.....	38
Tabel 10. Analisis Ragam (ANARA) Mortalitas <i>S. litura</i>	38
Tabel 11. Analisis Ragam (ANARA) Persentase Kecacatan Larva <i>S. litura</i>	38
Tabel 12. Analisis Ragam (ANARA) Persentase Pupa <i>S. litura</i> Terbentuk.....	39
Tabel 13. Analisis Ragam (ANARA) Persentase Imago <i>S. litura</i> Terbentuk.....	39
Tabel 14. Uji Lanjut BNJ Mortalitas <i>S. litura</i>	40
Tabel 15. Uji Lanjut BNJ Kecacatan Larva <i>S. litura</i>	40
Tabel 16. Uji Lanjut BNJ Pupa <i>S. litura</i> Terbentuk.....	41
Tabel 17. Uji Lanjut BNJ Imago <i>S. litura</i> Terbentuk.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi <i>S. litura</i>	8
Gambar 2. Struktur Kimia Buprofezin.....	9
Gambar 3. Struktur Kiimia Triflumuron.....	10
Gambar 4. Daun anting-anting (<i>A. indica</i>).....	12
Gambar 5. Tata Letak Percobaan.....	16
Gambar 6. Morfologi Larva <i>S. litura</i> akibat Aplikasi IGR.....	22
Gambar 7. Morfologi Pupa <i>S. litura</i> akibat Aplikasi IGR.....	24
Gambar 8. Morfologi Imago <i>S. litura</i> akibat Aplikasi IGR.....	26

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) merupakan hama penting pemakan daun yang dapat menyerang berbagai jenis tanaman termasuk kedelai, kacang tanah, sayuran, bahkan tanaman tahunan. Di Indonesia, tanaman budidaya yang paling banyak diserang oleh ulat grayak misalnya kedelai, jagung, dan bawang merah. Pada pertanaman kedelai sendiri tingkat serangan ulat grayak berbeda-beda tergantung daerah serangan. Secara umum, rata-rata tingkat serangan *S. litura* pada pertanaman kedelai di Indonesia mencapai 23-45% (Fattah, 2016).

Pengendalian *S. litura* perlu dilakukan karena mengakibatkan kehilangan hasil dan kerugian secara ekonomi. Teknik pengendalian yang sering digunakan oleh petani adalah secara kimiawi atau menggunakan insektisida kimia. Akibat serangan *S. litura* yang tinggi sepanjang tahun membuat penggunaan insektisida di lahan pertanian cenderung melebihi dosis anjuran. Hal ini tentunya akan menimbulkan efek negatif baik bagi petani maupun bagi lingkungan pertanian (Marwoto & Suharsono, 2008).

Lingkungan pertanian mulai mengalami dampak negatif dari aplikasi insektisida yang tidak terkontrol seperti berkurangnya keanekaragaman hayati karena

insektisida berspektrum luas dapat membunuh organisme non-target diantaranya parasitoid, predator, hiperparasit, serangga penyerbuk, cacing dan serangga dekomposer/detritivor. Dampak yang paling berbahaya adalah bagi petani dan para operator yaitu keracunan akibat terpapar oleh insektisida. Keracunan yang sangat berat pada manusia dapat mengakibatkan pingsan, kejang-kejang, bahkan bisa mengakibatkan kematian (Yuantari dkk., 2013).

Dalam rangka menurunkan dampak negatif pestisida, langkah perbaikan oleh pemerintah Indonesia diwujudkan dengan adanya Inpres No.3 tahun 1986 tentang Pengendalian Hama Terpadu, yang dilanjutkan dengan Program Nasional PHT dalam usaha perlindungan tanaman. Tujuan utama program ini adalah untuk mengurangi penggunaa insektisida kimia terutama yang menimbulkan dampak negatif terutama insektisida berspektrum luas. Pada umumnya, program PHT tidak melarang penggunaan insektisida, namun penggunaanya harus dilakukan secara bijak misalnya dengan menggunakan insektisida yang bersifat selektif (Mariyono, 2001).

