



**BIOAKTIVITAS EKSTRAK TUMBUHAN *MILKWORT*  
*Polygala paniculata* L. TERHADAP HAMA *FALL*  
*ARMYWORM Spodoptera frugiperda* J. E. Smith  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Oleh  
**DERMAWAN SAUT REJEKI PADANG**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2021**



**Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan *Milkwort Polygala paniculata* L. terhadap Hama *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)**

OLEH

**DERMAWAN SAUT REJEKI PADANG**

**175040200111058**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2021**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 10 Agustus 2021

Penulis

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan *Milkwort Polygala paniculata* L. terhadap Hama *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)

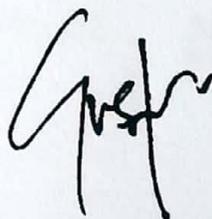
Nama Mahasiswa : Dermawan Saut Rejeki Padang

NIM : 175040200111058

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,  
Pembimbing Utama



Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.  
NIP. 197708102002121003

Diketahui,  
Ketua Jurusan



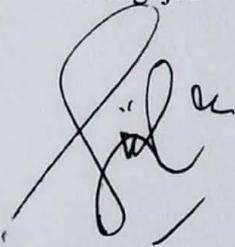
Luqman Qurata Aini, SP., MSi., PhD.  
NIP. 197209191998021001

Tanggal Persetujuan: .....

LEMBAR PENGESAHAN

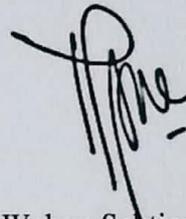
Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



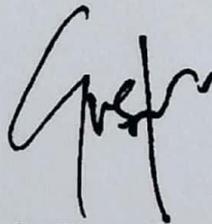
Dr. Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.  
NIP. 2013088606231001

Penguji II



Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIP. 198410142019031004

Penguji III



Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.  
NIP. 197708102002121003

Tanggal lulus: .....

## RINGKASAN

**DERMAWAN SAUT REJEKI PADANG, 175040200111058. Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan *Milkwort Polygala paniculata* L. terhadap Hama *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Dibawah Bimbingan Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.**

*Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) atau *milkwort* merupakan salah satu tumbuhan invasif yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem akibat dominansinya yang agresif. *Milkwort* mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan steroid. Berdasarkan kandungan tersebut, *milkwort* berpotensi sebagai pestisida nabati. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dapat merusak pencernaan hama ulat grayak *Spodoptera litura*. Senyawa saponin mampu menyebabkan iritasi pada kulit dan merusak spirakel sehingga mengganggu sistem pernapasan serta menimbulkan kelemahan pada sistem saraf serangga. Selain itu, senyawa tanin diketahui dapat menghambat aktivitas makan serangga. Pada bulan Maret 2019, muncul permasalahan baru di Indonesia berupa invasi ulat grayak jagung *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith atau *fall armyworm* (FAW). Hama FAW merupakan serangga asal Amerika Latin yang mampu menyebabkan kehilangan hasil pada jagung sebesar 72%. Penggunaan pestisida sintetis yang tidak bijaksana dalam pengendalian FAW akan berbahaya bagi kesehatan lingkungan, terutama dampaknya terhadap keanekaragaman hayati. Pemanfaatan sumber tumbuhan liar sebagai pestisida nabati saat ini dibutuhkan karena tidak berbahaya bagi organisme nontarget dan tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bioaktivitas ekstrak tumbuhan *milkwort* (ETM) sebagai pestisida nabati terhadap FAW. Penelitian ini akan menjadi landasan pertama dalam pemanfaatan *milkwort* di bidang pertanian Indonesia.

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Hama 2 dan Laboratorium Toksikologi Pestisida, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan April sampai Juni 2021. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan yaitu konsentrasi 0%, 6%, 9%, 12%, 15% dan 18% yang diulang sebanyak empat kali. Teknik ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70%. Variabel pengamatan meliputi penurunan aktivitas makan larva, mortalitas larva serta keberhasilan membentuk pupa dan imago. Data yang diperoleh dilakukan analisis ragam pada taraf kesalahan 5% menggunakan Microsoft Excel 2016. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ETM pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap penurunan aktivitas makan larva dan keberhasilan pembentukan pupa serta imago, tetapi tidak dengan mortalitas larva. Aplikasi ETM dengan metode celup pakan mampu menurunkan aktivitas makan larva FAW hingga mencapai 71,29%. ETM bekerja dengan perlahan sehingga mortalitas larva yang terjadi rendah. ETM juga dapat menekan pembentukan pupa dan imago sampai 95%. Tumbuhan *milkwort* dapat dijadikan sebagai pestisida nabati alternatif dalam pengendalian hama FAW karena senyawa metabolit sekunder dalam ETM mampu menghambat perkembangan FAW secara nyata.

## SUMMARY

**DERMAWAN SAUT REJEKI PADANG, 175040200111058. Bioactivity of Milkwort Extracts *Polygala paniculata* L. against The Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Supervised by Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.**

*Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) or milkwort is one of the invasive plants that can disrupt the balance of the ecosystem due to its aggressive dominance. Milkwort contains secondary metabolites such as flavonoids, alkaloids, tannins, saponins and steroids. Based on these compounds, milkwort is potential as a biopesticide. Previous research has shown that flavonoid compounds can damage the digestion of the armyworm *Spodoptera litura*. Saponin compounds are able to irritate the skin and damage the spiracles so that it interferes the respiratory system and causes weakness in the insect nervous system. In addition, tannin compounds are known to inhibit insect feeding activity. In March 2019, a new case emerged in Indonesia, that was an invasion of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith or fall armyworm (FAW). FAW is a native insect of Latin America which can cause yield loss in maize by 72%. Currently, FAW control still focuses on the use of synthetic pesticide applications. The unwise of synthetic pesticides use will be harmful to environmental health, especially its impact on biodiversity. Utilization of wild plant as source of biological pesticides is currently needed because it is not harmful to nontarget organisms and does not pollute the environment. This study aims to examine the bioactivity of milkwort plant extract (ETM) as a biopesticide against FAW. This research will be the first basis in the utilization of milkwort in Indonesian agriculture.

This research was carried out in Plant Pest Laboratory 2 and Toxicology Pesticides Laboratory, Plant Pests and Diseases Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University from April until June 2021. The study was conducted using a completely randomized design with six treatments, namely concentrations of 0%, 6%, 9%, 12%, 15% and 18% which were repeated 4 times. The extraction technique used the maceration method with 70% ethanol as a solvent. Observation variables included a decreased feeding activity of larvae, larval mortality and the success of forming pupae and imago. The data obtained was analyzed with analysis of variance at 5% of error level using Microsoft Excel 2016. If there were differences between treatments, a further test was carried out with Honest Significant Difference.

Based on the result of this research, ETM at different concentrations had a significant effect on decreased larval feeding activity and the success of pupa and imago formation, but not with larval mortality. The application of ETM with the dipping method was able to reduce the feeding activity of FAW larvae up to 71.29%. ETM worked slowly so that larval mortality is low. ETM can also suppress the formation of pupae and imago up to 95%. The milkwort plant can be used as an alternative biological pesticide in order to control FAW pests because its secondary metabolite compounds on ETM were able to significantly inhibit the development of FAW.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan *Milkwort Polygala paniculata* L. terhadap Hama *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Agr.Sc. Hagus Tarno, SP., MP. sebagai dosen pembimbing utama atas arahan, nasihat dan bimbingan yang diberikan kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen atas segala arahan dan bimbingan, serta tenaga kependidikan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

Terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua dan seluruh keluarga tercinta atas doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Kepada Ito Fernando, SP., MP., MSc.; Yogo Setiawan, SP., MP.; M. Bayu Mario, SP., MP., MSc.; R. Roro Almira Linda; Shifa Veronica; Faldy Alifianto, SSi.; Anggi Hapsari, STP. dan rekan-rekan HPT angkatan 2017 serta seluruh pihak, atas doa dan bantuan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangsih pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, 10 Agustus 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pestisida Nabati	4
2.2 <i>Polygala paniculata</i> L.	4
2.3 <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith	7
2.4 Arti Penting <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Pelaksanaan Penelitian	11
3.4 Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengaruh Ekstrak Tumbuhan <i>Milkwort</i> terhadap Penurunan Aktivitas Makan Larva FAW	17
4.2 Pengaruh ETM terhadap Mortalitas Larva FAW	20
4.3 Pengaruh ETM terhadap Perkembangan Serangga Larva FAW	23



**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan senyawa metabolit sekunder milkwort.....	6
2.	Perlakuan yang dipakai dalam penelitian .....	13
3.	Kriteria penurunan aktivitas makan serangga.....	14
4.	Aktivitas insektisida ekstrak.....	15
5.	Persentase penurunan aktivitas makan larva FAW pada 1 HSA dengan berbagai konsentrasi ETM.....	17
6.	Persentase mortalitas larva FAW pada 7 HSA dengan berbagai konsentrasi ETM.....	20
7.	Persentase pembentukan pupa FAW pada berbagai konsentrasi ETM.....	24
8.	Persentase pembentukan imago FAW pada berbagai konsentrasi ETM.....	27

**LAMPIRAN**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva FAW pada 1 HSA.....	35
2.	Analisis ragam pengamatan mortalitas larva FAW pada 7 HSA .....	35
3.	Analisis ragam persentase pembentukan pupa FAW .....	35
4.	Analisis ragam persentase pembentukan imago FAW .....	35
5.	Dokumentasi beberapa kegiatan penelitian .....	36
6.	Konsentrasi aktual tiap perlakuan yang diaplikasikan.....	37



**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Penampakan tumbuhan milkwort.....	5
2.	Penampakan morfologi milkwort.....	6
3.	Kelompok telur FAW.....	8
4.	Penampakan larva FAW.....	8
5.	Penampakan pupa FAW.....	9
6.	Penampakan imago FAW.....	9
7.	Gejala kerusakan akibat serangan larva FAW.....	10
8.	Penampakan larva yang telah mati pada uji daya racun.....	21
9.	Penampakan larva setelah aplikasi ETM.....	23
10.	Penampakan larva gagal membentuk pupa.....	24
12.	Penampakan kutikula puparium abnormal.....	26
13.	Penampakan pupa yang mati dan gagal membentuk imago.....	26
14.	Penampakan imago FAW normal setelah aplikasi ETM.....	28
15.	Penampakan imago FAW abnormal.....	28

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) merupakan salah satu tumbuhan invasif yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem akibat dominansinya yang agresif. Tumbuhan invasif dapat menimbulkan penurunan kualitas lingkungan dan keanekaragaman hayati yang signifikan dalam waktu cepat ataupun lambat (Sitepu, 2020). Tumbuhan *P. paniculata* (*milkwort*), *root beer plant* dan di sebagian wilayah Indonesia disebut dengan tumbuhan balsem (Victório *et al.*, 2011; Rijai, 2013).

