

**EFEKTIFITAS NANOPARTIKEL BIOINSEKTISIDA
Tithonia diversifolia TERHADAP MORTALITAS
Spodoptera frugiperda PADA TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.)**

SKRIPSI

OLEH :

**RYAN ALMALLAWI HARAHAHAP
168210062**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)17/12/21

**EFEKTIFITAS NANOPARTIKEL BIOINSEKTISIDA
Tithonia diversifolia TERHADAP MORTALITAS
Spodoptera frugiperda PADA TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.)**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)17/12/21

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Efektifitas Nanopartikel Bioinsektisida *Tithonia diversifolia*
Terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman
Jagung (*Zea mays* L.)

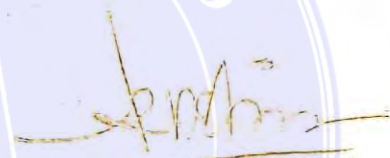
Nama : Ryan Almallawi Harahap
NPM : 168210062
Fakultas : Pertanian

Disetujui Oleh :

Komisi Pembimbing



(Dr. Ir. Suswati, MP)
Pembimbing I

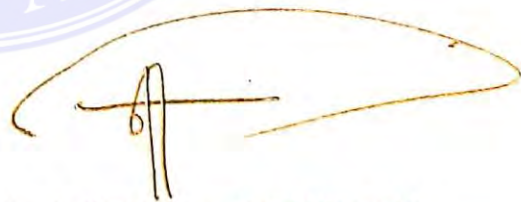


(Ir. Azwana, MP)
Pembimbing II

Mengetahui :



(Dr. Ir. Syambudin, M.Si)
Dekan



(Ifan Aulia Candra, SP, M.Biotek)
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 29 September 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang telah saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari adanya plagiat dalam skripsi saya.

Medan, 9 November 2021



Ryan Almallawi Harahap

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

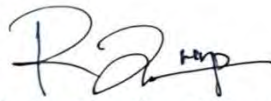
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ryan Almallawi Harahap
NPM : 168210062
Program Studi : Agroteknologi
Fakultas : Pertanian
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “Efektifitas Nanopartikel Bioinsektisida *Tithonia diversifolia* Terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*)”. Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Fakultas Pertanian
Pada Tanggal : 9 November 2021
Yang Menyatakan :


(Ryan Almallawi Harahap)

ABSTRAK

Spodoptera frugiperda merupakan hama utama tanaman jagung dengan persentase serangan 30-60%. Larva *S. frugiperda* bersembunyi dibagian paling susah untuk dijangkau oleh pestisida, lebih sering ditemukan di daun tanaman jagung yang masih menggulung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ekstrak *Tithonia diversifolia* sebagai insektisida nabati guna mengendalikan larva *S. frugiperda* di laboratorium. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial terdiri 2 faktor perlakuan yaitu dosis nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dan stadia larva. Perlakuan nanopartikel bioinsektisida terdiri dari 6 taraf, yaitu : P0- = tanpa perlakuan (kontrol), P0+ = pestisida Curacon 500 EC (bahan aktif : Profenos 500 g/l) dosis 1 ml/l, P1 = nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* konsentrasi 4%, P2 = nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* konsentrasi 6%, P3 = nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* konsentrasi 8%, P4 = nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* konsentrasi 10%. Stadia larva terdiri dari 2 taraf, yaitu : S1 = larva stadia 3, S2 = larva stadia 5. Parameter yang diamati yaitu perubahan mortalitas larva, persentase *feeding*, persentase pupa dan imago terbentuk, imago cacat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dapat mengendalikan larva *S. frugiperda*. Pemberian nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dengan konsentrasi 10% (P4) dapat mengendalikan *Spodoptera frugiperda* dengan mortalitas 33,33% dan persentase *feeding* 30,67%. Persentase mortalitas larva *S. frugiperda* tertinggi (60%) terdapat pada perlakuan P4S1 (konsentrasi 10% pada larva stadia 3). Terbentuknya pupa dan imago terendah dengan aplikasi nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* pada perlakuan P4S1 sebesar 40 %. LC50 adalah 9,98% nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dan nilai LT₅₀ adalah 6,10 hari. Pemberian nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dengan konsentrasi 10% dapat mengendalikan *S. frugiperda* pada larva stadia 3 di laboratorium.

Kata kunci : *S. frugiperda*, Nanopartikel bioinsektisida, *Tithonia diversifolia*

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda is the main pest of maize with an attack percentage of 30-60%. *S. frugiperda* larvae hide in places where pesticides are most difficult to reach, more often found in the curled leaves of corn plants. The purpose of this study was to determine the effectiveness of *Tithonia diversifolia* extract as a vegetable insecticide to control *S. frugiperda* larvae in the laboratory. The study used a factorial completely randomized design consisting of 2 treatment factors, namely the dose of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles and the larval stage. The nanoparticle bioinsecticide treatment consisted of 6 levels, namely: P0 = no treatment (control), P0+ = Curacon 500 EC pesticide (active ingredient: Profenos 500 g/l) dose 1 ml/l, P1 = *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticle concentration 4% , P2 = 6% concentration of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles, P3 = 8% concentration of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles, P4 = 10% concentration of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles. The larval stage consisted of 2 levels, namely: S1 = larval stage 3, S2 = larval stage 5. The parameters observed were changes in larval mortality, feeding percentage, percentage of pupae and imago formed, imago defects. The results showed that *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles could control *S. frugiperda* larvae. The administration of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles with a concentration of 10% (P4) can control *Spodoptera frugiperda* with a mortality of 33.33% and a feeding percentage of 30.67%. The highest percentage of *S. frugiperda* larvae mortality (60%) was found in the P4S1 treatment (10% concentration in stage 3 larvae). The lowest pupa and imago formation with the application of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles in the P4S1 treatment was 40%. The LC50 was 9.98% nanoparticles of *T. diversifolia* bioinsecticide and the LT50 value was 6.10 days. Administration of *T. diversifolia* bioinsecticide nanoparticles with a concentration of 10% can control stage 3 *S. frugiperda* larvae in the laboratory.

Keywords : *S. frugiperda*, bioinsecticide nanoparticles, *T. diversifolia*

RIWAYAT HIDUP

Ryan Almallawi Harahap adalah nama penulis dalam penelitian ini, dilahirkan pada 30 Juni 1997 di kota Kisaran, Sumatera Utara. Anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Zabaluddin Harahap dan Ibu Aslamiyah Siregar. Peneliti menyelesaikan pendidikan di sekolah dasar tepatnya di SDN 101090 Lingkungan V Pasar Gunung Tua, Kecamatan Padang Bolak, Kabupaten Padang Lawas Utara pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama sampai pada tahun 2013 di SMPN 1 Padang Bolak. Setelah itu melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas sampai pada tahun 2016 di SMAN 1 Padang Bolak. Di September 2016 peneliti mulai melanjutkan di Universitas Medan Area pada jurusan Pertanian dengan program studi Agroteknologi. Mengikuti kegiatan Praktek Kerja Lapangan di Balai Besar Karantina Pertanian Belawan di tahun 2019 selama 1 bulan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang membuka mata hati dari alam kegelapan ke alam yang penuh rahmat dan dihiasi dengan ilmu pengetahuan. Skripsi ini berjudul “Efektifitas Nanopartikel Bioinsektisida *Tithonia diversifolia* Terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)” yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis mrnyampaikan ucapa terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Syahbudin, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Suswati, MP selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing selama proses penyusunan skripsi ini dan Ibu Ir. Azwana, MP selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing selama masa penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ifan Aulia Candra, SP., M.Biotek selaku ketua Program Studi Agroteknologi dan seluruh Bapak/ibu Dosen, Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan dan dukungan administrasi.
4. Kepada Ayahanda Zabaluddin Harahap dan Ibunda Aslamiyah Siregar yang telah banyak berjuang, serta selalu memberikan doa, dukungan moral dan materi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan

skripsi ini, tidak banyak kata yang bisa penulis ucapkan selain terima kasih kepada kedua orang tua yang telah berjuang keras demi anaknya.

5. Rekan-rekan Mahasiswa Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah memberikan dukungan.
6. Semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
7. *Last but not least. I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for, for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya.

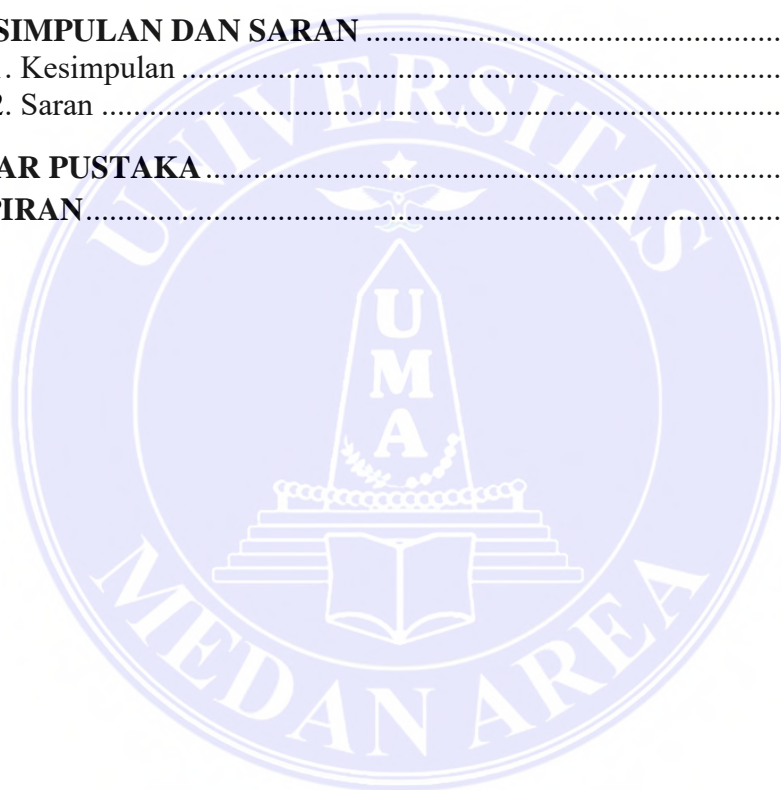
Medan, 9 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Percobaan.....	4
1.4. Manfaat Percobaan.....	5
1.5. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanaman Jagung (<i>Zea mays L</i>)	6
2.2. <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith	7
2.2.1. Klasifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.3. Tanaman <i>Tithonia diversifolia</i>	13
2.3.1. Morfologi <i>Tithonia diversifolia</i>	14
2.3.2. Manfaat dan Kandungan <i>Tithonia diversifolia</i>	15
2.4. Nano Teknologi	17
2.4.1. Manfaat Nano Teknologi di Bidang Pertanian.....	18
2.4.2. Kandungan Senyawa Kimia <i>Tithonia diversifolia</i> L. dan Manfaatnya	19
III. BAHAN DAN METODE	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Bahan dan Alat.....	21
3.3. Metode Penelitian	21
3.4. Metode Analisa	23
3.5. Pelaksanaan Penelitian	23
3.5.1. Pengambilan Daun <i>Tithonia diversifolia</i>	23
3.5.2. Pembuatan Nano Bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i>	24
3.5.3. Pengujian <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	24
3.5.4. Penyiapan Media Pemeliharaan <i>Spodoptera frugiperda</i>	24
3.5.5. Penyiapan (<i>Rearing</i>) <i>Spodoptera frugiperda</i>	25
3.5.6. Pembuatan Campuran dan Aplikasi Nano Bioinsektisida...	25
3.6 Pengamatan Penelitian	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Nanopartikel <i>Tithonia diversifolia</i>	29
4.1. Mortalitas Larva dan Pupa (%)	30
4.2. Persentase <i>Feeding</i> (%)	34
4.3. Persentase Pupa dan Imago Terbentuk dan Imago Cacat (%).....	37
4.4. <i>Lethal Concentration 50</i> dan <i>Lethal Time 50</i>	42
4.5. Efektivitas Aplikasi Perlakuan Terhadap Parameter	43
4.5.1. Efektivitas Nanopartikel <i>T. diversifolia</i> Terhadap Persentase <i>Feeding</i>	43
4.5.2. Efektivitas Nanopartikel <i>T. diversifolia</i> Terhadap Mortalitas.....	44
4.5.3. Efektivitas Nanopartikel <i>T. diversifolia</i> Terhadap Pupa dan Imado Terbentuk.....	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
1.	Data 5 Provinsi Terbesar Luas Tanam dan Produksi Jagung di Indonesia Tahun 2020.....	7
2.	Perbedaan Morfologi Jantan dan Betina <i>S. frugiperda</i>	13
3.	Pembuatan Larutan nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i>	26
4.	Hasil Analisis <i>XRD</i> (<i>X-ray diffraction</i>)	29
5.	Hasil Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> stadia 3 dan 5 dengan Aplikasi Nanobiopestida <i>Tithonia diversifolia</i>	30
6.	Rataan Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> stadia 3 dan 5 dengan Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i> (%).....	32
7.	Hasil Sidik Ragam Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> stadia 3 dan 5 Setelah Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i>	34
8.	Rataan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> stadia 3 dan 5 dengan Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i>	35
9.	Hasil Sidik Ragam Persentase Pupa Terbentuk dan Imago Cacat <i>S. frugiperda</i> Terbentuk dengan Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i>	37
10.	Rataan Persentase Pupa Terbentuk dan Imago Cacat <i>S. frugiperda</i> Terbentuk Dengan Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>Tithonia diversifolia</i> (%)	38
11.	Nilai LT_{50} dan LC_{50} Nanopartikel Bioinsektisida <i>T. diversifolia</i> dalam Membunuh Larva <i>S. frugiperda</i>	42
12.	Rataan Persentase <i>Feeding</i> dan Efektivitasnya Setelah Aplikasi Nanopartikel Bioinsektisida <i>T. diversifolia</i>	43
13.	Efektivitas Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>T. diversifolia</i> Terhadap Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%)	44
14.	Efektivitas Aplikasi Nanopartikel bioinsektisida <i>T. diversifolia</i> Terhadap Pupa dan Imago <i>S. frugiperda</i> Terbentuk.....	45