Salah satu insektisida selektif yang sedang dikembangkan oleh para ahli adalah *insect growth regulator* (IGR). Insektisida ini bekerja dengan mengganggu hormon pertumbuhan seperti kitin untuk berganti kulit (*molting*) dan *juvenile hormon* untuk metamorfosis. *Insect Grow Regulator* secara umum dikelompokkan dalam dua fungsi yaitu penghambat sintesis kitin dan peniru *juvenile hormon*. Banyak penelitian telah membuktikan keefektifan IGR pada beberapa arthropoda hama misalnya ordo Diptera, Hemiptera, Lepidoptera, dan Coleoptera (Pramudi dan Rosa, 2012). Menurut Elzinga (1989), beberapa tumbuhan mampu

menghasilkan senyawa yang bekerja sebagai hormon pengganggu pertumbuhan serangga. Hal ini berpotensi untuk menciptakan insektisida IGR dari ekstrak tumbuhan.

Insektisida IGR sintetis dengan berbagai bahan aktif telah tersedia di pasaran misalnya bahan aktif buprofezin, triflumuron, mentropen dan lainnya (Pramudi dan Rosa, 2012). Namun, diduga berbagai insektisida alami (berasal dari tanaman) juga dapat bekerja sebagai IGR. Salah satu tanaman yang mampu menghasilkan IGR adalah daun anting-anting (*Acalypha indica*). Beberapa penelitian mengenai *A. indica* membuktikan bahwa kandungan ekstrak tanaman tersebut mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva, pupa, maupun imago serangga (Pratiwi, 2015). Efektivitas insektisida IGR terhadap *S. litura* perlu diuji. Oleh karena itu, penelitian telah dilakukan untuk mengetahui efektivitas insektisida IGR dari bahan alami dan sintetis untuk mengendalikan *S. litura*.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah

- 1) Mengetahui pengaruh insektisida IGR dari bahan alami dan sintetis terhadap mortalitas *S. litura*.
- 2) Mengetahui pengaruh insektisida IGR dari bahan alami dan sintetis terhadap perkembangan *S. litura*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Teknik pengendalian serangga ini harus mengarah pada IPM (*Integrated Pest Management*) atau Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Program PHT tidak

melarang penggunaan insektisida, namun harus dipilih bahan aktif yang selektif agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Insektisida yang bekerja secara selektif disebut juga insektisida biorasional. Salah satu jenis insektisida biorasional yang digunakan oleh petani adalah IGR (*insect grow regulator*) berbahan aktif buprofezin, triflumuron, metopren, siromazin dan lain-lain. Secara umum, insektisida ini memiliki nilai LD₅₀ oral terhadap mamalia yang tinggi (>1000mg/L) sehingga tidak berbahaya bagi manusia (operator). Bahan aktif IGR merupakan hormon tiruan yang bersifat selektif pada serangga tertentu, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi organisme non-target (Mariyono, 2001).

Insect growth regulator atau disebut sebagai zat pengatur tumbuh serangga merupakan insektisida mirip hormon tiruan yang mengatur pertumbuhan pada siklus hidup pradewasa serangga. IGR terbagi ke dalam dua kategori yaitu *juvenile hormone analog* dan *chitin synthesis inhibitor* (Pramudi & Rosa, 2012). Pemberian *juvenile hormone analog* mengakibatkan kegagalan ulat serangga untuk berganti kulit sehingga terjadi perpanjangan stadium ulat atau pupa. Senyawa-senyawa yang termasuk ke dalam *juvenile hormone analog* adalah fenoxycarb, buprofezin, kinopren, metopren, dan piriproksifen. Senyawa *chitin synthesis inhibitor* (CSI) dapat mengganggu enzim yang merangsang proses pembentukan kitin. Serangga yang terpapar senyawa ini juga tidak mampu mengganti kulit (*molting*) sehingga siklus pertumbuhan dari serangga menjadi terhambat. Senyawa-senyawa yang termasuk ke dalam CSI adalah triflumuron, siromazin, diflubenzuron, hexaflumuron, lufenuron, dan penfluron (Tunaz dan Uygun, 2004).