Tumbuhan *milkwort* tersebar di berbagai bagian dunia. *Milkwort* merupakan spesies yang berasal dari Amerika tropis dan umumnya digunakan sebagai bahan pengobatan (Victório *et al.*, 2011). Di Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur, akar tumbuhan tersebut dipercaya dapat meningkatkan stamina (Rijai, 2013), sedangkan di Brazil, *milkwort* digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati asma, sakit perut/diare dan bronkitis kronis (Frescura *et al.*, 2012).

Sampai saat ini, *milkwort* kebanyakan hanya digunakan dalam bidang farmasi atau kesehatan (Rijai, 2013). Tumbuhan tersebut memiliki kandungan metabolit sekunder yang tinggi dan berkhasiat. Metabolit sekunder tersebut terdiri dari senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan steroid (Rijai, 2013). Sebagian dari senyawa-senyawa tersebut membuat tumbuhan *milkwort* memiliki kemampuan sitotoksik pada sel kanker, antifungal, analgesik dan lain sebagainya (Tokumoto *et al.*, 2020).

Pada bidang pertanian, kajian mengenai *milkwort* masih jarang dilakukan, terlihat dari sedikitnya referensi yang telah dipublikasi. Dilihat dari kandungan metabolit sekunder tumbuhan *milkwort*, tumbuhan tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dapat merusak pencernaan hama ulat grayak *Spodoptera litura*. Begitu juga dengan senyawa saponin yang mampu mengiritasi kulit dan merusak spirakel sehingga mengganggu sistem pernapasan serta menimbulkan kelemahan pada sistem saraf serangga (Rosyidah, 2007; Sinaga, 2009). Selain itu, senyawa tanin diketahui dapat menghambat aktivitas makan serangga (Yunita *et al.*, 2009).

Pada bulan Maret 2019, muncul permasalahan baru di Indonesia berupa invasi ulat grayak jagung atau *fall armyworm* (FAW). Hama FAW, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), merupakan serangga asal Amerika Latin yang mampu menyebabkan kehilangan hasil pada jagung sampai 72% (BBPOPT, 2019). FAW menjadi hama eksotik yang pertama kali ditemukan pada tanaman jagung di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat (Nonci *et al.*, 2019). Serangan hama tersebut sangat berat dengan populasi larva mencapai 2—10 ekor per tanaman jagung. Saat ini, pengendalian hama FAW masih menitikberatkan pada pengendalian secara kimiawi melalui aplikasi pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis yang tidak bijaksana akan berbahaya bagi kesehatan lingkungan, terutama dampaknya terhadap keanekaragaman hayati.

Pemanfaatan sumber tumbuhan sebagai pestisida nabati saat ini sangat dibutuhkan karena tidak berbahaya bagi organisme nontarget. Selain itu, pemanfaatan pestisida nabati dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan biaya operasional lebih murah karena memanfaatkan sumber daya berupa tumbuhan liar (Saenong, 2016). Oleh karena itu, penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan nilai tumbuhan liar sebagai pestisida nabati perlu dilakukan. Penelitian ini mengkaji bioaktivitas ekstrak tumbuhan *milkwort* (ETM) sebagai pestisida nabati terhadap serangga hama FAW. Penelitian ini akan menjadi landasan pertama dalam pemanfaatan *milkwort* di bidang pertanian Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah apakah ETM memiliki kemampuan menurunkan aktivitas makan, memiliki toksisitas akut yang berbeda terhadap larva FAW serta pengaruhnya terhadap pengendalian perkembangan larva FAW.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengkaji pengaruh bioaktivitas ETM pada konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan aktivitas makan larva FAW
2. Untuk mengkaji pengaruh bioaktivitas ETM pada konsentrasi yang berbeda terhadap mortalitas larva FAW

3. Untuk mengkaji pengaruh bioaktivitas ETM pada konsentrasi yang berbeda terhadap keberhasilan perkembangan larva menjadi pupa dan imago FAW

4. Untuk mengkaji kemampuan ETM dalam mengendalikan serangga hama FAW

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. ETM pada semua konsentrasi yang diujikan mampu menurunkan aktivitas makan larva FAW

2. Semakin tinggi konsentrasi ETM yang diujikan, maka mortalitas larva FAW juga akan meningkat

3. ETM mampu menghambat pembentukan pupa maupun imago FAW

4. ETM mampu mengendalikan serangga hama FAW melalui perusakan sistem hormon pertumbuhan dan perkembangan larva

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menambah informasi tentang pemanfaatan tumbuhan invasif sebagai pestisida nabati serta menambah pembendaharaan referensi/artikel tumbuhan liar yang berpotensi sebagai sumber pestisida nabati. Selain itu juga memberikan informasi tentang potensi tumbuhan *milkwort* sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan serangga hama FAW.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah suatu zat beracun yang bahan dasarnya berasal dari kandungan bahan aktif pada tumbuhan yang mampu mengendalikan serangga hama. Bahan aktif tersebut merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan dan diperoleh dari proses ekstraksi bagian tumbuhan. Pestisida nabati berfungsi sebagai penghambat nafsu makan (*antifeedant*), penolak (*repellent*), penarik (*atractant*), menghambat perkembangan, menurunkan kepiridian, membunuh hama dan mencegah peletakan telur (Setiawati *et al.*, 2008; Saenong, 2016).

Jenis pestisida nabati berkaitan erat dengan perannya dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Kemampuan bahan aktif tumbuhan dalam mengendalikan OPT bervariasi, dari yang berspektrum sempit hingga berspektrum luas. Sebagai contoh senyawa piretrin yang diekstrak dari tumbuhan genus *Pyrethrum*, diketahui bersifat racun kuat terhadap serangga sehingga sering diformulasikan sebagai insektisida nabati. Senyawa eugenol yang diekstrak dari tanaman cengkih dilaporkan bersifat toksik terhadap serangga, nematoda, moluska, dan jamur patogen tanaman. Dengan demikian, berdasarkan spektrum tersebut, bahan aktif tumbuhan dapat diformulasi dan dimanfaatkan menjadi berbagai jenis pestisida nabati sesuai dengan OPT sasaran (Wiratno *et al.*, 2013).

Bahan aktif dari metabolit sekunder tumbuhan seperti senyawa fenol, alkaloid, terpenoid, flavanoid dan lainnya berfungsi sebagai pertahanan alami tumbuhan terhadap serangan serangga hama. Oleh sebab itu, senyawa tersebut dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan serangga bahkan menyebabkan kematian (Safirah *et al.*, 2016).

### 2.2 *Polygala paniculata* L.

Tumbuhan *P. paniculata* atau *milkwort* merupakan tumbuhan asli Amerika tropis, dari kawasan Meksiko hingga Brazil (Valkenburg dan Bunyapraphatsara, 2001). Kemudian, pada abad ke-17 terintroduksi ke Afrika tropis, Indo-Australia dan Kepulauan Pasifik termasuk Asia Tenggara dan menjadi tumbuhan invasif terkhusus di Indonesia. Tumbuhan *milkwort* ini mengeluarkan bau seperti balsam

dari bagian akarnya, sehingga dinamakan tumbuhan *balsem* oleh masyarakat di Kalimantan Timur (Rijai, 2013).

### 2.2.1 Deskripsi *milkwort*

*Milkwort* termasuk dalam kingdom Plantae, divisi Magnoliphyta, kelas Magnoliopsida, ordo Polygales, famili Polygalaceae, genus *Polygala* dan spesies *Polygala paniculata* L. (Backer, 1965). *Milkwort* merupakan tumbuhan terna semusim yang bercabang banyak dan berkelenjar yang mengeluarkan aroma seperti balsam pada bagian akar (Valkenburg dan Bunyaphatsara, 2001; Silvia, 2018).

Tumbuhan *milkwort* memiliki ukuran yang kecil, fertilitas yang tinggi dan memiliki siklus hidup yang pendek (Gambar 1) (Tokumoto *et al.*, 2020).



Gambar 1. Penampakan tumbuhan *milkwort* (Silvia, 2018)

Tumbuhan herba ini bercabang banyak yang dapat mencapai tinggi sekitar 10–50 cm (Gambar 2a). Bentuk daunnya lanset berukuran kecil, ujung daun runcing, berwarna hijau cerah. Perbungaan terletak di ujung cabang, berbentuk tandan dengan panjang 5–12 cm serta berwarna putih kecil (Gambar 2b). Tiap bunga memiliki dua bakal biji (ovul) dan dapat menyerbuk sendiri. Biji berwarna hitam dan berbentuk oval (Tokumoto *et al.*, 2020; Valkenburg dan Bunyaphatsara, 2001).

Tumbuhan *milkwort* dapat bertumbuh dan berkembang dengan baik pada habitat seperti tanah lembab, lahan tertinggal, lahan tua, pinggir jalan, perkebunan, dan ladang dengan syarat memiliki kondisi tanah yang subur dan lembab. *Milkwort* memiliki preferensi untuk tumbuh di daerah basah seperti Asia Tenggara dengan altitude sampai 2.250 mdpl (Valkenburg dan Bunyaphatsara, 2001; Lokho dan Mustaqim, 2020).



Gambar 2. Penampakan morfologi *milkwort*; a. Bentuk cabang dan b. Bentuk bunga (Lokho dan Mustaqim, 2020)

### 2.2.2 Kandungan kimia *milkwort*

Tumbuhan *milkwort* memiliki kandungan metabolit sekunder dasar yang beragam (Tabel 1). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa akar dan daun tumbuhan *milkwort* yang telah diisolasi mengandung senyawa kumarin, xanthon, flavonol/flavonoid rutin, fitosterol, triterpen saponin dan lignan (Lapa *et al.*, 2007; Cristiano *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2016). Kumarin yang terkandung dalam *milkwort* terdiri dari senyawa auraptin, phebalobsin, murrangatin dan poligalen yang dapat bersifat moluskisida dan antijamur (Hamburger *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2016).

Selain itu, senyawa organik spesifik yang ditemukan dalam *milkwort* adalah metil salisilat atau metil ester asam salisilat yang biasanya digunakan sebagai penyedap makanan, permen, minuman dan obat-obatan (Victório *et al.*, 2011). Metil salisilat utamanya ditemukan di bagian akar tumbuhan *milkwort* (Silva *et al.*, 2016). Senyawa metabolit sekunder ini merupakan salah satu respon pertahanan tumbuhan terhadap serangga herbivora dan mikroba patogen (Victório *et al.*, 2011). Hal tersebut sejalan dengan senyawa lignan, golongan triterpen dan alkaloid yang dapat menurunkan nafsu dan aktivitas makan serangga herbivora (Isman, 2002).