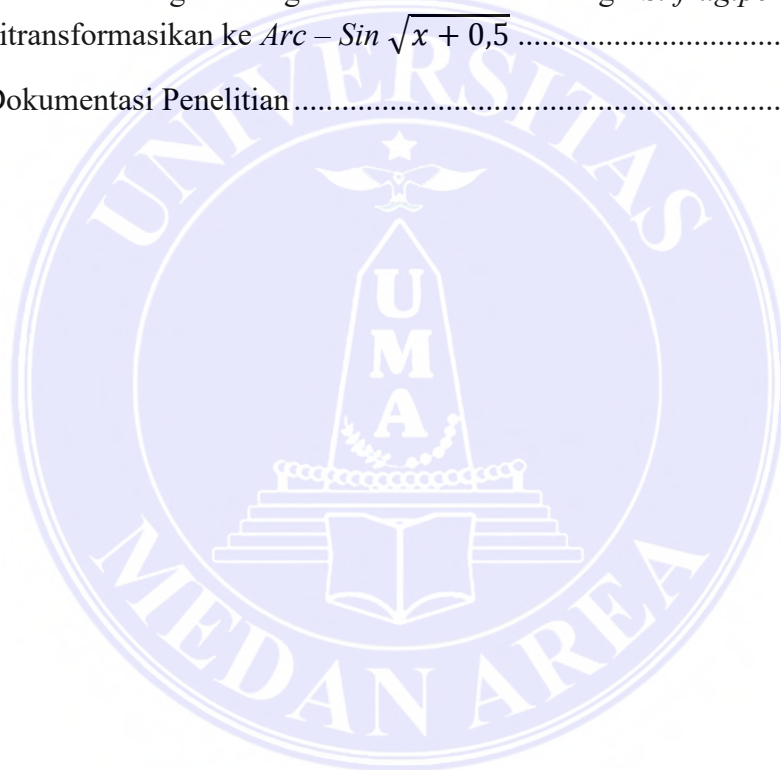
DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
1.	Gejala Serangan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.	Larva <i>S. frugiperda</i> Instar 6.....	9
3.	Kelompok Telur <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
4.	Larva neonatus <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
5.	Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> Instar 1-5	11
6.	Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> Instar 6	11
7.	Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i>	12
8.	Imago <i>Spodoptera frugiperda</i>	12
9.	Tanaman Kipahit	14
10.	Pengujian Nanopartikel <i>T. diversifolia</i> dengan <i>X-ray diffraction</i>	24
11.	<i>Rearing S. frugiperda</i>	25
12.	Mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> Setelah Aplikasi Nanopartikel Bioinsektisida <i>T. diversifolia</i>	31
13.	Imago <i>S. frugiperda</i> Cacat.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

No	Keterangan	Halaman
1.	Denah Penelitian	54
2.	Lampiran Kegiatan Penelitian	55
3.	Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Aplikasi nanobiopestisida <i>T. diversifolia</i> pada pengamatan hari ke-1 sampai dengan hari ke-12	56
4.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%)	57
5.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	57
6.	Data Dwi Kasta Pengamatan Persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	58
7.	Data Sidik Ragam Pengamatan Persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	58
8.	Data Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> (%) Hari Ke-2	59
9.	Dwi Kasta Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-2	59
10.	Sidik Ragam Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-2	59
11.	Data Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> (%) Hari Ke-4	60
12.	Dwi Kasta Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-4	60
13.	Sidik Ragam Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-4	60
14.	Data Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> (%) Hari Ke-6	61
15.	Dwi Kasta Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-6	61
16.	Sidik Ragam Pengamatan Persentase <i>Feeding</i> Larva <i>S. frugiperda</i> Hari Ke-6	61
17.	Data Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago <i>S. frugiperda</i> (%)	62

18.	Dwi Kasta Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago <i>S. frugiperda</i>	62
19.	Sidik Ragam Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago <i>S. frugiperda</i>	62
20.	Data Pengamatan Persentase Imago <i>S. frugiperda</i> Cacat (%)	63
21.	Data Pengamatan Persentase Imago <i>S. frugiperda</i> Cacat ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	63
22.	Data Dwi Kasta Pengamatan Persentase imago <i>S. frugiperda</i> cacat ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	64
23.	Data Sidik Ragam Pengamatan Persentase imago <i>S. frugiperda</i> ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$	64
24.	Dokumentasi Penelitian	65



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman pangan terpenting di dunia setelah padi dan gandum, karena berbagai negara di dunia seperti di Amerika Tengah dan Selatan menjadikan jagung sebagai sumber karbohidrat utama. Beberapa daerah di Indonesia, seperti Madura dan Nusa Tenggara pernah mengkonsumsi jagung sebagai sumber pangan utama. Selain digunakan sebagai bahan pangan, juga digunakan sebagai bahan pakan ternak. Tanaman jagung hingga kini dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai bentuk penyajian, seperti : tepung jagung (maizena), minyak jagung, bahan pangan serta sebagai pakan ternak dan lain-lainnya. Khusus jagung (*sweet corn*), sangat disukai dalam bentuk jagung rebus atau bakar (Derna, 2011). Diperkirakan lebih dari 55% kebutuhan jagung dalam negeri digunakan untuk pakan, sedangkan untuk konsumsi pangan hanya sekitar 30% dan selebihnya untuk kebutuhan industri dan bibit (Kasryno *dkk*, 2010).

Berdasarkan data BPS dan Direktorat Jendral Tanaman Pangan Sumatera Utara, produksi jagung di Sumatera Utara pada tahun 2018 tergolong rendah hanya mencapai 1,63 juta ton, pada tahun 2019 menurun menjadi 1,52 juta ton dan kemudian pada tahun 2020 mengalami kenaikan mencapai 1,83 juta ton (BPS, 2020). Sedangkan rata-rata produksi jagung mencapai 6,63 ton/ha, produksi tersebut jauh dibawah potensi hasil jagung yang mampu mencapai 14-18 ton/ha. Produksi jagung yang tidak optimal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu serangan hama dan penyakit pada tanaman. Salah satu hama

tanaman jagung saat ini adalah *Spodoptera frugiperda* dimana wilayah serangan hama ini sudah tersebar di 12 provinsi di Indonesia termasuk Sumatera Utara.

S. frugiperda merupakan hama yang merusak tanaman jagung dengan cara larva memakan hampir seluruh bagian tanaman jagung dengan persentase serangan 30-60% (Nurnina, 2019). Larva *S. frugiperda* menyerang dan memakan titik tumbuh dari tanaman jagung sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terganggu. Selain itu, pengendalian *S. frugiperda* sulit dikendalikan dan dijangkau oleh pestisida karena lebih sering ditemukan di daun tanaman jagung yang masih menggulung. Larva *S. frugiperda* memakan dengan membuat lubang pada daun mulai dari bagian tepi daun hingga ke bagian dalam daun yang dimana serangan jika tidak ditangani maka mulai dari umur tanaman 1 MST hingga panen maka hama ini akan terus menyerang pertanaman jagung yang tentu akan sangat berdampak pada hasil produksi tanaman jagung itu sendiri. Larva *S. frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2 ekor saja. Larva *S. frugiperda* dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan rata-rata populasi 0,2 - 0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil 5 - 20% (Nurnina, 2019). Sedangkan hasil pemantauan di lapangan, serangan *S. frugiperda* lebih banyak ditemukan pada tanaman jagung yang masih muda dibandingkan dengan tanaman jagung yang sudah memasuki fase generatif (Ernie, 2019).

Untuk pengendalian hama pada tanaman jagung sudah sering ditemukan penggunaan insektisida kimia dimana ini sangat tidak dianjurkan karena dapat menyebabkan beberapa hal yang sangat merugikan diantaranya yaitu residu

pestisida yang tertinggal atau terkandung pada hasil produksi jagung dan juga menimbulkan resistensi terhadap hama, sehingga pengendaliannya juga semakin sulit diatasi karena terjadinya ledakan hama yang sudah resisten terhadap insektisida yang digunakan, untuk itu penulis akan melakukan atau melaksanakan penelitian dalam pengendalian hama *S. frugiperda* menggunakan nano bioinsektisida *T. diversifolia* yang yang dimana partikel bioinsektisida ini sangat halus yaitu 10^{-9} mikro yang bertujuan untuk langsung mencapai sasaran dengan ukuran yang halus diharapkan metode ini memudahkan pengaplikasian bioinsektisida dalam pengendalian hama *S. frugiperda*. Menurut penelitian Mokodompit, Roni, Parluhutan, dan Agustina (2013), dengan pemberian ekstrak *T. diversifolia* dapat menghambat daya makan wereng batang coklat. Penghambatan yang paling tinggi pada konsentrasi 7% setelah 24 jam perlakuan.

Pengendalian hama menggunakan bahan alami mulai banyak dilakukan, salah satunya menggunakan tanaman *T. diversifolia* sebagai insektisida botani (Petrus dkk., 2014). *T. diversifolia* memiliki kandungan bahan aktif terutama di bagian daun adalah flavonoid sebanyak 32,9%, saponin, tanin, terpenoid, dan fenolik. Bagian daun tanaman ini yang mempunyai sifat sebagai bioaktif yang bisa digunakan sebagai bioinsektisida (Hendra dkk., 2013). Tanaman *T. diversifolia* memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa *sesquiterpene lactone* (Obafemi et al. 2006). Senyawa tersebut mampu membuka lapisan *lipid bilayer* pada kutikula yang menyebabkan terjadinya peningkatan cairan membran dan terganggunya permeabilitas sel otot sehingga mengakibatkan semakin lemahnya gerakan serangga sampai terjadinya kematian. *Sesquiterpene lactone* bersifat toksik dan masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikula (racun kontak) dan

saluran pernafasan. Penetrasi senyawa bioaktif yang masuk melalui kutikula kemudian bergerak menembus jaringan yang lebih dalam dan menyebabkan gangguan metabolisme dan terjadinya hambatan kerja dalam sistem syaraf pada serangga (Ibrahim *et al.* 2013).Keunggulan lain dari *T. diversifolia* antara lain tersedia dalam jumlah banyak, mudah diperbanyak atau di budidayakan, tidak menimbulkan residu karena berasal dari bahan alami.

Terkait dengan penggunaan pestisida, fungisida, dan herbisida, Mousavi dan Rezael (2011) menyebutkan bahwa teknologi nano membantu mengurangi polusi lingkungan dengan menghasilkan pestisida dan pupuk kimia menggunakan partikel nano dan kapsul nano yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan dan menunda penghantaran, absorpsi, serta lebih efektif dan ramah lingkungan; selain itu nanopartikel digunakan untuk meningkatkan efisiensi pestisida dengan dosis yang lebih rendah. Hingga kini, memanfaatkan bioinsektisida nanopartikel *T. diversifolia* masih sedikit sehingga penulis berencana akan melakukan penelitian tentang efktivitas nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* terhadap mortalitas *S. frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.)

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, permasalahan yang hendak dikaji dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana toksisitas nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* terhadap pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* ?
2. Pada dosis berapa nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* efektif untuk mengurangi *S. frugiperda* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efektifitas penggunaan nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* terhadap pengendalian *S. frugiperda*.
2. Menentukan dosis bioinsektisida yang paling tepat untuk pengendalian populasi *S. frugiperda* baik untuk merusak mortalitas dan mengurangi *feeding* *S. frugiperda*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Diperoleh informasi penggunaan nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* yang baik dan efektif untuk pengendalian *S. frugiperda* pada tanaman jagung.
2. Sebagai salah satu sumber informasi penelitian terkait dengan pengendalian *S. frugiperda*.

