

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BINTARO (*Cerbera odollam*) TERHADAP  
PENGENDALIAN HAMA ORDO LEPIDOPTERA PADA TANAMAN  
KUBIS (*Brassica oleracea*)**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

**Disusun Oleh:  
HESTI AMELIA  
NIM : H91218044**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hesti Amelia

NIM : H91218044

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :  
**“PENGARUH EKSTRAK DAUN BINTARO (*Cerbera odollam*) TERHADAP PENGENDALIAN HAMA ORDO LEPIDOPTERA PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea*)”**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Juni 2022  
Yang menyatakan,



NIM H91218044

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Skripsi

Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*)  
Terhadap Pengendalian Hama Ordo Lepidoptera  
Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*)

Oleh:

HESTI AMELIA  
NIM : H91218044

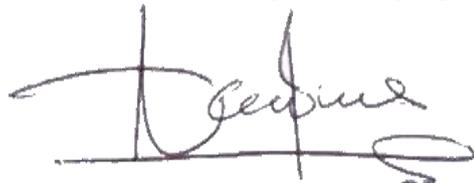
Telah diperiksa dan disetujui  
di Surabaya, 14 Juni 2022

Dosen Pembimbing Utama



Esti Tyastirin, M.KM.  
NIP 198706242014032001

Dosen Pembimbing Pendamping



Yuanita Rachmawati, M.Sc.  
NIP 198808192019032009

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Hesti Amelia Ini Telah Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
di Surabaya, 5 Juli 2022

Mengesahkan,  
Dewan Penguji

Penguji I



Esti Tyastirin, M.KM.  
NIP : 198706242014032001

Penguji II



Yuanita Rachmawati, M.Sc.  
NIP : 198808192019032009

Penguji III



Ika Mustika, M.Kes.  
NIP : 198702212014032004

Penguji IV



Risa Purnamasari, S.Si, M.Si.  
NIP : 201409002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. H. A. Saiful Hamdani, M.Pd.  
NIP : 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : HESTI AMELIA  
NIM : H91218044  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI  
E-mail address : hestiamelia05@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain  
(.....)

yang berjudul :

Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Pengendalian

Hama Ordo Lepidoptera Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 13 Juli 2022

Penulis



HESTI AMELIA

## ABSTRAK

### **PENGARUH EKSTRAK DAUN BINTARO (*Cerbera odollam*) TERHADAP PENGENDALIAN HAMA ORDO LEPIDOPTERA PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea*)**

Kubis (*Brassica oleracea*) adalah salah satu komoditi hortikultura yang dibutuhkan di Indonesia dan dunia. Hasil produksi kubis di Indonesia tahun 2016 – 2020 fluktuatif, namun cenderung menunjukkan penurunan yang diakibatkan oleh hama. Hama yang berperan antara lain, *Plutella xylostella* (ulat tritip), *Helicoverpa armigera* (ulat buah), *Spodoptera litura* (ulat grayak), dan *Crocidolomia pavonana* (ulat krop) yang semuanya dari Ordo Lepidoptera. Hama tersebut dibasmi dengan pestisida sintesis yang memicu kerusakan lingkungan dan resistensi hama. Oleh karena itu, diperlukan bahan alami alternatif sebagai pengganti. Salah satunya tanaman bintaro (*Cerbera odollam*) yang terbukti dapat membasmi hama kutu daun (*Aphis gossypii*) sebesar 91,2% pada konsentrasi 0,5%. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun bintaro terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama Ordo Lepidoptera. Ekstraksi dilakukan dengan maserasi selama 3x24 jam. Parameter penelitian adalah uji fitokimia, mortalitas, dan aktivitas makan. Mortalitas hama yang relatif tinggi ulat tritip, ulat buah, ulat grayak, dan ulat krop masing – masing sebesar 43,3%; 46,6%; 40,0%; dan 36,6% pada ekstrak 2,5%. Aktivitas makan hama yang relatif rendah pada ulat tritip sebesar 15,5% pada ekstrak 2%, sedangkan ulat buah, ulat grayak, dan ulat krop sebesar 7,7%; 29,9%; dan 12,5% pada ekstrak 2,5%. Hasil mortalitas dan aktivitas makan hama yang signifikan membuktikan bahwa mortalitas dan aktivitas makan hama dipengaruhi oleh senyawa *flavonoid*, *steroid*, *cerberin*, *saponin*, dan *tanin* yang terkandung dalam daun bintaro.

Kata kunci : Pestisida nabati, ekstrak daun bintaro, Ordo Lepidoptera, Tanaman kubis

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## ABSTRACT

### **THE EFFECT OF BINTARO (*Cerbera odollam*) LEAF EXTRACT ON PEST CONTROL OF THE ORDO LEPIDOPTERA OF CABBAGE (*Brassica oleracea*)**

Cabbage (*Brassica oleracea*) is one of the horticultural commodities needed in Indonesia and the world. Cabbage productivities in Indonesia from 2016-2020 are fluctuated, but tended to show a decline caused by pests. The pests are *Plutella xylostella*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, and *Crocidolomia pavonana* which belong to the Order Lepidoptera. These pests are usually terminated with synthetic pesticides that trigger environmental damage and pest resistance. Therefore, alternative natural materials are needed as a substitute. One of them is the bintaro plant (*Cerbera odollam*) which is proven to be able to terminated *Aphis gossypii* by 91.2% at a concentration of 0.5%. The purpose of this study was to determine the effect of Bintaro leaf extract on mortality and feeding activity of the Order Lepidoptera. Extraction was carried out by maceration for 72 hours. The research parameters were phytochemical test, mortality, and feeding activity. The relatively high pest mortality was *Plutella xylostella*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, and *Crocidolomia pavonana* each of which was 43.3%; 46.6%; 40.0%; and 36.6% in the 2.5% extract. Pest feeding activity was relatively low in *Plutella xylostella* at 15.5% in 2% extract, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, and *Crocidolomia pavonana* were 7.7%; 29.9%; and 12.5% in the 2.5% extract. The results of significant mortality and feeding activity of pests proved that mortality and feeding activity of pests were influenced by flavonoid compounds, steroids, cerberins, saponins, and tannins contained in bintaro leaves.

Keywords : Vegetable pesticides, Bintaro leaf extract, Order Lepidoptera, cabbage

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Halaman Pernyataan keaslian karya ilmiah .....	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	v
Halaman persembahan .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Abstrak.....	viii
Abstract .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.5 Batasan Penelitian.....	8
1.6 Hipotesis Penelitian .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Kubis.....	9
2.2 Deskripsi Ordo Lepidoptera .....	12
2.2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Tritip .....	14
2.2.2 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Buah .....	16
2.2.3 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Grayak.....	19
2.2.4 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Krop .....	22
2.3 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Bintaro.....	24
2.3.1 Potensi Tanaman Bintaro .....	26
2.3.2 Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Bintaro.....	28
2.4 Pestisida Nabati .....	30
2.4.1 Jenis – Jenis Pestisida Nabati .....	32
2.4.2 Cara Kerja Pestisida Nabati.....	32
2.4.3 Parameter Pengaruh Pestisida Nabati.....	34
2.4.4 Metode Ekstraksi.....	35
2.4.5 Uji Fitokimia .....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	39
3.1 Rancangan Penelitian .....	39
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	39
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	40
3.4 Variabel Penelitian .....	40
3.5 Prosedur Penelitian.....	41
3.5.1 Identifikasi Tanaman Bintaro.....	41
3.5.2 Persiapan Larva .....	41
3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Bintaro .....	42

3.5.4 Uji Fitokimia Ekstrak Daun Bintaro.....	42
3.5.5 Uji Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro .....	44
3.5.6 Perhitungan Persentase Mortalitas dan .....	
Aktivitas Makan Hama.....	45
3.6 Analisis Data .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Hasil Identifikasi Tanaman Bintaro.....	47
4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Bintaro ( <i>Cerbera odollam</i> ).....	48
4.3 Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro Terhadap Mortalitas.....	
Hama Ordo Lepidoptera .....	60
4.3.1 Mortalitas Ulat Triptip ( <i>Plutella xylostella</i> ).....	62
4.3.2 Mortalitas Ulat Buah ( <i>Helicoverpa armigera</i> ).....	69
4.3.3 Mortalitas Ulat Grayak ( <i>Spodoptera litura</i> ).....	72
4.3.4 Mortalitas Ulat Krop ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ).....	75
4.4 Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro Terhadap Aktivitas Makan .....	
Hama Ordo Lepidoptera.....	79
4.4.1 Aktivitas Makan Ulat Tritip ( <i>Plutella xylostella</i> ).....	81
4.4.2 Aktivitas Makan Ulat Buah ( <i>Helicoverpa armigera</i> ).....	85
4.4.3 Aktivitas Makan Ulat Grayak ( <i>Spodoptera litura</i> ).....	87
4.4.4 Aktivitas Makan Ulat Krop ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ).....	89
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>92</b>
5.1 Simpulan.....	92
5.2 Penutup .....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>101</b>

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Desain Penempatan Plot.....	39
Tabel 3.2	Jadwal Penelitian Skala Laboratorium.....	40
Tabel 3.3	Kriteria Pengaruh Pestida Nabati.....	45
Tabel 4.1	Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol 96% Daun Bintaro.....	49
Tabel 4.2	Hasil Mortalitas Tertinggi Dari Keempat Ulat .....	60
Tabel 4.3	Rerata Mortalitas <i>P. xylostella</i> .....	64
Tabel 4.4	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>P. xylostella</i> Hari Pertama .....	66
Tabel 4.5	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>P. xylostella</i> Hari Kedua.....	67
Tabel 4.6	Rerata Mortalitas <i>H. Armigera</i> .....	70
Tabel 4.7	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>H. armigera</i> Hari Pertama .....	70
Tabel 4.8	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>H. armigera</i> Hari Kedua.....	71
Tabel 4.9	Rerata Mortalitas <i>S. litura</i> .....	73
Tabel 4.10	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>S. litura</i> Hari Pertama.....	74
Tabel 4.11	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>S. litura</i> Hari Kedua.....	74
Tabel 4.12	Rerata Mortalitas <i>C. pavonana</i> .....	77
Tabel 4.13	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>C.pavonana</i> Hari Pertama .....	77
Tabel 4.14	Hasil Uji Tamhanes"2 Mortalitas <i>C.pavonana</i> Hari Kedua .....	78
Tabel 4.15	Rerata Penurunan Bobot Pakan Hama Ordo Lepidoptera .....	79
Tabel 4.16	Hasil Uji Penurunan Bobot Pakan <i>P. xylostella</i> .....	81
Tabel 4.17	Uji Tamhanes"2 Penurunan Bobot Pakan <i>P. Xylostella</i> Hari Pertama.....	82
Tabel 4.18	Penurunan Bobot Pakan <i>H. armigera</i> .....	85
Tabel 4.19	Uji Tamhanes"2 Penurunan Bobot Pakan <i>H.armigera</i> Hari Pertama.....	86
Tabel 4.20	Uji Tamhanes"2 Penurunan Bobot Pakan <i>H.armigera</i> Hari Kedua .....	86
Tabel 4.21	Penurunan Bobot Pakan <i>S. litura</i> .....	87
Tabel 4.22	Hasil Uji Tamhanes"2 Penurunan Bobot Pakan <i>S. Litura</i> Hari Pertama.....	88
Tabel 4.23	Hasil Uji Tamhanes"2 Penurunan Bobot Pakan <i>S. Litura</i> Hari Kedua .....	88
Tabel 4.24	Penurunan Bobot Pakan <i>C. pavonana</i> .....	90
Tabel 4.25	Uji Tamhanes"2 penurunan bobot pakan <i>C.pavonana</i> Hari Pertama.....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Kubis .....	10
Gambar 2.2	Metamorfosis <i>P. xylostella</i> .....	15
Gambar 2.3	Metamorfosis Ulat Buah .....	17
Gambar 2.4	Ukuran Panjang Larva <i>H. armigera</i> .....	18
Gambar 2.5	Metamorfosis Ulat Grayak .....	20
Gambar 2.6	Fase Hidup <i>C. pavonana</i> .....	23
Gambar 2.7	Bagian-Bagian Tanaman Bintaro .....	24
Gambar 2.8	Daun Bintaro .....	25
Gambar 2.9	Bunga Bintaro .....	25
Gambar 2.10	Buah Bintaro yang Masih Muda .....	26
Gambar 2.11	Buah Bintaro yang Sudah Masak .....	26
Gambar 2.12	Struktur Kimia Cerberine .....	27
Gambar 4.1	Foto Buah Bintaro .....	47
Gambar 4.2	Literatur Buah Bintaro .....	47
Gambar 4.3	Ekstrak + Serbuk Mg .....	50
Gambar 4.4	Hasil Uji Flavonoid .....	51
Gambar 4.5	Reaksi Flavonoid dengan Mg Dan HCl .....	52
Gambar 4.6	Hasil Observasi Pereaksi Dragendroff .....	52
Gambar 4.7	Hasil Observasi Pereaksi Mayer .....	53
Gambar 4.8	Hasil Uji Saponin .....	54
Gambar 4.9	Struktur Saponin .....	55
Gambar 4.10	Ekstrak + 10ml Air Panas .....	55
Gambar 4.11	Hasil Uji Tanin .....	56
Gambar 4.12	Hasil Uji Steroid .....	57
Gambar 4.13	Hasil Uji Cerberin .....	58
Gambar 4.14	Cincin Lakton Glikosida .....	58
Gambar 4.15	Grafik $\Sigma$ Frekuensi Mortalitas <i>P. xylostella</i> .....	63
Gambar 4.16	Ulat Tritip yang Mati .....	68
Gambar 4.17	Ulat Tritip yang Hidup .....	68
Gambar 4.18	Grafik $\Sigma$ Frekuensi Mortalitas <i>H. armigera</i> .....	69
Gambar 4.19	Ulat Buah yang Mati .....	71
Gambar 4.20	Ulat Buah yang Hidup .....	71
Gambar 4.21	Grafik $\Sigma$ frekuensi mortalitas ulat grayak .....	72
Gambar 4.22	Ulat Grayak yang Mati .....	75
Gambar 4.23	Ulat Grayak Yang Hidup .....	75
Gambar 4.24	Ulat Grayak Yang Mengalami Dehidrasi .....	75
Gambar 4.25	Grafik $\Sigma$ Frekuensi Mortalitas <i>C. pavonana</i> .....	76
Gambar 4.26	Ulat Krop yang Hidup .....	78
Gambar 4.27	Ulat Krop yang Mati .....	78
Gambar 4.28	Pakan Pada Kelompok Etanol 96% .....	83
Gambar 4.29	Pakan Hama Pada Konsentrasi 100% .....	83

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Rancangan Penelitian.....	101
Lampiran B. Pengenceran Larutan Uji.....	101
Lampiran C. Lampiran Uji Statistik.....	102



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian hortikultura merupakan salah satu sektor penting bagi kelangsungan hidup penduduk di Indonesia. Seiring dengan kemajuan teknologi dan pertumbuhan penduduk maka perlu adanya peningkatan produksi tanaman hortikultura seperti tanaman hias, buah-buahan dan sayuran untuk keperluan ekspor dan substitusi (Ginting *et al.*, 2017). Hal ini sesuai dengan tujuan utama pembangunan nasional di sektor pertanian yaitu menaikkan produksi pertanian.

Salah satu produk pertanian hortikultura yang banyak dibutuhkan bagi sebagian masyarakat adalah kubis (*Brassica oleracea*). Menurut Kumarawati *et al.*, (2013), kubis tergolong sayuran yang kaya vitamin seperti vitamin A 200 IU, B 20 IU dan C 120 IU yang sangat baik bagi kesehatan. Kebutuhan terhadap sayur-sayuran meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Sayur-sayuran terutama kubis perlu ditingkatkan produksinya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Menurut Arsanti *et al.*, (2017), kubis banyak diekspor negara-negara ASEAN, terutama Singapura dan Malaysia. Komoditas kubis juga selalu memberikan surplus perdagangan dari tahun ke tahun di mana nilai ekspor lebih tinggi daripada nilai impornya di mana surplus antara ekspor dan impor kubis cenderung meningkat dari tahun 2005 sampai 2008. Selain itu, Indonesia berhasil menduduki peringkat kedelapan negara produsen utama komoditas kubis pada tahun 2001 dan 2005.

Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2016 sampai tahun 2020 hasil produksi tanaman di Indonesia masing-masing sebesar 1,513 juta ton; 1,442 juta ton; 1,407 juta ton; 1,413 juta ton; dan 1,406 juta ton. Hasil produksi kubis yang fluktuatif, namun cenderung menunjukkan penurunan disebabkan oleh berbagai macam faktor. Salah satunya adalah adanya gangguan hama. Hama merupakan organisme hewan pengganggu yang dapat merusak tanaman, contohnya serangga, tikus, dan vektor penyakit. Hama yang menyerang tanaman kubis diantaranya yaitu *Plutella xylostella*, *Crociodolomia pavonana*, *Spodoptera litura*, *Helicoverpa armigera*, dan *Chrysodeixis orichalcea*.

Penelitian Yuliadhi & Sudiarta (2014), melaporkan bahwa kelimpahan populasi *P. xylostella*, *C. pavonana*, *S. litura*, *H. armigera*, dan *C. orichalcea* pada tanaman kubis secara berurutan sebanyak 183 ekor, 1140 ekor, 8 ekor, 7 ekor, dan 3 ekor larva per tanaman kubis. Jika salah satu kelimpahan memiliki kelimpahan populasi rendah, umumnya ada spesies yang mendominasi yaitu *P. xylostella* dan *C. pavonana*. Kerusakan akibat hama ini yaitu pada daun akan terbentuk lubang. Lubang-lubang ini akan menghambat pembentukan bunga kubis sehingga tanaman kubis gagal panen (Kristanto *et al.*, 2013). Hama seperti ulat grayak (*S. litura*) akan merusak daun-daun dan tulang daun kubis mulai dari larva muda (Khamid & Siriyah, 2018). Lalu, terdapat hama *H. armigera* yang larva mudanya memakan jaringan klorofil daun muda dan pada instar III memakan biji. Tanda serangannya sulit dibedakan dengan larva hama lain tetapi umumnya ditemukan lubang bekas

makan yang tidak beraturan dan tidak terdapat kotoran (Baliadi & Tengkano, 2008).

Hama yang menyerang tanaman telah disebutkan dalam Al-Qur'an surah Al-A'raf (7:133) yang berbunyi :

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالدَّمَ آيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا  
مُجْرِمِينَ ۱۳۳

Artinya : *“Maka Kami kirimkan kepada mereka topan, belalang, kutu, katak dan darah (air minum berubah menjadi darah) sebagai bukti-bukti yang jelas, tetapi mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa.”*

Makna dari ayat di atas berdasarkan tafsir Kemenag RI adalah disebabkan kedurhakaan Fir'aun dan kaumnya yang telah melampaui batas “maka” sebagai bentuk azab untuk mereka “Kami kirimkan kepada mereka siksa” berupa “topan” yang menyebabkan banjir besar yang menenggelamkan tanaman mereka, “belalang” yang memakan tanaman, hasil pertanian, rumah, atap, dan pakaian mereka, “kutu” berupa serangan hama dan kuman yang merusak buah-buahan, tanaman, dan hewan ternak, “katak” yang memenuhi bejana minuman, makanan, dan tempat tidur mereka, “dan darah” dengan menjadikan air sungai dan sumur mereka tidak layak digunakan, “sebagai bukti-bukti yang jelas” agar mereka beriman.

Tingginya populasi hama memberikan dampak negatif terhadap produktivitas tanaman kubis salah satunya gagal panen atau penurunan hasil panen. Kerugian besar ataupun gagal panen dapat terjadi jika gangguan tersebut tidak diatasi dengan baik. Tindakan pengendalian yang tepat sekaligus aman terhadap lingkungan sesuai dengan PP No.6/1995 tentang perlindungan tanaman salah satunya adalah penggunaan pestisida.

Meskipun dalam konsep PHT (Pengendalian Hama Terpadu) sendiri penggunaan pestisida merupakan alternatif terakhir bila cara-cara lainnya tidak mampu mengendalikan hama dan penyakit.

Pestisida dikelompokkan menjadi pestisida hayati, nabati, dan sintetis berdasarkan sumber bahan aktifnya. Pestisida hayati sumbernya dari organisme hidup, seperti serangga predator, nematoda entomopatogen, mikroorganisme antagonis, dan hasil fermentasi bahan alami untuk mengendalikan OPT. Pestisida nabati bahan aktifnya berasal dari tumbuhan, sedangkan bila bahan aktifnya dari senyawa kimia sintetis disebut pestisida sintetis (Supriadi, 2013). Berdasarkan cara kerja dan organisme sasarannya, pestisida digolongkan menjadi insektisida, fungisida, akarisisida, nematisida, bakterisida, herbisida, dan masih banyak lagi (Moekasan *et al.*, 2014)

Penggunaan pestisida nabati yang berasal dari bahan alami seperti tumbuhan adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman kubis. pestisida yang terbuat tumbuh-tumbuhan residunya mudah terurai di alam sehingga relatif aman bagi lingkungan dan kehidupan makhluk hidup lainnya. Sedangkan pestisida kimia sintetis terbuat dari bahan kimia yang residunya tidak mudah terurai dan jika terakumulasi menyebabkan dampak negatif yang merugikan (Danong *et al.*, 2020). Selain itu, alasan penggunaan pestisida nabati karena Indonesia memiliki jenis flora yang sangat beragam, dilaporkan bahwa lebih dari 1500 jenis tumbuhan berpengaruh buruk pada hama terutama serangga. Diantara tumbuhan yang berpotensi sebagai pestisida, tanaman bintaro (*Cerbera odollam*) adalah salah

satu alternatif sumber pestisida nabati. Bintaro berpotensi sebagai anti jamur, insektisida, antioksidatif, dan antitumor (Juliati *et al.*, 2016).

Hampir seluruh bagian dari tanaman bintaro memiliki manfaat berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya. Dari semua bagian organ tanaman bintaro yang mengandung biomassa terbesar yaitu daun. Menurut Prayuda (2014), Daun bintaro dimanfaatkan anti kanker pada payudara dan ovarium. Senyawa tersebut bersifat *repellent* atau penolak dan *antifeedant* atau sebagai penghambat makan serangga Rohimatun & Suriati (2011).

Pemanfaatan tumbuhan dalam mengendalikan hama tanaman terkandung dalam Al-Qur'an Surah Luqman (31:10) yang berbunyi :

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَالْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ  
وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ١٠

Artinya : “Dia menciptakan langit tanpa tiang sebagaimana kamu melihatnya, dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi agar ia (bumi) tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembangbiakkan segala macam jenis makhluk bergerak yang bernyawa di bumi. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuhan yang baik.”

Tafsir dari ayat tersebut menurut Kemenag RI yaitu, Di antara tanda-tanda keesaan dan kekuasaan Allah adalah bahwa “Dia menciptakan langit tanpa tiang” penyangga “sebagaimana kamu melihatnya”, “dan Dia” juga “meletakkan gunung-gunung” di permukaan “bumi” sebagai pasak “agar ia tidak menggoyangkan kamu” sehingga kamu dapat tinggal di bumi dengan tenang; “dan Dia memperkembangbiakkan segala macam jenis makhluk bergerak yang bernyawa di bumi”, baik yang hidup di darat, laut, maupun udara. “Dan Kami turunkan air hujan dari langit” ke bumi, “lalu”

“Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”, sedap dipandang, dan bermanfaat.

Manfaat tanaman bintaro didukung dengan beberapa hasil penelitian yaitu, penelitian Juliati *et al.*, (2016) melaporkan bahwa perlakuan ekstrak daun bintaro 5 g/l memberikan pengaruh terhadap mortalitas ulat jengkal (*Plusia sp.*) sebesar 52,5% sedangkan pada perlakuan ekstrak daun bintaro 20g/l nilai mortalitas sebesar 92,5%. Hasil penelitian Santi *et al.*, (2022), menunjukkan nilai persentase mortalitas kutu daun (*Aphis gossypii*) pada konsentrasi ekstrak daun bintaro 0,5% sebesar 91,2%. Hasil penelitian dari Sa'diyah *et al.*, (2013) juga menunjukkan bahwa ekstrak daun *C.odollam* dengan konsentrasi 2% berpengaruh terhadap ulat grayak (*S.litura*). Hal tersebut dibuktikan dengan pengamatan di hari kedelapan bahwa ulat grayak mengalami penurunan berat tubuh serta menghambat proses ekdisis pada instar 2 sampai instar 3 dan dapat menghambat pembentukan pupa.

Pada penelitian (Asikin & Akhsan, 2019), melaporkan bahwa daun bintaro diketahui mengandung sifat toksisitas yang tinggi terhadap tikus. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian tersebut disebutkan bahwa dari 3 jenis tumbuhan uji yaitu bayam jepang, paku perak, dan bintaro hanya ekstrak daun bintaro yang berperan sebagai pengendali hama ulat krop kubis. Ekstrak daun bintaro mempunyai zat anti makan atau zat *antifeedan* dan dapat membunuh serangga ulat krop kubis sebesar 84,00% dan dapat mempengaruhi larva menjadi pupa dan imago. Selain sifat racun yang dihasilkan, daun bintaro memiliki biomassa paling banyak dibandingkan organ tanaman bintaro yang lain.

Berdasarkan latar belakang diatas mengenai kandungan nutrisi kubis yang baik untuk kesehatan. Banyaknya kebutuhan ekspor komoditi kubis ke negara-negara ASEAN. Hasil produksi kubis dari tahun 2016 – 2020 yang mengalami penurunan. Kerusakan dan habisnya tanaman kubis akibat kehadiran hama larva muda dari Ordo lepidoptera. Serta, senyawa aktif dari tanaman bintaro yang berpotensi sebagai insektisida. Oleh karena itu, penulis memandang hal tersebut sebagai urgensitas yang perlu dibahas dan diangkat sebagai skripsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diharapkan dapat ditemukan solusinya oleh penulis yaitu:

Bagaimana pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap pengendalian hama Ordo Lepidoptera pada tanaman kubis?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap pengendalian hama Ordo Lepidoptera pada tanaman kubis.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan bukti ilmiah bahwa ekstrak daun bintaro dapat digunakan sebagai pestisida nabati terhadap hama tanaman kubis dari Ordo Lepidoptera.
- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai teknologi tepat guna yang dapat di implementasikan oleh masyarakat untuk pestisida nabati.

- c. Hasil penelitian ini berpotensi untuk dihasilkan paten produk pestisida nabati pengendali hama.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Dalam memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yakni “Bagaimana pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap pengendalian hama Ordo Lepidoptera pada tanaman kubis”. Maka penulis akan memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut.

- a. Parameter pengendalian hama yang diukur adalah kematian hama (*mortalitas*) dan penurunan aktivitas makan.
- b. Hama tanaman kubis Ordo Lepidoptera yang digunakan sebagai objek penelitian adalah *Plutella xylostella*, *Crociodolomia pavonana*, *Spodoptera litura*, dan *Helicoverpa armigera* pada tahap instar II.

### **1.6 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis didalam penelitian ini adalah ekstrak daun bintaro memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengendalian hama ordo lepidoptera yang dilihat dari mortalitas dan aktivitas makan hama.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Kubis

Kubis (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) merupakan salah satu sayuran yang paling umum dibudidayakan di Indonesia bahkan dunia. Spesies sayuran utama dari *B. Oleracea* mencakup beberapa varietas seperti brokoli dan kembang kol (var. *botrytis*), kubis (var. *capitata*), kangkung (var. *acephala*), kohlrabi (var. *gongylodes*) dan kubis brussel (var. *gemmifera*). varietas kubis tersebut dapat dibedakan melalui morfologi buah dan bunga terutama mahkota bunga. Kubis termasuk dalam kelompok *capitata* yang mendapatkan namanya dari kata Latin 'capita' (kepala). Kepala kubis terbentuk dari daun yang menguncup. Daun ini memiliki karakteristik bentuk, warna, dan tekstur yang bergantung pada jenis varietas dan kondisi iklim (Björkman *et al.*, 2011). Klasifikasi tanaman kubis sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Ordo : Rhoeadales  
Family : Cruciferae  
Genus : *Brassica*  
Spesies : *Brassica oleracea* (France, 1895)

Menurut Samec *et al.*, (2016), kubis adalah salah satu tanaman hortikultura tertua, tersebar luas dan diperdagangkan secara komersial. Kubis

telah dibudidayakan sejak zaman kuno. Sejarah kubis sulit untuk dilacak secara tepat. Menurut catatan Sansekerta, bahwa nenek moyang kubis tumbuh di sepanjang pesisir Eropa hampir 8000 tahun yang lalu. Jenis *Brassica* berasal dari keluarga tanaman yang tinggal pada daerah tropis-subtropis sekitar 37 juta tahun yang lalu, di wilayah Irano-Turanian sebagai daerah leluhur yang diduga dari keluarga tersebut. Mengenai masuknya kubis bunga di Indonesia belum diketahui secara pasti, diduga pada abad XIX yang varietasnya berasal dari India (Sunarti, 2015).



Gambar 2.1 Tanaman Kubis  
(Pang *et al.*, 2015)

Identifikasi kubis (*B. oleracea*) dilakukan dengan cara studi literatur Pang *et al.*, (2015) yang berjudul “Anatomic Characteristics Associated with Head Splitting in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*)” dengan deskripsi morfologi kubis sebagai berikut. Sistem perakaran kubis bunga yaitu akar tunggang dan akar serabut. Batangnya tumbuh tegak dan pendek sekitar 30 cm. Batang kubis bunga berwarna hijau, tebal, lunak, dan tidak bercabang. Daun kubis bunga berbentuk bulat telur dengan bagian tepi daun bergerigi agak panjang seperti daun tembakau dan membentuk celah yang menyirip agak melengkung ke dalam (Gambar 2.1). Daun kubis berwarna hijau dan tumbuh berselang-seling. Bunga kubis tampak membulat padat dan

tebal berwarna putih bersih atau putih kekuning-kuningan. Tanaman kubis bunga dapat menghasilkan buah yang mengandung banyak biji. Buah terbentuk dari hasil penyerbukan bunga yang terjadi karena penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang dengan bantuan serangga lebah madu. Buah tanaman ini berbentuk polong, berukuran kecil dan ramping. Di dalam buah tersebut terdapat biji berbentuk bulat kecil dan berwarna coklat kehitaman (Fitriani, 2009).

Kisaran temperatur untuk pertumbuhan kubis yaitu 15,5 – 24°C sehingga cocok untuk dibudidayakan pada daerah subtropis-tropis. Kelembaban optimum bagi tanaman ini antara 80-90%. Dengan diciptakannya kultivar baru yang lebih tahan terhadap temperatur tinggi, budidaya kubis juga dapat dilakukan di dataran rendah (0-200 mdpl) dan menengah (200-700 mdpl). Di dataran rendah, tanaman dari kelompok kubis bunga dapat tumbuh dengan baik pada semua jenis tanah, namun tanah yang cocok untuk pertanaman kubis adalah lempung berpasir, lempung atau lempung berliat yang subur dengan unsur hara yang baik. Tanaman kubis dapat hidup pada pH 5,5-6,5 (Hortikultura, 2007).