Tabel 1. Kandungan senyawa metabolit sekunder *milkwort* (Simanjuntak dan Gurning, 2020)

Golongan Senyawa Metabolit Sekunder	Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tanin	+
Saponin	+
Steroid/Triterpenoid	+

Keterangan: + = Terkandung dalam ekstrak *milkwort*

### 2.3 *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

*Spodoptera frugiperda* atau ulat grayak jagung merupakan serangga asli daerah tropis dari Amerika Serikat hingga Argentina. Larva FAW dapat menyerang lebih dari 80 spesies tanaman, termasuk jagung, padi, sorgum, tebu, sayuran, dan kapas. FAW dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang signifikan apabila tidak ditangani dengan baik. Hama ini memiliki beberapa generasi per tahun (*multivoltin*), ngengatnya dapat terbang hingga 100 km dalam satu malam (Nonci *et al.*, 2019).

Pada bulan Maret 2019 dilaporkan bahwa di Indonesia tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, FAW telah ditemukan merusak pada tanaman jagung dengan tingkat serangan yang berat, populasi larva antara 2–10 ekor per tanaman. Di Lampung, juga telah dilaporkan serangan hama ini pada tanaman jagung. Larva FAW dapat merusak hampir semua bagian tanaman jagung (Nonci *et al.*, 2019).

#### 2.3.1 Klasifikasi FAW

Hama FAW termasuk dalam kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas Insekta, ordo Lepidoptera, famili Noctuidae, genus *Spodoptera* dan spesies *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (ITIS, 2020). Hama ini memiliki nama umum *fall armyworm*. Di Indonesia, hama ini dikenal dengan nama ulat grayak jagung (Nonci *et al.*, 2019).

#### 2.3.2 Bioekologi FAW

FAW merupakan serangga yang bermetamorfosis secara sempurna (*holometabola*) yang terdiri dari empat fase yaitu telur-larva-pupa-imago/ngengat. Pada kondisi suhu yang tinggi dan kelembapan yang rendah serta nutrisi yang cukup, perkembangan FAW akan semakin cepat. Begitu juga dengan sebaliknya, pada musim dingin perkembangan dan siklus hidup FAW akan semakin panjang (Maris *et al.*, 2019).

#### Telur FAW

Telur FAW diletakkan secara berkelompok berbentuk bulat, berwarna putih dan diletakkan di bawah permukaan daun (Gambar 3) (Babu *et al.*, 2019). Pada hari berikutnya telur berubah warna menjadi hijau kecokelatan dan saat akan menetas berubah menjadi cokelat. Telur terkadang ditutupi dengan benang halus berwarna

putih hingga kecoklatan. Pada umumnya, telur akan menetas dalam 2—3 hari (Nonci *et al.*, 2019).



Gambar 3. Kelompok telur FAW (BBPOPT, 2019)

#### Larva FAW

Stadium larva FAW terdiri dari enam instar dengan lama fase 14—19 hari. Instar 1 (*neonatus*) akan terpecah mencari tempat berlindung dan tempat makan. Umumnya, larva dicirikan oleh tiga garis kuning di sepanjang dorsal larva, diikuti garis hitam dan garis kuning di sisi samping tubuh larva. Pada ujung abdomen larva, terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedua dari segmen terakhir, setiap titik hitam memiliki rambut pendek (Gambar 4a). Kepala berwarna gelap dan terdapat bentukan Y terbalik berwarna terang di bagian depan kepala (Gambar 4b) (Nonci *et al.*, 2019).



Gambar 4. Penampakan larva FAW; a. Empat titik hitam membentuk persegi dan b. Bentukan Y terbalik di kepala (Maharani *et al.*, 2019)

#### Pupa FAW

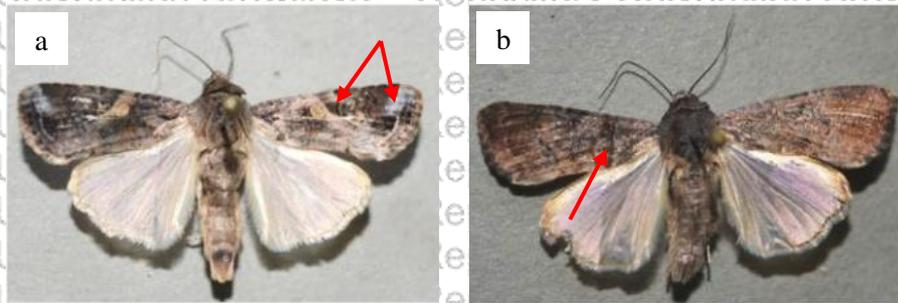
Pupa berwarna cokelat kemerahan dan berkembang selama 9—12 hari sebelum masuk ke tahap imago (Gambar 5). Larva instar 6 membentuk pupa di dalam tanah sampai selesainya proses pembentukan dan pematangan imago. Pupa sangat jarang ditemukan pada batang tanaman yang terserang (Nonci *et al.*, 2019).



Gambar 5. Penampakan pupa FAW (Babu *et al.*, 2019)

#### Imago FAW

Imago atau ngengat FAW memiliki bentangan sayap berkisar antara 3—4 cm dan dapat hidup selama 7—12 hari (Babu *et al.*, 2019). Ukuran imago jantan sedikit lebih kecil dibanding imago betina. Pada sayap depan imago FAW jantan terdapat tanda berwarna agak putih yang mencolok di bagian ujung dan tengahnya (Gambar 6a). Sedangkan, sayap depan imago betina berwarna sedikit lebih gelap dari imago jantan dan memiliki corak yang samar, mulai dari coklat keabu-abuan hingga coklat muda (Gambar 6b) (Maharani *et al.*, 2019).



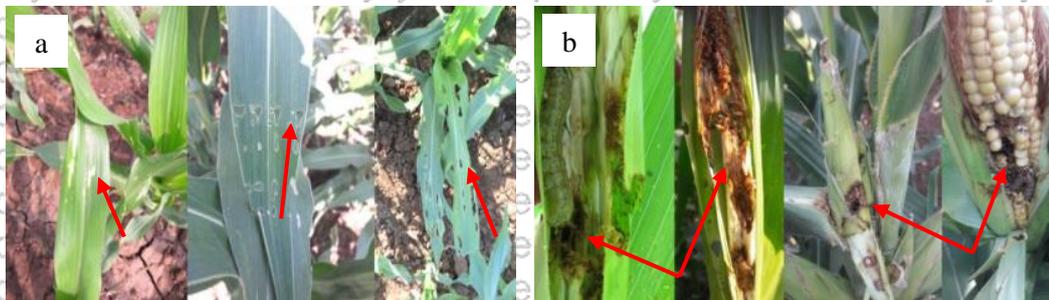
Gambar 6. Penampakan imago FAW; a. Jantan dan b. Betina (Babu *et al.*, 2019)

#### 2.4 Arti Penting *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

Larva FAW merusak tanaman jagung dengan cara mengerek daun. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang sering kali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung saja (Gambar 7a). Kepadatan rata-rata populasi 0,2—0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil produksi 5—20%. Di negara-negara Afrika, kehilangan hasil tanaman jagung akibat serangan FAW antara 4—8 juta ton per tahun dengan nominal kerugian antara US \$ 1—4,6 juta per tahun. Infestasi ulat grayak pada tanaman jagung saat daun muda yang masih menggulung menyebabkan kehilangan hasil 15—73%. jika populasi tanaman terserang 55—100% (Nonci *et al.*, 2019). Sedangkan di Amerika Serikat dan Nikaragua menyebabkan kehilangan hasil hingga 32% dan 45—60%. Tetapi

pengaplikasian insektisida di Nikaragua dapat menyelamatkan hasil sekitar 33% (Belay *et al.*, 2012).

FAW dapat mengakibatkan kegagalan pembentukan pucuk atau daun muda tanaman karena titik tumbuh yang terserang. Larvanya memiliki kemampuan makan yang tinggi juga sehingga dapat memperparah kondisi tanaman (Maharani *et al.*, 2019). Meskipun larva FAW dapat memakan lebih dari 80 spesies tanaman, hama ini lebih menyukai jagung, padi, kapas, kacang tanah, sorgum dan tanaman sayur. Relung utama dari ulat FAW pada tanaman jagung adalah di daun muda yang masih menggulung. Terkadang, saat populasi FAW sangat tinggi, FAW dapat pula menyerang bagian tongkol jagung sehingga dapat menyebabkan kerusakan secara langsung pada hasil panen (Gambar 7b) (Nonci *et al.*, 2019).



Gambar 7. Gejala kerusakan akibat serangan larva FAW; a. Fase vegetatif dan b. Fase generatif (Babu *et al.*, 2019)



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Hama 2 dan Laboratorium Toksikologi Pestisida, gedung Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan April sampai Juni 2021.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian yaitu mikroskop, *orbital shaker*, blender, *rotary evaporator*, gelas plastik ( $d = 6,5 \text{ cm}$ ;  $t = 4 \text{ cm}$ ), fial plastik ( $v = 20 \text{ ml}$ ), nampan plastik, stoples plastik, kain kasa, timbangan analitik, suntik, kuas, gunting, pisau, pinset, tongkat pengaduk, tabung Erlenmeyer ( $v = 250 \text{ ml}$ ), gelas Beaker, botol kaca, gelas ukur ( $v = 100 \text{ ml}$ ), corong, sangkar perbanyakan, kamera, cawan petri, oven, pisau, *timer/stopwatch*, thermohigrometer, penggaris dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tumbuhan *milkwort*, akuades, madu, daun jagung muda segar, larva FAW, etanol 70%, pasir, tisu, *aluminium foil*, *plastic wrap*, benang, karet gelang, kertas label, kertas saring dan kapas.

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan dan empat ulangan. Enam perlakuan tersebut dibagi berdasarkan perbedaan konsentrasi larutan pestisida nabati (Tabel 2). Unit percobaan diacak dengan menggunakan metode bilangan acak.

##### 3.3.1 Perbanyakan serangga uji FAW

Perbanyakan larva FAW dilakukan di dalam laboratorium. Larva yang digunakan untuk perbanyakan didapatkan dari lapang. Larva kemudian dipelihara satu persatu di dalam gelas plastik berukuran  $\phi = 6,5 \text{ cm}$  dan  $t = 4 \text{ cm}$  agar tidak terjadi kanibalisme antar larva. Larva diberi pakan daun jagung. Setiap hari gelas plastik yang berisi larva dibersihkan dan diberi pakan baru. Larva yang telah menjadi pupa dipindahkan ke dalam stoples berukuran  $\phi = 10 \text{ cm}$  dan  $t = 15 \text{ cm}$  yang berisi pasir steril dengan ketebalan  $\pm 3 \text{ cm}$ . Kemudian stoples ditutup menggunakan kain kasa.