Insektisida IGR telah terbukti efektif untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan beberapa ulat serangga hama dan vektor penyakit. Berdasarkan penelitian Yassin (2015), menunjukkan bahwa IGR sintetis menyebabkan terhambatnya perkembangan *Aedes aegypti* yaitu pada fase larva, pupa dan menyebabkan kegagalan eklosi pupa hingga 78% dan kematian ulat sebanyak 80%. Aplikasi IGR menyebabkan 93,6% pupa *Aedes aegypti* terbentuk abnormal dan mati sebelum menjadi imago. Menurut Khatun dkk. (2017), bahwa IGR berbahan aktif buprofezin mampu membunuh larva *S. litura* mulai pada 1 hari setelah aplikasi. Penelitian El-Saborut (2016), menunjukkan bahwa IGR berbahan aktif triflumuron menyebabkan penurunan sintesis kitin lepidoptera sebesar 70%, sehingga pertumbuhannya terhambat baik saat larva, pupa dan imago. Sedangkan penelitian Kammalakanan dkk. (2015), menunjukkan bahwa ekstrak daun anting-anting (*A. indica*) mampu menghambat pertumbuhan larva *Aedes aegypti* sebanyak 98%. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa *A. indica* mengandung IGR dan bisa dimanfaatkan untuk mengendalikan hama.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Aplikasi insektisida IGR dari bahan alami dan sintetis mampu menyebabkan kematian larva *S. litura* (*S. litura*).
2. Aplikasi insektisida IGR dari bahan alami dan sintetis mampu menghambat perkembangan *S. litura* (*S. litura*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

4.1. Ulat grayak (*Spodoptera litura*)

S. litura atau yang dahulu dikenal dengan sebutan ulat tentara merupakan serangga hama yang terdapat di banyak negara seperti Indonesia, India, Jepang, Cina, dan negara-negara lain di Asia Tenggara. Ulat grayak bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Kalshoven (1981), ulat garayak dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Lepidoptera
Famili : Noctuidae
Genus : *Spodoptera*
Spesies : *Spodoptera litura* F.

Hama *S. litura* mengalami metamorfosis sempurna (holometabola) yang terdiri atas empat stadia hidup yaitu telur, larva, pupa dan imago (ngengat). Telur *S.*

litura berbentuk bulat dengan bagian datar melekat pada daun terkadang tersusun dua lapis berwarna coklat kekuningan dan diletakkan berkelompok (Gambar 1a). Pada umumnya masing-masing kelompok telur berisi 25 - 500 butir dan tersebar di bagian tanaman. Kelompok telur tertutup sisik seperti beludru yang berasal dari sisik sayap ngengat betina. Ngengat meletakkan telur pada umur 2-6 hari setelah kopulasi antara pukul 18.00 sampai 03.00 dini hari. Lama stadium telur berkisar 3 - 5 hari (Fattah, 2016).

Setelah telur menetas, larva tinggal untuk sementara waktu di tempat telur diletakkan, dan memakan daun terdekat secara berkelompok (Gambar 1b). *S. litura* akan menyisakan epidermis bagian atas daun, selanjutnya berpindah ke daun-daun yang lain dalam satu rumpun tanaman. Perpindahan larva instar-I dan instar-II dibantu oleh tiupan angin dan benang pintal untuk berayun. Stadium larva berlangsung selama 13 - 17 hari dengan rata-rata 14 hari (Kalshoven, 1981).

Stadium larva terdiri atas enam instar dengan umur larva instar-I berlangsung selama 2-3 hari, instar-II berkisar 2-3 hari, dan instar-III berkisar 2-3 hari. Larva instar-IV berpindah dari satu daun ke daun lain melalui tanah. Siang hari larva instar-V dan instar-VI berlindung di dalam atau di atas tanah tertutup oleh daun-daun kering dan aktif makan atau merusak daun tanaman pada malam hari. Lama stadium telur total adalah 2 hari, larva adalah 16 hari, pupa 9 hari dan imago 9 hari. Total siklus hidup sekitar 40 hari mulai dari telur hingga imago meletakkan telur lagi (Lestari dkk., 2013).

Secara morfologi, ciri khas *S. litura* pada stadia larva adalah adanya dua bintik hitam berbentuk seperti bulan sabit pada setiap ruas abdomen terutama ruas ke

empat dan ke tujuh yang dibatasi oleh garis lateral dan dorsal berwarna kuning yang membujur di sepanjang badan (Gambar 1c). Pupa *S. litura* berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm dengan membentuk kokon dari butiran-butiran tanah yang disatukan (Gambar 1d). Pupa akan berubah menjadi imago yang berupa ngengat dengan warna hitam kecoklatan. Sayap belakang berwarna putih sedangkan sayap depan terlihat adanya spot-spot berwarna hitam dengan strip putih dan kuning. Sayap imago jantan lebih terang dan memiliki abdomen yang mengerucut. Sedangkan imago betina memiliki sayap yang lebih gelap dengan ujung abdomen tidak mengerucut (Gambar 1e). Ukuran panjang ngengat jantan 17 mm dan betina 15,7 mm dengan rentang sayap berkisar 28-30 mm. Seluruh instar bersifat nokturnal (aktif pada malam hari). Ngengat mampu terbang sejauh 5 km setiap malamnya (Kalshoven, 1981).