Sebagian besar budaya dan masakan tradisional di banyak negara tidak terlepas dari komponen kubis. Harga kubis di pasaran sangat terjangkau dan terpenuhinya ketersediaan di pasar lokal, maka kubis digolongkan sebagai salah satu sumber nutrisi penting dalam makanan manusia. Hal ini dibuktikan dengan penggunaannya dalam berbagai macam makanan misalnya salad, direbus, digoreng, atau dikonsumsi sebagai produk

fermentasi. Oleh sebab itu, perlu serangkaian kegiatan yang mendukung ketersediaan kubis agar tetap stabil (Passalacqua et al., 2007)

## 2.2 Deskripsi Ordo Lepidoptera

Ordo Lepidoptera termasuk ordo yang jumlah spesiesnya yang cukup besar, anggotanya dapat dijumpai hampir dimana-mana. Pada proses perkembangbiakan Ordo Lepidoptera hampir mengalami metamorfosis sempurna yakni melewati fase telur, larva, pupa, imago. Bentuk imago dari ordo ini memiliki beberapa karakteristik, yaitu memiliki sisik-sisik kecil kecil, lebar, dan pipih pada sayapnya. Sisik tersebut warnanya tidak terlalu cerah dan terkadang berwarna-warni. Jumlah anggota Lepidoptera paling besar ditempati oleh jenis ngengat yang mencapai 90% dari total keseluruhan Ordo Lepidoptera di dunia, sedangkan 10% ditempati oleh kupu-kupu (Kamaludin *et al.*, 2013). Menurut (Borror *et al.*, 1992), Ordo Lepidoptera terdiri dari subordo yaitu, Rhopalocera (kupu-kupu), Grypocera (skipper), dan Heterocera (ngengat). Namun seiring dengan berkembangnya taksonomi, Grypocera dimasukkan dalam subordo Rhopalocera, sehingga Ordo Lepidoptera hanya terdiri dari 2 subordo, yaitu Heterocera (ngengat) dan Rhopalocera (kupu-kupu).

Karakteristik morfologi Ordo Lepidoptera telah dituliskan dalam Q.S.

An-Nur 24:45 yang berbunyi seperti dibawah ini :

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِنْ مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ - ٤٥

Artinya : “Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah Mahakuasa atas segala sesuatu.

Makna dari ayat tersebut berdasarkan tafsir ringkas Kemenag RI yaitu, Dan selain bukti-bukti kekuasaan Allah yang telah dikemukakan sebelumnya, Allah juga menciptakan semua jenis hewan dari air yang memancar sebagaimana Dia menciptakan sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dengan merayap, seperti ular, ulat, dan hewan melata lainnya, dan sebagian berjalan dengan dua kaki seperti manusia dan unggas, sedang sebagian yang lain berjalan dengan empat kaki seperti sapi, kambing, dan lainnya. Allah Yang Mahakuasa menciptakan apa yang Dia kehendaki dari makhluk yang disebutkan dan yang tidak disebutkan pada ayat ini, seperti hewan yang berjalan dengan lebih dari empat kaki seperti kalajengking dan laba-laba.

Menurut Sulistyani (2013), Lepidoptera dibedakan menjadi dua kelompok besar berdasarkan ukuran rata-rata tubuhnya, yaitu mikrolepidoptera (ukuran lebih kecil) yang sebagian besar jenisnya yaitu ngengat serta makrolepidoptera (ukuran lebih besar) yang ditempati oleh sebagian subordo Rhopalocera dan sebagian Heterocera. Dua subordo ini memiliki beberapa perbedaan, yakni subordo Rhopalocera bersifat monofiletik dan diurnal (aktif pada siang hari). Antenanya membesar pada ujungnya, saat istirahat Rhopalocera biasanya ditegakkan serta sayapnya bergandengan pada tiap sisinya. Sedangkan subordo Heterocera bersifat parafiletik dan nokturnal (aktif pada malam hari). Antenanya ujungnya tidak membesar, saat istirahat dibentangkan serta sayap belakangnya mengikat pada sayap dengan bantuan duri atau pegangan.

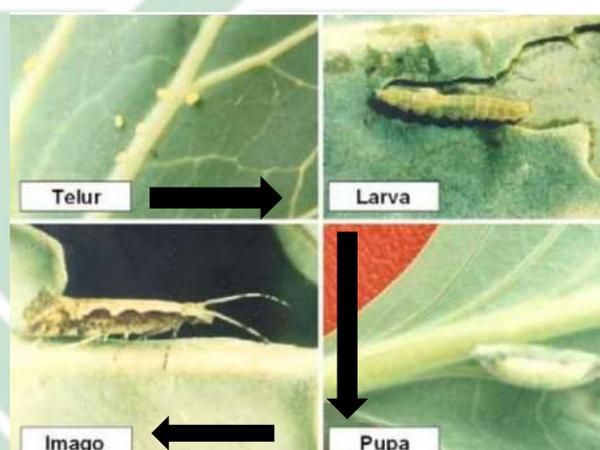
### 2.2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Tritip

Ulat tritip (*P. xylostella*) merupakan hama utama tanaman Familia Cruciferae, seperti tanaman kol, sawi, kubis, pakchoi, dan selada. Di daerah Victoria, Australia tingkat kerusakan tanaman akibat hama ini mencapai 35% (Hermawan, 2009). Hama ini merusak tanaman pada stadia larva. Larva yang baru menetas akan merayap ke permukaan daun dan melubangi epidermis. Pada umumnya larva memakan permukaan daun bagian bawah, sehingga tinggal tulang-tulang daun dan epidermis daun bagian atas. Jika jumlah larva relatif banyak dapat menghabiskan tanaman kubis yang berumur satu bulan dalam waktu 3-5 hari. Umumnya larva menyerang tanaman muda, tetapi kadang-kadang dapat pula merusak tanaman yang sedang membentuk bunga (Winarto & Nazir, 2004). Klasifikasi ulat tritip (*Plutella xylostella*) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
 Filum : Arthropoda  
 Kelas : Insekta  
 Ordo : Lepidoptera  
 Famili : Plutellidae  
 Genus : *Plutella*  
 Spesies : *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)

Ulat tritip (*P. xylostella*) merupakan hama utama tanaman Familia Cruciferae seperti tanaman kol, sawi, kubis, pakchoi, dan selada. Di daerah Victoria, Australia tingkat kerusakan tanaman akibat hama ini mencapai 35% (Hermawan, 2009). Hama ini merusak tanaman pada stadium larva. Larva

yang baru menetas akan merayap ke permukaan daun dan melubangi epidermis. Pada umumnya larva memakan permukaan daun bagian bawah, sehingga tinggal tulang-tulang daun dan epidermis daun bagian atas. Jika jumlah larva relatif banyak dapat menghabiskan tanaman kubis yang berumur satu bulan dalam waktu 3-5 hari. Umumnya larva menyerang tanaman muda, tetapi kadang-kadang dapat pula merusak tanaman yang sedang membentuk bunga (Winarto & Nazir, 2004).



Gambar 2.2 Metamorfosis *P. xylostella*  
(Sudarwohadi Sastrosiswojo *et al.*, 2005)

Siklus hidup ulat tritip mulai dari telur, larva, pupa, lalu imago (Gambar 2.2). Telur *P. xylostella* berbentuk oval, berwarna kuning muda, dan terletak tunggal atau mengelompok yang terdiri dari 3-4 butir. Pada saat menetas telur berubah warna menjadi cokelat keabu-abuan. Lalu, larva (ulat) yang baru menetas berwarna hijau muda dengan bintik-bintik atau garis cokelat. Fase hidup ulat terdiri dari empat instar. Larva instar I memiliki panjang 1 mm, lebar 0,5 mm, berwarna hijau kekuning-kuningan dan berlangsung selama 4 hari. larva instar II panjangnya sekitar 2 mm, berwarna hijau kekuning-kuningan, dan berlangsung selama 2 hari. Larva instar III memiliki panjang 4-6 mm, lebar 0,75 mm, berwarna hijau, dan berlangsung selama 3 hari. larva

instar IV memiliki panjang 6-8, lebar 1-1,5 mm, berwarna hijau dan berlangsung selama 3 hari (Niken, 2017).

Fase Pupa *P.xylostella* berukuran panjang sekitar 6 mm. Awalnya pupa ini berwarna hijau, setelah 24 jam berubah menjadi cokelat atau hitam. Pupa tersebut diselubungi oleh jala yang terbuat dari benang berwarna putih serta berbentuk lonjong yang dikenal dengan nama kokon. Selanjutnya, imago ulat daun (*P. xylostella*) adalah ngengat. Ngengatnya berwarna coklat. Ngengat jantan ukurannya lebih kecil dibanding ngengat betina, demikian pula warnanya lebih cerah. Ngengat betina memproduksi telur hingga 300 butir, sehingga perlu tindakan yang intensif untuk mengendalikan hama *P. xylostella* (Meilani, 2018).

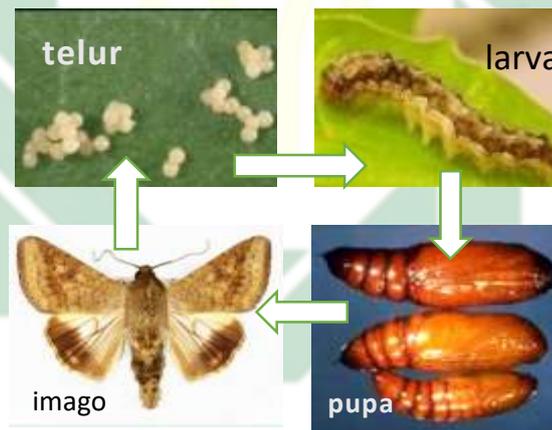
Ulat tritip dapat menyerang semua stadia tumbuh baik vegetatif maupun generatif. Serangga hama ini menyerang pucuk dan daun tanaman kubis mulai dari pembibitan hingga panen (Susniahti *et al.*, 2017). Oleh karena itu, Pengendalian populasi *P. xylostella* sangat sulit dilakukan karena pada hasil beberapa penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa *P. xylostella* telah resisten terhadap beberapa jenis insektisida sintetis termasuk organofosfat, karbamat, dan pythroid (Hermawan, 2009).

### 2.2.2 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Buah

Ulat buah tergolong serangga hama yang bersifat polifagus. Serangga polifagus merupakan serangga predator yang memiliki tanaman inang yang sangat banyak. Hal ini diketahui bahwa pada fase larva, serangga ini menjadi hama yang menyerang lebih dari 60 spesies tanaman budidaya dan tanaman liar. Tanaman yang menjadi inang larva *H. armigera* diantaranya adalah

tembakau, jagung, sorgum atau gandum-gandum, sayuran, dan tanaman hias (Ambarningrum et al., 2007). Klasifikasi ulat buah sebagai berikut.

Kingdom : Animalia  
 Filum : Arthropoda  
 Kelas : Insekta  
 Ordo : Lepidoptera  
 Famili : Noctuidae  
 Subfamili : Heliiothinae  
 Genus : *Helicoverpa*  
 Spesies : *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)



Gambar 2.3 Metamorfosis Ulat Buah  
 (Cholifa, 2011)

Tipe perkembang biakan *H. armigera* adalah metamorfosis sempurna.

Siklus hidup hama ini terdiri dari empat stadia hidup yaitu telur, larva, pupa, dan imago (Gambar 2.3). Telurnya berwarna krem, berbentuk oval, dan berukuran sekitar 0,5 mm. telur yang masih baru terlihat transparan dan berubah warna menjadi gelap dengan bintik hitam saat akan menetas. Larva yang baru menetas (instar I) berwarna putih kekuningan, kepala berwarna hitam, serta berukuran panjang 1,75 mm dan lebar 0,2 mm. Sedangkan pada

instar III-VI warnanya bervariasi mulai dari hijau, hijau kekuningan, hitam kecoklatan, hitam bahkan campuran dari warna-warna tersebut. Lama hidup stadia ulat berkisar 13-21 hari dengan 5-6 kali instar. Larva ini bersifat kanibal pada instar ke 3. Setiap pergantian instar dapat diketahui melalui bekas mandibelnya yang mengelupas. Selain itu, perbedaan instar juga dapat diketahui dari ukuran tubuh larva (Gambar 2.4). Terkadang perbedaan warna larva tidak dipengaruhi perbedaan instar, melainkan dipengaruhi oleh pakannya. Apabila diberi pakan berwarna hijau maka tubuhnya berwarna hijau. Stadia larva juga bersifat kanibalis pada instar III. Sifatnya yang kanibal ini mengakibatkan jarang dijumpai dua larva atau lebih saat di lapangan (Rufaida, 2014).

Instar	Ukuran panjang larva (mm)	Penampakan Larva
I	1-3	
II	4-7	
III	8-13	
IV	14-23	
V	24-28	
VI	29-30	

Gambar 2.4 Ukuran Panjang Larva *H. armigera* (Rufaida, 2014)

Stadia pupa berada dalam tanah, warnanya coklat kekuningan, coklat kemerahan, yang tua berwarna coklat gelap. Lama hidup stadia ini antara 11-16 hari. Untuk pre pupanya masih dalam bentuk ulat, tetapi ulat terlihat lemah dan pucat karena aktivitas makannya berkurang. Imago memiliki lama hidup sekitar 2-15 hari, panjangnya berkisar 18 mm, dan rentangan sayapnya 30-40 mm. Imago jantan berwarna cerah sampai suram, sedangkan yang betina berwarna coklat cerah. Kemampuan betina meletakkan telur antara 600 sampai 1000 telur (Cholifa, 2011).

Gejala serangan oleh *H. armigera* bervariasi, karena setiap instar memiliki perbedaan serangan terhadap tanaman inang. Stadia instar satu dan dua menyukai makan daun, sehingga daun yang terserang membentuk lubang-lubang acak, pada tunas menyebabkan rontok sebelum menjadi bunga atau daun. Sedangkan pada instar tiga sampai enam menyukai makan daging buah dengan membuat lubang-lubang. Lubang yang dibentuk *H. armigera* secara melingkar dan dikelilingi bekas kotoran. Selain itu, kepala dan sebagian tubuh larva masuk ke dalam buah inang sehingga menyebabkan buah menjadi busuk (Wati, 2017).

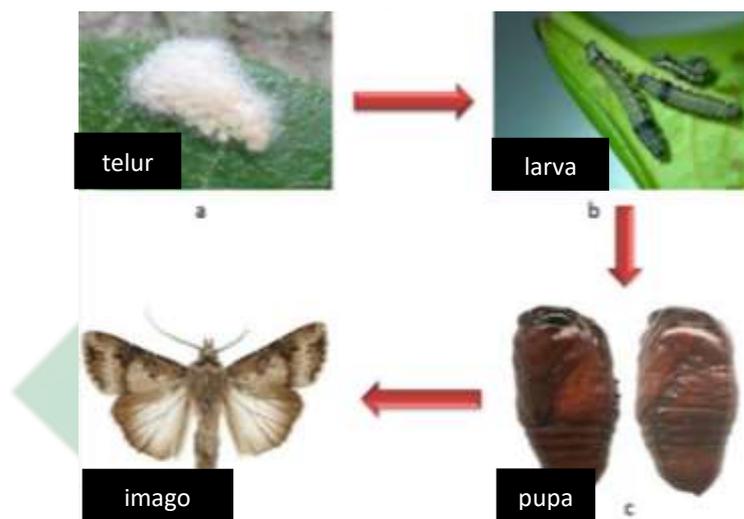
### 2.2.3 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Grayak

*Spodoptera litura* merupakan salah satu jenis serangga polifag yang sangat merugikan bagi petani. Larvanya dikenal dengan nama ulat grayak. Tanaman yang dijadikan inang hama ini diantaranya adalah kedelai, talas, cabai, kubis, tembakau, ulin, dan jarak (Utami et al., 2010). Hama ini telah dilaporkan dapat menyerang lebih dari 200 spesies tanaman. Hama *S. litura* tersebar di Jepang, Cina, India, serta berbagai negara di Asia Tenggara (Ramadhan et al., 2016). Di Indonesia ulat grayak terdapat di 22 provinsi dengan luas serangan rata-rata mencapai 11,163 ha/tahun. Daerah serangan utamanya adalah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Utara. Hasil survei di 18 Kabupaten Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa *S. litura* dijumpai di 16 Kabupaten (Tengkano & Suharsono, 2005). Klasifikasi ulat grayak sebagai berikut.