1.5. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan di atas, maka dapat

disusun hipotesis sebagai berikut :

1. Aplikasi nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dengan konsentrasi yang berbeda nyata dapat mematikan hama *S. frugiperda*.
2. Aplikasi nanopartikel bioinsektisida *Tithonia diversifolia* pada stadia larva berbeda nyata dapat mematikan hama *S. frugiperda*.
3. Adanya kombinasi aplikasi nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dan stadia larva nyata mematikan hama *S. frugiperda*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jagung (*Zea mays* L.)

2.1.1. Taksonomi Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk tanaman semusim dari jenis gramineae yang memiliki batang tunggal dan monoceous. Siklus hidup tanaman ini terdiri dari fase vegetatif dan generatif. Secara lengkap jagung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Pratama, 2015) : Kingdom : Plantae ; Divisio : Spermatophyta ; Sub Divisio : Angiospermae ; Classis : Monocotyledone ; Ordo : Graminae ; Familia : Graminaceae ; Genus : *Zea* ; Species : *Zea mays* L (Pratama, 2015).

2.1.2. Nilai Ekonomi Tanaman Jagung dan Luas Tanam Jagung

Kebutuhan pangan selalu mengikuti tren jumlah penduduk dan dipengaruhi oleh peningkatan pendapatan per kapita serta perubahan pola konsumsi masyarakat. Ini menunjukkan indikasi bahwa diversifikasi pangan sangat diperlukan untuk mendukung pemantapan swasembada pangan. Dari kondisi ini maka harus dapat dipenuhi dua hal, yaitu penyediaan bahan pangan dan diversifikasi olahan pangan. Kandungan protein jagung lebih tinggi dari pada beras, sehingga cocok sebagai bahan makanan yang bergizi. Hasil analisa yang dilakukan oleh Balitjas adalah kandungan protein dari 100 g bahan tepung jagung, sorgum dan terigu berturut – turut sebanyak 9.2 g, 11.0 g dan 11.5 g yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung beras yang hanya mengandung protein sebanyak 7.0 g (Suarni, 2002).

Tabel 1. Data 5 Provinsi Terbesar Luas Tanam dan Produksi Jagung di Indonesia Tahun 2020

Provinsi	Luas Tanam (juta ha)	Produksi (juta ton)
Jawa Timur	1,19	5,37
Jawa Tengah	0,61	3,18
Lampung	0,47	2,83
Sumatera Utara	0,35	1,83
Sulawesi Selatan	0,37	1,82

Sumber : Kementerian Pertanian, 2020.

Pada Tabel 1 dapat dilihat 5 provinsi terbesar produksi jagung di Indonesia, dimana provinsi Jawa Timur merupakan sentral utama jagung dengan produksi 5,37 juta ton. Sedangkan provinsi Sumatera Utara menduduki posisi ke-4 setelah provinsi Jawa Tengah dan Lampung, kemudian provinsi Sulawesi Selatan menduduki posisi ke-5.

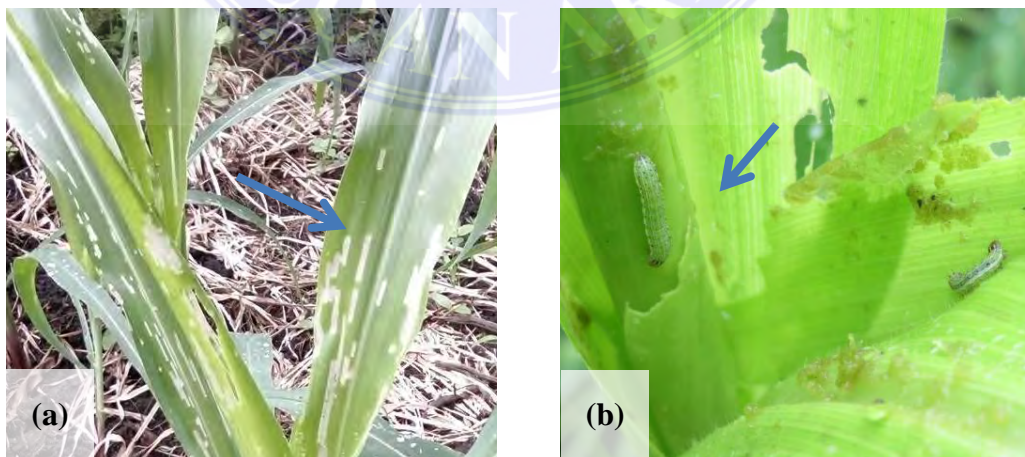
2.2. *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

Hama baru ditanaman jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) yang dikenal dengan nama *Fall armyworm* pertama kali ditemukan di U.S pada abad 18 dan di Afrika Tengah dan Barat pada awal tahun 2016. Pada tahun 2018 dilaporkan telah menyerang pertanaman jagung hampir seluruh negara Sub-Sahara Afrika negara Asia (India, Thailand dan Myanmar), sedangkan di Indonesia serangan *S. frugiperda* pertama kali ditemukan di Kabupaten Pasaman Barat pada bulan April tahun 2019. Dalam tempo 8 bulan hama tersebut telah menyebar sentral tanaman jagung di Maluku dan Kalimantan (BBPOPT, 2019)

S. frugiperda menyerang semua fase perkembangan tanaman jagung (fase vegetatif dan generatif), pada fase larva instar 1-6 dan menyerang bagian daun hingga tongkol tanaman jagung. Larva instar 1-6 dapat menyerang tanaman mulai umur 2 MST hingga tanaman menjelang panen. *S. frugiperda* bersifat polyfag dapat menyerang lebih dari 80 spesies tanaman, termasuk jagung, padi, tebu, sorgum, kapas, sayuran dan lain sebagainya. Tanaman jagung merupakan tanaman

utama yang paling disukai *S. frugiperda* hingga saat ini. Serangan berat *S. frugiperda* dapat mengakibatkan kehilangan hasil hingga mencapai 5-20% jika kepadatan rata-rata populasi *S. frugiperda* 0,2-0,8 larva pertanaman. Tingkat serangan *S. frugiperda* ini dapat mengakibatkan kehilangan hasil produksi jagung 8,3 sampai 20,6 juta ton pertahun pada negara-negara di Afrika (FAO, 2018).

S. frugiperda merusak tanaman jagung dengan cara larva menggigit atau memakan daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerakan pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam (Gambar 1). Larva FAW mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan rata-rata populasi 0,2 - 0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil 5 - 20%. Bila tidak segera diatasi maka daun tanaman di areal pertanian akan habis (Nurnina, *dkk* 2019).

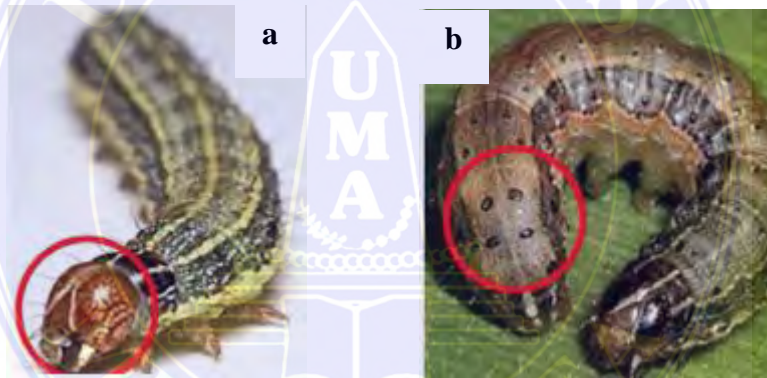


Gambar 1. Gejala serangan larva *Spodoptera frugiperda*
Keterangan : (a). serangan larva instar 1, (b). serangan larva instar 2-3
Sumber : BBPOPT (2020).

2.2.1. Klasifikasi *Spodoptera frugiperda*

Menurut Amran M. (2019) *Spodoptera frugiperda* diklasifikasikan sebagai berikut : Kingdom : Animalia, Filum : Arthropoda, Kelas : Insecta, Ordo : Lepidoptera, Famili : Noctuidae, Genus : *Spodoptera*, Spesies : *S frugiperda*.

Ciri khas larva *S. frugiperda* yaitu umumnya adanya tiga garis kuning di bagian belakang (Gambar 2b), diikuti garis hitam dan garis kuning di samping. Terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedua dari segmen terakhir, setiap titik hitam memiliki rambut pendek, pada kepala berwarna gelap, terdapat bentukan huruf Y terbalik berwarna terang dibagian depan kepala (Gambar 2a).



Gambar 2. Larva *S. frugiperda* Instar 6
Sumber : FAO, 2018

Siang hari larva *S. frugiperda* bersembunyi dibagian pangkal daun untuk menghindari cahaya kekeringan. Pada malam hari, larva mulai aktif untuk memakan bagian tanaman yang masih muda. Jika di suatu tempat tidak ada makanan, secara berkelompok larva akan berpindah menyerang tanaman di lahan lain.

Pada iklim tropis, seekor ngengat betina dapat bertelur 6 hingga 10 kelompok telur yang terdiri dari 100 hingga 300 butir, menghasilkan 1.500 hingga 2.000 telur dalam semasa hidupnya (2-3 minggu). Seperti kebanyakan hama lain,

sebagian besar telur tidak berkembang hingga dewasa karena terjadi kematian di berbagai siklus hidupnya (Nurnina *dkk.*, 2019).

1) Telur

Ngengat betina *S. frugiperda* meletakkan telur di bagian atas atau bawah permukaan daun jagung. Telur diletakkan secara berkelompok (Gambar 3). Pada awalnya berwarna putih bening atau hijau pucat saat baru diletakkan, pada hari berikutnya berubah warna menjadi hijau kecoklatan, dan pada saat akan menetas berubah menjadi coklat, terkadang ditutupi dengan bulu-bulu halus yang berwarna putih hingga kecoklatan, telur akan menetas dalam 2-3 hari.



Gambar 3. kelompok telur *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith
Sumber : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm
diakses 8 Desember 2019

2) Larva

Setelah telur menetas kemudian terbentuk larva instar 1 (neonatus) (Gambar 4) yang akan terpecah mencari tempat berlindung dan tempat makan.

Larva *S. frugiperda* terdiri dari 6 instar stadia.



Gambar 4. Larva neonatus FAW
Sumber : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm, diakses 8 Desember 2019

a. Larva instar 1 hingga 5

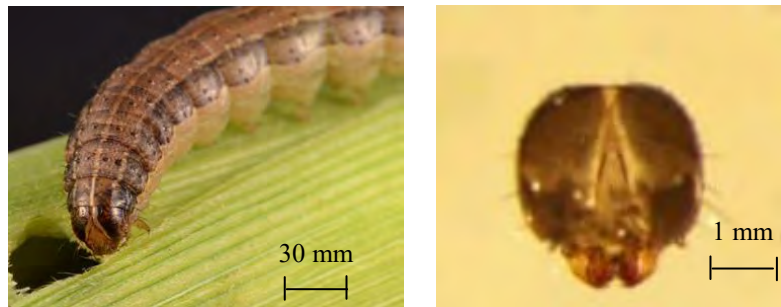
Larva muda berwarna pucat, kemudian menjadi coklat hingga hijau muda, dan berubah menjadi lebih gelap pada tahap perkembangan akhir (Gambar 5) Lama perkembangan larva adalah 12 hingga 20 hari, mulai dari larva neonatus hingga menjadi larva instar akhir, tergantung kondisi lingkungan sekitar (suhu dan kelembaban).



Gambar 5. Larva FAW instar 6
Sumber : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm, diakses 8 Desember 2019

b. Larva instar 6

Larva instar 6 yang paling mudah diidentifikasi. Umumnya dikarakterisasi oleh tiga garis kuning di bagian belakang, diikuti garis hitam dan garis kuning di samping (Gambar 6). Terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedua dari segmen terakhir, setiap titik hitam memiliki rambut pendek. Kepala berwarna gelap; terdapat bentuk Y terbalik berwarna terang di bagian depan kepala.



Gambar 6. Larva FAW Instar 6
Sumber : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm, diakses 8 Desember 2019

3) Pupa

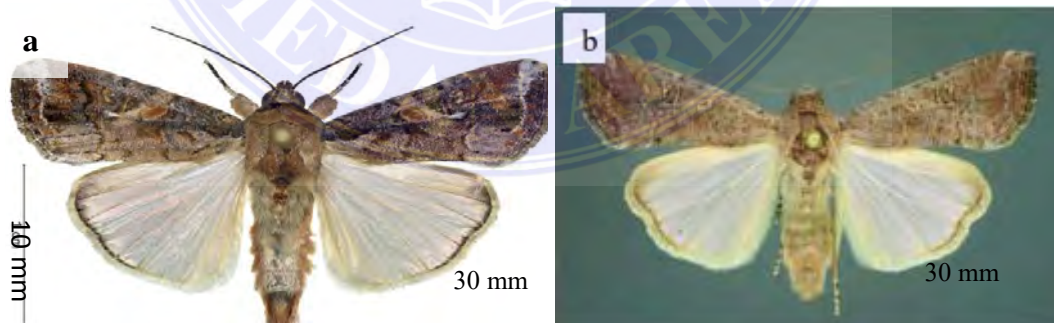
Larva instar 6 yang berwarna coklat tua selanjutnya akan membentuk pupa di dalam tanah (Gambar 7). Pupa berwarna coklat gelap, pupa sangat jarang ditemukan pada batang. Perkembangan pupa dapat berlangsung selama 12-14 hari, sebelum tahap dewasa (imago) muncul.