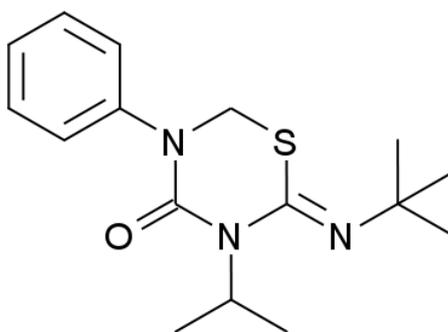


Gambar 1. Morfologi *S. litura* (a) kelompok telur tertutup sisik (b) larva instar I (c) larva instar III telah terlihat corak (d) pupa (e) imago.

4.2. Insect Growth Regulator Sintetis

4.2.1. Buprofezin

Salah satu bahan aktif IGR yang banyak ditemukan di pasaran adalah buprofezin. Bahan ini merupakan peniru hormon pertumbuhan atau *Juvenile Hormone mimic* dengan nama IUPAC *2Z)-3-Isopropyl-2-[(2-methyl-2-propanyl)imino]-5-phenyl-1,3,5-thiadiazinan-4-one*. Rumus kimia bahan ini adalah $C_{16}H_{23}N_3OS$ sedangkan struktur kimia dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur kimia buprofezin
(Sumber: Yoon dkk., 2012)

Cara masuk (*mode of entry*) buprofezin tergantung dari perusahaan merakit bahan campurannya. Misalnya, Lugen 100 EC buprofezin 100g/l dan Applaud 100 SC memiliki cara masuk melalui makanan (oral) dan bekerja secara sistemik.

Buprofezin telah terbukti efektif mengendalikan beberapa hama dengan cara menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga salah satunya mencegah pembentukan kitin dan mencegah perkembangan pupa menjadi imago hingga akhirnya pupa mati. Bahan aktif ini mampu mencegah pembentukan kitin pada golongan Lepidoptera dengan cara menghentikan proses polimerisasi oleh N-asetil glukosamin. Penghambatan pembentukan kitin oleh buprofezin secara

tidak langsung akan membuat serangga menjadi lemah dan akhirnya mati.

Buprofezin yang dikombinasikan dengan spinosad juga telah terbukti mampu mengakibatkan kematian *S. litura* hingga 95% dengan dosis yang sedikit.

Berdasarkan penelitian Ragaei & Sabry (2011), buprofezin termasuk dalam insektisida biorasional dan direkomendasikan untuk mendukung program PHT.

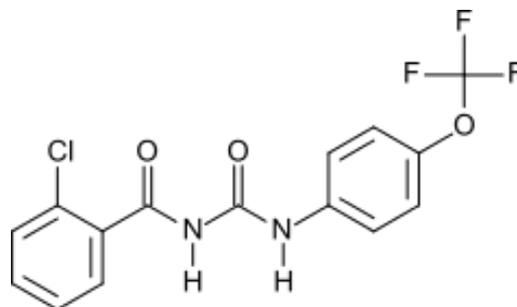
Hal ini dikarenakan LD₅₀ yang tinggi terhadap mamalia yaitu 5000 mg/kg sehingga aman dan tidak beracun bagi organisme non-target termasuk manusia.

Menurut Yoon dkk. (2012), residu buprofezin di lahan pertanian masih di bawah BMR sehingga aman dan tidak mencemari lingkungan maupun produk pertanian.

Penelitian Sohrabi dkk. (2011) menunjukkan bahwa buprofezin tidak meracuni parasitoid *Eretmocerus mundus* di lahan dibandingkan insektisida konvensional lainnya misalnya imidakloprid.

4.2.2. Triflumuron

Bahan aktif IGR lainnya yang bisa ditemukan di pasaran adalah triflumuron dengan rumus kimia C₁₅H₁₀ClF₃N₂O₃ dan nama IUPAC *1-(2-chloorbenzoyl)-3-(4-trifluormethoxyfenyl)ureum* (Gambar 3).