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insekta  
 Ordo : Lepidoptera  
 Famili : Noctuidae  
 Genus : *Spodoptera*  
 Spesies : *Spodoptera litura* (Fabricus, 1775)



Gambar 2.5 Metamorfosis Ulat Grayak  
 (Indrawijaya, 2016)

*S. litura* tergolong jenis serangga yang mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari empat stadia hidup yaitu telur, larva, pupa, dan imago (Gambar 2.5). Lama stadia telur, larva, pupa, dan imago berturut-turut sekitar 2, 16, 9, dan 9 hari. Stadia larva terdiri atas lima instar. Perpindahan larva instar I dan instar II dibantu oleh tiupan angin dan benang sutera dari mulutnya. Mulai instar IV warna ulat bervariasi mulai dari hitam, hijau, kuning, keputihan, maupun kombinasi dari warna-warna tersebut. Instar empat berlangsung selama 4 hari. larva instar III dan IV berpindah dari satu tanaman ke tanaman lain dengan cara berjalan dari daun ke daun atau melalui

tanah. Pada instar V akan bergerak dan menjatuhkan diri ke tanah untuk memasuki masa pupa (Noviana, 2011).

Larva *S.litura* Instar I berumur sekitar 2-3 hari, instar II sekitar 2-4 hari, instar III sekitar 2-5 hari, instar IV sekitar 2-6 hari, dan instar V sekitar 4-7 hari. Pada instar I ditandai dengan tubuh berwarna kuning dengan bulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Lalu, instar II yang ditandai dengan tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm, bulu-bulu halus tidak nampak, pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam dan bagian dorsal terdapat garis putih dari toraks sampai ujung abdomen. Larva instar III ditandai dengan garis zig-zag berwarna putih di bagian lateral abdomen dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Panjang tubuhnya mencapai 15 mm. Pada fase larva instar IV warna larva sangat bervariasi yaitu hitam, hijau kekuningan atau hijau keunguan, panjang tubuh 13-20 mm. Kemudian larva instar akhir panjang tubuhnya sekitar 35-50 mm, berwarna kecoklatan atau abu-abu gelap dan berbintik hitam serta bergaris keputihan (Sari, 2012).

Pada stadia larva *S. litura* memiliki ciri khas adanya dua buah bintik hitam berbentuk seperti bulan sabit di setiap ruas abdomen, terutama ruas ke-4 dan ke-7 yang dibatasi oleh garis-garis lateral dan dorsal berwarna kuning yang membujur di sepanjang badan. Selain itu, pada siang hari *S. litura* biasanya bersembunyi di tempat-tempat teduh seperti di dalam tanah atau di bawah batang dekat leher akar tanaman. Pada malam hari larva ini akan keluar dan mulai menyerang tanaman (Yarnisah, 2010). Larva muda *S. litura* memakan daun tanaman yang muda sehingga yang tertinggal hanya epidermis atas dan tulang-tulang daun. Mendekati instar akhir, larva telah

memasuki masa pembentukan pupa dimana pergerakannya menjadi lamban dan daya makan larva sudah berkurang (Zulfiana *et al.*, 2017).

#### 2.2.4 Klasifikasi dan Deskripsi Ulat Krop

*C. pavonana* atau ulat krop adalah salah satu hama penting pada tanaman sayuran famili *Brassicaceae* seperti kubis, brokoli, kol bunga, sawi, dan lobak. *C. pavonana* Fabricius dulunya dikenal dengan nama *C. binotalis* Zeller (Kalshoven, 1981). Daerah penyebaran *C. pavonana* meliputi Asia Selatan, Australia, Asia Tenggara, Afrika Selatan, dan beberapa Kepulauan Samudra Pasifik. Di Indonesia terutama di Pulau Jawa serangga ini dapat ditemukan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi (Laras, 2018). Klasifikasi ulat krop (*Crocitolomia pavonana*) sebagai berikut.

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insekta

Ordo : Lepidoptera

Famili : Pyralidae

Genus : *Crocitolomia*

Spesies : *Crocitolomia pavonana* (Fabricius, 1794)

Siklus ulat krop mulai dari telur, larva, pupa, dan imago (Gambar 2.6).

Berdasarkan siklus hidup tersebut serangga ini mengalami metamorfosis sempurna. Telur dari ulat krop biasanya terletak mengelompok di bawah permukaan daun kubis. Telur yang masih baru berwarna hijau kekuningan, kemudian berubah warna menjadi orange dan berubah lagi menjadi cokelat gelap pada saat akan menetas setelah 4 sampai 6 hari. Ulat krop mengalami 5

fase larva, yakni instar I yang memiliki ciri berwarna hijau kekuningan dengan kepala berwarna hitam pekat dan berlangsung selama 3-4 hari. Instar II berwarna hijau terang dengan kepala berwarna cokelat gelap dan berlangsung selama 2-3 hari. Tahap instar III berwarna hijau muda dengan 3 garis putih di dorsal dan berlangsung selama 2-3 hari. lalu, pada saat larva dewasa warna tubuhnya hijau tua dengan 3 garis putih pada bagian dorsal, 3 titik hitam dan satu garis lateral pada setiap segmen. Stadium ini berlangsung selama 3-4 hari. total waktu fase larva antara 11-17 hari. Pupa dari ulat krop berwarna kecoklatan dengan lama hidup rata-rata 10 hari. pembentukan pupa biasanya terjadi di dalam tanah. Pupa tersebut akan berubah menjadi imago yang berbentuk ngengat nokturnal yang tidak tertarik dengan cahaya (Susanti, 2015).



Gambar 2.6 Fase Hidup *C. pavonana*  
(Sudarwohadi Sastrosiswojo *et al.*, 2005)

Telah dilaporkan bahwa hama ini menyebabkan kehilangan hasil kubis sebesar 65,8% (S Sastrosiswojo, 1994). Serangan hama ini dimulai dari larva yang memakan daun yang masih muda sampai habis sehingga tanaman gagal membentuk krop. Setelah itu, larva pindah ke ujung daun dimana itu merupakan titik tumbuh. Kemudian, turun ke daun yang lebih tua. Kebanyakan tanaman yang terserang akan hancur jika ulat krop tidak dapat dikendalikan.

### 2.3 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Bintaro

Tanaman bintaro (Gambar 2.7) memiliki sinonim yaitu *C.lactaria*, *C. manghas* yang dikenal dan banyak ditemukan di kawasan penghijauan perkotaan. Tanaman ini yang berasal dari daerah tropis di Asia, Australia, Madagascar dan kepulauan sebelah barat Samudra Pasifik. Nama daerah tanaman bintaro bermacam-macam, antara lain mangga brabu (Maluku), kadong (Sulawesi Utara), lambuto (Makassar dan Ambon), bintaro (Jawa dan Sunda), goro-goro guwae (Ternate), dan masih banyak lagi (Rohimatun & Suriati, 2011). Klasifikasi tanaman bintaro yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.7 Bagian-Bagian Tanaman Bintaro  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Gentianales
Family	: Apocynaceae
Genus	: <i>Cerbera</i>
Spesies	: <i>Cerbera odollam</i> (Gaertn, 1791)



Gambar 2.8 Daun Bintaro  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Tanaman bintaro merupakan tanaman berbentuk pohon dengan ketinggian mencapai 4-6 meter. Batangnya tegak berkayu dan akarnya termasuk akar tunggang. Daunnya berwarna hijau tua, memanjang, simetris, dan tumpul pada bagian ujungnya (Gambar 2.8). Daun tanaman bintaro tersusun secara spiral pada ranting dan terkadang daun berkumpul pada ujung ranting sehingga membentuk roset. Bunganya berbentuk terompet berwarna putih dan memiliki petal sejumlah lima (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Bunga Bintaro  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Buah bintaro berbentuk bulat, berwarna hijau ketika masih muda (Gambar 2.10) dan berwarna merah ketika sudah masak (Gambar 2.11). Buah bintaro terdiri tiga lapisan yaitu lapisan terluar adalah lapisan kulit atau epikarp, lapisan kedua adalah daging buah yang menyerupai sabut kelapa (mesokarp), dan lapisan paling dalamnya adalah biji (endokarp) yang dilapisi

kulit biji atau testa. Struktur buah bintaro terdiri atas 8% biji dan 92% daging buah (Wahidah, 2018).



Gambar 2.10 Buah Bintaro yang Masih Muda (Dokumentasi Pribadi, 2022)



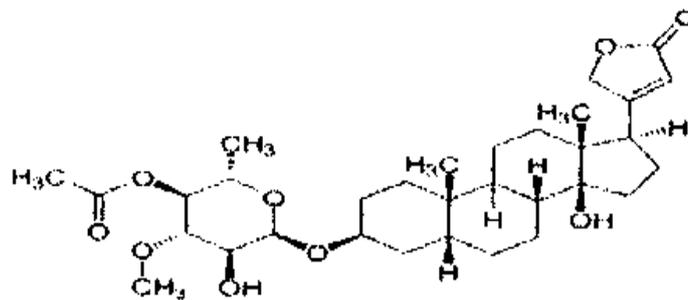
Gambar 2. 11 Buah Bintaro yang Sudah Masak (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Manfaat tanaman bintaro sangat beragam yakni selain sebagai bahan kerajinan bunga kering, penghijauan kota, dan penghias tanaman kota juga dipakai sebagai racun panah untuk berburu ikan, tikus, dan babi. Telah dilaporkan bahwa penduduk di Kecamatan Warakumba, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara biasa memanfaatkan daun bintaro sebagai obat luka, karena terbukti pada suatu penelitian daun bintaro mempunyai senyawa anti mikroba. Daun muda, akar, dan kulit batang berkhasiat sebagai obat pencahar. Begitupun bijinya yang mengandung minyak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin serta sedang dikembangkan sebagai sumber energi alternatif BBM (Yenni, 2017).

### 2.3.1 Potensi Tanaman Bintaro

Indonesia memiliki jenis flora yang sangat beragam, dilaporkan bahwa lebih dari 1500 jenis tumbuhan berpengaruh buruk pada serangga. Diantara tumbuhan yang berpotensi sebagai pestisida, tanaman bintaro adalah salah satu alternatif sumber pestisida nabati. Bintaro berpotensi sebagai anti jamur, insektisida, antioksidatif, dan antitumor (Juliati *et al.*, 2016). Tanaman bintaro termasuk tumbuhan non pangan atau tidak untuk dimakan. Hal ini

disebabkan semua bagian tanaman bintaro mengandung zat racun yang disebut *cerberine*. Zat ini berasa pahit dan merupakan glikosida bebas N yang bekerja sebagai racun jantung yang kuat (Gambar 2.12). Zat ini dapat menghambat ion kalsium di dalam otot jantung sehingga mengganggu detak jantung dan akhirnya terjadi kematian. Adanya kandungan zat *cerberine* yang beracun dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati (BPPP, 2011).



Gambar 2.12 Struktur Kimia Cerberine  
(Rohimatun & Suriati, 2011)

Semua bagian dari tanaman bintaro memiliki manfaat berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya. Akar dan kulit batang bintaro digunakan sebagai obat pencahar, keduanya memiliki kandungan zat kimia flavonoid dan steroid. Daun bintaro dimanfaatkan anti kanker pada payudara dan ovarium. Kandungan dalam daun bintaro yaitu saponin, steroid, flavonoid, dan masih banyak lagi. Biji bintaro mengandung minyak yang biasanya digunakan sebagai alternatif energi untuk masa mendatang (Prayuda, 2014).

Sejak zaman dahulu tanaman bintaro terutama getahnya dipakai sebagai racun untuk berburu, bagian buahnya juga biasanya dibuat untuk meracuni ikan, tikus, babi, dan sebagai anti nyamuk (Towaha & Indriati, 2011). Salah satu hal yang menarik dan jarang diketahui oleh masyarakat yakni bintaro dapat digunakan sebagai senjata biologis, karena di duga mengandung racun

arsenik (As). Dalam pengertian lebih luas, senjata biologis tidak hanya dari mikroorganisme atau organisme patogen saja, tetapi dari zat toksin atau beracun yang dihasilkan suatu organisme. Sasaran senjata biologis ini tidak hanya untuk manusia, tetapi juga untuk hewan dan tanaman (Rohimatun & Suriati, 2011).

### 2.3.2 Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Bintaro

Daun bintaro mengandung beberapa senyawa aktif yang berupa komponen metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer adalah komponen yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup tanaman, sedangkan metabolit sekunder ini tidak berfungsi sebagai komponen esensial atau penunjang kelangsungan hidup tanaman. Senyawa metabolit sekunder bekerja sebagai komponen pertahanan diri, perlawanan terhadap penyakit ataupun kondisi kritis. Menurut (Prayuda, 2014), daun bintaro mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder antara lain yaitu:

#### a. Alkaloid

Alkaloid pada ekstrak daun bintaro bekerja sebagai racun perut dan racun kontak. Senyawa alkaloid ini berupa garam sehingga ia dapat mendegradasi membran sel saluran pencernaan agar dapat masuk ke dalam dan merusak sel.

#### b. Flavonoid

Flavonoid yang ada pada daun bintaro mempunyai efek toksik, antimikroba/sebagai pelindung tanaman dari patogen dan *antifeedant*. Selain itu, senyawa flavonoid juga berfungsi sebagai larvasida. Senyawa ini mampu menghambat hormon pertumbuhan larva. Tiga hormon utama

serangga yaitu hormon otak, hormon edikson, dan hormon pertumbuhan. Dengan tidak berkembangnya ketiga hormon tersebut dapat mencegah pergerakan larva (Muaddibah, 2016).

c. Saponin

Saponin bersifat toksik terhadap serangga karena saponin memiliki sifat seperti detergen yang larut dalam air. Sifat inilah yang dapat menghambat aktivitas makan karena saponin menyebabkan penurunan enzim pencernaan serta menghambat penyerapan makanan. Saponin juga dapat menyebabkan kutikula pada kulit larva hilang sehingga cairan tubuh larva banyak yang keluar dan juga masuk ke saluran pernafasan sehingga merusak tubuh larva.

d. Tanin

Tanin dapat mengganggu penyerapan makanan dengan mengikat protein pada saluran pencernaan. Hal ini tentu saja mengganggu pertumbuhan dan perkembangan karena kurangnya nutrisi terutama protein. Tanin dapat menurunkan aktifitas enzim pencernaan seperti protease dan amilase. Tanin juga memiliki rasa pahit sehingga dapat menyebabkan terhambatnya aktivitas makan pada hewan uji.

e. Steroid

Steroid pada daun bintaro memiliki struktur yang mirip dengan hormon edison yang berperan dalam *molting* atau pergantian kulit serangga. Struktur steroid yang mirip tersebut dapat memanipulasi respon serangga, sehingga dapat menghambat terjadinya proses *molting* pada serangga.

f. Cerberin

Senyawa cerberin bersifat toksik yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan larva. Cerberin termasuk dalam golongan alkaloid atau glikosida yang berperan dalam kematian larva. Cerberin dapat mempengaruhi detak jantung larva serta menyebabkan anoreksia pada larva. Meskipun dalam suatu penelitian telah ditemukan 6 senyawa baru dari cardenolid glikosida, hanya cerberin yang memiliki potensi kardioksitas paling besar.

#### 2.4 Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan pestisida yang terbuat dari tumbuhan. Pestisida memiliki arti sendiri yaitu bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pestisida memiliki sifat mudah terurai di alam (*bio-degradable*), sehingga jumlah residu pada tanaman maupun lingkungan tidak berdampak signifikan (Luthfiana *et al.*, 2019).

Indonesia telah di kenal sebagai negara yang memiliki keaneragaman hayati terbesar (*mega-biodiversity*) kedua setelah Brazil, sehingga banyak jenis tumbuhan juga yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil pestisida nabati. Diperkirakan ada 2400 jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam 235 famili. Tumbuhan tersebut kaya akan bahan bioaktif, walaupun hanya sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi, tetapi sesungguhnya jumlah bahan kimia pada tumbuhan dapat melampaui 400.000. Jenis tanaman dari famili Asteraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, dan Apocynaceae dilaporkan mengandung paling banyak bahan bioaktif seperti

bahan penolak, pengambat makan, penghambat perkembangan serangga, dan penghambat penularan (Suliansyah *et al.*, 2019).