Gambar 7. Pupa *Spodoptera frugiperda*
Foto : Calatayud, P. A., diakses 8 Desember 2019

4) Imago

Imago memiliki lebar bentangan sayap antar 3-4 cm (Gambar 8). Sayap bagian depan berwarna coklat gelap sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan. Imago hidup selama 2-3 minggu sebelum mati.



Gambar 8. Imago *S. frugiperda*.

Keterangan : a. imago jantan, b. imago betina

Foto: Lyle J. Buss, University of Florida. diakses 8 Desember 2019

Tabel 2. Perbedaan Morfologi Jantan dan Betina *S. frugiperda*

Fase	Jantan	Betina
Larva	ukuran lebih besar	ukuran lebih kecil
Pupa	ukuran 1,3-1,5 cm warna coklat gelap	ukuran 1,6-1,7 cm berwarna coklat mengkilap
Imago	Panjang tubuh imago jantan 1,6 cm dan lebar sayap 3,7 cm, dengan sayap depan bercak (coklat muda, abu-abu, jerami) dengan sel discal yang mengandung warna jerami pada tiga perempat area dan coklat tua pada seperempat area.	Panjang tubuh imago betina adalah 1,7 cm dan lebar sayap 3,8 cm, sayap depan berbintikbintik (coklat tua, abu-abu), warna jerami dengan margin coklat gelap

2.3. Tanaman *Tithonia diversifolia* (Hamsley) A. Gray

Tanaman *T. diversifolia* merupakan jenis tanaman gulma dengan batang berbentuk blarva, berkayu dan berwarna hijau. Tanaman ini lebih dikenal dengan nama : paitan atau kipait. Tinggi tumbuhan antara 2-3 m dengan diameter batang berkisar 0,5-1,5 cm dan berongga (Jamal, 2011). Tajuk tanaman ini mudah dipangkas dan cepat untuk rimbun kembali. Tanaman ini mempunyai bunga yang manjemuk terletak di ujung ranting (Gambar 8). Tangkai bunga ini berbentuk blarva dan kelopak bunga berbentuk tabung serta memiliki bulu-bulu yang halus dengan warna kelopak bunga yang hijau serta mahkota berwarna kuning terang. perakaran dari tanaman ini cukup dalam dan tanaman ini pertumbuhannya cukup cepat sehingga tanaman kipahit biasa ditanam di perkarangan sebagai tanaman hias serta tanaman obat dan sebagai tanaman pencegah erosi di lahan miring (Windhi, 2011).

Klasifikasi tanaman kipahit (*T. diversifolia*) menurut Mokodompit (2013) sebagai berikut: Kingdom : Plantae, Sub kingdom : Viridiplantae, Divisi : Tracheophyta, Sub divisi : Spermatophytina, Kelas : Magnoliopsida, Ordo : Asterales, Famili : Asteraceae, Genus : *Tithonia*, Spesies : *Tithonia diversifolia*, Nama lokal : Kipahit dan Paitan.



Gambar 9. Tanaman Kipahit di Kebun Penelitian FP UMA di Desa Sampali, Sumber : Suswati.uma.ac.id, diakses 8 Desember 2019

2.3.1. Morfologi *Tithonia diversifolia*

A. Daun

Daun paitan seperti telapak tangan dengan tepi daun menyirip, berwarna hijau cemerlang dan merata dengan susunan daun berhadapan selang-seling dengan jarak beragam 2-7 cm, dan pada setiap ketiak daun terdapat tunas atau cabang yang akan mengeluarkan bunga. Sepanjang batang 60-70 cm teratas memiliki dan 11-17 helai daun. Pada tajuk berdaun 70 cm teratas mengandung unsur hara yang cukup tinggi yaitu 2,52% N; 1,97% K; 0,29% P; 0,51% Ca; 0,39% Mg dan senyawa flavonoid, tanin, saponin (Hakim dan Agustian, 2012).

B. Batang

Batang paitan tergolong lembut, berkayu, tumbuh tegak, tetapi jika berbunga lebat maka batang akan rebah dan merunduk bahkan bisa mencapai tanah. Ketika bunga sudah rontok dan biji sudah mengering pada musim panas, batang yang rebah tadi seakan-akan mati, tetapi begitu musim hujan turun, tunas-tunas baru akan muncul hampir diseluruh gugurnya daun tua (Hakim dan Agustian, 2012). Batang memiliki kandungan lignin yang cukup tinggi sering dipergunakan sebagai kayu bakar.

C. Bunga

Bunga paitan berwarna kuning seperti bunga matahari tetapi lebih kecil dengan diameter 4-12 cm dengan 8-16 daun mahkota. Satu batang atau cabang paitan tua dapat menghasilkan bunga rata-rata 36 kuntum bunga. Pada bagian tengah bunga terdapat bakal biji berupa tabung kepala putik yang tersusun tegak secara melingkar dengan diameter 1,5-2 cm. Pada satu kepala putik terdapat dua benang sari. Sejak kucup bunga sampai masak nya biji memerlukan waktu 2-3 bulan. Satu kuntum bunga dapat mencapai rata-rata 119 biji (Hakim dan Agustian, 2012).

D. Akar

Tumbuhan ini disebut juga bunga pahit (Sumatera Barat) atau bunga paitan (Jawa Timur) yang dapat tumbuh pada ketinggian 20 m sampai 900 m dpl (Hakim dan Agustian, 2012). Paitan memiliki akar tunggang yang dalam, bercabang banyak dan berasosiasi dengan jamur dan bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat N seperti azotobakter, serta bakteri penghasil fitohormon (Agustian et al, 2012).

2.3.2. Kandungan Senyawa Kimia *Tithonia diversifolia* L. dan Manfaatnya

A. Kandungan Senyawa Kimia *T. diversifolia*

Tanaman *T. diversifolia* mengandung saponin, flavonoid dan polifenol (Heyne, 2010). Kandungan kimia yang terdapat pada ekstrak daun tumbuhan *T. diversifolia* adalah senyawa flavonoid dan beberapa golongan *sesquiterpen*. Data yang didapat dalam jurnal ini menyebutkan bahwa kandungan flavonoid yang terbanyak pada daun adalah sebesar 32,9%. Penelitian yang dilakukan ini menggunakan analisis GC-MS (Moronkalo, et.al, 2013).

Menurut Jamal dan Agusta (2011), daun paitan diketahui mengandung 38 komponen dengan komponen utama yaitu asam palmitat; 9-pentadekadien-1-ol; benzyl benzoate; steraldehida; metilamina; 1,2,3,5- sikloheksantetrol serta dua senyawa yang tidak teridentifikasi, dimana menurut Ware (1978) *benzyl benzoate* bersifat *repellent* (penolak). Senyawa asam palmitat bersifat repellent (penolak serangga) serta berpengaruh terhadap saraf dan metabolisme serangga. Senyawa yang terkandung dalam tanaman ini berfungsi sebagai penolak serangga untuk makan sehingga menyebabkan serangga akan mati kelaparan. Cara masuk ke dalam tubuh serangga dari pestisida ini dapat secara kontak maupun perut (oral) (Marwoto, 2011). Kematian larva *Plutella xylostella* akibat ekstrak daun paitan diduga disebabkan pengaruh dari ekstrak daun paitan yang masuk ke dalam tubuh larva melalui pakan sehingga menyebabkan larva menolak atau tidak mau makan dan lama kelamaan mati. Penolakan tersebut disebabkan aroma dari ekstrak daun paitan yang membuat larva tidak mau makan (Prarifitriya, 2014).

B. Manfaat *T. diversifolia*

Tithonia diversifolia merupakan tanaman obat tradisional berbagai negara berdasarkan penelitian dari Sulistijowati & Gunawan (2010) merupakan obat anti-inflamasi pengurang rasa sakit serta sebagai anti malaria maupun diare dan diabetes. *T. diversifolia* mengandung senyawa tannin yang berperan sebagai racun bagi serangga. Tanin dapat bereaksi dengan protein dan menimbulkan masalah pada aktivitas enzim di dalam tubuh serangga sehingga semakin tinggi tanin maka proses kerja dari enzim di dalam serangga semakin terganggu. Selain itu juga terdapat senyawa saponin dan flavonoid yang dapat merusak saraf serangga yang

mengakibatkan berkurangnya nafsu makan serangga dan akhirnya mati (Safirah *dkk*, 2016).

Berdasarkan penelitian Mokodompit *dkk.* (2013), pestisida nabati *T. diversifolia* dapat menyebabkan hama wereng batang coklat mengalami kematian pada konsentrasi 1% setelah 7 hari setelah aplikasi mengalami gangguan makan, berdasarkan penelitian Pangihutan *dkk.* (2016) ekstrak daun kipahit dengan konsentrasi 5% yang diujikan pada *Callosobruchus macclarvaus* mampu menyebabkan kematian hingga 95% pada 72 jam setelah aplikasi (JSA). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *T. diversifolia* tidak sepenuhnya langsung dapat membunuh tetapi mempunyai sifat menghambat daya makan larva wereng batang coklat yang pada akhirnya berakibat pada kematian. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa *T. diversifolia* merupakan salah satu sumber insektisida botani yang cukup potensial untuk dikembangkan karena memiliki lebih dari satu sifat pestisida, selain hal tersebut ketersediaan bahan mentah yang melimpah karena tanaman kipahit mudah ditanam dan cepat pertumbuhannya (Mokodompit *dkk.*, 2013).

2.4. Nano Teknologi

Teknologi nano dapat didefinisikan sebagai sebuah ilmu yang berhubungan dengan benda-benda yang berukuran 1 hingga 100 nm, yang memiliki sifat berbeda dari bahan asalnya dan untuk mengontrol atau memanipulasi dalam skala atom. Pengaplikasian teknologi nano di bidang pertanian diantaranya dalam rekayasa genetika untuk mendapatkan bibit unggul. Nanopartikel dan nanoemulsi dapat diaplikasikan pada pestisida, pupuk, sensor untuk memantau tanah, Pakan ternak, obat hewan, Pangan, obat herbal dan

kemasan antibakteri serta komposit anti meresap gas. Nanoteknologi banyak dimanfaatkan dalam berbagai hal misalnya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan bahan alami dalam tanah, mempelajari mekanisme dan dinamika unsur-unsur nutrisi di dalam tanah (Ening, 2016).

2.4.1 Manfaat Nano Teknologi di Bidang Pertanian

Pada dasarnya prinsip penemuan nanoteknologi adalah untuk memaksimalkan hasil atau produksi tanaman dengan meminimalkan penggunaan pupuk, pestisida dan kebutuhan lainnya dengan melakukan monitoring kondisi tanah seperti perakaran dan mengaplikasikannya langsung ke target sehingga tidak ada yang terbuang. Penggunaan teknologi nano pada pupuk akan memungkinkan pelepasan nutrisi yang terkandung pada pupuk dapat dikontrol. Jadi hanya nutrisi yang benar-benar akan diserap oleh tanaman saja yang dilepaskan, sehingga tidak terjadi kehilangan nutrisi ada target yang tidak dikehendaki seperti tanah, air dan mikroorganisme. Pada pupuk nano, nutrisi dapat berupa enkapsulasi nanomaterial, pelapisan oleh lapisan pelindung yang tipis atau dilepaskan dalam bentuk emulsi dari nanopartikel. Contoh aplikasi nanoteknologi dalam bidang pertanian dalam upaya peningkatan produktifitas pertanian dilaporkan antara lain nanoporous, nanonutrisi, slow-released, nanoenkapsulasi, nanosensor untuk pupuk, air, herbisida, kestabilan tanah dan lain sebagainya. Beberapa ahli berpendapat bahwa pestisida dalam ukuran nano dapat menjadi berbahaya bagi manusia karena bisa menginfeksi kulit atau terhirup dan masuk ke paru-paru kemudian sampai ke otak. Efektivitas pestisida yang dapat meningkat berkali lipat dengan mengubahnya menjadi nanopartikel bisa dijadikan dasar untuk aplikasi pestisida organik berbahan dasar tanaman seperti rosemary,

cengkeh, lavender, kemangi, paitan dan beberapa minyak atsiri lain yang berpotensi menjadi pestisida nabati (Ening, 2016).