Gambar 3. Struktur kimia triflumuron
(Sumber: Batra dkk., 2005)

Cara masuk (*mode of entry*) bahan aktif berbeda-beda tergantung campuran yang digunakan oleh masing –masing perusahaan. Beberapa yang beredar di pasaran misalnya Destello 100 EC (Bayer) memiliki *mode of entry* melalui kontak dan bisa juga melalui lambung (oral). Triflumuron bekerja dengan cara menghambat sintesis kitin serangga. Kitin sangat dibutuhkan oleh serangga untuk menyusun kutikula dan lapisan epidermis serangga. Terhambatnya sintesis kitin, maka akan menghambat pertumbuhan serangga misalnya saat *molting*. Sintesis kitin yang terhambat akan membuat serangga tidak bisa menghasilkan integumen yang baru dan tetap dalam keadaan saat berganti kulit.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa triflumuron mampu menghambat sintesis kitin serangga khususnya ordo lepidoptera (Khatter, 2015). Menurut El-El-Saborut (2016), aplikasi triflumuron mampu menurunkan jumlah kitin di dalam tubuh serangga hingga 90%. Hal ini membuat serangga tidak bisa mengganti kulit (*molting*) dan menghambat metamorfosis.

Bahan aktif ini juga salah satu jenis pestisida biorasional yang boleh digunakan untuk mendukung program PHT (pengendalian hama terpadu). Menurut Souza dkk. (2013), triflumuron mampu menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian terhadap *S. litura*, namun tidak berpengaruh terhadap parasitoid *S. litura*, *Trichogramma pretiosum*. Berdasarkan penelitian Saleem dkk. (2016), triflumuron juga dapat dikombinasikan dengan bahan lainnya untuk menambah daya bunuhnya. Contohnya dengan lufenuron yang terbukti efektif mengendalikan *S. litura* pada fase larva. Hal ini bisa menurunkan konsentrasi bahan aktif lain yang berbahaya.

4.3. Insect Growth Regulator alami

4.3.1. Ekstrak tumbuhan anting-anting

Tumbuhan anting-anting (*Acalypha indica* L.) dikenal sebagai jenis gulma yang sering dijumpai di pinggir jalan, perumahan, dan di lahan pertanian. Jumlah yang melimpah dan mudah diperoleh memberikan peluang tumbuhan ini dapat ditingkatkan nilai gunanya.



Gambar 4. Daun anting-anting (*Acalypha indica*)

Menurut Pratiwi dkk. (2015), tumbuhan anting-anting (*Acalypha indica*) merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di lahan pertanian. Tumbuhan ini termasuk family euphorbiaceae dan kehadirannya dianggap sebagai gulma. Ciri morfologi tumbuhan ini tegak, tinggi 30 - 50 cm, bercabang dengan garis memanjang kasar, berambut halus. Daunnya merupakan daun tunggal, bertangkai silindris dengan panjang 3 - 4 cm, letak tersebar.

Beberapa penelitian telah mengungkapkan zat-zat kimia yang terkandung di dalam daun anting-anting mampu menghambat pertumbuhan larva dan pupa beberapa golongan serangga. Penelitian Sahayyaraj dkk. (2012), membuktikan

bahwa ekstrak daun ini bisa menghambat produksi glukosa hama bapak pucung (*Dysdercus cingulatus*) sehingga reproduksinya terhambat. Menurut Pratiwi dkk. (2015), daun *A. indica* efektif dalam mengendalikan larva golongan diptera dengan LC_{50} sebesar 72,5 ppm. Selain itu berdasarkan penelitian Govindarajan dkk. (2008), ekstrak daun *A. indica* pada konsentrasi 100 ppm juga bisa mematikan larva *Anopheles stephensi*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, terbukti bahwa ekstrak daun *A. indica* dapat digunakan sebagai IGR. Hal ini dikarenakan ekstrak daun *A. indica* mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga. Menurut Pratiwi (2017), daun *A. indica* memproduksi metabolit sekunder berupa sterol yang secara alami digunakan sebagai bahan perlindungan dari serangan hama. Sterol ini dapat bekerja sebagai penghambat sintesis kitin serangga.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Februari 2018 hingga Juni 2018 di Laboratorium Hama Tanaman Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larva *Spodoptera litura*, insektisida IGR berbahan aktif triflumuron, buprofezine, dan ekstrak daun *A. indica*. Sedangkan Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop majemuk, erlenmeyer, kertas saring, pipet tetes, stoples *rearing*, cawan petri, *rotary evaporator*, *beaker glass*, sprayer dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah P0 (tanpa insektisida), P1 (aplikasi triflumuron 0,5 ml/l), P2 (aplikasi triflumuron 1 ml/l), P3 (aplikasi