Pupa yang telah menjadi imago dipindahkan ke dalam kandang pengantin. Kapas yang telah ditetesi larutan madu 10% dimasukkan ke kandang sebagai pakan imago FAW. Selain itu, daun jagung juga dimasukkan ke kandang sebagai tempat peletakan telur FAW. Kemudian, daun jagung yang terdapat telur diambil dan diletakkan di tempat yang baru. Telur yang telah menetas menjadi larva dipisahkan satu per satu ke dalam fial plastik dan diberi pakan. Larva yang digunakan sebagai serangga uji adalah larva instar 3 awal.

### 3.3.2 Pembuatan ekstrak tumbuhan *milkwort*

Tumbuhan *milkwort* diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dan evaporasi. *Milkwort* dikeringanginkan minimal tiga hari, kemudian dihaluskan menggunakan blender. Setelah itu, *milkwort* yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 50 g. Lalu dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer dan ditambahkan pelarut etanol 70% sebanyak 200 ml dengan perbandingan 1 : 4. Tabung Erlenmeyer ditutup dengan menggunakan *aluminium foil* dan *plastic wrap* agar tidak terjadi penguapan. Selanjutnya larutan tersebut dihomogenkan menggunakan *orbital shaker* selama 24 jam. Larutan *milkwort* diambil filtratnya dengan cara disaring menggunakan kertas saring dan corong.

Larutan *milkwort* yang telah disaring selanjutnya dimasukkan ke dalam *rotary evaporator* selama 2 jam dengan suhu 78 °C pada kecepatan putaran 120 rpm yang berfungsi untuk memisahkan ekstrak dengan pelarutnya (Malau, 2018). Setelah selesai dilakukannya evaporasi, ekstrak tumbuhan *milkwort* (ETM) yang telah didapat dimasukkan ke dalam botol kaca gelap dan disimpan di dalam lemari pendingin. ETM yang diperoleh merupakan larutan *crude* atau pekatan kasar dengan anggapan konsentrasi 100%.

### 3.3.3 Pembuatan larutan konsentrasi ETM

Konsentrasi perlakuan ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu yang memiliki senyawa metabolit sekunder yang mendekati kandungan pada tumbuhan *milkwort*. Ekstrak bintangor (*Cerbera manghas*) pada konsentrasi 10% (100 g/l) dapat membunuh larva *Spodoptera litura* sampai setengah dari populasi serangga uji (Setiawan dan Supriyadi, 2014). Sedangkan ekstrak buah maja (*Crescentia cujete*) dan bunga cengkih (*Syzygium aromaticum*) dapat membunuh 50% populasi serangga uji larva *Spodoptera litura* pada konsentrasi 15% (Safirah *et al.*, 2016).

Sesuai dengan konsentrasi tersebut, ditentukan 12% sebagai nilai tengah konsentrasi perlakuan dengan nilai rentang tiga angka. Maka, konsentrasi yang digunakan ialah 0% sebagai perlakuan kontrol, 6%, 9%, 12%, 15% dan 18%.

Pembuatan masing-masing kepekatan konsentrasi perlakuan dilakukan dengan cara pengenceran dari sediaan ETM 100%. Larutan konsentrasi insektisida nabati ETM yang dibuat adalah 100 ml pada tiap-tiap konsentrasi (Tabel 2).

Tabel 2. Perlakuan yang dipakai dalam penelitian

Kode Perlakuan	Komposisi Larutan	Konsentrasi Larutan Pestisida Nabati [volume/volume (%)]*
P0	100 ml akuades	0
P1	6 ml ETM + 94 ml akuades	6
P2	9 ml ETM + 91 ml akuades	9
P3	12 ml ETM + 88 ml akuades	12
P4	15 ml ETM + 85 ml akuades	15
P5	18 ml ETM + 82 ml akuades	18

Keterangan : \* = Konsentrasi aktual tiap perlakuan terlampir (Tabel lampiran 6)

### 4.3.3 Pengujian terhadap serangga uji

#### 3.3.3.1 Penurunan aktivitas makan

Variabel yang diamati adalah penurunan aktivitas makan larva FAW setelah diaplikasikannya ETM pada setiap wadah perlakuan. Metode yang digunakan adalah perhitungan persentase berat pakan mengacu pada Hakim (2019) yaitu dengan membandingkan berat pakan sebelum dan sesudah diaplikasikannya ETM pada setiap perlakuan. Daun jagung dipotong dan ditimbang dengan berat yang sama yaitu 1 g sebelum diberikan pada masing-masing wadah perlakuan.

Kemudian, daun jagung di rendam pada ETM sesuai dengan perlakuan konsentrasi yang digunakan dan diletakkan ke dalam wadah gelas plastik setiap perlakuan yang telah berisi satu ekor larva FAW dan diamati 1 Hari Setelah Aplikasi (HSA). Dalam uji ini diberikan kontrol negatif sebagai faktor koreksi berat pakan pada semua unit percobaan.

Persentase kehilangan berat pakan dihitung dengan membandingkan berat awal dan berat akhir pakan dalam percobaan dengan menggunakan rumus berikut (Kedia *et al.*, 2015):

$$\text{Kehilangan berat pakan} = \frac{BI - BA}{BI} \times 100\%$$

Keterangan = BI : Berat awal pakan

BA : Berat akhir pakan pada percobaan

Setelah itu, dilakukan perhitungan data untuk mengetahui persentase penurunan aktivitas makan dihitung dari data hasil kehilangan berat pakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Kedia *et al.*, 2015):

$$\text{Penurunan aktivitas makan} = \frac{BK - BP}{BK} \times 100\%$$

Keterangan = BK : Kehilangan berat pakan pada kontrol

BP : Kehilangan berat pakan pada perlakuan

Nilai penurunan aktivitas makan larva dikategorikan berdasarkan kriteria *feeding deterrent* atau penurunan aktivitas makan (Tabel 3).

Tabel 3. Kriteria penurunan aktivitas makan serangga (Park dan Shin, 2005)

Persentase Penurunan Aktivitas Makan (%)	Kriteria
> 80	Kuat
61–80	Sedang
40–60	Lemah
≤ 40	Sedikit atau tidak ada

### 3.3.3.2 Daya racun

Variabel pengamatan yang digunakan dalam uji daya racun yaitu mortalitas larva FAW yang dilakukan dengan pengaplikasian ETM pada setiap perlakuan. Uji daya racun dilakukan dengan metode pencelupan pakan dalam beberapa level konsentrasi. Larva uji yang dipakai telah dipuasakan minimal dua jam sebelum perlakuan dilaksanakan. Daun jagung dipotong dengan ukuran 4 cm x 4 cm. Daun yang sudah dipotong dicelupkan selama 1 menit ke dalam wadah yang sudah berisi ETM sesuai konsentrasinya. Daun jagung yang sudah dicelupkan kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan, lalu dimasukkan ke dalam fial plastik yang telah berisi larva uji. Larva instar 3 diinfestasikan ke dalam tiap unit percobaan sebanyak

10 ekor pada masing-masing perlakuan. Pada hari selanjutnya (>24 jam), serangga uji diberi pakan daun jagung non perlakuan jika pakan telah habis.

Larva FAW yang telah diuji kemudian diamati dan diperiksa setiap hari (interval 24 jam) selama 7 HSA untuk mengetahui kematian larva. Adapun kriteria kematian FAW ditandai dengan tidak adanya reaksi ketika disentuh (Hakim, 2019).

Persentase mortalitas larva dihitung dengan cara membandingkan jumlah larva yang mati setelah perlakuan dengan jumlah larva awal. Persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Utami dan Haneda, 2012):

$$\text{Mortalitas larva} = \frac{\sum \text{larva yang mati}}{\sum \text{total larva}} \times 100\%$$

Apabila ditemukan larva yang mati pada perlakuan kontrol, maka data mortalitas larva FAW dikoreksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Abbot, 1987):

$$\text{Mortalitas larva} = \frac{x - y}{x} \times 100\%$$

Keterangan = x : Serangga yang hidup pada kontrol

y : Serangga yang hidup pada perlakuan

Setelah didapatkan nilai persentase mortalitas akhir, selanjutnya aktivitas insektisida dari ETM diklasifikasikan berdasarkan beberapa kategori menggunakan nilai persentase mortalitas (Tabel 4).

Tabel 4. Aktivitas insektisida ekstrak (Priyono, 1998)

Persentase Mortalitas (%)	Kategori Aktivitas
≥ 95	Aktivitas Kuat
75–95	Agak Kuat
60–75	Cukup Kuat
40–60	Sedang
25–40	Agak Lemah
5–25	Lemah
< 5	Tidak Aktif

### 3.3.3.3 Penghambatan perkembangan serangga

Uji penghambatan perkembangan serangga ini merupakan kelanjutan dari uji daya racun pada larva. Larva yang sintas atau masih hidup pada uji daya racun diamati perkembangannya sampai membentuk pupa dan imago FAW. Setelah itu, dilakukan perhitungan persentase pembentukan pupa dan imago FAW.

#### a. Pembentukan pupa

Pengamatan dilaksanakan dengan cara menghitung jumlah pupa FAW yang terbentuk. Persentase keberhasilan pembentukan pupa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Utami dan Haneda, 2012):

$$\text{Pembentukan pupa} = \frac{\sum \text{pupa yang terbentuk}}{\sum \text{larva yang hidup}} \times 100\%$$

#### b. Pembentukan imago

Larva yang telah mencapai fase pupa diamati hingga menjadi imago. Pengamatan dilaksanakan dengan cara menghitung jumlah imago FAW yang terbentuk. Persentase keberhasilan pembentukan imago dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Utami dan Haneda, 2012):

$$\text{Pembentukan imago} = \frac{\sum \text{imago yang terbentuk}}{\sum \text{larva yang hidup}} \times 100\%$$

### 3.4 Analisis Data

Data yang telah didapatkan dari pengamatan kemudian dilakukan analisis ragam atau *ANOVA (Analysis of Variance)* satu arah dengan taraf kesalahan sebesar 5% menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Excel 2016. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Ekstrak Tumbuhan *Milkwort* terhadap Penurunan Aktivitas

#### Makan Larva FAW

Penurunan aktivitas makan FAW diamati dengan cara menghitung bobot daun yang dimakan oleh larva. Penurunan dapat dilihat dari berkurangnya daya makan dan kemampuan larva mengonsumsi pakan. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa aplikasi ekstrak tumbuhan *milkwort* (ETM) pada berbagai konsentrasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata penurunan aktivitas makan larva FAW (Tabel lampiran 1 dan Tabel 5).

Tabel 5. Persentase penurunan aktivitas makan larva FAW pada 1 HSA dengan berbagai konsentrasi ETM

Kode Perlakuan	Persentase Penurunan Aktivitas Makan ( $\bar{x} \pm SB$ )
P0	-
P1	17,63 $\pm$ 11,42 a
P2	43,91 $\pm$ 15,59 ab
P3	49,05 $\pm$ 16,72 ab
P4	59,56 $\pm$ 17,81 b
P5	71,29 $\pm$ 3,77 b

Keterangan: Angka yang sama diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%. FAW adalah *Spodoptera frugiperda*, HSA adalah hari setelah aplikasi, ETM adalah ekstrak tumbuhan *milkwort*,  $\bar{x}$  adalah rata-rata dan SB adalah simpangan baku.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada 24 jam setelah aplikasi, didapatkan hasil bahwa perlakuan P4 dan P5 berbeda nyata dengan P1. Sedangkan perlakuan P2 dan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.