2.4.2. Pemanfaatan Nanopartikel Dalam Pengendalian Hama dan Penyakit

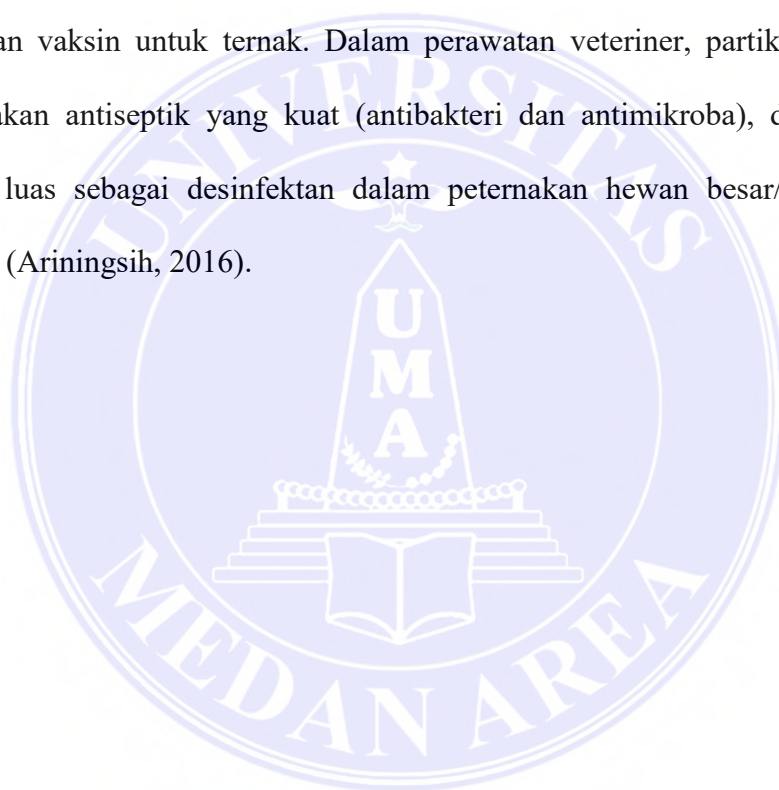
Tanaman

Kelemahan pestisida nabati yang mengandung minyak atsiri adalah mudah menguap dan tidak stabil. Oleh karena itu, bahan aktif minyak atsiri, perlu diformulasikan dalam bentuk yang lebih stabil, diantaranya nanopartikel. Hasil penelitian Noveriza *et al.* (2017), melaporkan bahwa formula nanoemulsi serai wangi konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2% yang terbaik dalam menekan perkembangan *Polyvirus* adalah konsentrasi 1% pada tanaman nilam varietas Sidikalang. Menurut Nuraini (2019), pemberian nanopestisida minyak serai wangi 1% efektif untuk mengendalikan *Polyvirus* penyebab mosaik dan serangga vektor kutu daun *Aphis gossypii* sebagai penular *Polyvirus* pada tanaman nilam terutama varietas Patcoulina 2 dengan nilai efikasi yaitu sebesar 14,70% dan 39,88% di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat (dataran tinggi) dan 33,85% dan 12,67% di Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara (dataran rendah).

Pada pengujian skala laboratorium Ag-ChNPs 500 ppm dan Cu-ChNPs 1000 ppm nanokitosan mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Colletotrichum capsici* sebesar 17,3 dan 42,3%. Sementara itu, pada skala rumah kaca perlakuan secara signifikan berpotensi menghambat perkembangan *Colletotrichum capsici* dengan menekan kejadian penyakit baik pada varietas Tanjung, Ciko, dan Kencana (Eris *dkk.*, 2019).

Terkait dengan penggunaan pestisida, fungisida, dan herbisida, Mousavi dan Rezael (2011), menyebutkan bahwa teknologi nano membantu mengurangi

polusi lingkungan dengan menghasilkan pestisida dan pupuk kimia menggunakan partikel nano dan kapsul nano yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan dan menunda penghantaran, absorpsi, serta lebih efektif dan ramah lingkungan; selain juga produksi kristal nano untuk meningkatkan efisiensi pestisida untuk penerapan pestisida dengan dosis yang lebih rendah. Lebih lanjut, disebutkan pula bahwa teknologi nano mempunyai potensi dan kemampuan dalam memberikan solusi untuk menyediakan bahan pangan, perawatan veteriner, serta obat dan vaksin untuk ternak. Dalam perawatan veteriner, partikel nano perak merupakan antiseptik yang kuat (antibakteri dan antimikroba), dan digunakan secara luas sebagai desinfektan dalam peternakan hewan besar/kecil maupun unggas (Ariningsih, 2016).



III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Desa Bandar Klippa Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, Medan dengan ketinggian tempat 22 mdpl (meter dari permukaan laut) suhu di ruangan percobaan 25° C, kelembapan 62%, dan di Laboratorium Fisika Unimed.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian ini adalah 2 kg daun *Tithonia diversifolia*, air aquades, tanaman jagung, tanah top soil.

Alat-alat yang digunakan dalam Penelitian ini, yaitu Alat yang digunakan yaitu toples, aqua cup, pinset, kuas, gelas ukur, pipet, timbangan, Oven, Ballmill, Mesin XRD (Lab. Fisika UNIMED), alat tulis.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan, yaitu:

1). Faktor 1 dosis nano bioinsektisida *Tithonia diversifolia* (P) terdiri atas 6 taraf dosis yaitu:

- P0(-)(kontrol) : air steril
- P0(+)(kontrol positif) : Curacron 500 EC (bahan aktif : profenos 500 g/l) (1 ml/l)
- P1 : 4% nanopartikel *Tithonia* (4 g/100 ml)
- P2 : 6% nanopartikel *Tithonia* (6 g/100 ml)
- P3 : 8% nanopartikel *Tithonia* (8 g/100 ml)
- P4 : 10% nanopartikel *Tithonia* (10 g/100ml)

2) Faktor 2 stadia larva *Spodoptera frugiperda* (S) terdiri dari 2 taraf yaitu :

- S1 : Larva *Spodoptera frugiperda* instar 3
- S2 : Larva *Spodoptera frugiperda* instar 5

Dengan demikian diperoleh jumlah kombinasi perlakuan sebanyak $6 \times 2 = 12$ kombinasi perlakuan, yaitu: P0(-)S1; P0(+)S1; P1S1; P2S1; P3S1; P4S1; P0(-)S2; P0(+)S2; P1S2; P2S2; P3S2; P4S2.

Berdasarkan kombinasi perlakuan yang didapat, yaitu 12 kombinasi perlakuan, maka ulangan yang digunakan dalam percobaan ini menurut perhitungan ulangan minimum pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial sebagai berikut:

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

$$(12-1) (r-1) \geq 15$$

$$11(r-1) \geq 15$$

$$11r - 11 \geq 15$$

$$11r \geq 15 + 11$$

$$11r \geq 26$$

$$r \geq 26/11$$

$$r \geq 2,36$$

$$r = 3 \text{ ulangan}$$

Keterangan:

Jumlah ulangan = 3 ulangan

Jumlah larva per perlakuan = 5 larva

Jumlah sampel keseluruhan percobaan = 180 sampel (12 perlakuan, 5 larva/perlakuan, 3 ulangan)

Ukuran diameter dasar toples = 10 cm

Ukuran tinggi toples = 13 cm

Berat daun tanaman jagung per toples = 2 g

3.4. Metode Analisa

Setelah data hasil pengamatan diperoleh selanjutnya akan dilakukan analisis data dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan rumus sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Pengamatan Faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j, pada ulangan ke-k

μ = Rataan Umum

A_i = Pengaruh faktor A pada taraf ke-i

B_j = Pengaruh faktor B pada taraf ke-j

$(AB)_{ij}$ = Kombinasi antara A dan B pada faktor taraf ke-i, faktor B taraf ke-j.

E_{ijk} = Pengaruh galat pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j pada ulangan ke-k

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Pengambilan Daun *Tithonia diversifolia*

Sebanyak 2 kg daun *T. diversifolia* 50 cm dari pucuk ujung tanaman diambil dari lahan percobaan tim peneliti pisang Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang berada di Dusun XXII Pondok Rowo Desa Sampali Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Ketersediaan tanaman *T. diversifolia* di lokasi tersebut jumlahnya sangat mencukupi untuk proses pembuatan nano bioinsektisida *T. diversifolia*.

3.5.2. Pembuatan Nano Bioinsektisida *Tithonia diversifolia*

Daun *T. diversifolia* yang telah dikumpulkan, dibersihkan dengan cara membilas dengan air dan kemudian dikering anginkan selama 4-5 hari dengan suhu 27° C dan kelembapan 65%. Daun *T. diversifolia* yang sudah kering disterilisasi di oven/furnance selama 4 jam dengan suhu 80°C. Setelah itu daun *T. diversifolia* di giling/Ballmill selama 2 jam dengan kecepatan 250 rpm (putaran per menit), sehingga diperoleh tepung daun *T. diversifolia* sebanyak 600 g. Tepung daun *T. diversifolia* dihaluskan dengan ukuran diatas 200 mesh (74 nm) sehingga diperoleh nano bioinsektisida *T. diversifolia*. Proses ini dilakukan di Laboratorium Fisika UNIMED.

3.5.3. Pengujian *X-ray Diffraction* (XRD)

Proses selanjutnya adalah pengujian XRD (*X-ray diffraction*) dimana ini merupakan suatu metode analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang terkandung didalam material yang di uji. Tepung *T. diversifolia* diambil sebanyak 0,5 g yang kemudian dimasukkan ke dalam mesin XRD dan hasilnya langsung dapat dilihat pada layar komputer.



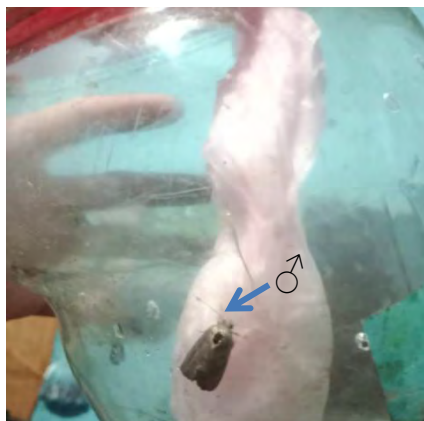
Gambar 10. Pengujian nanopartikel *T. diversifolia* dengan *X-ray diffraction*

3.5.4. Penyiapan Media Pemeliharaan *Spodoptera frugiperda*

Media yang disiapkan dalam penelitian ini adalah toples pemeliharaan larva. Wadah yang digunakan adalah toples plastik transparan yang berdiameter 15 cm. Bagian penutup wadah plastik dilubangi dengan luas lubang kurang lebih 50% luas wadah dan dilapisi kain kasa. Wadah plastik ditutup dengan menggunakan penutup yang telah dilubangi dan dilapisi kain kasa.

3.5.5. Penyiapan (*Rearing*) *Spodoptera frugiperda*

Larva instar 6 *Spodoptera frugiperda* sebanyak 6 pasang diperoleh dari petanaman jagung masyarakat di Desa Sampali. Larva *S. frugiperda* dimasukkan kedalam toples plastik yang berdiameter 15 cm dan tinggi 20 cm. Toples yang telah terisi *S. frugiperda* instar 6 selanjutnya dibiakkan dengan cara yaitu dipelihara sampai bertelur, lalu telur *S. frugiperda* dipindahkan ke toples plastik berdiameter 15 cm berisi tanah yang sudah di sterilisasi basah lalu dirawat hingga mencapai larva instar 3 dan instar 5 sebagai larva uji. Instar 3 dan instar 5 dipilih karena pada instar ini diharapkan memberikan data homogen untuk meminimalkan pengaruh lain selain perlakuan pada instar ini, larva berada pada puncak aktifnya makan sehingga diharapkan perlakuan bisa menghasilkan data yang akurat (Nurnina, 2019).



Gambar 11. *Rearing S. frugiperda* pada tanaman jagung

3.5.6. Pembuatan Campuran dan Aplikasi Nano Bioinsektisida *T.diversifolia*

Campuran didapatkan dengan cara mencampurkan tepung nanopartikel *T. diversifolia* sesuai dengan perlakuan yaitu : P1 = 4 g tepung nanopartikel bioinsektisida ditambahkan air aquades sampai dengan 100 ml, P2 = 6 g tepung nanopartikel bioinsektisida ditambahkan air aquades sampai dengan 100 ml, P3 = 8 g tepung nanopartikel bioinsektisida ditambahkan air aquades sampai dengan 100 ml, P4 = 10 g tepung nanopartikel bioinsektisida ditambahkan air aquades sampai dengan 100 ml, kemudian diaduk hingga rata sehingga dapat diaplikasikan. Hal tersebut dikerjakan sampai tersedia konsentrasi 0%, 4%, 6%, 8% dan 10% selanjutnya masing – masing campuran di aplikasinya menggunakan metode sandwich yang dimana daun jagung (*Zea mays* L.) di celupkan ke dalam larutan Nano Bioinsektisida *T. diversifolia*, lalu daun jagung (*Zea mays* L.) yang sudah dicelupkan ditiriskan selama 1 menit lalu diberikan ke *S. frugiperda* sebagai pakan *S. frugiperda* dan diamati.