buprofezin 0,5 ml/l), P4 (aplikasi buprofezin 1 ml/l), P5 (aplikasi ekstrak daun *A. indica* 1 ml/l), dan P6 (aplikasi ekstrak daun *A. indica* 2 ml/l). Dengan demikian terdapat 21 satuan percobaan dalam penelitian ini. Setiap satuan percobaan membutuhkan 10 ekor larva *S. litura*, sehingga jumlah *S. litura* yang dibutuhkan sebanyak 210 ekor larva *S. litura*.

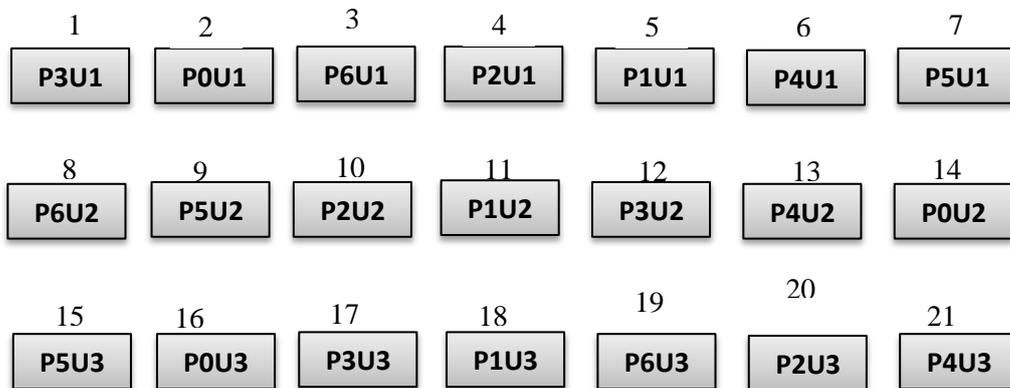
3.3.2. Pelaksanaan Penelitian

3.3.2.1. Perbanyak *S. litura*

Pembiakan dan perbanyak (*rearing*) *S. litura* dilakukan dengan mengambil *S. litura* dari lahan lalu dipelihara dalam stoples besar yang telah dimodifikasi memiliki lubang udara. Kemudian, larva tersebut diberi pakan berupa daun jarak atau daun bayam sesuai kebutuhan. Stoples yang digunakan selalu dibersihkan dari kotoran *S. litura*. Pembersihan stoples ini bertujuan untuk menghindari *S. litura* terserang penyakit baik karena bakteri ataupun virus. Setiap perubahan instar (*molting*) diamati untuk penghitungan dan pengamatan ciri-ciri setiap instar. Jika larva sudah berubah menjadi pupa kemudian dipindahkan ke stoples yang lebih besar. Imago yang terbentuk dari pupa tersebut kemudian diberi pakan berupa madu 10%. Larva yang diaplikasikan adalah pada instar III, hal ini untuk melihat kecacatan morfologi yang ditimbulkan dan lamanya perubahan larva ke pupa.

3.3.2.2. Tata Letak Percobaan

Setiap satuan percobaan dilakukan dalam tiga ulangan kemudian di letakkan di laboratorium. Semua satuan percobaan diacak sempurna berdasarkan tabel acak menggunakan program excel, sehingga diperoleh sebagai berikut.



Gambar 5. Tata letak percobaan (P) Perlakuan IGR dan (U) ulangan ke-i

Keterangan:

P0 = Tanpa insektisida (kontrol)

P1 = Aplikasi triflumuron 0,5 ml/l

P2 = Aplikasi triflumuron 1 ml/l

P3 = Aplikasi buprofezin 0,5 ml/l

P4 = Aplikasi buprofezin 1 ml/l

P5 = Aplikasi ekstrak daun anting-anting 1 mg/l

P6 = Aplikasi ekstrak daun anting-anting 2 mg/l

3.3.2.3. Pembuatan ekstrak daun anting-anting

Daun anting-anting diambil dari lahan lalu dibersihkan dan dijemur selama satu minggu. Daun kemudian dihancurkan dengan blender sampai halus. Serbuk halus daun tersebut sebanyak 100 gram dan 1 gram detergen ditambahkan dengan ethanol sampai 1000 ml lalu diaduk di dalam erlenmeyer 2 liter menggunakan *magnetik stirrer* selama 1 jam. Ekstrak disaring menggunakan corong yang

dialasi kertas saring, kemudian ampas ditambahkan ethanol sampai 1000 ml dan disaring kembali. Kemudian hasil ekstrak pertama disatukan dengan ekstrak kedua selanjutnya dilakukan penguapan melalui *rotary evaporator* pada suhu 45°C-50°C dengan kecepatan putaran 100 rpm.