Petani di Indonesia sudah lama menggunakan pestisida nabati dan kini mulai banyak diminati karena mahalnnya harga pestisida kimia. Selain itu, pestisida kimiawi mengakibatkan OPT menjadi kebal (resisten) dan telah menyebabkan penurunan tingkat kesehatan manusia, baik dari penyemprotan maupun dari hasil produksi yang langsung dikonsumsi (Rahayuningtyas & Harijani, 2015). Keunggulan pestisida nabati selain murah yaitu dapat terurai dengan cepat oleh sinar matahari, memiliki efek yang relatif cepat yaitu dengan menurunkan bahkan menghentikan nafsu makan serangga meskipun jarang menyebabkan kematian, toksisitasnya relatif rendah terhadap hewan dan manusia, memiliki spektrum pengendalian yang luas dan bersifat selektif, tidak merusak tanaman, serta mudah dibuat oleh petani (Setiawati *et al.*, 2008).

Pembuatan pestisida nabati sangat sederhana antara lain, mulai dari yaitu digunakan secara langsung, di ekstraksi dengan air, ekstraksi dengan pelarut organik lainnya atau dengan cara penyulingan, tergantung tujuan dari formula yang akan dibuat. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati perlu diperkenalkan lebih luas terhadap pengguna melalui sosialisasi kepada pemangku kepentingan (*stake holder*) guna meningkatkan kepercayaan serta mengedukasi petani tentang keunggulan penggunaan pestisida nabati dan dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia (Puslitbangun, 2012).

#### 2.4.1 Jenis – Jenis Pestisida Nabati

Menurut (Niken, 2017), mekanisme pestisida nabati dalam meracuni serangga dibagi menjadi 3 yaitu :

##### a. Pestisida Nabati Sistemik

Pestisida nabati sistemik merupakan pestisida yang diserap oleh bagian-bagian tanaman melalui stomata, meristem akar, lentisel batang, dan celah-celah alami yang ada di permukaan tanaman. Pestisida jenis ini dapat di translokasikan ke bagian-bagian tanaman lainnya baik ke arah atas (akropetal) atau ke bawah (basipetal) yang melewati sel-sel menuju ke jaringan pengangkut.

##### b. Pestisida Nabati Non Sistemik

Pestisida nabati non sistemik tidak dapat diserap oleh jaringan tanaman, tetapi hanya menempel pada bagian luar atau permukaan tanaman.

##### c. Pestisida Nabati Sistemik Lokal

Pestisida jenis ini mampu diserap oleh jaringan daun, tetapi tidak dapat ditranslokasikan ke jaringan bagian tanaman lainnya.

#### 2.4.2 Cara Kerja Pestisida Nabati

Menurut (Pintar, 2010), mekanisme pestisida nabati dalam tubuh serangga ada 2 yakni cara kerja (*mode of action*) dan cara masuk (*mode of entry*). Cara kerja pestisida adalah cara pestisida nabati memberikan pengaruh atau bekerja melalui titik tangkap serangga. Cara masuk pestisida adalah cara pestisida nabati masuk ke dalam tubuh serangga. Kedua cara tersebut akan menunjukkan letak kepekaan hama terhadap senyawa aktif dari pestisida nabati. Dibawah ini penjelasan terkait mekanisme pestisida nabati yaitu:

a. Cara Kerja Pestisida (*Mode Of Action*)

1.) Racun Fisik

Akibat dari racun fisik ialah adanya pengeluaran udara atau menyebabkan kehilangan air (dehidrasi) dari tubuh serangga

2.) Racun Protoplasmik

Racun ini bekerja dengan cara merusak protein dalam sel tubuh dengan mengendapkan protein tersebut.

3.) Racun Pernapasan

Racun ini menginaktifkan enzim-enzim pernapasan

4.) Racun Saraf

Racun ini bekerja dengan cara merusak sistem saraf serangga

b. Cara Masuk Pestisida (*Mode Of Entry*)

1.) Racun Perut

Racun ini masuk melalui mulut lalu alat pencernaan makanan serta bagian dalam tubuh serangga. Racun ini efektif untuk hama yang mempunyai tipe mulut penggigit dan pengunyah

2.) Racun Kontak

Racun kontak masuk di bagian luar tubuh serangga melalui persentuhan. Pada umumnya terjadi penetrasi melalui kutikula. Racun dapat membunuh atau mengganggu perkembangbiakan serangga

3.) Racun Napas

Racun ini masuk melalui lubang pernapasan kemudian menembus jaringan badan yang berbentuk gas atau bahan lain yang mudah menguap

### 2.4.3 Parameter Pengaruh Pestisida Nabati

Dalam penggunaan & pengembangan pestisida nabati terdapat beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, salah satunya pengaruh bahan nabati yang memenuhi syarat teknologi aplikasi. Pengaruh pestisida bervariasi bergantung pada jenis dan dosisnya. Penggunaan pestisida nabati diharapkan mempunyai efektivitas lebih dari 50% (Sumartini, 2017). Parameter pestisida pada penelitian adalah persentase mortalitas yang tinggi yang didukung dengan gejala kematian secara visual dan aktivitas makan hama yang disajikan melalui persentase penurunan bobot pakan.

Ciri-ciri visual yang terlihat ketika terjadi penurunan aktivitas makan yaitu larva cenderung diam dan menjauhi pakan. Kondisi larva yang cenderung diam atau tidak melakukan pergerakan diduga merupakan cara larva untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek kematian yang terjadi lebih lambat. Larva yang tidak melakukan aktivitas makan mampu bertahan hidup lebih lama dibandingkan larva yang memakan pakan yang telah terpapar ekstrak meskipun pada konsentrasi rendah. Sistem pencernaan serangga mampu beradaptasi ketika terjadi kelangkaan sumber makanan. Ketika sumber makanan sangat terbatas, larva mampu menahan dan memproses nutrisi di dalam tubuh secara efisien. Sedangkan, ketika persediaan sumber makanan melimpah laju konsumsi makanan larva meningkat dari kebutuhan makan normal sehingga makanan akan lebih cepat habis (Sari, 2012). Ciri visual selanjutnya yaitu hama yang mati dengan perlakuan pestisida nabati selain mengalami perubahan pada gerakan tubuh juga mengalami perubahan warna tubuh. Terjadinya

perubahan warna pada tubuh hama menjadi gelap serta gerakan tubuh hama yang sangat lambat apabila disentuh dan selalu membengkokkan tubuhnya diakibatkan oleh senyawa aktif insektisida nabati (Safirah *et al.*, 2016).

#### 2.4.4 Metode Ekstraksi

Proses penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair disebut ekstraksi. Metode ekstraksi berdasarkan suhu yang digunakan dibagi menjadi dua yaitu metode ekstraksi dingin dan panas. Metode ekstraksi yang secara dingin antara lain maserasi dan perkolasi, sedangkan secara panas antara lain refluks, alat soxhlet, digesti, dan infus (Sitepu, 2015).

Ekstraksi terbagi menjadi dua berdasarkan pelarutnya, yaitu ekstraksi bertingkat dan ekstraksi tunggal. Ekstraksi bertingkat dilakukan dengan cara merendam sampel dengan pelarut berbeda sesuai dengan tingkat kepolarannya mulai dari non polar, semi polar, lalu polar. Sedangkan ekstraksi tunggal dilakukan dengan cara merendam sampel dengan satu jenis pelarut saja. Senyawa polar akan larut dengan pelarut polar contohnya etanol, metanol, butanol, dan air. Senyawa non polar juga hanya akan larut pada pelarut non polar seperti eter, kloroform, dan n-heksana. Selain itu, ada senyawa semi polar yang larut pada pelarut semi polar juga contohnya aseton dan etil asetat. Pelarut polar cenderung universal karena meskipun polar (polaritas tinggi), tetap dapat mencari senyawa-senyawa yang tingkat kepolarannya lebih rendah karena memiliki kutub negatif dan kutub positif di elektronnya (Kasminah, 2016)

Maserasi secara etimologi berasal dari bahasa latin yaitu “Maeraceae” yang berarti mengairi dan melunakkan. Maserasi adalah suatu proses pengekstrakan sampel menggunakan pelarut yang sesuai dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruang. Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat kimia yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan terhadap pemanasan. Maserasi ialah cara ekstraksi yang paling sederhana dengan merendam sampel yang sudah halus sampai pelarut tersebut meresap dan melunakkan susunan sel, sehingga zat-zatnya larut (difusi). Selama maserasi dilakukan pengadukan berulang-ulang. Hal ini dilakukan untuk mencapai keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat dalam cairan. Apabila tidak dilakukan pengadukan (diam) maka terjadi penurunan proses difusi (Yenni, 2017). Hasil maserasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari kondisi sampel sampai komponen ekstraksi. Faktor-faktor yang mempengaruhi seperti di bawah ini:

a. Jenis Bahan dan Jenis Pelarut

Bahan dan pelarut sebaiknya memiliki jenis polaritas yang sama. Pelarut yang dapat digunakan yakni pelarut polar yang sifatnya *universal*. Pelarut yang baik dapat melarutkan zat yang diinginkan, mempunyai titik didih yang rendah, harganya murah, tidak toksik, dan tidak mudah terbakar (Kasminah, 2016).

b. Rasio Bahan dan Pelarut

Semakin besar perbandingan pelarut terhadap simplisa, maka akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Sitepu, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian dari Nasser tahun 2011 variasi rasio pelarut etanol 96% terhadap

oleoresin temulawak menghasilkan total fenolik tertinggi pada rasio 1:7 dalam variasi tiga rasio yaitu 1:3, 1:5, dan 1:7 (Hernes *et al.*, 2018).

c. Ukuran Sampel

Semakin kecil ukuran partikel sampel maka semakin mudah senyawa naik ke permukaan bahan. Hal ini terjadi karena pengecilan ukuran sampel menyebabkan pemecahan dinding dan membran sel dari bahan. Kondisi sel yang rusak mengakibatkan perpindahan massa serta jarak difusi akan semakin kecil (Ardyanti *et al.*, 2020).

d. Waktu

Semakin lama kontak langsung antara bahan dan pelarut maka semakin banyak pula jumlah sel yang pecah dan bahan aktif terlarut. Kondisi ini keseimbangan konsentrasi antara bahan dan pelarut tidak dapat diketahui secara pasti. Namun, pada penelitian (Yulianingtyas & Kusmartono, 2016) melaporkan bahwa terjadi penurunan nilai rendemen ekstrak flavonoid daun belimbing wuluh pada waktu maserasi 72 jam dibandingkan dengan waktu maserasi 48 jam.

e. Pengadukan

Pengadukan juga berpengaruh terhadap hasil ekstraksi, semakin lama kontak antara sampel dan pelarut maka hasilnya juga bertambah sampai titik jenuh larutan. Kontak antara sampel dan pelarut dapat ditingkatkan dengan pengadukan agar kontak antara sampel dan pelarut semakin sering terjadi sehingga proses ekstraksi menjadi sempurna (Prasetya *et al.*, 2020).

#### 2.4.5 Uji Fitokimia

Uji fitokimia ialah metode yang digunakan untuk mempelajari komponen senyawa aktif yang terdapat pada sampel. Komponen tersebut adalah struktur kimia, biosintesis, penyebaran secara alamiah dan fungsi biologisnya, isolasi maupun perbandingan komposisi senyawa kimia dari bermacam-macam jenis tanaman. Letak geografis, suhu, iklim dan kesuburan tanah pada suatu wilayah sangat menentukan kandungan senyawa kimia dalam suatu tanaman. Sampel tanaman yang dapat digunakan dalam uji fitokimia yaitu daun, batang, buah, bunga dan akar (Muthmainnah, 2017).

Menurut (Khotimah, 2016), uji fitokimia merupakan salah satu tahap pendahuluan dalam suatu penelitian. Uji tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang diteliti. Metode uji fitokimia dilakukan dengan cara melihat reaksi pengujian warna menggunakan suatu pereaksi warna. Uji fitokimia serbuk sampel dan sampel bentuk basah meliputi pemeriksaan kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, tanin, cerberin/glikosida dan saponin berdasarkan prosedur yang telah dilakukan oleh *Harborne*.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimental. Penelitian laboratorium ini menggunakan metode percobaan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 jenis perlakuan.

Tabel 3.1 Desain Penempatan Plot

Ulangan	Perlakuan							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	P01	P11	P21	P31	P41	P51	P61	P71
2	P02	P12	P22	P32	P42	P52	P62	P72
3	P03	P13	P23	P33	P43	P53	P63	P73

Keterangan :

P0 = kontrol negatif (*aquadest*)

P1 = etanol 96%

P2 = ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 0,5%

P3 = ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 1%

P4 = ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 1,5%

P5 = ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 2%

P6 = ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 2,5%

P7 = kontrol positif (ekstrak 100% daun bintaro)

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali berdasarkan rumus federer  $[(t - 1)(r - 1) \geq 15]$  (penghitungan terlampir). Larva yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 4 jenis. Dari keempat jenis larva tersebut, setiap jenis larva dilakukan percobaan sesuai dengan desain penempatan plot diatas (Tabel 3.1). Jumlah objek setiap pengulangan setiap jenis larva sebanyak 5 ekor larva.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dalam skala laboratorium dimulai pada bulan Juli - Desember 2021 di Laboratorium Terintegrasi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Ampel Surabaya.

Tabel 3.2 Jadwal Penelitian Skala Laboratorium

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Mempersiapkan alat dan bahan	■					
2.	Proses pembuatan ekstrak	■	■	■			
3.	Uji fitokimia		■				
4.	Pengujian ekstrak terhadap hama		■	■	■	■	
5.	Pengamatan dan pengumpulan data		■	■	■	■	
6.	Analisis data					■	■

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pinset, mika plastik, timbangan analitik, blender, kertas saring, gelas ukur, gelas beaker, oven, tissue, penggaris, labu evaporator, rotary vacuum evaporator, erlenmeyer, tabung reaksi, bunsen, gunting, selotip bening, mikroskop stereo, pengaduk, spatula, alat tulis, serta alat-alat pendukung lainnya.