Tabel 3. Pembuatan larutan nano bioinsektisida *Tithonia diversifolia*.

Konsentrasi (% v/v)	Berat nanopartikel stok (g)	Volume aquades (ml)
0%	0	100
4%	4	100
6%	6	100
8%	8	100
10%	10	100

3.6. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali dengan penggantian pakan dilakukan 2 hari sekali hingga 2 minggu atau hingga terbentuk pupa dan imago.

Data hasil pengamatan tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- a. Mortalitas *Spodoptera frugiperda*.

S.frugiperda diamati dengan memperhatikan perilaku dan mortalitas larva

S.frugiperda setelah aplikasi nano bioinsektisida *T. diversifolia* diamati hingga

serangga tersebut mati. Adapun rumus untuk menghitung persentase mortalitas larva dan pupa *S.frugiperda* adalah sebagai berikut :

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan : A : Jumlah larva yang mati

B : Jumlah larva/sampel

b. Persentase *feeding*

Persentase *feeding* *S.frugiperda* diperoleh dengan mengamati banyaknya *feeding* larva instar 3 *S.frugiperda* yang dilakukan 1x48 jam setelah aplikasi nano bioinsektisida *T.diversifolia* dengan berat daun jagung/sampel sebanyak 2 gram. Rumus persentase *feeding* *S.frugiperda* tertera sebagai berikut :

$$\text{Feeding (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan : A : Bobot daun jagung termakan

B : Bobot daun jagung yang diberikan

c. Persentase pupa dan imago terbentuk

Larva uji diamati sampai mencapai fase pupa dan imago dengan melihat perubahan fase *S. frugiperda* yang terbentuk, kemudian dihitung berdasarkan jumlah pupa dan imago yang terbentuk setiap sampel percobaan, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pupa dan imago terbentuk (\%)} = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan : A : Jumlah pupa dan imago terbentuk

B : Jumlah larva/sampel

d. Persentase Imago Cacat

Jumlah imago cacat juga dihitung berdasarkan dari masing-masing sampel dengan memperhatikan kelengkapan morfologi imago *S.frugiperda* dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Imago cacat (\%)} = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan : A : Jumlah imago yang cacat

B : Jumlah larva/sampel

e. Efektivitas Aplikasi Perlakuan Terhadap Parameter

Rumus untuk mencari efektivitas perlakuan sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas mortalitas : EM} = \frac{HM-HK}{HK} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas feeding : EF} = \frac{HF-HK}{HK} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas pupa dan imago terbentuk : ET} = \frac{HT-HK}{HK} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas imago cacat : EC} = \frac{HC-HK}{HK} \times 100\%$$

Keterangan :

EM : Efektivitas mortalitas

HM : Hasil mortalitas

EF : Efektivitas *feeding*

HF : Hasil *feeding*

ET : Efektivitas pupa dan imago terbentuk

HT : Hasil pupa dan imago terbentuk

EC : Efektivitas imago cacat

HC : Hasil imago cacat

HK : Hasil kontrol

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Aplikasi nanopartikel bioinsektisida *Tithonia diversifolia* berpengaruh sangat nyata terhadap persentase mortalitas, persentase *feeding*, dan persentase pembentukan pupa, namun tidak berpengaruh nyata terhadap persentase imago cacat *Spodoptera frugiperda*. Nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dengan konsentrasi 10% merupakan perlakuan yang terbaik dibandingkan dengan konsentrasi 4%, 6%, dan 8% dalam mematikan *S. frugiperda*. Dari total keseluruhan larva *S. frugiperda* yang diuji persentase kematian pada penelitian ini sebesar 25,5%.
2. Stadia larva yang diaplikasikan nanopartikel bioinsektisida *Tithonia diversifolia* berpengaruh sangat nyata terhadap persentase mortalitas, persentase *feeding*, dan persentase pembentukan pupa, namun tidak berpengaruh nyata terhadap persentase imago cacat *Spodoptera frugiperda*. Larva pada instar 3 memiliki mortalitas lebih tinggi terhadap aplikasi nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* daripada instar 5. Mortalitas *S. frugiperda* larva instar 3 pada penelitian ini sebesar 18,33%, sedangkan pada larva instar 5 sebesar 7,22%.
3. Kombinasi aplikasi nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dan stadia larva berpengaruh sangat nyata terhadap persentase mortalitas, persentase *feeding*, dan persentase pembentukan pupa, namun tidak berpengaruh nyata terhadap persentase imago cacat *Spodoptera frugiperda*. Perlakuan nanopartikel bioinsektisida konsentrasi 10% dan larva pada instar 3 merupakan perlakuan yang terbaik dalam mematikan *S. frugiperda*.

5.2. Saran

Dapat diuji lebih lanjut penggunaan nanopartikel bioinsektisida *T. diversifolia* dalam mengendalikan hama *Spodoptera frugiperda* dengan menggunakan konsentrasi 10% maupun lebih dan stadia lebih rendah larva instar 1 dan larva instar 2.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. Khairulrijal. 2010. Riview: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* Vol.2 (1):1-9
- Afifah, F., Rahayu Y.S., dan Faiza U. 2015. Efektivitas Kombinasi Filtrat Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) dan Filtrat Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) Sebagai Pestisida Nabati Hama Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*) pada Tanaman Padi. *Lentera Bio*. 4(1): 25-31.
- Azwana, S. Mardiana, Rizky R. Z. 2019, Efikasi Insektisida Nabati Ekstrak Bunga Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* A.Gray) Terhadap Hama Larva Grayak (*Spodoptera litura* F) Pada Tanaman Sawi Di Laboratorium. Universitas Medan Area , Medan. *Biolink*. Vol. 5(2):131-141.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Jagung. Sumatera Utara (ID): Badan Pusat Statistik. Diakses di <http://www.bps.go.id/site/resultTab>. Diakses pada tanggal 7 Juli 2021.
- Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman (BBPOPT). 2019. Waspada Hama Baru *Spodoptera frugiperda* di Indonesia. www.bbpopt.id (Diakses 09 November 2019).
- Dadang dan Prijono, D. 2008. Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Derna, H., 2011. Dinamika Populasi Hama Utama Tanaman Jagung Pada Pola Tanam Berbasis Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros Sulawesi Selatan.
- Eris, Deden D., Sri Wahyuni, Soekarno M. Putra, Cipta A. Y., Agustin Sri M., Siswanto, Eti Heni K., dan Christina Winarti. 2019. Pengaruh Nanokitosan-Ag/Cu Pada Perkembangan Penyakit Antraknosa Pada Cabai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol. 24(3):201-208.
- Facundo HT, Hirao A, Santiago DR, Gabriel BP. 2001. Screening of microbial agents for the control of the orchid lema, *Lema pectoralis* Baly (*Coleoptera*: Chrysomelidae). *The Philippine Agricultural Scientist*. 84:171-8
- Food And Agriculture Organization of The United Nations (FAO). 2018. Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning, and Management, Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.

- Hasnah dan Nasril. 2009. Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Mortalitas *Plutella xylostella* L. Pada Tanaman Sawi. *J. Floratek* Vol. 4:29-40
- Hendra, W., Salbiah D., dan Sutikno A. 2013. Penggunaan Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Laporan Penelitian. Universitas Riau.
- Hruska, A. J. and Gould, F. 1997. Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea lineolate* (Lepidoptera: Pyralidae) Impact of Larval Poplarvaion Level and Temporal Occurrence on Maize Yield in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*. Volume 90(2): 611-622.
- Julaily N, Mukarlina, Setyawati TR. 2013. Pengendalian hama pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Protobiont*, 2 (3),171-175.
- Lukman, Aprizal. 2009. Peran Hormon Dalam Metamorfosis Serangga. *Biospesies*. Vol. 2(1): 42-48.
- Marengo, R. J., Foster, R. E. and Sanches, C. A. 1992. Sweet corn response to fall army worm (Lepidoptera: *Noctuidae*) damage during vegetative growth. *Journal Economic Entomology*, 85, 1285 -1292.
- Mokodompit, T.A., Koneri R., Siahaan P., & Tangapo A. M. 2013. Uji Ekstrak daun *Tithonia diversifolia* Sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata lugens* Stal. pada *Oryza sativa* L. *Bios logos*. 3(2): 50-56.
- Muaddibah K. 2016. Pengaruh Ekstrak Daun Legetan (*Synedrella nodiflora*) Terhadap Perkembangan Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*). [Skripsi]. Malang (ID): UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Muhammad, Syakir. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Badan Litbang Pertanian. Dalam Seminar Nasional Pestisida Nabati IV pada 15 Oktober 2011. Jakarta. Hal 9-18.
- Mulyana. 2002. Ekstraksi Senyawa Aktif Alkaloid, Kuinon dan Saponin dari Tumbuhan Kecubung sebagai Larvasida dan Insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nonci, Nurnina, Septian H. Kalqutny, Hishar Mirsam, Amran Muis, M. Azrai, dan M. Aqil. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

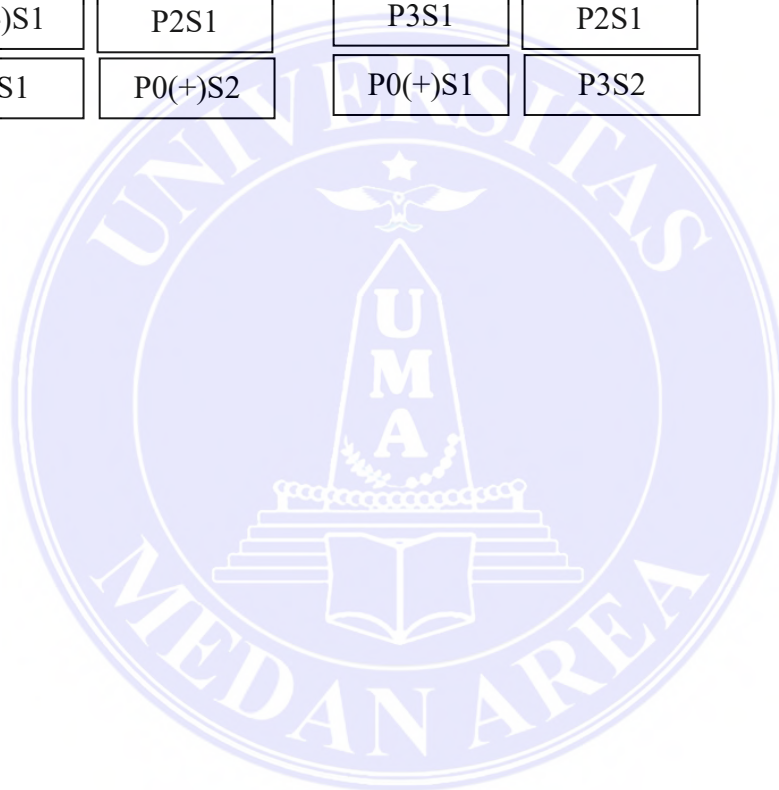
- Noveriza, R. Mariana, M. mardiningsih T. L., dan Yiliani S. 2017. Efficiency form larvaion of nano biopesticides citronella against mosaic virus on patchouli and its vector in the field. *International Conference of Essential Oil (ICEO)* 1-9.
- Nuraini. 2019. Validasi Efektifitas Nanopestisida Minyak Serai Wangi Terhadap *Polyvirus* Penyebab Penyakit Mosaik dan Vektornya Pada Tanaman Nilam. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Nurhudiman, Hasibuan R., Hariri A. M., & Purnomo. 2018. Uji Potensi Babadotan (*Argeratum conyzoides* L.) sebagai Insektisida Botani terhadap Hama (*Plutella xylostella* L.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotropika*. 6(2): 91–98.
- Nurnina, *dkk*, 2019. Pengenalan Hama Baru Di indonesia Fall Armyworm Kementerian Pertanian Republik Indonesia <https://www.pertanian.go.id> Diakses pada 20 Mei 2021
- Oladipupo, A.L., Adeleke A.K., Andy R.O. and Adebola O.O. 2012. Volatile constituents of the flower, leaves, stems and roots of *Tithonia diversifolia* (Hemsely) A. Gray. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 15(5): 816-821.
- Petrus, Ismaya, dan Parawansa N. R. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Pengendalian Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*. 10 (2): 162-169.
- Pitre HN, Hogg DB. 1983. Development of the fall armyworm on cotton, soybean and corn. *Journal of the Georgia Entomological Society*. Vol. 18:187–194.
- Purba, S. 2009. Uji Efektifitas Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptra: *Plutellidae*) di Laboratorium [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Putra F. 2007. Uji Konsentrasi Fraksi Heksan Bunga Kipait (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (*Asteraceae*) Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera; *Yponomeutidae*). *Skripsi*. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 42 hal
- Sa' Diyah NA, Purwani KI, Wijayawati L. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera Odollam*) Terhadap Perkembangan Larva Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Skripsi* (Tidak Dipublikasikan). Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