3.3.2.4. Pengaplikasian masing-masing IGR

Semua insektisida IGR yang telah disiapkan lalu disuspensikan ke dalam sprayer. Kemudian IGR disemprotkan ke dalam stoples hingga mengenai larva *S. litura* dan pakannya secara merata. Volume semprot yang diaplikasikan tiap satuan percobaan adalah 0,5 –1 ml. Konsentrasi insektisida yang diaplikasikan berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Konsentrasi triflumuron yang digunakan menggunakan rekomendasi penelitian Batra dkk. (2005), sedangkan buprofezin berdasarkan penelitian Khan (2016), dan daun anting-anting berdasarkan penelitian Pratiwi dkk. (2015). Tabel konsentrasi rekomendasi dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1. Merk dagang dan konsentrasi bahan aktif IGR yang digunakan

No	Bahan Aktif IGR	Konsentrasi Perlakuan
1	Triflumuron (Destello 100EC)	0,5 ml/l
2	Triflumuorn (Destello 100EC)	1 ml/l
3	Buprofezine (Lugen 100EC)	0,5 ml/l
4	Buprofezine (Lugen 100EC)	1 ml/l
5	Ekstrak daun anting-anting	1 mg/l
6	Ekstrak daun anting-anting	2 mg/l

3.3.2.5. Pengamatan dan pengumpulan data

Pengamatan dilakukan satu jam setelah aplikasi selama 2 pekan atau hingga terbentuknya pupa dan imago. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui

pengaruh aplikasi insektisida IGR sintetis dan alami terhadap tingkat kematian (mortalitas) larva dan perkembangan *S. litura* pada tiap fase. Oleh karena itu, pengamatan yang dilakukan adalah jumlah larva mati tiap satuan percobaan, persentase larva cacat, persentase pupa terbentuk, dan persentase imago terbentuk. Pengamatan jumlah larva mati tiap satuan percobaan dilakukan untuk mendapatkan nilai mortalitas larva. Sedangkan penghitungan persentase larva cacat, persentase pupa terbentuk, dan persentase imago terbentuk dilakukan untuk menentukan pengaruh aplikasi IGR terhadap perkembangan *S. litura*.

3.3.2.6. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dihitung menjadi nilai persentase. Nilai persentase yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji homogenitas dengan uji Bartlett dan uji Aditivitas dengan uji Tukey. Jika data telah homogen dan aditif maka dilakukan analisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNJ taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan uji berbagai jenis IGR terhadap mortalitas dan perkembangan *S. litura* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut,