Bahan yang diperlukan yaitu, daun bintaro *Cerbera odollam*, daun kubis, aquades, kapas, air, etanol 96%, serbuk Mg, HCl 2 N, pereaksi dragendorff, pereaksi mayer, FeCl<sub>3</sub>, etil asetat, asam anhidrat pekat, asam sulfat pekat, serta larva *Helicoverpa armigera*, *Plutella xylostella*, *Spodoptera litura*, dan *Crociodomia pavonana* pada tahap instar 2.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu ekstrak daun tanaman bintaro dengan berbagai variasi konsentrasi dan lama waktu aplikasi pestisida nabati
- b. Variabel bebas dalam penelitian yaitu mortalitas dan tingkat penurunan aktivitas makan empat hama tanaman kubis dari Ordo Lepidoptera

- c. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu durasi percobaan selama 2 hari, hama yang digunakan yaitu hama tahap instar 2, dan pakan yang digunakan adalah daun tanaman kubis

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Identifikasi Tanaman Bintaro

Identifikasi tanaman bintaro yaitu dengan mengamati setiap bagian tanaman bintaro dan mencocokkan morfologinya dengan sumber sebagai berikut:

- a. Jurnal yang berjudul “*A Case of Attempted Suicide by Cerbera Odollam Seed Ingestion*” oleh Bernshteyn *et al.*, (2020)
- b. Jurnal yang berjudul “*Taxonomy and Traditional Medicinal Uses of Apocynaceae (Dogbane) Family of Rajashi District, Bangladesh*” oleh Rahman & Akter (2016)
- c. Laporan “*Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Taman Kota Di Surabaya*” oleh Dinas Lingkungan Hidup (2017)
- d. Website *GBIF-Global Biodiversity Information Facility* dan *IPNI-International Plant Name Index*

#### 3.5.2 Persiapan Larva

Pada penelitian ini larva yang digunakan adalah empat jenis hama tanaman kubis dari Ordo Lepidoptera yaitu *H. armigera*, *P. xylostella*, *S. litura*, dan *C. pavonana*. Empat larva ini didapatkan dan teridentifikasi oleh Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) yang berlokasi di Jl. Raya Karangpulo, Malang. Prosedur persiapan larva sebagai berikut:

- a. Larva tahap instar I ditempatkan di dalam toples plastik sekitar 3 hari

- b. Diberi pakan *ad libitum*, dihindarkan dari sinar matahari, dan ditunggu sampai tahap instar II
- c. Larva tahap instar II dipisahkan dengan pakannya selama 1 jam kemudian siap untuk digunakan sebagai objek aplikasi pestisida

### 3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Bintaro

- a. Daun bintaro *C. odollam* segar dicuci bersih
- b. Dikering anginkan dan di oven dengan suhu 50°C selama 1 hari
- c. Daun yang sudah kering di blender sampai halus lalu diayak
- d. Serbuk daun bintaro sebanyak 100 gram dilarutkan dalam 500 ml etanol 96% dan diaduk selama 2 menit, lalu didiamkan selama 72 jam
- e. Hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 68°C agar didapatkan ekstrak murni daun bintaro
- f. Dibuat serial larutan 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% dengan pengenceran dalam aquadest

### 3.5.4 Uji Fitokimia Ekstrak Daun Bintaro

Uji fitokimia ekstrak daun bintaro didasarkan pada senyawa kimia pada daun bintaro yang diprediksi terekstrak dengan pelarut etanol 96%. Uji fitokimia tersebut antara lain :

- a. Uji Flavonoid
  - 1) Ekstrak sebanyak 2 gr dimasukkan dalam labu erlenmeyer
  - 2) Ditambah etanol sampai semua sampel terendam semua kemudian dipanaskan
  - 3) Setelah terbentuk dua lapisan, lapisan atas dipisahkan kemudian ditambahkan serbuk Mg dan 1 ml HCl 2 N. Apabila timbul warna

merah sampai kuning maka ekstrak mengandung flavonoid (Rumagit *et al.*, 2015)

b. Uji Alkaloid

- 1) Ekstrak sebanyak 2 gr diuapkan di atas cawan porselin
- 2) Hasil residu dilarutkan dengan 5 ml HCL 2 N
- 3) Larutan yang diperoleh dibagi ke dalam 3 tabung reaksi.
- 4) Ditambahkan 3 tetes HCl 2 N pada tabung pertama untuk blanko
- 5) Tabung kedua ditambahkan 3 tetes pereaksi Dragendorff
- 6) Tabung ketiga ditambahkan 3 tetes pereaksi Mayer. Jika terbentuk endapan jingga pada tabung kedua dan endapan putih pada tabung ketiga menunjukkan adanya alkaloid (Farnsworth, 1966)

c. Uji Saponin

- 1) Ekstrak sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Dipanaskan aquades sebanyak 10 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 3) Campuran dikocok kuat kurang lebih selama 1 menit
- 4) Didiamkan selama 10 menit lalu diamati busa yang terbentuk yang menandakan hasil positif saponin (Ningsih *et al.*, 2020)

d. Uji Tanin

- 1) Ekstrak sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan dengan 10 ml aquades panas
- 3) Ditambahkan 2 tetes  $\text{FeCl}_3$  1%, jika terbentuknya warna hijau kehitaman menunjukkan adanya kandungan tanin (Kamaludin *et al.*, 2013)

e. Uji Steroid

- 1) Ekstrak sebanyak 2 gr dimasukkan dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan dengan 2 ml etil asetat dan dikocok
- 3) Lapisan etil asetat diambil lalu ditetesi pada kaca arloji
- 4) Dibiarkan sampai kering
- 5) Setelah kering, ditambahkan 2 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat. Apabila terbentuk warna hijau berarti positif steroid (Muthmainnah, 2017)

f. Uji Glikosida

- 1) Ekstrak sebanyak 2 gr dimasukkan dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan dengan 5 mL asam asetat anhidrat pekat
- 3) Ditambahkan 10 tetes asam sulfat pekat, terjadi warna biru atau hijau menunjukkan adanya glikosida (Depkes RI, 1979)

### 3.5.5 Uji Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro

- a. Daun kubis untuk pakan larva dipotong secukupnya, kemudian di cuci bersih
- b. Daun kubis dikering anginkan lalu direndam dalam 8 variasi perlakuan (Tabel 3.1) selama 1 hari
- c. Daun yang sudah direndam ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam mika plastik yang telah diisi larva
- d. Pengamatan mortalitas dan bobot pakan dilakukan setiap 1x24 jam selama 2 hari
- e. Pemberian pakan diganti setiap 1 hari sekali selama 2 hari dengan cara menimbang bobot pakan sebelum dan setelah diaplikasikan

- f. Dilakukan Prosedur uji pengaruh ekstrak daun bintaro yang sama untuk keempat jenis hama di penelitian ini

### 3.5.6 Perhitungan Persentase Mortalitas dan Aktivitas Makan Hama

Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap gejala kematian larva secara visual, jumlah kematian hama (mortalitas), penurunan aktivitas makan hama. Setelah itu, pada akhir periode pengamatan (2 hari) dilakukan penghitungan efektifitas ekstrak daun bintaro. Adapun persentase parameter pengamatan diperoleh dari penghitungan dibawah ini:

#### a. Mortalitas

Penghitungan persentase mortalitas hama berdasarkan rumus dan tabel dibawah:

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

(Fagoone & Lauge, 1981 ; Setiawan & Supriyadi, 2014)

hasil persentase mortalitas tertinggi dari keempat jenis ulat, kemudian diberi kategori terkait pengaruh pestisida nabati sesuai dengan tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Kriteria Pengaruh Pestida Nabati

No.	Kategori	Skor (%)
1.	Sangat Berpengaruh	75 – 100
2.	Berpengaruh	50 – 74,9
3.	Cukup Berpengaruh	25 – 49,9
4.	Tidak Berpengaruh	< 25

(Dewi et.al., 2018)

#### b. Penurunan Aktivitas Makan

Penghitungan Penurunan aktivitas makan hama berdasarkan rumus dibawah ini:

$$\% D = \frac{\text{Bobot pakan awal} - \text{Bobot pakan akhir}}{\text{Bobot awal pakan}} \times 100$$

Keterangan :

D = penurunan aktivitas makan

### 3.6 Analisis Data

Deskripsi data mortalitas dan aktivitas makan hama tanaman kubis yang akan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Selain itu, dilakukan pula uji anova *one-way* dengan derajat signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh tiap dosis pestisida nabati terhadap mortalitas serta aktivitas makan hama. Jika data diasumsikan homogen dan terdistribusi normal maka dapat dilanjutkan dengan uji *Annova one-way* dan menunjukkan nilai signifikansi < 0.05, maka hipotesis penelitian diterima serta dapat dilanjutkan dengan uji *posthoc Duncan's* pada taraf 5%. Sedangkan data yang tidak diasumsikan homogen tapi terdistribusi normal dapat menggunakan uji lanjutan (*Posthoc Tamhanes'T2*), lalu data tidak homogen dan tidak terdistribusi normal menggunakan uji lanjutan *Games-Howell*.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap hama Ordo Lepidoptera pada tanaman kubis (*Brassica oleracea*) dilakukan di Laboratorium Ekologi, Laboratorium Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juli - Desember 2022. Dalam penelitian ini dilakukan serangkaian kegiatan antara lain, identifikasi tanaman bintaro, ekstraksi daun bintaro, uji fitokimia, serta pengamatan mortalitas dan aktivitas makan hama Ordo Lepidoptera. Serangkaian kegiatan tersebut akan dibahas lebih mendalam melalui pembahasan di bawah ini.

#### 4.1 Hasil Identifikasi Tanaman Bintaro



Gambar 4.1 Foto Buah Bintaro  
(Dokumentasi Pribadi, 2021)



Gambar 4.2 Literatur Buah Bintaro  
(Bernshteyn *et al.*, 2020)

Identifikasi tanaman bintaro (*Cerbera odollam*) dilakukan dengan cara studi literatur. Cara identifikasi tersebut diawali dengan mengamati morfologi organ dari tanaman bintaro yakni, daun, bunga, batang, dan buah (Gambar 4.1). Tanaman bintaro merupakan pohon berkayu yang berukuran kecil sampai sedang. Tekstur daun kasar dan panjang tangkai daun sekitar 1,5-40 cm. Tanaman bintaro berbunga pada bulan maret sampai juli. Bagian tengah mahkota bunga berwarna kuning, dan kelopakinya melengkung. Buah bintaro

(Gambar 4.2) termasuk buah kering tersusun oleh dua atau beberapa bagian. Jika masak, buah berbelah menjadi beberapa bagian (mericarp) yang berdiameter 5,5-8,0 cm. Setiap bagian berasal dari satu daun buah, mengandung satu biji, dan tidak merekah. Penyebaran tanaman ini ada Pantai Sri Lanka, India, Malaysia, Indonesia, dan sepanjang pantai di Bangladesh. Tanaman bintaro yang telah teridentifikasi akan digunakan sebagai sumber pestisida nabati untuk mengendalikan hama ordo lepidoptera pada tanaman kubis .

#### **4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*)**

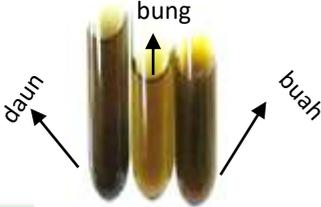
Uji fitokimia dilakukan setelah proses maserasi serbuk daun bintaro dengan pelarut etanol 96%. Rasio serbuk dan pelarut sebesar 1:5 dengan waktu perendaman selama 3x24 jam serta 3 kali penyaringan. Setelah itu, hasil maserasi di evaporasi sehingga menghasilkan ekstrak murni. Uji fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun bintaro dengan pelarut etanol 96%. Uji fitokimia meliputi uji flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, steroid dan cerberine/glikosida.

Hasil uji dari penelitian ini disajikan pada tabel 4.1 yang menyatakan bahwa ekstrak etanol 96% daun bintaro mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan cerberin. Hasil ini sesuai dengan penelitian dari Utami *et al.*, (2010) melaporkan ekstrak daun bintaro dengan pelarut metanol (1:10), proses maserasi selama 24 jam positif mengandung flavonoid, saponin, steroid, dan tanin. Di sisi lain ekstrak tersebut negatif alkaloid dan triterpenoid.

Tabel 4.1 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol 96% Daun Bintaro

No.	Senyawa	Hasil Ekspetasi		Hasil Observasi		Ket.
		Karakteristik	Gambar	Karakteristik	Gambar	
1.	Flavonoid*	kuning - jingga		Hijau kekuningan		(+)
2.	Alkaloid*	(Pereaksi Dragendorff) endapan jingga		(Pereaksi Dragendorff) hijau & tidak ada endapan		(-)
		(Pereaksi Mayer) endapan putih		(Pereaksi Mayer) hijau & tidak ada endapan		(-)

Keterangan : (++) = banyak, (+) = sedikit, (-) = tidak ada

3.	Saponin*	adanya busa		Hijau berbusa		(+)
4.	Tanin**	hijau, merah, ungu, dan hitam pekat		Hijau pekat		(++)
5.	Steroid*	hijau atau biru		Hijau		(++)
6.	Glikosida***	hijau atau biru		Hijau		(++)

Keterangan : (++) = banyak, (+) = sedikit, (-) = tidak ada

\**(Sulistiyasrini et.al., 2013)* \*\**(Halimu et.al., 2020)* \*\*\**(Astarina et.al., 2013)*

Pada penelitian Effendi *et al.* (2018), ekstrak etanol 70% daun bintaro positif mengandung flavonoid dan tanin. Penelitian ini menggunakan serbuk simplisa dan pelarut dengan rasio 1:10 dan lama perendaman selama 72 jam. Rudiana *et al.*, (2018), juga melaporkan kandungan metabolit sekunder daun bintaro dengan 2 jenis pelarut berbeda dengan waktu maserasi yang sama yaitu 3x24 jam. Ekstrak pertama menggunakan pelarut n-heksana (non polar) positif mengandung flavonoid, terpenoid, dan steroid. Ekstrak menggunakan pelarut metanol (polar) mengandung flavonoid, tanin, dan polifenol. Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian (Prayuda, 2014) yang menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia daun bintaro yaitu flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan cerberin. Berdasarkan beberapa penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil uji fitokimia dipengaruhi banyak faktor antara lain jenis pelarut serta rasio bahan dan pelarut.



Gambar 4.3 Ekstrak + Serbuk Mg  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

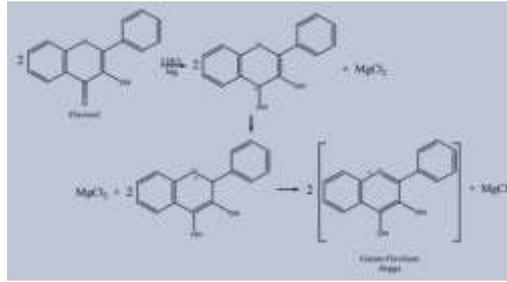
Kandungan flavonoid diidentifikasi keberadannya menggunakan serbuk Mg dan HCl 2N. Penambahan zat tersebut memberikan perubahan warna hijau setelah diberi serbuk Mg (Gambar 4.3) menjadi warna hijau kekuningan setelah diberi HCl 2N. Hal tersebut menandakan bahwa sampel mengandung flavonoid tapi dalam jumlah sedikit. Hal ini sesuai dengan

(Harborne, 1987), senyawa flavonoid akan tereduksi dengan Mg dan HCl sehingga menghasilkan warna jingga atau kuning. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian Ergina *et al.*, (2014), yang menyatakan bahwa ekstrak air membentuk larutan berwarna kuning, sedangkan ekstrak etanol membentuk larutan hijau kekuningan (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Hasil Uji Flavonoid  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Tujuan penambahan logam Mg dan HCl adalah untuk mereduksi inti benzopiron yang terdapat dalam struktur flavonoid sehingga terbentuk garam flavilium berwarna merah atau jingga. Hal ini kemungkinan besar senyawa flavonoid pada sampel yang di ekstraksi dengan etanol memiliki persentase yang kecil. Perbedaan warna yang dihasilkan antara ekstrak air dan ekstrak etanol daun bintaro diakibatkan senyawa flavonoid lebih terekstrak sempurna pada pelarut air dibandingkan pelarut etanol, karena perbedaan sifat dari kedua pelarut tersebut. Flavonoid merupakan senyawa yang mengandung dua cincin aromatik dengan gugus hidroksil lebih dari satu. Semakin banyak gugus hidroksil pada senyawa fenol maka tingkat kelarutan dalam air semakin besar atau bersifat polar (Robinson, 1995). Adapun reaksi yang terjadi antara senyawa flavonoid dengan HCl dan serbuk Mg terlihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Reaksi Flavonoid dengan Mg Dan HCl  
(Septyaningsih, 2010)

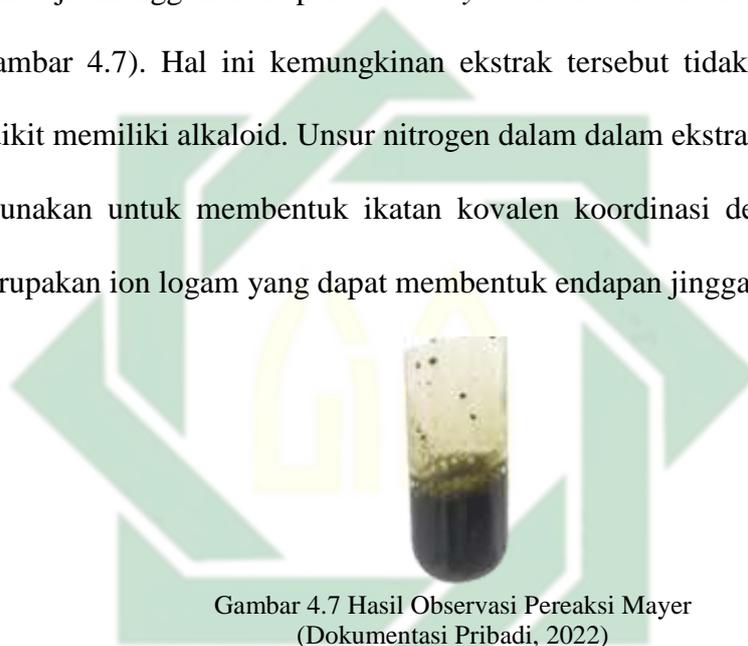
Perubahan warna yang dihasilkan pada uji flavonoid menunjukkan adanya kandungan polifenol yang banyak tersebar dalam daun tumbuhan tingkat tinggi. Flavonoid juga terdapat dalam semua tumbuhan hijau sehingga dapat ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan. Flavonoid ditemukan pada tanaman yang memproduksi pigmen warna kuning, merah, oranye, biru, dan ungu dari daun, bunga, dan buah (Arifin & Ibrahim, 2018). Daun tanaman bintaro mengandung flavonoid yang merupakan golongan fenol terbesar jenis polifenol. Senyawa polifenol bersifat polar sehingga dapat larut dengan baik dalam pelarut polar juga misalnya air, etanol, aseton, dan campuran dari pelarut tersebut (Hernes *et al.*, 2018).