- Safirah, Rahma, Nur Widodo, dan M. Agus Krisno B. 2016. Uji Efektivitas Insektisida Nabati Buah *Crescentia cujete* Dan Bunga *Syzygium aromaticum* Terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Secara *In Vitro* Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol. 2(3):265-276.
- Sapoetro, Tri S., Rosma H., Agus M. Hariri, dan Lestari Wibowo. 2019. Uji Potensi Daun Kipahit (*Tithonia diversifolia* A. Gray) Sebagai Insektisida Botani Terhadap Larva *Spodoptera litura* F. di Laboratorium. *J. Agrotek Tropika*. Vol. 7(3): 371-381
- Sari, M., Lubis L., dan Pangestiningih Y. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Larva Grayak (*Spodoptera litura* F.) (*Lepidoptera: Noctuidea*) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1 (3): 560-569.
- Siahaya VG, dan Rumthe RY. 2014. Uji ekstrak daun pepaya (*Carica papaya*) terhadap larva *Plutella xylostella* (*Lepidoptera: Plutellidae*). *Jurnal Agrologia*, 3 (2), 112-116.
- Suarni dan S. Widowati. 2016. *Struktur, Komposisi dan Nutrisi Jagung. Balai Penelitian Tanaman dan Serealia*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian Bogor
- Subiakto, S. 2002. *Pestisida Nabati. Pembuatan & Pemanfaatan*. Balai Penelitian Tanaman Hortikultura. Lembang
- Susanti, Dian, Rahma W., dan Ato Sulisty. 2015. Aktivitas Antifeedant dan Antioviposisi Ekstrak Daun *Tithonia* Terhadap Kutu Kebul. *Agrosains*. Vol. 17(2) : 33-38
- Syahputra E. 2008. Bioaktivitas sediaan buah *Brucea javanica* sebagai insektisida nabati untuk serangga hama pertanian. *Bul. Littro*. Vol. 19(1): 57-67
- Tri Seno Sapoetra. 2018. Uji potensi daun Kipahit (*Tithonia diversifolia* A. Gray) sebagai insektisida botani terhadap larva *Spodoptera litura* F. Universitas Lampung, Bandar Lampung
- Willing Bagariang. 2019. Identifikasi Hama Invasif *Spodoptera Frugiperda* (J.E.Smith). Balai Besar Peralaman Organisme Pengganggu Tumbuhan. Bandung, Jawa Barat.
- Yunita EA, Suprpti NH, Hidayat JW. 2009. Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan *Aedes aegypti*. *Jurnal Hioma*. Vol. 11(1), 11-17.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian

Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III	
P3S1	P0(-)S2	P1S1	P4S2	P3S1	P0(-)S1
P2S2	P0(+)S1	P2S2	P0(+)S2	P1S1	P2S2
P1S1	P3S2	P4S1	P1S2	P0(+)S1	P4S2
P4S2	P1S2	P0(-)S1	P0(+)S1	P2S1	P3S2
P0(-)S1	P2S1	P3S1	P2S1	P0(-)S2	P1S2
P4S1	P0(+)S2	P0(+)S1	P3S2	P4S1	P0(+)S2



Lampiran 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	2021																			
		Januari				Februari				Maret				April				Mei			
		Minggu Ke-																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan bahan dan pembuatan nano partikel <i>T. diversifolia</i>	■	■																		
2	Uji XRD (<i>X-ray diffraction</i>)	■	■																		
3	Pelaksanaan Penelitian			■																	
	a. <i>Rearing</i> Larva			■	■	■	■	■	■	■	■										
	b. Pengambilan daun jagung									■	■	■	■								
	c. Pembuatan Campuran dan Aplikasi Nanopartikel Bioinsektisida <i>T. diversifolia</i>									■	■	■	■								
	d. Pengamatan												■	■							
4	Pengolahan Data													■	■	■	■				
5	Laporan Akhir															■	■	■	■		

Lampiran 3. Data Mortalitas (%) Larva *Spodoptera frugiperda* dengan aplikasi nanobiopestisida *T. diversifolia* pada pengamatan hari ke-1 sampai dengan hari ke-12

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ulangan 3												
P0-S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S1	20	80	80	80	80	100	100	100	100	100	100	100
P1S1	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P2S1	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20
P3S1	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P4S1	0	0	20	0	40	60	60	60	60	60	60	60
P0-S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S2	0	0	40	40	40	100	100	100	100	100	100	100
P1S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulangan 2												
P0-S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S1	0	60	80	80	80	100	100	100	100	100	100	100
P1S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3S1	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20
P4S1	0	0	20	20	20	60	60	60	60	60	60	60
P0-S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S2	0	0	20	60	60	60	60	60	60	60	60	60
P1S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulangan 3												
P0-S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S1	0	20	60	60	80	100	100	100	100	100	100	100
P1S1	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
P2S1	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20
P3S1	0	0	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60
P4S1	0	0	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60
P0-S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P0+S2	0	0	20	60	60	80	80	80	80	80	80	80
P1S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4S2	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20

Lampiran 4. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva *S. frugiperda* (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P0+S1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P1S1	20,00	0,00	20,00	40,00	13,33
P2S1	20,00	0,00	20,00	40,00	13,33
P3S1	20,00	20,00	60,00	100,00	33,33
P4S1	60,00	60,00	60,00	180,00	60,00
P0-S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P0+S2	100,00	60,00	80,00	240,00	80,00
P1S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4S2	0,00	0,00	20,00	20,00	6,67
Total	320,00	240,00	360,00	920,00	
Rataan	26,67	20,00	30,00		25,56

Lampiran 5. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Larva *S. frugiperda*
Transformasikan ke $Arc - \sin \sqrt{x + 0,5}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P0+S1	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
P1S1	4,53	0,71	4,53	9,76	3,25
P2S1	4,53	0,71	4,53	9,76	3,25
P3S1	4,53	4,53	7,78	16,83	5,61
P4S1	7,78	7,78	7,78	23,33	7,78
P0-S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P0+S2	10,02	7,78	8,97	26,78	8,93
P1S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P2S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P3S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P4S2	0,71	0,71	4,53	5,94	1,98
Total	45,65	35,77	51,67	133,09	-
Rataan	3,80	2,98	4,31	-	3,70

Lampiran 6. Data Dwi Kasta Pengamatan Persentase Mortalitas Larva *S. frugiperda* Transformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	2,12	2,12	4,24	0,71
P0+	30,07	26,78	56,85	9,48
P1	9,76	2,12	11,88	1,98
P2	9,76	2,12	11,88	1,98
P3	16,83	2,12	18,95	3,16
P4	23,33	5,94	29,28	4,88
Total	91,89	41,20	133,09	-
Rataan	5,10	2,29	-	3,70

Lampiran 7. Data Sidik Ragam Pengamatan Persentase Mortalitas Larva *S. frugiperda* Transformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$

SK	dB	JK	KT	F. hit		F. 0,05	F. 0,01
NT	1	492,04					
Ulangan	2	10,75	5,38	4,22	*	3,44	5,72
Perlakuan							
P	5	299,43	59,89	47,03	**	2,66	3,99
S	1	71,37	71,37	56,04	**	4,11	7,95
P x S	5	36,40	7,28	5,72	**	2,66	3,99
Galat	22	28,01	1,27				
Total	36	938					
KK	30,52%						

Lampiran 8. Data Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* (%) Hari Ke-2

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	68,10	80,42	71,00	219,52	73,17
P0+S1	11,10	12,00	8,00	31,10	10,37
P1S1	60,00	62,00	59,00	181,00	60,33
P2S1	55,00	65,00	65,00	185,00	61,67
P3S1	27,00	33,00	60,00	120,00	40,00
P4S1	26,00	28,00	38,00	92,00	30,67
P0-S2	97,00	85,00	77,00	259,00	86,33
P0+S2	17,00	14,00	9,00	40,00	13,33
P1S2	83,30	87,00	89,00	259,30	86,43
P2S2	82,00	89,00	83,00	254,00	84,67
P3S2	82,00	79,00	75,00	236,00	78,67
P4S2	78,00	73,00	71,00	222,00	74,00
Total	686,50	707,42	705,00	2098,92	
Rataan	57,21	58,95	58,75		58,30

Lampiran 9. Dwi Kasta Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-2

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	219,52	259,00	478,52	79,75
P0+	31,10	40,00	71,10	11,85
P1	181,00	259,30	440,30	73,38
P2	185,00	254,00	439,00	73,17
P3	120,00	236,00	356,00	59,33
P4	92,00	222,00	314,00	52,33
Total	828,62	1270,30	2098,92	-
Rataan	46,03	70,57	-	58,30

Lampiran 10. Sidik Ragam Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-2

SK	dB	JK	KT	F. hit	F. 0,05	F. 0,01
NT	1	122374,03				
Ulangan	2	21,83	10,91	0,20	3,44	5,72
Perlakuan						
P	5	18618,25	3723,65	69,82	**	2,66
S	1	5418,92	5418,92	101,60	**	4,11
P x S	5	1728,71	345,74	6,48	**	2,66
Galat	22	1173,35	53,33			
Total	36	149335,09				
KK	12,52%					

Lampiran 11. Data Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-4 (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	77,20	86,00	82,00	245,20	81,73
P0+S1	1,00	2,00	2,00	5,00	1,67
P1S1	47,30	67,00	53,00	167,30	55,77
P2S1	44,00	65,00	58,00	167,00	55,67
P3S1	25,00	32,00	61,00	118,00	39,33
P4S1	19,00	22,00	34,00	75,00	25,00
P0-S2	95,00	94,00	92,00	281,00	93,67
P0+S2	5,00	8,00	5,00	18,00	6,00
P1S2	83,00	84,00	85,00	252,00	84,00
P2S2	81,00	78,00	77,00	236,00	78,67
P3S2	75,00	66,00	64,00	205,00	68,33
P4S2	70,00	71,00	60,00	201,00	67,00
Total	622,50	675,00	673,00	1970,50	
Rataan	51,88	56,25	56,08		54,74

Lampiran 12. Dwi Kasta Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-4

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	245,20	281,00	526,20	87,70
P0+	5,00	18,00	23,00	3,83
P1	167,30	252,00	419,30	69,88
P2	167,00	236,00	403,00	67,17
P3	118,00	205,00	323,00	53,83
P4	75,00	201,00	276,00	46,00
Total	777,50	1193,00	1970,50	-
Rataan	43,19	66,28	-	54,74

Lampiran 13. Sidik Ragam Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-4

SK	dB	JK	KT	F. hit	F. 0,05	F. 0,01
NT	1	107857,51				
Ulangan	2	147,51	73,76	1,21	tn	3,44
Perlakuan						
P	5	24832,81	4966,56	81,25	**	2,66
S	1	4795,56	4795,56	78,45	**	4,11
P x S	5	1342,89	268,58	4,39	**	2,66
Galat	22	1344,84	61,13			
Total	36	140321,13				
KK		14,28%				

Lampiran 14. Data Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-6 (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	72,00	79,00	80,00	231,00	77,00
P0+S1	0,00	2,00	1,00	3,00	1,00
P1S1	44,00	65,00	53,00	162,00	54,00
P2S1	49,00	54,00	56,00	159,00	53,00
P3S1	27,00	28,00	56,00	111,00	37,00
P4S1	18,00	20,00	27,00	65,00	21,67
P0-S2	80,00	82,00	77,00	239,00	79,67
P0+S2	5,00	2,00	1,00	8,00	2,67
P1S2	69,00	75,00	79,00	223,00	74,33
P2S2	65,00	65,00	68,00	198,00	66,00
P3S2	73,00	67,00	58,00	198,00	66,00
P4S2	57,00	63,00	45,00	165,00	55,00
Total	559,00	602,00	601,00	1762,00	
Rataan	46,58	50,17	50,08		48,94

Lampiran 15. Dwi Kasta Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-6

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	231,00	239,00	470,00	78,33
P0+	3,00	8,00	11,00	1,83
P1	162,00	223,00	385,00	64,17
P2	159,00	198,00	357,00	59,50
P3	111,00	198,00	309,00	51,50
P4	65,00	165,00	230,00	38,33
Total	731,00	1031,00	1762,00	-
Rataan	40,61	57,28	-	48,94

Lampiran 16. Sidik Ragam Pengamatan Persentase *Feeding* Larva *S. frugiperda* Hari Ke-6

SK	dB	JK	KT	F. hit	F. 0,05	F. 0,01
NT	1	86240,11				
Ulangan	2	100,39	50,19	0,97	tn	3,44
Perlakuan						
P	5	21272,56	4254,51	82,52	**	2,66
S	1	2500,00	2500,00	48,49	**	4,11
P x S	5	1316,67	263,33	5,11	**	2,66
Galat	22	1134,28	51,56			
Total	36	112564				
KK	14,67%					