1. *Insect growth regulator* berbahan aktif triflumuron, buprofezin dan ekstrak daun *A. indica* berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas *S. litura*.
2. *Insect growth regulator* berbahan aktif triflumuron, buprofezin dan ekstrak daun *A. indica* berpengaruh terhadap perkembangan *S. litura* yaitu menyebabkan kecacatan pada larva, pupa, dan imago serta menghambat proses metamorfosis *S. litura*.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mencari konsentrasi paling efektif pada masing-masing IGR dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan *S. litura*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badawy, M.E.I., Anter, K., dan Ahmad, F.E. 2013. Toxicity Assessment of Buprofezin, Lufenuron, and Triflumuron to the Earthworm *Aporrectodea caliginosa*. *International Journal of Zoology*, 20(13): 1-9.
- Batra, C. P., Mittal, P. K., Adak, T., & Ansari, M. A. 2005. Efficacy of IGR compound Starycide 480 SC (Triflumuron) against mosquito larvae in clear and polluted water. *Journal of Vector Borne Diseases*, 42(3): 109–116.
- Das, G. 2013. Inhibitory Effect of Buprofezin on the Progeny of Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Biofertil Biopesticide*, 4(2): 1-5.
- El-Sabrou, A.Mc. and Zahran, H. M. 2016. Physiological Insecticidal Activity of Triflumuron as Regulator Against (Boisd.). *J.Plant Prot. and Path. Mansoura Univ.*, 7(6): 385–389.
- Elzinga, D.A. 1981. *Fundamental of Entomology*. Holt, Winconsin Inc.
- Fattah, A. 2016. Siklus Hidup *S. litura* (*Spodoptera litura* F.) dan Tingkat Serangan pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian 20 Juli 2016, Banjarbaru Kalimantan Selatan*, (411): 834–842.
- Govindarajan, M., Jebanesan, A., & Pushpanathan, T. 2008. Studies on effect of *Acalypha indica* L. (Euphorbiaceae) leaf extracts on the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res. Journal*: 691–695.
- Kalshoven, L.G.E. 1981 *The Pets of Crops In Indonesia*. Revised And Translated by P.A. Van der Laan. PT. Ictiar Baru. Van Hoeve. Jakarta.
- Kamalakaran, S., Murugan, K., & Chandramohan, B. 2015. Insect growth regulatory activity of *Acalypha alnifolia* (Euphorbiaceae) and *Vitex negundo* (Verbenaceae) leaf extracts against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), *International Journal of Mosquito Research*, 2(1), 47–52.
- Khan, M. A. M. 2016. Efficacy of insect growth regulator Buprofezin against Papaya mealybug. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 730–733.

- Khatter, N. A. 2015. Chitinase gene mutations induced by two insect growth regulators in. *Life Science Journal*, 12(1): 229–238.
- Khatun, M. R., Das, G., & Ahmed, K. S. 2017. Potentiality of Buprofezin , an insect growth regulator on the mortality of *Spodoptera litura* F. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2): 736–740.
- Lestari, S., Trisnowati, B.A., dan Hery, P. 2013. Tabel Hidup *Spodoptera litura* F. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2): 166–179.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi Dan Komponen Teknologi Pengendalian *S. litura* (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4): 131–136.
- Mariyono, J. 2001. Usaha menurunkan penggunaan pestisida kimia dengan program pengendalian hama terpadu. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 8(1): 30–36.
- Muta'ali, R., dan Kristanti, I.P. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sain dan Seni ITS*, 4(2): 55-58.
- Pramudi, M. I., & Rosa, O. 2012. Buprofezin Insect Growth Regulators For Insect Pest Control. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan UNLAM*, 22(1): 54–57.
- Pratiwi, D., Prahastiwi, E. A., & Safitri, M. 2015. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etil Asetat Herba Anting-Anting (*Acalypha indica* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Farmagazine*, 2(1): 1-8.
- Ragaei, M., & Sabry, K. H. 2011. Impact of spinosad and buprofezin alone and in combination against the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* under laboratory conditions. *Life Science Journal* 4(2): 156–160.
- Sahayarraaj, K. dan Shoba, J. 2012. Toxic Effect of *Acalypha indcia* (Linn.) Aqueous Exctracts Impact on the Mortality, Marcomolecules, Intestinal Electrolytes ad Detoxication Enzymes of *Dysdercus cingulatus*. *Asian Journal of Biochemistry*, 1(1):1-11.
- Saleem, M., Sabri, M. A., Aslam, M. S., & Hussain, D. 2016. Evaluation of lethal response of biorational insecticides against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 270–274.
- Sohrabi, F., Shishehbor, P., Saber, M., & Mosaddegh, M. S. 2014. Effects of Buprofezin and Imidacloprid on the Functional Response of *Eretmocerus mundus* Mercet. *Plant Protect. Scie. Journal* ,50(3): 145–150.

- Souza, J. R., Carvalho, G. A., Moura, A. P., Couto, M. H. G., & Maia, J. B. 2013. Impact of insecticides used to control. *Chilean JAR*, 73: 1–5.
- Tunaz, H., & Uygun, N. 2004. Insect growth regulators for insect pest control. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(6): 377–387.
- Yassin, N. S. F. 2015. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Metopren Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Yoon, J., Park, J., Han, Y., & Lee, K. 2012. Residue patterns of buprofezin and teflubenzuron in treated peaches. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment* (1): 10–14.
- Yuantari, M. G. C., Widiarnako, B., & Sunoko, H. R. 2013. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). *Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan 21 Mei 2013, Malang, Jawa Timur*: 142–148.