Persentase penurunan aktivitas makan tertinggi terjadi pada perlakuan P5 sebesar 71,29%, sedangkan persentase terendah terjadi pada perlakuan P1 sebesar 17,63%.

Berdasarkan kriteria *feeding deterrent* oleh Park dan Shin (2005), nilai persentase penurunan aktivitas makan antara 61—80% tergolong dalam kriteria sedang dan persentase penurunan yang lebih kecil dari 60% tergolong dalam kriteria lemah.

Peningkatan konsentrasi ETM yang digunakan berbanding lurus terhadap penurunan aktivitas makan larva FAW. Konsentrasi ETM yang meningkat diikuti dengan peningkatan bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Hal ini didukung oleh (Fitmaya, 2006) bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida yang diberikan maka semakin tinggi pula kandungan zat aktifnya sehingga dapat menurunkan aktivitas makan larva.

Penurunan aktivitas makan larva diduga terjadi akibat senyawa yang terkandung di dalam ETM. Senyawa tersebut berupa senyawa metabolit sekunder seperti saponin, alkaloid, terpenoid, fenolik termasuk kumarin dan metil salisilat. Sesuai dengan Koul (2008) yang menyatakan bahwa kelompok senyawa nabati aktif dari tumbuhan seperti cromene (*benzodihydropyran*), poliasetilen, saponin, quassinoids, asam siklopropanoid, fenolik, alkaloid, terpenoid serta turunannya dapat menekan aktivitas makan serangga. Selain itu, menurut Isman (2002), alkaloid, fenolik dan terpenoid merupakan senyawa dengan jumlah dan keragaman terbesar serta paling kuat dalam menurunkan aktivitas makan serangga yang pernah ditemukan.

Senyawa terpenoid merupakan salah satu penyusun minyak atsiri pada tumbuhan (Sasmilati *et al.*, 2017). Terpenoid yang terkandung dalam *milkwort* bersifat *antifeedant* terhadap serangga. Senyawa ini tidak membunuh, tetapi dapat menghambat selera makan larva dikarenakan terpenoid memiliki rasa yang pahit dan aroma yang menyengat sehingga menyebabkan larva tidak mau makan. Hal tersebut diperkuat oleh Budianto dan Tukiran (2012) yang menyatakan bahwa terpenoid merupakan senyawa penolak serangga pada tumbuhan dan dimanfaatkan untuk menekan aktivitas makan larva dengan cara mengganggu proses fisiologis yang terjadi pada sel reseptor kimiawi. Selain itu, senyawa saponin yang termasuk dalam terpenoid juga dapat memberikan efek *antifeedant* pada serangga. Menurut Koul (2008), saponin dapat memberikan efek penolakan untuk makan akibat terganggunya sistem pencernaan pada serangga.

*Milkwort* juga mengandung senyawa golongan fenolik yang khas yaitu metil salisilat dan kumarin. Kedua senyawa ini memberikan pengaruh yang besar dalam menekan aktivitas makan larva FAW. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isman (2002) bahwa senyawa metil salisilat dan kumarin yaitu furanokumarin dapat mempengaruhi aktivitas makan yang membuat serangga menolak untuk makan. Diperkuat dengan hasil penelitian Pickett *et al.*, (1997), metil salisilat mampu menekan populasi aphid pada pertanaman gandum musim dingin.

Senyawa-senyawa di atas dapat memengaruhi dan menekan aktivitas makan larva FAW karena adanya proses kontak larva dengan pakan perlakuan. Larva akan terpaksa memakan pakan perlakuan dikarenakan sudah dilaparkan sebelum



perlakuan. Proses kontak larva dengan pakan perlakuan, yaitu larva memakan pakan akan memberikan efek penolakan akibat pakan telah mengandung senyawa-senyawa *antifeedant* sehingga aktivitas makan larva berkurang. Pernyataan tersebut didukung oleh Koul (2008) bahwa serangga akan merespon senyawa *antifeedant* melalui organ *sensilla* (perasa) serangga sehingga menolak untuk makan. Pada larva lepidopteran beberapa reseptor pencegah khusus dapat merespon berbagai senyawa alkaloid, fenolik dan glikosida yang menghambat asupan makanan serangga (Koul, 2008).

Aktivitas penolakan makan larva hanya bersifat sementara dan tidak bertahan lama. Larva akan tetap memakan pakan perlakuan karena tidak ada pilihan pakan lain untuk bertahan hidup. Sesuai dengan pernyataan Bomford dan Isman (1996), respon serangga terhadap paparan senyawa *antifeedant* akan mulai berkurang dan bertahan sekitar lima jam saja. Setelah itu serangga akan terbiasa terhadap senyawa *antifeedant* pada pakan perlakuan tersebut, sehingga akan tetap memakannya. Senyawa seperti golongan alkaloid memang dapat menurunkan nafsu makan larva, tetapi ketika senyawa tersebut masuk ke tubuh larva akan mengganggu sistem saraf dan regulasi serangga. Sejalan dengan Koul (2008) bahwa alkaloid dapat menghambat kinerja sel penerima karbohidrat pada lepidopteran dan memblokir respon serangga terhadap sukrosa yang mengakibatkan larva tidak makan.

Larva yang diletakkan dalam wadah yang berisi potongan daun perlakuan dan kontrol menunjukkan perilaku yang berbeda. Pada awalnya, larva memakan pakan perlakuan karena kelaparan. Setelah itu, larva menunjukkan perilaku gelisah seperti gerakan membersihkan mulut, tubuh serta bergerak secara cepat mengelilingi pakan pada wadah perlakuan. Gejala tersebut termasuk gejala eksitasi. Sesuai dengan yang dipaparkan oleh Moniharapon dan Moniharapon (2010), gejala eksitasi terjadi ketika serangga terpapar langsung ekstrak tumbuhan yang akan memengaruhi saraf serangga sehingga memperlihatkan gejala gelisah yang dapat dilihat melalui perilaku serangga seperti membersihkan antena, mulut atau bagian tubuh lainnya. Perilaku tersebut dapat dipengaruhi oleh senyawa alkaloid yang terkandung dalam ETM. Alkaloid dapat mengganggu saraf larva sehingga menyebabkan larva berjalan secara cepat dan tidak terkoordinasi. Pernyataan

tersebut didukung oleh Sasmilati *et al.* (2017) bahwa senyawa alkaloid dapat bersifat toksik terutama melalui penghambatan sistem saraf pada larva. Rosyidah (2007) dan Sultan *et al.* (2016) menambahkan bahwa selain senyawa alkaloid, flavonoid juga dapat menimbulkan kelemahan pada saraf otot serangga yang menyebabkan serangga gelisah dan bergerak tak beraturan karena tidak terkoordinasinya pergerakan larva akibat dari paparan senyawa tersebut.

Sebaliknya, larva yang diletakkan pada wadah berisi daun non perlakuan (kontrol) akan langsung memakan pakan dan tetap tinggal pada potongan daun tersebut. Artinya, ETM dapat menurunkan aktivitas makan larva pada awal perlakuan. Hal tersebut didukung oleh pendapat Moniharapon dan Moniharapon (2014) yang menyampaikan bahwa pada ulat grayak, senyawa aktif penghambat makan larva lebih dapat bekerja sebagai penghambat makan primer, yaitu awal kontak larva dengan pakan perlakuan.

#### 4.2 Pengaruh ETM terhadap Mortalitas Larva FAW

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengaplikasian ETM pada seluruh konsentrasi tidak menyebabkan kematian yang signifikan pada larva FAW dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 6 dan Tabel lampiran 2). Kematian larva FAW berkisar 3—8%.

Tabel 6. Persentase mortalitas larva FAW pada 7 HSA dengan berbagai konsentrasi ETM

Kode Perlakuan	Persentase Mortalitas ( $\bar{x} \pm SB$ )
P0	0,00 $\pm$ 0,00
P1	0,00 $\pm$ 0,00
P2	0,00 $\pm$ 0,00
P3	7,50 $\pm$ 8,29
P4	2,50 $\pm$ 4,33
P5	5,00 $\pm$ 5,00

Keterangan: Analisis ragam menunjukkan hasil yang tidak signifikan antar perlakuan. FAW adalah *Spodoptera frugiperda*, HSA adalah hari setelah aplikasi, ETM adalah ekstrak tumbuhan *milkwort*,  $\bar{x}$  adalah rata-rata dan SB adalah simpangan baku.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kematian dari larva FAW ini sangat rendah meskipun sudah di akhir pengamatan uji daya racun (7 HSA).

Beberapa larva yang mati menunjukkan ciri seperti tidak ada respon atau gerakan ketika disentuh dengan kuas, warna tubuh berubah menjadi cokelat kehitaman dan membusuk (Gambar 8). Hal tersebut diduga terjadi karena beberapa larva tidak tahan dengan kandungan racun pada ETM yang terdapat dalam pakan perlakuan.

ETM dapat bersifat racun terhadap serangga karena mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid. Sesuai dengan pendapat Nopianti *et al.* (2008), senyawa saponin bersifat racun perut pada serangga dan dapat membunuh dengan cara merusak dan menurunkan aktivitas enzim pencernaan serta penyerapan nutrisi. Senyawa alkaloid juga dapat merusak sel-sel pada serangga akibat terjadinya degradasi. Indriyati (2019) juga menyampaikan bahwa senyawa flavonoid dapat mengganggu sistem saraf pernafasan serangga sehingga mengakibatkan larva tidak mampu bernafas dan akhirnya mati. Rendahnya persentase mortalitas pada uji daya racun ini menunjukkan bahwa ETM tidak dapat membunuh larva FAW secara langsung dan memiliki aktivitas daya racun yang lemah sesuai kriteria aktivitas insektisida ekstrak oleh Prijono (1998).



Gambar 8. Penampakan larva yang telah mati pada uji daya racun

Mortalitas juga berlangsung relatif lambat dan mulai terjadi dari 3 HSA pada perlakuan P4 dan P5. Hal ini diduga terjadi akibat kandungan bahan aktif di dalam ETM rendah dan kurang memadai untuk meracuni larva FAW. Sesuai dengan penelitian Setiawan dan Supriyadi (2014) yang menggunakan ekstrak bintaro menyampaikan bahwa kecil dan lamanya proses mematikan larva *Spodoptera litura* diakibatkan oleh kadar senyawa aktif yang rendah sehingga menyebabkan reaksi pestisida nabati pada larva menjadi lambat.