Gambar 4.6 Hasil Observasi Pereaksi Dragendorff  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pengujian senyawa alkaloid dilakukan dengan 2 pereaksi, yaitu *Dragendorff* dan *Mayer*. Sebelum ditetesi oleh pereaksi dibuat larutan blanko sebanyak 3 tabung. Larutan blanko ditambahkan HCl yang bertujuan untuk mengekstrak alkaloid yang mengandung unsur nitrogen dan bersifat basa menggunakan larutan asam. Menurut (Marliana *et al.*, 2005) jika senyawa

mengandung alkaloid maka dengan pereaksi *dragendorff* akan terbentuk endapan berwarna coklat oranye atau jingga karena alkaloid akan berinteraksi dengan ion tetraiodobismutat (III). Namun, pada hasil uji dengan pereaksi *dragendorff* tidak ditemukan endapan jingga (Gambar 4.6). Jika menggunakan pereaksi *mayer* akan terbentuk endapan putih. Namun, pada hasil uji menggunakan pereaksi *mayer* tidak terbentuk endapan putih (Gambar 4.7). Hal ini kemungkinan ekstrak tersebut tidak memiliki atau sedikit memiliki alkaloid. Unsur nitrogen dalam dalam ekstrak tersebut tidak digunakan untuk membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan  $K^+$  yang merupakan ion logam yang dapat membentuk endapan jingga atau putih.



Gambar 4.7 Hasil Observasi Pereaksi Mayer  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Senyawa alkaloid termasuk golongan senyawa organik yang banyak ditemukan di alam. Hampir seluruh senyawa alkaloid dihasilkan dari tumbuhan terutama tumbuhan tingkat tinggi yaitu tumbuhan dikotil. Tumbuhan monokotil dan pterodophyta mengandung alkaloid dengan kadar rendah (Widodo, 2007). Menurut Padmawinata (1995), alkaloid biasanya diperoleh dengan cara mengekstrasi bahan tumbuhan menggunakan asam yang menjadikan alkaloid sebagai garam, lalu basa bebas dari alkaloid diekstraksi dengan pelarut organik seperti kloroform, eter, dan sebagainya. Untuk alkaloid yang dapat menguap seperti nikotina dapat dimurnikan dengan cara penyulingan uap dari larutan yang dibasakan.

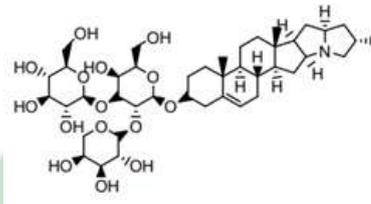
Garam alkaloid berbeda sifatnya dengan alkaloid bebas. Alkaloid bebas biasanya tidak larut dalam air, tetapi mudah larut dalam pelarut organik semipolar atau non polar seperti benzena, eter, dan kloroform. Dalam bentuk garamnya, alkaloid mudah larut dalam pelarut organik polar seperti etanol, metanol, dan aseton. Oleh karena itu, pada ekstrak daun bintaro tidak ditemukan senyawa alkaloid bebas pada pereaksi dragendroff dan mayer karena pemilihan pelarut yang kurang tepat. Selain itu, cara mengekstraksi alkaloid bebas yang tidak dijadikan sebagai garam alkaloid sehingga pada saat uji fitokimia tidak dapat terdeteksi adanya senyawa alkaloid (Cordell, 1981). Garam alkaloid sendiri dapat dibuat dengan menambahkan zat yang sifatnya basa pada hasil alkaloid bebas. Pada penelitian Sahoo & Marar, (2018), kadar ekstrak daun bintaro pada 2 pelarut polar yaitu metanol dan aquadest sebesar 0,3 mg/g dan 0,2 mg/g. Kadar yang cenderung rendah diduga mengakibatkan alkaloid tidak terdeteksi pada uji fitokimia di penelitian ini.



Gambar 4.8 Hasil Uji Saponin  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada hasil uji fitokimia ekstrak daun bintaro dengan pelarut ekstrak etanol 96% ditemukan adanya kandungan saponin (Gambar 4.8). Hal ini ditandai dengan munculnya busa/buih yang stabil setelah selang waktu 10 menit. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang mudah terdeteksi

melalui busa. Gambar 4.12 menunjukkan bahwa ekstrak yang mengandung saponin pada ekstrak dengan pelarut metanol dan kloroform. Hal ini karena komponen ikatan glikosida (Gambar 4.9) di dalam saponin menyebabkan senyawa ini cenderung bersifat polar sehingga larut dengan baik dengan pelarut polar (Sulistyarini *et al.*, 2020)



Gambar 4.9 Struktur Saponin  
(Nuraeni & Darwiati, 2021)

Buih ini muncul karena kemampuan saponin yang dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga akan terbentuk buih pada permukaan air setelah dikocok. Penurunan tegangan permukaan air diakibatkan adanya senyawa sabun yang dapat merusak ikatan hidrogen dalam air (Nurzaman *et al.*, 2018). Senyawa sabun ini disebut senyawa surfaktan. Surfaktan adalah suatu molekul yang memiliki dua bagian yang tidak sama kepolarnya. Bagian pertama adalah bagian polar yang suka akan air (hidrofilik) dan bagian kedua adalah bagian non polar yang suka akan minyak (lipofilik). Sifat ampifilik yang terdapat pada saponin inilah yang dapat berfungsi sebagai surfaktan.



Gambar 4.10 Ekstrak + 10ml Air Panas  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Skrining senyawa tanin pada ekstrak etanol 96% daun bintaro dilakukan dengan penambahan 10 ml air panas (Gambar 4.10). kemudian ditetesi dengan  $\text{FeCl}_3$  1% dan terbentuk warna hijau kehitaman yang menunjukkan bahwa positif mengandung tanin (4.11). Terbentuknya warna hijau kehitaman pada ekstrak setelah penambahan  $\text{FeCl}_3$  disebabkan oleh terbentuknya senyawa kompleks dengan  $\text{FeCl}_3$ . Senyawa kompleks yang terbentuk oleh tanin karena tanin memiliki berat molekul yang sangat besar yaitu lebih dari 1000 g/mol serta dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein (Noer *et al.*, 2018). Senyawa tanin mengandung banyak gugus OH atau hidroksil yang menyebabkan sifatnya polar maka tanin dapat larut dengan baik oleh pelarut polar seperti polar seperti etanol, metanol, dan air (Sriwahyuni I., 2010).



Gambar 4.11 Hasil Uji Tanin  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Penambahan ekstrak tanin dengan  $\text{FeCl}_3$  akan menimbulkan warna hijau, merah, ungu dan hitam yang kuat. Terbentuknya warna hijau kehitaman pada ekstrak setelah ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  karena tanin akan bereaksi dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$  akan membentuk senyawa kompleks *trisianoferitrikaliumFerri* (III) (Setyowati *et al.*, 2014). Senyawa tanin dalam penelitian ini diperoleh dari proses ekstraksi dengan cara maserasi. Proses ekstraksi tidak dilakukan

dengan metode *soxhletasi* karena dikhawatirkan ada golongan senyawa tanin yang tidak tahan panas (Halimu *et al.*, 2017).

Pada hasil penelitian ditemukan bahwa ekstrak etanol 96% daun bintaro positif mengandung senyawa steroid. Hal ini dibuktikan dengan larutan uji yang berwarna hijau setelah ditetesi asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat (Gambar 4.12). Reaksi yang terjadi antara steroid dengan asam asetat anhidrat adalah reaksi asetilasi gugus  $-OH$  pada steroid. Penambahan asam sulfat pekat bertujuan untuk menghidrolisis air yang bereaksi dengan turunan asetil membentuk larutan warna.



Gambar 4.12 Hasil Uji Steroid  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Perubahan warna tersebut karena oksidasi pada senyawa steroid melalui pembentukan ikatan rangkap terkonjugasi (Sulistyarini *et al.*, 2020). Steroid merupakan senyawa dari golongan terpenoid lipid yang dikenal dengan empat cincin kerangka dasar karbon yang menyatu. Struktur senyawanya cukup beragam. Perbedaan antar jenisnya didasarkan pada gugus fungsi yang teroksidasi dan terikat pada cincin sehingga terjadilah oksidasi cincin karbonya (Nasrudin *et al.*, 2017).

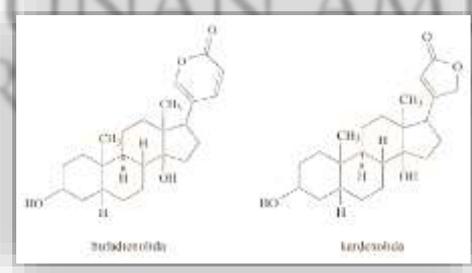
Uji kandungan glikosida dilakukan dengan penambahan 5 ml asam asetat, anhidrat pekat, dan asam sulfat pekat. Berdasarkan hasil uji fitokimia pada Tabel 4.1. telah dinyatakan bahwa ekstrak etanol 96% dari daun bintaro

mengandung senyawa glikosida. Hasil uji glikosida yang positif terkandung pada uji fitokimia di atas diindikasikan adanya kandungan senyawa cerberine. Hal ini dibuktikan dengan munculnya warna hijau pada tabung reaksi (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Hasil Uji Cerberin  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Menurut Widyasmoro (2007), glikosida pada tanaman bintaro adalah jenis glikosida jantung yang banyak ditemukan dalam keluarga tumbuhan seperti Apocynaceae, Liliaceae, Moraceae, dan Ranunculacea. Glikosida jantung murni dalam tanaman sulit di isolasi karena memiliki sifat kepolaran yang tinggi. Oleh karena itu, glikosida jantung dapat di ekstrak dengan menggunakan pelarut yang polar antara lain etanol, etil asetat, campuran etanol dan air, serta campuran etanol dan kloroform.



Gambar 4.14 Cincin Lakton Glikosida  
(Widyasmoro, 2007)

Farnsworth (1966) menyatakan bahwa, glikosida jantung diklasifikasikan memiliki inti cyclopentanoperhydrophenanthrene, sebuah cincin lakton yang tak jenuh pada C<sub>17</sub>, sebuah B-oriented hydroxyl pada C<sub>14</sub>,

sebuah gabungan cis dari cincin C dan D pada C<sub>13</sub>-C<sub>14</sub> dan tambahan satu atau lebih gugus gula pada C<sub>3</sub>. Cincin lakton berisi 5 (pentagonal) digolongkan sebagai kardenolida, sedangkan cincin lakton berisi 6 (heksagonal) digolongkan sebagai bufadienolida (Gambar 4.14).

Senyawa aktif yang telah disebutkan di atas akan digunakan untuk pestisida nabati. Dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), pestisida menjadi pilihan terakhir dalam mengendalikan hama. Namun, pada kenyataannya petani di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan pestisida dari bahan sintetis. Pestisida sintetis adalah pestisida yang berasal dari zat kimia buatan. Kelebihan pestisida sintetis yaitu mudah didapatkan serta hasilnya yang bagus. Sedangkan kelemahannya yang berdampak sangat buruk dari berbagai aspek ekologi dan kesehatan. Alternatif pengganti pestisida sintetis adalah pestisida nabati yang berasal dari tumbuhan yang tidak berdampak negatif pada lingkungan. Pestisida nabati memiliki kelebihan antara lain dapat menekan peluang jasad bukan sasaran terkena residu. Sedangkan kelemahannya adalah persistensi pestisida alami yang singkat kurang menguntungkan dari segi ekonomi, karena pada tingkat populasi yang tinggi, untuk mencapai keefektifan pengendalian yang maksimum diperlukan aplikasi yang berulang-ulang (Widakdo & Setiadevi, 2017).

Kandungan senyawa aktif pestisida nabati terutama ekstrak daun bintang muda terurai dan larut dalam air yang bersifat polar pada saat proses pencucian. Sifat air tersebut dengan 5 senyawa aktif yang terdeteksi pada uji fitokimia di atas sama yaitu bersifat polar (Metty & Swaninda, 2017). Selain itu berdasarkan nilai Batas Maksimum Residu (BMR) yang telah ditetapkan

the japan food chemical research foundation yaitu 0,05 ppm. BMR adalah konsentrasi maksimum residu pestisida yang diizinkan secara hukum dalam miligram residu pestisida per kilogram hasil produksi (Alen *et al.*, 2015). Berdasarkan paparan di atas mengenai tingkat residual pestisida nabati, diharapkan residu dari pestisida nabati dibawah nilai BMR bahkan tidak ada sama sekali.

#### 4.3 Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro Terhadap Mortalitas Hama Ordo Lepidoptera

Uji pengaruh ekstrak daun bintaro terhadap mortalitas empat jenis ulat dari Ordo Lepidoptera dilakukan dengan cara meletakkan 5 larva pada setiap perlakuan. Kemudian diberi pakan daun kubis yang telah direndam selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pengamatan dan penggantian pakan tiap 1x24 jam selama 2 hari. Pengamatan mortalitas pada larva dilakukan dengan mencatat jumlah larva yang mati kemudian diamati ciri-ciri dan gejala kematiannya.

Tabel 4.2 Hasil Mortalitas Tertinggi Dari Keempat Ulat

No.	Jenis Ulat	Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)		Rerata
			Hari ke-1	Hari ke-2	
1	Ulat Tritip	2,5%	20,0 ± 0,0	66,7 ± 11,5	43,3
2	Ulat Buah	2,5%	26,6 ± 11,5	66,6 ± 11,5	46,6
3	Ulat Grayak	2,5%	40,0 ± 16,3	40,0 ± 0,0	40,0
4	Ulat Krop	2,5%	13,3 ± 11,6	60,0 ± 0,0	36,6

Hasil pengamatan didapatkan hasil mortalitas tertinggi dari keempat jenis ulat yang disajikan pada tabel 4.2. Tabel tersebut menyatakan bahwa kematian keempat jenis ulat yang terbaik adalah pada perlakuan ekstrak konsentrasi 2,5%. Ciri-ciri kematiannya antara lain tidak ada pergerakan, tubuh mengalami penyusutan, terjadi perubahan warna tubuh, tubuhnya menjadi lunak serta keluarnya cairan dari tubuh ulat.

Adanya ciri-ciri visual mortalitas keempat ulat di atas disebabkan oleh senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun bintaro yaitu flavonoid, steroid, dan cerberin. Flavonoid yang terdapat pada daun bintaro adalah senyawa kimia yang memiliki sifat insektisida. Flavonoid menyerang beberapa organ saraf di beberapa organ vital serangga, mengakibatkan melemahnya saraf, dan menghambat pernapasan sehingga menyebabkan kematian. Flavonoid yang bekerja sebagai penghambat pernapasan akan mempengaruhi energi mekanisme di mitokondria yang bertugas sebagai alat respirasi sel (Agustien *et al.*, 2021). Senyawa steroid yang terkandung dalam daun bintaro bekerja dengan menghambat proses pergantian kulit pada larva. Hal ini karena steroid memiliki kemiripan struktur dengan hormon ecdison yang berperan dalam pergantian kulit. Jika terdapat gangguan pada hormon tersebut maka pertumbuhan dan perkembangan larva juga terganggu (Gokok, 2017).