Lampiran 17. Data Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago *S. frugiperda* (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P0+S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1S1	80,00	100,00	80,00	260,00	86,67
P2S1	80,00	100,00	80,00	260,00	86,67
P3S1	80,00	80,00	40,00	200,00	66,67
P4S1	40,00	40,00	40,00	120,00	40,00
P0-S2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P0+S2	20,00	40,00	20,00	80,00	26,67
P1S2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P2S2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P3S2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
P4S2	100,00	100,00	80,00	280,00	93,33
Total	900,00	960,00	840,00	2700,00	
Rataan	75,00	80,00	70,00		75,00

Lampiran 18. Dwi Kasta Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago *S. frugiperda*

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	300,00	300,00	600,00	100,00
P0+	0,00	80,00	80,00	13,33
P1	260,00	300,00	560,00	93,33
P2	260,00	300,00	560,00	93,33
P3	200,00	300,00	500,00	83,33
P4	120,00	280,00	400,00	66,67
Total	1140,00	1560,00	2700,00	-
Rataan	63,33	86,67	-	75,00

Lampiran 19. Sidik Ragam Pengamatan Persentase Terbentuk Pupa dan Imago *S. frugiperda*

SK	dB	JK	KT	F. hit	F. 0,05	F. 0,01
NT	1	202500				
Ulangan	2	600	300	4,30 *	3,44	5,71
Perlakuan						
P	5	31433,33	6286,66	90,2 **	2,66	3,98
S	1	4900	4900	70,30 **	4,11	7,94
P x S	5	2633,33	526,66	7,55 **	2,66	3,98
Galat	22	1533,33	69,69			
Total	36	243600				
KK						11,13%

Lampiran 20. Data Pengamatan Persentase Imago *S. frugiperda* Cacat (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P0+S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2S1	0,00	20,00	0,00	20,00	6,67
P3S1	0,00	20,00	0,00	20,00	6,67
P4S1	20,00	20,00	20,00	60,00	20,00
P0-S2	0,00	0,00	20,00	20,00	6,67
P0+S2	0,00	0,00	20,00	20,00	6,67
P1S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4S2	0,00	0,00	20,00	20,00	6,67
Total	20,00	60,00	80,00	160,00	
Rataan	1,67	5,00	6,67		4,44

Lampiran 21. Data Pengamatan Persentase Imago *S. frugiperda* Cacat ditransformasikan ke $Arc - \sin \sqrt{x + 0,5}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
P0-S1	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P0+S1	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P1S1	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P2S1	0,71	4,53	0,71	5,94	1,98
P3S1	0,71	4,53	0,71	5,94	1,98
P4S1	4,53	4,53	4,53	13,58	4,53
P0-S2	0,71	0,71	4,53	5,94	1,98
P0+S2	0,71	0,71	4,53	5,94	1,98
P1S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P2S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P3S2	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
P4S2	0,71	0,71	4,53	5,94	1,98
Total	12,31	19,95	23,77	56,02	-
Rataan	1,03	1,66	1,98	-	1,56

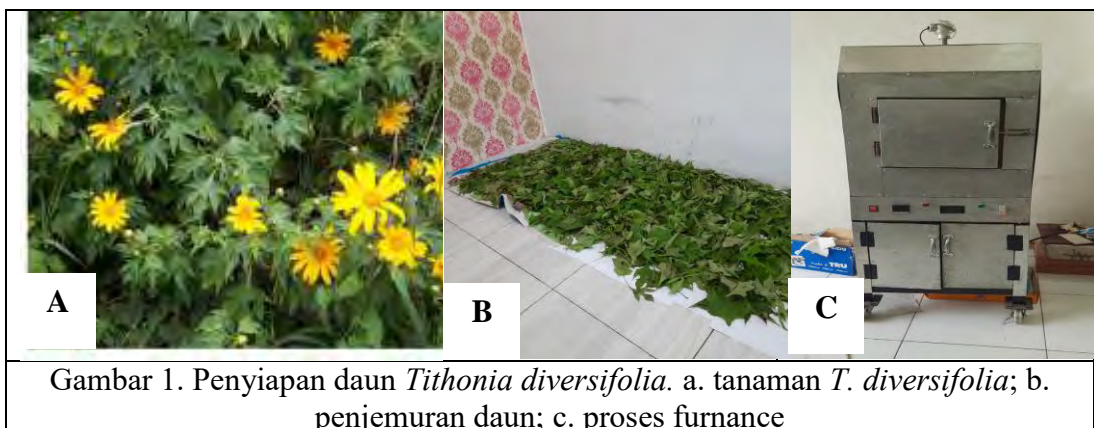
Lampiran 22. Data Dwi Kasta Pengamatan Persentase imago *S. frugiperda* cacat ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$

P/S	S1	S2	Total	Rataan
P0-	2,12	5,94	8,06	1,34
P0+	2,12	5,94	8,06	1,34
P1	2,12	2,12	4,24	0,71
P2	5,94	2,12	8,06	1,34
P3	5,94	2,12	8,06	1,34
P4	13,58	5,94	19,52	3,25
Total	31,83	24,19	56,02	-
Rataan	1,77	1,34	-	1,56

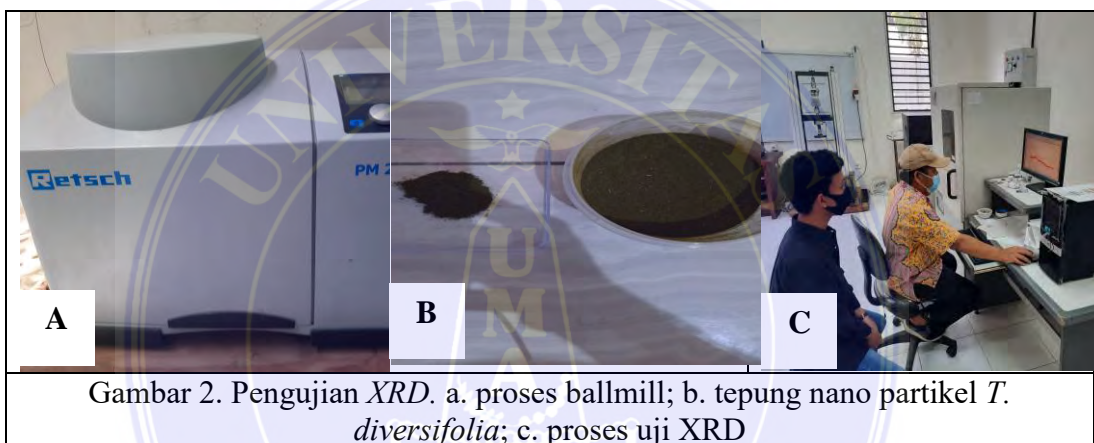
Lampiran 23. Data Sidik Ragam Pengamatan Persentase imago *S. frugiperda* ditransformasikan ke $Arc - Sin \sqrt{x + 0,5}$

SK	dB	JK	KT	F. hit	F. 0,05	F. 0,01
NT	1	87,17				
Ulangan	2	5,68	2,84	1,45 tn	3,44	5,72
Perlakuan						
P	5	22,71	4,54	2,32 tn	2,66	3,99
S	1	1,62	1,62	0,83 tn	4,11	7,95
P x S	5	17,84	3,57	1,83 tn	2,66	3,99
Galat	22	42,98	1,95			
Total	36	178				
KK	89,82%					

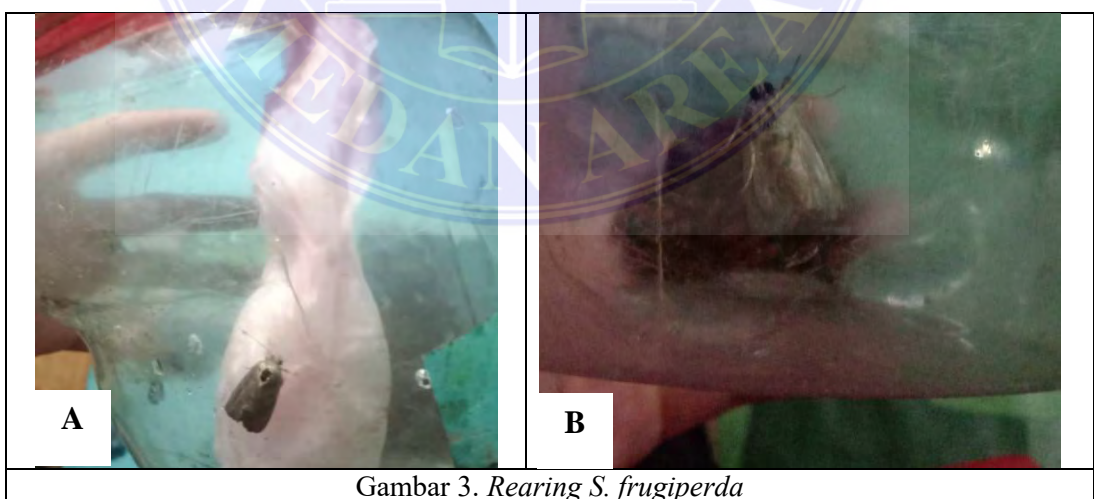
Lampiran 24. Dokumentasi Penelitian



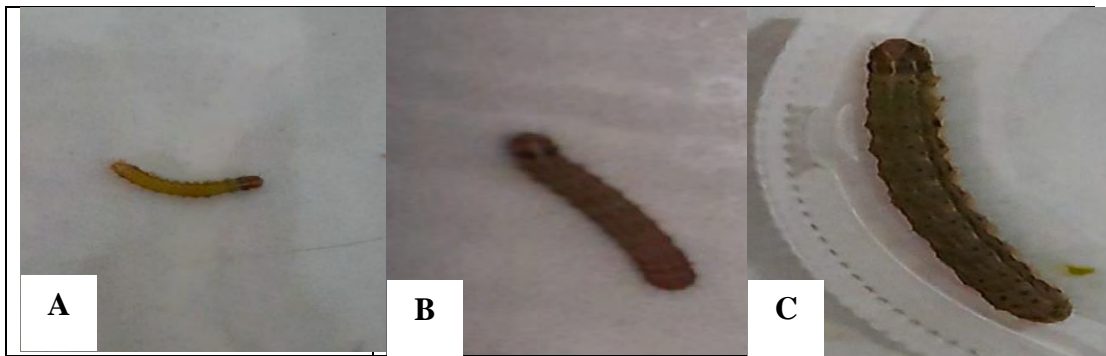
Gambar 1. Penyiapan daun *Tithonia diversifolia*. a. tanaman *T. diversifolia*; b. penjemuran daun; c. proses furnance



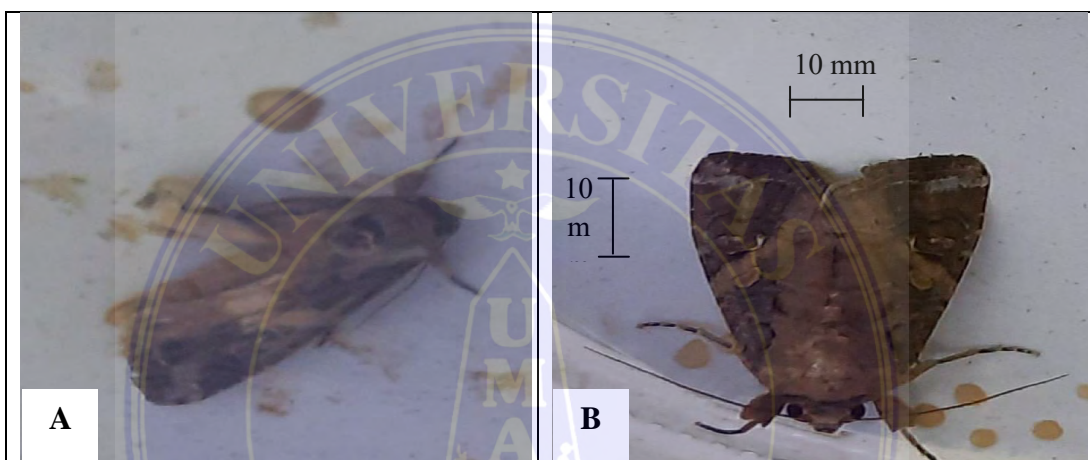
Gambar 2. Pengujian XRD. a. proses ballmill; b. tepung nano partikel *T. diversifolia*; c. proses uji XRD



Gambar 3. Rearing *S. frugiperda*



Gambar 4. Larva *S. frugiperda*. a. Larva instar 1; b. Larva instar 3; c. Larva instar 5



Gambar 5. Imago *S. frugiperda* setelah aplikasi a. imago cacat pada perlakuan P0(+)_{S2}; b. imago sempurna