Kadar senyawa aktif yang rendah pada ETM dapat dikarenakan oleh kurang lamanya proses pengeringan sampel *milkwort*. Pengeringan sampel dilakukan selama lima hari diduga belum cukup untuk memaksimalkan kandungan senyawa metabolit sekunder dalam sampel *milkwort*. Pernyataan tersebut didukung oleh Egra *et al.* (2019), bahwa semakin kering dan lama waktu pengeringan bahan sampel ekstraksi maka rendemen yang dihasilkan akan lebih banyak dibandingkan

menggunakan bahan segar. Azwanida (2015) juga membandingkan bahwa ekstraksi dengan bahan daun kelor segar dan kering menunjukkan tidak ada pengaruh yang signifikan dalam total senyawa fenolik yang dihasilkan, tetapi kandungan flavonoid jauh lebih tinggi pada bahan sampel kering.

Selain itu, ukuran partikel bahan sampel *milkwort* diduga juga dapat memengaruhi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ETM. Pada pelaksanaannya, sampel *milkwort* kering dihaluskan menggunakan blender. Hasil penghalusan sampel tidak sempurna, masih terdapat ukuran partikel sampel yang tidak halus dan kasar karena ketumpulan mata pisau blender. Karena ketersediaan alat yang kurang memadai, penghalusan sampel dilakukan dengan memaksimalkan alat yang ada, walaupun sampel tidak benar-benar halus seperti bubuk. Bahan sampel *milkwort* yang halus akan lebih mudah diekstraksi sehingga kandungan metabolit sekundernya dapat dipisahkan oleh pelarut secara maksimal. Sesuai dengan yang disampaikan Azwanida (2015) bahwa menurunkan ukuran partikel dapat meningkatkan kontak permukaan antara sampel dengan pelarut ekstraksi. Sampel yang halus seperti bubuk memiliki partikel yang lebih kecil dan homogen sehingga kontak antara permukaan sampel dengan pelarut akan lebih maksimal dan proses ekstraksi bahan berjalan efisien.

Faktor lain yang juga diduga menyebabkan rendahnya daya racun ETM terhadap FAW adalah jenis pelarut. Pelarut ekstraksi yang digunakan adalah etanol 70% dengan metode maserasi. Pelarut dan metode tersebut sudah bagus dan cocok untuk mengekstrak bahan seperti *milkwort*. Metode ekstraksi maserasi menjadi pilihan karena sederhana namun efektif dan didukung dengan ketersediaan alat dan bahan di laboratorium. Hal tersebut sesuai dengan yang disampaikan Vongsak *et al.* (2013) bahwa maserasi dengan etanol 70% adalah metode ekstraksi dan pelarut yang direkomendasikan untuk pembuatan ekstrak yang efektif, murah dan sederhana dalam hal instrumentasi dibandingkan metode ekstraksi modern seperti ekstraksi *microwave-assisted*, ekstraksi tekanan sangat tinggi dan ekstraksi karbon dioksida superkritis. Meskipun demikian, penambahan tingkat konsentrasi pelarut diduga akan memberikan pengaruh yang baik dalam peningkatan kemampuan daya racun ETM. Menurut Egra *et al.* (2019), konsentrasi etanol yang semakin tinggi

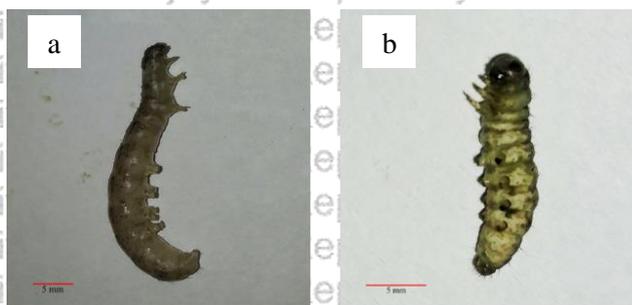
memiliki daya rusak sel yang besar, sehingga dapat diperoleh kandungan senyawa metabolit sekunder tumbuhan yang tinggi pada ekstrak.

#### 4.3 Pengaruh ETM terhadap Perkembangan Serangga Larva FAW

##### 4.3.1 Keberhasilan larva membentuk pupa

Perkembangan serangga ngengat setelah larva ialah fase pupa. Pada pengamatan kemampuan larva mencapai fase pupa, banyak larva yang mati ketika sudah waktunya mulai memasuki fase pupa. Larva yang tidak membentuk pupa memiliki ciri seperti ukuran tubuh memanjang serta bertambah besar dengan bobot yang tetap dan akhirnya mati (Gambar 9a). Sedangkan, larva yang membentuk pupa akan masuk ke fase prapupa, yaitu persiapan membentuk pupa dengan ciri seperti ukuran larva yang mengecil dan terjadi penurunan bobot larva serta akan masuk ke dalam pasir dan berdiam diri sampai terbentuknya imago (Gambar 9b).

Bertambahnya ukuran serta durasi fase larva diduga karena pengaruh sistem hormon juvenil yang meningkat pada serangga. Sesuai dengan pendapat Habibi (2011) bahwa hormon juvenil pada larva berperan dalam mengontrol metamorfosis, sehingga serangga akan masih dalam fase larva dan akan membuat ukuran larva semakin membesar. Peningkatan hormon juvenil pada larva ini diduga dapat dipengaruhi oleh senyawa ester atau cincin aromatik seperti metil salisilat pada ETM. Habibi (2011) juga menyampaikan lagi bahwa adanya gugus metil dan penambahan cincin aromatik seperti ester dapat meningkatkan pembentukan dan aktivitas hormon juvenil pada serangga.



Gambar 9. Penampakan larva setelah aplikasi ETM; a. Gagal masuk fase prapupa dan b. Larva normal pada fase prapupa

Larva yang tak mampu membentuk pupa akan mati dengan ciri seperti tidak merespon ketika disentuh, tubuh menghitam, mudah rusak serta mengeluarkan bau busuk (Gambar 10). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Safirah *et al.* (2016) bahwa membesarnya ukuran larva dikarenakan terjadinya peregangan dan

pemanjangan tubuh akibat dari pengaruh senyawa saponin dalam serangga yang menurunkan tegangan selaput mukosa pada larva. Matinya larva ini diduga terjadi karena akumulasi ataupun penumpukan senyawa metabolit sekunder ETM yang bersifat racun pada larva. ETM bekerja secara lambat, sehingga efek racunnya mulai terlihat cukup efektif membunuh larva pada 10 HSA. Sesuai dengan pernyataan Saenong (2016) bahwa kelemahan pestisida nabati ialah bekerja secara lambat dan umumnya tidak dapat langsung mematikan hama target, sehingga efek yang ditimbulkan akan cukup lama terlihat.



Gambar 10. Penampakan larva gagal membentuk pupa

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, ETM mampu menekan pembentukan pupa FAW. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ETM pada berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata persentase pembentukan pupa FAW (Tabel 7 dan Tabel lampiran 3).

Tabel 7. Persentase pembentukan pupa FAW pada berbagai konsentrasi ETM

Kode Perlakuan	Persentase Pembentukan Pupa ( $\bar{x} \pm SB$ )
P0	75,00 $\pm$ 8,66 c
P1	57,50 $\pm$ 14,79 bc
P2	40,00 $\pm$ 12,25 ab
P3	40,49 $\pm$ 14,36 ab
P4	23,06 $\pm$ 4,11 a
P5	31,67 $\pm$ 10,70 b

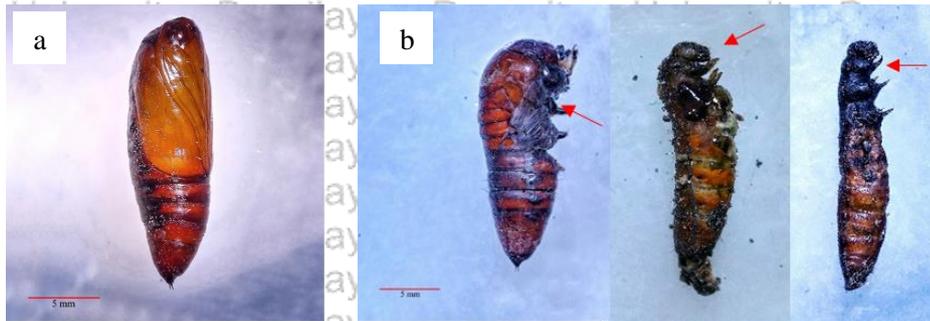
Keterangan: Angka yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%. FAW adalah *Spodoptera frugiperda*, ETM adalah ekstrak tumbuhan *milkwort*. HSA adalah hari setelah aplikasi,  $\bar{x}$  adalah rata-rata dan SB adalah simpangan baku.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase pembentukan pupa yang terendah adalah perlakuan P4 sebesar 23,06% (Tabel 7).

Sedangkan nilai rata-rata persentase pembentukan pupa yang tertinggi tentunya pada perlakuan kontrol. Hal ini terjadi karena pengaruh pengaplikasian ETM yang

dapat menurunkan kemampuan larva dalam mengganti kulit untuk membentuk pupa. Pernyataan tersebut didukung oleh Saenong (2016) bahwa mekanisme kerja pestisida nabati yaitu secara langsung menghambat reproduksi serangga hama, mengurangi nafsu makan, merusak perkembangan larva dan pupa serta menghambat pergantian kulit. Senyawa bioaktif pada ETM yang diduga memengaruhi proses pergantian kulit untuk membentuk pupa ialah saponin. Niken (2017) menyampaikan bahwa terganggunya proses *moulting* (pergantian kulit) ini terjadi karena aktivitas saponin dalam tubuh serangga yang mengikat sterol pada saluran pencernaan sehingga kandungan sterol bebas menjadi rendah dan mengakibatkan terganggunya proses pembentukan hormon ecdison. Yunita *et al.* (2009) juga menambahkan bahwa senyawa saponin dan tanin dapat menghambat pertumbuhan larva melalui mekanisme penghambatan aktivitas makan. Ketika terjadi penurunan aktivitas makan maka larva tidak mencapai kondisi fisiologis yang optimal untuk membentuk pupa.

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, pupa FAW normal dicirikan dengan puparium berbentuk silinder lonjong, embelan melekat sempurna, berwarna coklat cerah sampai coklat kehitaman dan abdomen bergerak jika disentuh (Gambar 11a). Selain itu, terdapat pula pupa abnormal dengan beberapa malformasi bentuk pada pupa FAW. Pupa abnormal tersebut memiliki ciri seperti puparium tidak terbentuk sempurna karena terdapat embelan larva yang tidak menyusut (Gambar 11b) serta pada kutikula puparium terdapat bagian transparan yang tidak terlipisi dengan baik (Gambar 12). Malformasi pupa yang terjadi diduga karena terganggunya proses metabolisme dari larva akibat adanya senyawa seperti flavonoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sasmitati *et al.* (2017) bahwa senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan dapat mengganggu metabolisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron. Pada fase pupa, senyawa aktif tersebut masih terus bekerja hingga yang ditandai dengan tidak normalnya pertumbuhan pupa FAW. Hal ini sesuai dengan penelitian Hasnah dan Nasril (2009) yang menyatakan bahwa serangga yang peka terhadap senyawa aktif tidak akan langsung mati, melainkan masih dapat bertahan dengan cara memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya tetapi tidak akan berkembang secara sempurna.



Gambar 11. Penampakan pupa setelah aplikasi ETM; a. Pupa normal dan b. Pupa abnormal dengan embelan tidak tereduksi sempurna

Semua pupa abnormal ini tidak akan mampu membentuk imago dan akhirnya mati. Pupa yang mati memiliki ciri seperti pupa tidak bergerak ketika disentuh, berwarna hitam pekat, mengering dan mengeluarkan bau busuk (Gambar 13).

Kematian pupa ini diduga terjadi akibat efek lanjut senyawa beracun pada ETM terhadap serangga. Hasnah dan Nasril (2009) menyampaikan bahwa pembentukan pupa tergantung pada makanan yang di konsumsi pada fase larva. Larva yang mengonsumsi senyawa aktif yang bersifat beracun akan menyebabkan kematian pada pupa. Lestari *et al.* (2005) juga menambahkan bahwa kerusakan atau cacatnya stadia lanjut pada FAW dapat terjadi akibat senyawa-senyawa toksik yang merusak jaringan saraf, seperti senyawa alkaloid yang dapat mengganggu berbagai proses dalam tubuh larva dan pupa yang memungkinkan terjadinya kematian.



Gambar 112. Penampakan kutikula puparium abnormal



Gambar 123. Penampakan pupa yang mati dan gagal membentuk imago

### 4.3.2 Keberhasilan larva membentuk imago

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, ETM mampu menekan pembentukan imago FAW. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ETM pada berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata persentase pembentukan imago FAW (Tabel 8 dan Tabel lampiran 4).

Tabel 8. Persentase pembentukan imago FAW pada berbagai konsentrasi ETM

Kode Perlakuan	Persentase Pembentukan Imago ( $\bar{x} \pm SB$ )
P0	75,00 $\pm$ 8,66 c
P1	45,00 $\pm$ 11,18 b
P2	25,00 $\pm$ 8,66 ab
P3	23,96 $\pm$ 12,96 ab
P4	15,28 $\pm$ 4,74 a
P5	5,00 $\pm$ 5,00 a

Keterangan: Angka yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%. FAW adalah *Spodoptera frugiperda*, ETM adalah ekstrak tumbuhan *milkwort*,  $\bar{x}$  adalah rata-rata dan SB adalah simpangan baku.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata persentase pembentukan imago yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 75,00%, sedangkan yang terkecil terjadi pada perlakuan P5 yaitu sebesar 5% (Tabel 8). Sesuai hasil tersebut dapat dikatakan bahwa konsentrasi ETM yang semakin tinggi mampu menekan pembentukan imago FAW. Keberhasilan larva dalam membentuk pupa tidak menjamin bahwa pupa tersebut dapat mencapai fase imago. Seperti pendapat Saenong (2016) yang telah disampaikan sebelumnya, pestisida nabati memiliki sistem kerja yang relatif lambat dan pengaruhnya terhadap perkembangan serangga cukup lama terlihat.

Konsentrasi ETM yang semakin tinggi berbanding terbalik dengan kemampuan pupa dalam membentuk imago akibat dari semakin banyaknya senyawa metabolit sekunder yang terakumulasi dalam serangga uji. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami dan Haneda (2012) bahwa konsentrasi ekstrak tanaman yang lebih tinggi mengandung senyawa aktif yang lebih banyak, sehingga keberhasilan terbentuknya pupa dan imago menjadi lebih sedikit.

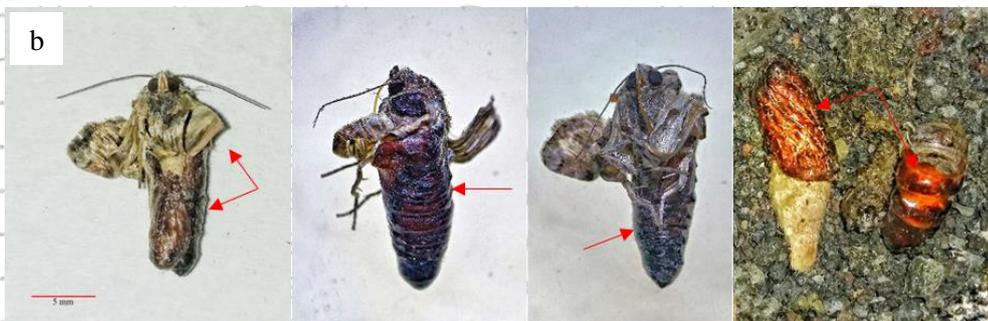
Imago FAW yang terbentuk tidak keseluruhan dalam keadaan normal (Gambar 14). Terdapat abnormalitas pada imago dengan ciri seperti ukuran sayap yang mengecil, mengeriting, tergulung dan tidak terbuka dengan sempurna

(Gambar 15a). Selain itu, terdapat juga imago yang setengah tubuhnya masih berada di dalam puparium dan tidak dapat keluar sampai akhirnya mati (Gambar 15b). Hal ini dapat terjadi karena imago tidak mampu melepaskan diri dari puparium. Abnormalitas ini diduga terjadi akibat efek yang diberikan oleh senyawa



Gambar 134. Penampakan imago FAW normal setelah aplikasi ETM

metabolit sekunder dari ETM. Menurut Zahro *et al.* (2016), senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam pestisida nabati dapat memberikan pengaruh buruk terhadap fisiologis serangga seperti menyebabkan kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan abnormalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa dan abnormalitas bentuk imago.



Gambar 145. Penampakan imago FAW abnormal; a. Sayap mengeriting serta tidak terbentuk dengan sempurna dan b. Imago tidak dapat keluar/melepaskan diri dari puparium

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kandungan senyawa saponin, fenolik, alkaloid dan terpenoid dalam *milkwort* dapat mengganggu sistem organ perasa dan saraf serangga sehingga mampu menurunkan aktivitas makan larva FAW dengan rata-rata persentase penurunan sebesar 71,29%
2. Senyawa metabolit sekunder dalam ETM memiliki tingkat daya racun yang rendah dan tidak mampu membunuh larva FAW pada selang waktu yang pendek
3. Senyawa metabolit sekunder pada ETM dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan FAW serta mampu menekan pembentukan pupa dan imago sebesar 23,06% dan 5%.
4. Tumbuhan *milkwort* dapat dijadikan sebagai pestisida nabati alternatif dalam pengendalian hama FAW karena senyawa yang terkandung dalam *milkwort* mampu menghambat perkembangan FAW secara nyata.

### 5.2 Saran

Upaya untuk mengetahui potensi menyeluruh tumbuhan *milkwort* sebagai pestisida nabati, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh ETM terhadap serangga hama lain serta mengidentifikasi secara spesifik senyawa bioaktif pada ETM yang berperan dalam pengendalian hama. Sebaiknya, larutan ETM dianalisis kandungan metabolit sekundernya sebelum digunakan. Dalam proses ekstraksi, penggunaan bahan sampel *milkwort* yang telah dikeringkan minimal 7 hari serta sampel dalam bentuk bubuk halus lebih disarankan. Untuk mendapatkan hasil rendemen ekstraksi yang lebih tinggi, perlu dicoba menggunakan pelarut etanol dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W. S. (1987). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of The American Mosquito Control Association*, 3(2), 302–303
- Azwanida. (2015). Medicinal & Aromatic Plants a Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medical Aromatic Plants*, 4(3), 3–8. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Babu, S. R., Kalyan, R., Joshi, S., Balai, C., Mahla, M., & Rokadia, P. (2019). Report of An Exotic Invasive Pest The Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on Maize in Southern Rajasthan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1296–1300. <https://doi.org/10.1653/024.102.0335>
- BBPOPT (Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan). (2019). Pengenalan dan Pengelolaan Hama Invasif Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda*. In *Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian*
- Belay, D. K., Huckaba, R. M., & Foster, J. E. (2012). Susceptibility of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), at Santa Isabel, Puerto Rico, to Different Insecticides. *Florida Entomologist*, 95(2), 476–478. <https://doi.org/10.1653/024.095.0232>
- Bomford, M. K., & Isman, M. B. (1996). Desensitization of Fifth Instar *Spodoptera litura* to Azadirachtin and Neem. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 81, 307–313
- Budianto, F., & Tukiran. (2012). Bioinsektisida dari Tumbuhan Bakau Merah (*Rhizophora stylosa* Griff) (Rhizophoraceae). *UNESA Journal of Chemistry*, 1(1), 19–25
- Cristiano, R., Pizzolatti, M. G., Monache, F. D., Rezende, C. M., & Branco, A. (2003). Two Xanthenes from *Polygala paniculata* and Confirmation of the 1-Hydroxy-2,3,5-trimethoxy-xanthone at Trace Level by HRGC-MS. *Journal Naturforsch*, 58, 490–494. <https://doi.org/10.1515/znc-2003-7-808>
- Egra, S., Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., Pertanian, F., Tarakan, U. B., Kehutanan, F., & Mulawarman, U. (2019). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *AGROVIGOR*, 12(1), 26–31
- Fitmaya, A. (2006). Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol 96% Daun Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) terhadap Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* Instar III dan Kromatografi Lapis Tipisnya. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Frescura, V. D. S., Laughinghouse, H. D., Cantodorow, T. S. Do, & Tedesco, S. B. (2012). Pollen Viability of *Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) Using Different Staining Methods. *Biocell*, 36(3), 143–145
- Habibi, S. (2011). Juvenile Hormone (JH) Sebagai Pendukung dan Pengontrol Kehidupan Insekta. *Program Studi Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu*

Pengetahuan Alam Universitas Terbuka

Hakim, L. (2019). Uji Bioaktif Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) di Laboratorium. Universitas Brawijaya Malang

Hamburger, M., Gupta, M. P., & Hostettmann, K. (2007). Coumarins from *Polygala paniculata*. *Plant Medica*, 02, 215–217. <https://doi.org/10.1055/s-2007-969460>

Hasnah, & Nasril. (2009). Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap Mortalitas *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek*, 4, 29–40

Indriyati, I. (2019). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Pepaya Wulung (*Carica papaya* L.) terhadap Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) di Laboratorium. Universitas Brawijaya Malang

Isman, M. (2002). Insect Antifeedants. *Pesticide Outlook*, 13(4), 152–157. <https://doi.org/10.1039/b206507j>

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). (2020). *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797. <https://itis.gov/>

Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., Dwivedy, A. K., & Dubey, N. K. (2015). Biological Activities of *Cuminum cyminum* Seed Oil and Its Major Components Against *Callosobruchus chinensis* and *Sitophilus oryzae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18, 383–388. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.04.012>

Koul, O. (2008). Phytochemicals and Insect Control: An Antifeedant Approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/07352680802053908>

Lapa, R., Freitas, C. S., Baggio, C. H., Missau, F. C., Pizzolatti, M. G., Santos, A. R. S., & Marques, M. C. A. (2007). Gastroprotective Activity of The Hydroalcoholic Extract Obtained from *Polygala paniculata* L. in Rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 59, 1413–1419. <https://doi.org/10.1211/jpp.59.10.0012>

Lestari, M. S., Martono, E., & Risyono, Y. A. (2005). Bioaktivitas Ekstrak Daun *Zodia euodia* Suaveolens terhadap Hama *Crocidolomia binotalis*. *Agrosains*, 18(4), 435–446

Lokho, K., & Mustaqim, W. A. (2020). *Polygala paniculata* L. (Polygalaceae). *Ethnobotany of Mountain Regions*, 1–7. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14116-5\\_152-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14116-5_152-1)

Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. (2019). Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attack on Maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *Jurnal Cropsaver*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>

Malau, E. M. (2018). Uji Bioaktivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae).

Universitas Brawijaya Malang.

Maris, P., Agus, K., Nurbetti, T., & Galih, P. (2019). Mengenal Hama Ulat Tentara, *Spodoptera frugiperda*. *Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri*, 25(2), 27–31

Moniharapon, D. D., & Moniharapon, M. (2010). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Intensitas Kerusakan Daun Akibat Serangan Hama *Phaedonia inclusa* pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* M.). *Seminar Nasional Basic Science II, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura*, 215–221

Moniharapon, D. D., & Moniharapon, M. (2014). Ekstrak Etanol Daun Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) sebagai Antifeedant terhadap Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fab.) pada Tanaman Sawi (*Brassica sinensis* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 10(2), 100–104

Niken, M. A. (2017). *Uji Toksisitas Ekstrak Tanaman Ageratum conyzoides L. sebagai Insektisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Ulat Kubis (Plutella xylostella L.)*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia*

Nopianti, S., Astuti, D., & Darnoto, S. (2008). Efektivitas Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) untuk Membunuh Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* Instar III. *Jurnal Kesehatan*, 1(2), 103–114. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/1461>

Park, I. L. K., & Shin, S. C. (2005). Fumigant Activity of Plant Essential Oils and Components from Garlic (*Allium sativum*) and Clove Bud (*Eugenia caryophyllata*) Oils Against The Japanese Termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(11), 4388–4392. <https://doi.org/10.1021/jf050393r>

Pickett, J. A., Wadhams, L. J., & Woodcock, C. M. (1997). Developing Sustainable Pest Control from Chemical Ecology. *Agriculture, Ecosystems and Environmen*, 64, 149–156

Prijono, D. (1998). Insecticidal Activity of Meliaceous Seed Extracts Against *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Buletin Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 10(1), 1–7

Rijai, L. (2013). Potensi Herba Tumbuhan Balsem (*Polygala paniculata* Linn) sebagai Sumber Bahan Farmasi Potensial. *Journal of Tropical Pharmacy And Chemistry*, 2(2), 105–112. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v2i2.55>

Rosyidah, A. (2007). *Pengaruh Ekstrak Biji Mahoni (Swietenia macrophylla King) terhadap Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera litura F.)*. Universitas Jember

Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan Indonesia Potensial sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kumbang Bubuk Jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 131–142.



<https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142>

Safirah, R., Widodo, N., & Budiyanto, M. A. K. (2016). Uji Efektifitas Insektisida Nabati Buah *Crescentia cujete* dan Bunga *Syzygium aromaticum* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* secara In Vitro sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 265–276

Sasmilati, U., Pratiwi, A. D., & Saktiansyah, L. O. A. (2017). Efektivitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum* Linn) sebagai Larvasida terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* di Kota Kendari Tahun 2016. *Jurnal Kesehatan Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(6), 1–7

Setiawan, A. N., & Supriyadi, A. (2014). Uji Efektivitas Berbagai Konsentrasi Pestisida Nabati Bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2), 99–105. <https://doi.org/10.18196/pt.2014.029.99-105>

Setiawati, W., Murtiningsih, R., Gunaeni, N., & Rubiati, T. (2008). *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. [www.balitsa.or.id](http://www.balitsa.or.id)

Silva, D. F., Alves, C. Q., Brandão, H. N., David, J. M., David, J. P., Silva, R. L., Franchin, M., Cunha, T. M., Martins, F. T., & Oliveira, C. M. A. (2016). Poligalen, A New Coumarin from *Polygala boliviensis*, Reduces The Release of TNF and IL-6 Independent of NF-Kb Downregulation. *Fitoterapia*, 113, 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.07.021>

Silvia, L. (2018). *Eksplorasi Tumbuhan Aromatik pada Kawasan Hutan Lindung Simandar, Kecamatan Sumbul, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara

Simanjuntak, H. A., & Gurning, K. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri dari Sediaan Krim Ekstrak Etanol Herba Tumbuhan Balsem (*Polygala paniculata* L.) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 5(2), 133–140. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v5i2.133-140>

Sinaga, R. (2009). Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). *Departemen Ilmu Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara*

Sitepu, B. S. (2020). Keragaman dan Pengendalian Tumbuhan Invasif di KHDTK Samboja, Kalimantan Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(3), 351–365

Sultan, Patang, & Yanto, S. (2016). Pemanfaatan Gulma Bandotan Menjadi Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama Kutu Kuya pada Tanaman Timun. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1), 77–85. <https://doi.org/10.26858/jptp.v2i1.5156>

Tokumoto, Y., Hashimoto, K., Soyano, T., Aoki, S., Iwasaki, W., Fukuhara, M., Nakagawa, T., Saeki, K., Yokoyama, J., Fujita, H., & Kawaguchi, M. (2020).



Assessment of *Polygala paniculata* (Polygalaceae) Characteristics for Evolutionary Studies of Legume–Rhizobia Symbiosis. *Journal of Plant Research*, 133(1), 109–122. <https://doi.org/10.1007/s10265-019-01159-x>

Utami, S., & Haneda, N. F. (2012). Bioaktivitas Ekstrak Umbi Gadung dan Minyak Nyamplung sebagai Pengendali Hama Ulat Kantong (*Pteroma plagiophleps* Hampson). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(4), 209–218. <https://doi.org/10.20886/jpht.2012.9.4.209-218>

Valkenburg, J. L. C. H. van, & Bunyapraphatsara, N. (2001). *Plant Resources of South-East Asia: Medicinal and Poisonous Plants 2* (Vol. 12, Issue 2). Backhuys Publishers

Victório, C. P., Carrico, J. B., & Lage, C. L. S. (2011). *Polygala paniculata*: a Source of Methyl Salicylate Produced Through Plant Tissue Culture. *Revista Ceres*, 58(3), 269–272. <https://doi.org/10.1590/s0034-737x2011000300003>

Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., & Gritsanapan, W. (2013). Maximizing Total Phenolics, Total Flavonoids Contents and Antioxidant Activity of *Moringa oleifera* Leaf Extract by The Appropriate Extraction Method. *Industrial Crops & Products*, 44(November 2017), 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>

Wiratno, Siswanto, dan I. M. T. (2014). Perkembangan Penelitian, Formulasi dan Pemanfaatan Pestisida Nabati. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 32(4), 150–155. <https://doi.org/10.21082/jp3.v32n4.2013.p150-155>

Yunita, E. A., Suprapti, N. H., & Hidayat, J. W. (2009). Pengaruh Ekstrak daun Teklan (*Upatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Bioma*, 11(1), 11–17

Zahro, F. A., Himawan, T., & Mudjiono, G. (2016). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 4(2), 85–92



LAMPIRAN

Tabel lampiran 1. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva FAW pada 1 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	Signifikansi
Perlakuan	4	0,646251	0,161563	6,153555	3,0555683	*
Galat	15	0,39	0,026255			
Total	19	1,04				

Keterangan: \* menunjukkan berbeda nyata

Tabel lampiran 2. Analisis ragam pengamatan mortalitas larva FAW pada 7 HSA

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	Signifikansi
Perlakuan	5	0,02	0,004	1,6	2,772853	tn
Galat	18	0,05	0,003			
Total	23	0,07				

Keterangan: tn menunjukkan tidak berbeda nyata

Tabel lampiran 3. Analisis ragam persentase pembentukan pupa FAW

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	Signifikansi
Perlakuan	5	0,704035	0,14081	8,108726	2,772853	*
Galat	18	0,31257	0,01736			
Total	23	1,01660				

Keterangan: \* menunjukkan berbeda nyata

Tabel lampiran 4. Analisis ragam persentase pembentukan imago FAW

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	Signifikansi
Perlakuan	5	1,255611	0,251122	23,0485	2,772853	*
Galat	18	0,196117	0,010895			
Total	23	1,45				

Keterangan: \* menunjukkan berbeda nyata



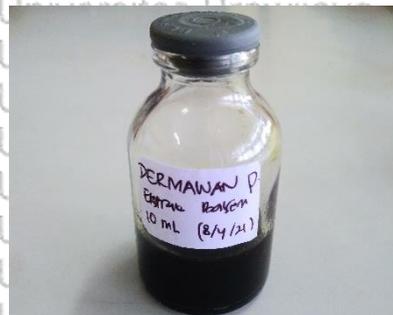
Tabel lampiran 5. Dokumentasi beberapa kegiatan penelitian

Dokumentasi

Keterangan



Perbanyak serangga uji FAW

Pengeringsan sampel *milkwort*Proses maserasi dan penggojokan larutan sampel menggunakan *orbital shaker*ETM hasil evaporasi larutan maserasi *milkwort* menggunakan *rotary evaporator*

Penimbangan 1 g pakan daun jagung muda untuk uji penurunan aktivitas makan larva FAW

*Berlanjut...*

*Lanjutan...*



Pembuatan/pengenceran berbagai tingkat konsentrasi ETM untuk perlakuan



Pengujian aktivitas penurunan makan pada larva FAW

Tabel lampiran 6. Konsentrasi aktual tiap perlakuan yang diaplikasikan

Kode Perlakuan	Komposisi Larutan	Konsentrasi Aktual Larutan	
		Pestisida Nabati	[volume/volume (%)]
P0	100 ml akuades	0 (Kontrol)	
P1	6 ml ETM + 100 ml akuades	5,66	
P2	9 ml ETM + 100 ml akuades	8,25	
P3	12 ml ETM + 100 ml akuades	10,71	
P4	15 ml ETM + 100 ml akuades	13,04	
P5	18 ml ETM + 100 ml akuades	15,25	