Senyawa cerberin bersifat toksik terhadap larva dengan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan larva tersebut dengan gejala anoreksia. Cerberin termasuk senyawa golongan glikosida yang dapat berperan dalam kematian larva. Cerberin adalah senyawa monoasetil neriifoliin yang dapat mempengaruhi detak jantung larva dengan mengganggu saluran ion kalsium di miokard (Prayuda, 2014). Cara kerja cerberin pada ekstrak daun bintaro diasumsikan tidak berdampak buruk bagi konsumen kubis, karena berdasarkan penelitian Sahoo & Marar, (2018) total glikosida kardio cenderung rendah sebesar 0,16 mg/g. Pengendalian hama Ordo Lepidoptera yang bersifat polifagus harus ditangani sejak awal, karena pada fase larva

instar muda sangat aktif makan terutama bagian daun tanaman. Bagian daun pada tanaman kubis berpengaruh dalam fotosintesis dan pembentukan bunga kubis. Jika daunnya rusak atau habis akibat hama, maka terjadi penurunan hasil produksi tanaman kubis baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Adanya senyawa aktif yang berperan dalam mortalitas hama pada ekstrak tanaman bintaro, membuktikan bahwa ekstrak tumbuhan memiliki manfaat yang baik bagi manusia dan juga lingkungan. Manfaat tumbuhan telah tertulis pada Al-Qur'an Surah Asy-Syu'ara (26) ayat 7 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ٧

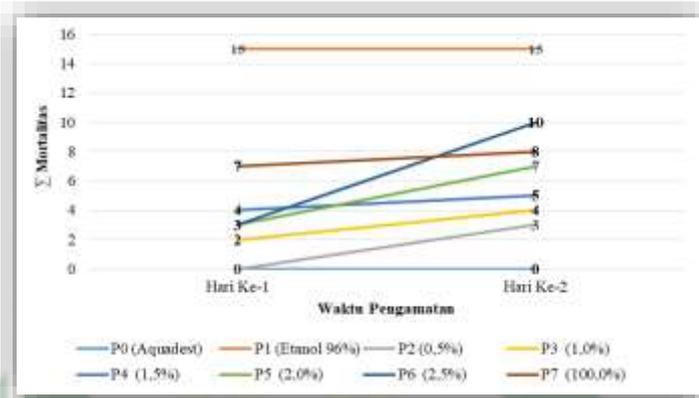
Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”

Makna ayat di atas berdasarkan tafsir Kemenag RI adalah Allah kemudian mengajak mereka untuk belajar dari alam seluruh, agar mereka tahu bahwa hanya Allah saja yang berhak untuk disembah. “Dan apakah mereka” yaitu orang musyrik itu “tidak memperhatikan” apa yang mereka lihat di hamparan bumi, “betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu” berbagai “macam pasangan” tumbuh-tumbuhan “yang baik” dan membawa banyak sekali kemanfaatan bagi manusia. Bukankah itu pertanda atas kekuasaan Allah, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia?

#### 4.3.1 Mortalitas Ulat Tritip (*Plutella xylostella*)

Aplikasi ekstrak daun bintaro terhadap ulat tritip dilakukan selama 2x24 jam dengan teknik celup pakan. Jumlah ulat yang mati setiap 1x24 jam disajikan dalam grafik (Gambar 4.15). Grafik tersebut menyatakan bahwa frekuensi mortalitas tertinggi hari kedua pengamatan pada kelompok ekstrak 2,5% sebanyak 10 ekor ulat, sedangkan yang terendah pada kelompok ekstrak

0,5% sebanyak 3 ekor ulat. Pada kelompok kontrol positif (ekstrak 100%) memiliki jumlah frekuensi mortalitas sebanyak 8 ekor ulat, kelompok etanol 96% sebanyak 15 ekor ulat dan kelompok kontrol negatif tidak menunjukkan adanya mortalitas ulat.



Gambar 4.15 Grafik  $\Sigma$  Frekuensi Mortalitas *P. xylostella* (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kelompok kontrol positif pada penelitian ini berperan sebagai acuan dalam menentukan respon hama ulat terhadap ekstrak daun yang digunakan sebagai pestisida nabati. Dengan begitu, grafik tersebut memperlihatkan frekuensi mortalitas ulat tritip meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun bintaro dan waktu pengamatan. Hal ini dikarenakan jumlah frekuensi mortalitas ulat tritip pada konsentrasi 2,5% telah melebihi kelompok kontrol positif dan mendekati frekuensi mortalitas dari kelompok etanol 96%.

Berdasarkan tabel 4.3 memperlihatkan bahwa persentase rerata mortalitas ulat tritip yang bervariasi. Rerata mortalitas meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak dan waktu pengamatan. Pada hari kedua pengamatan persentase mortalitas meningkat drastis terutama pada konsentrasi 2,5% yang semula rerata mortalitas hanya 20,0% menjadi 66,7%.

Hal ini diduga karena respon ulat yang telah memakan pakan yang sudah direndam ekstrak daun bintaro.

Tabel 4.3 Rerata Mortalitas *P. xylostella*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0
<b>Etanol 96%</b>	100,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	50,0
<b>0,5%</b>	0,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0	10,0
<b>1,0%</b>	13,3 ± 11,5	26,7 ± 11,5	20,0
<b>1,5%</b>	26,7 ± 11,5	33,3 ± 11,5	30,0
<b>2,0%</b>	20,0 ± 0,0	46,7 ± 11,5	33,3
<b>2,5%</b>	20,0 ± 0,0	66,7 ± 11,5	43,3
<b>100,0%</b>	47,0 ± 11,5	53,3 ± 11,5	50,0
<b>P-Value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Singkatnya, ekstrak konsentrasi 2,5% berperan sebagai racun perut. Racun masuk melalui mulut lalu alat pencernaan makanan serta bagian dalam tubuh serangga. Racun ini efektif untuk hama yang mempunyai tipe mulut penggigit dan pengunyah (Pintar, 2010). Senyawa aktif yang diduga sebagai racun perut adalah glikosida atau cerberine. Cerberine adalah senyawa khas dari daun bintaro yang bersifat toksik terhadap larva dengan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan larva tersebut dengan gejala anoreksia hingga menyebabkan kematian larva (Prayuda, 2014).

Pada kelompok kontrol positif (ekstrak 100%) jumlah frekuensi mortalitas lebih rendah dibandingkan kelompok etanol 96% dan kelompok ekstrak 2,5% disebabkan karena ekstrak tersebut sudah lewat jenuh. Selain itu, pada hari pertama pengamatan rerata mortalitas kontrol positif lebih tinggi dibanding konsentrasi ekstrak lain, lalu pada hari kedua pengamatan peningkatan mortalitasnya hanya sekitar 5 persen dan lebih rendah dibandingkan kelompok ekstrak 2,5%. Peristiwa ini dipengaruhi oleh sifat

ekstrak murni yang memiliki konsentrasi tinggi sehingga dapat membunuh atau mengganggu perkembangbiakan serangga. Sifat ini sesuai dengan *mode of entry* dari pestisida nabati yaitu sebagai racun kontak. Racun ini masuk di bagian luar tubuh serangga melalui persentuhan (kontak) dengan kutikula. Hal ini diibaratkan seperti efek kejut terhadap ulat terhadap pakan yang tidak sesuai seperti pada umumnya.

Efek racun yang mempengaruhi mortalitas ulat juga didukung dengan proses aplikasi pestisida yang tepat. Aplikasi dengan teknik celup pakan diharapkan membuat senyawa aktif dari ekstrak daun bintaro dapat membuat hama ulat enggan makan ataupun ketika sudah dimakan memberikan dampak yang signifikan terhadap tubuh ulat tersebut. Hal ini dikaitkan dengan penyerapan senyawa aktif melalui stomata yang dijelaskan pada penelitian Khoiroh *et al.*, (2014), bahwa Proses buka-tutup stomata dipengaruhi oleh perubahan turgor sel penjaga. Stomata membuka disebabkan sel penjaga mengambil air dan sel mengembang. Pengambilan air oleh stomata berkaitan dengan tekanan osmotik dari sel penjaga. Bila tekanan osmotik sel meningkat atau cairan sel lebih pekat dan potensial air lebih rendah, maka air dari sel tetangga bergerak masuk menuju sel penjaga. Sebaliknya, jika tekanan osmotik sel lebih rendah dan potensial air lebih tinggi, maka air akan berosmosis dari sel penjaga menuju sel tetangga. Dengan kata lain jika daun ditempatkan dalam larutan pekat, maka difusi air dalam stomata akan terganggu dan menyebabkan hancurnya (lisis) sel penjaga.

Tingginya tingkat mortalitas pada kelompok etanol 96% dibandingkan kelompok aquadest (kontrol negatif) dan ekstrak 100% (kontrol positif)

menurut (Aziz *et al.*, 2009) dikaitkan sifat gugus alkohol yang *volatile* (mudah menguap), sehingga berdasarkan *mode of entry* suatu pestisida etanol 96% termasuk racun napas. Racun ini masuk melalui lubang-lubang pernapasan kemudian menembus jaringan badan (Pintar, 2010). Racun ini biasanya berbentuk gas atau bahan lain yang mudah menguap. Selain itu, larva yang mati juga akibat gugus alkohol yang merupakan pelarut organik yang dapat melarutkan lapisan lemak kulit larva. Sedangkan kelompok kontrol negatif (aquadest) adalah air hasil penyulingan dan memiliki kandungan murni H<sub>2</sub>O. Air adalah pelarut *universal* dan tidak memiliki efek racun bagi makhluk hidup. biasa yang tidak menimbulkan efek racun terhadap ulat tritip (Hasanah, 2016)

Hasil mortalitas ulat tritip kemudian dilakukan uji statistik menggunakan uji *one-way annova* untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun bintaro terhadap mortalitas ulat tritip (*P. xylostella*). Pada uji pendahuluan terhadap data mortalitas ulat tritip hari pertama dan kedua menunjukkan data tidak homogen tetapi terdistribusi normal diperoleh nilai signifikansi (*P-Value*) yang sama yaitu sebesar 0,000. nilai *P-Value* dari uji normalitas data menyatakan bahwa mortalitas antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan.

Tabel 4.4 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *P.xylostella* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BB	BTB	BTB	BTB	BB	BB	BTB
P1			BB	BTB	BTB	BB	BB	BTB
P2				BTB	BTB	BB	BB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BB	BTB
P6								BTB
P7								

Keterangan :BB = Berbeda Bermakna

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Data yang menunjukkan bahwa varian data tidak homogen perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes' T2* untuk mengetahui perbedaan rerata antar kelompok perlakuan. Pada tabel 4.4 diketahui bahwa dari semua kelompok perlakuan hanya kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); P2 (ekstrak 0,5%); P5 (ekstrak 2%); P6 (ekstrak 2,5%) yang berbeda bermakna. Sedangkan pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa hanya kelompok perlakuan P2 (ekstrak 0,5%) yang berbeda bermakna terhadap kelompok P0 (*aquadest*) dan P1 (etanol 96%). Berbeda bermakna memiliki nilai sig < 0,05 yang berarti kelompok tersebut memiliki perbedaan yang nyata.

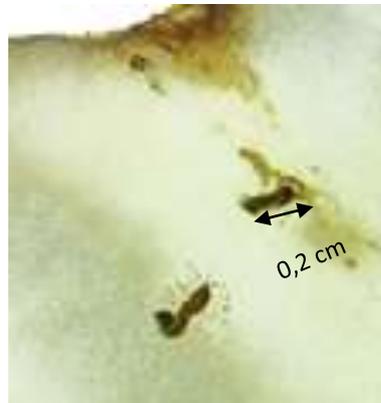
Tabel 4.5 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *P. xylostella* Hari Kedua

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BTB	BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P1			BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BTB
P7								

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Mortalitas ulat tritip ditandai tidak ada respon saat disentuh, tubuhnya cenderung rapuh saat disentuh, struktur tubuh yang sudah tidak beraturan dan ukuran tubuh menyusut (Gambar 4.16). Sedangkan ulat tritip yang masih hidup atau yang berada dalam kelompok perlakuan *aquadest* masih menunjukkan pergerakan dan tidak ada yang berubah dari morfologi tubuhnya (Gambar 4.17). Ciri visual tersebut sesuai dengan penelitian (Safirah *et al.*, 2016) yaitu hama yang mati dengan perlakuan pestisida nabati selain mengalami perubahan pada gerakan tubuh juga mengalami perubahan warna tubuh. Terjadinya perubahan warna pada tubuh hama menjadi gelap

serta gerakan tubuh hama yang sangat lambat apabila disentuh dan selalu membengkokkan tubuhnya diakibatkan oleh senyawa aktif pestisida nabati



Gambar 4.16 Ulat Tritip yang Mati  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 4.17 Ulat Tritip yang Hidup  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

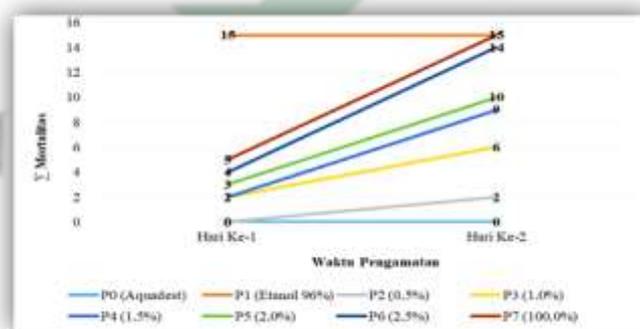
Pengaruh pestisida sendiri dapat bervariasi, bergantung pada jenis dan konsentrasi. Kelompok konsentrasi yang paling berpengaruh dalam mortalitas ulat tritip adalah kelompok konsentrasi 2,5%. Hal ini disebabkan perbedaan frekuensi mortalitas yang signifikan antara kelompok kontrol dan beberapa kelompok perlakuan yang lain. Suatu pestisida nabati dikatakan berpengaruh jika dalam penggunaannya memiliki efek mortalitas yang tinggi dengan konsentrasi sekecil mungkin dan tidak berdampak buruk bagi tanaman yang terserang oleh hama. Penggunaan pestisida nabati diharapkan mempunyai tingkat mortalitas lebih dari 50% (Sumartini, 2016).

Menurut (Kharismanda & Yuliani, 2021) bahwa, mencegah lebih utama daripada membunuh 100%. Pernyataan tersebut sesuai dengan konsep pengendalian hayati karena sebagian serangga adalah musuh alami. Predator atau musuh alami dapat berfungsi sebagai *biocontrol* yang dapat mengendalikan populasi serangga hama. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak daun bintaro yang terbaik pada kelompok 2,5% menyebabkan

mortalitas kurang dari 100%. Namun, sesuai dengan tabel 3.3 kelompok 2,5% dikategorikan cukup berpengaruh dalam kematian hama.

#### 4.3.2 Mortalitas Ulat Buah (*Helicoverpa armigera*)

Data mortalitas ulat buah setelah dilakukan aplikasi pestisida dari ekstrak daun bintaro disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4.18). Grafik tersebut menunjukkan frekuensi mortalitas ulat buah yang beragam. Frekuensi mortalitas tertinggi pada kelompok ekstrak 2,5% yaitu sebanyak 14 ekor ulat, sedangkan yang terendah adalah kelompok ekstrak 0,5% hanya 2 ekor. Hasil ini sangat berbeda dengan ulat tritip yang jumlah frekuensi mortalitas pada 2,5% yaitu sebanyak 10 ekor. Perbedaan ini menunjukkan bahwa respon tiap jenis ulat berbeda bergantung pada tingkat kepekaan masing-masing ulat terhadap senyawa aktif pestisida nabati. Hasil mortalitas akibat pemberian ekstrak daun bintaro sudah melebihi setengah dari total ulat yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu sebanyak 15 ekor ulat.



Gambar 4.18 Grafik  $\sum$  Frekuensi Mortalitas *H. armigera* (Dokumentasi pribadi, 2022)

Uji statistik data mortalitas ulat buah pada hari pertama dan kedua dari aplikasi ekstrak daun bintaro menunjukkan bahwa data tidak homogen tetapi terdistribusi normal. Meskipun data tidak memenuhi asumsi, data tersebut dapat dilanjutkan untuk uji *annova* dan diperoleh nilai signifikansi (*P-value*)

yang sama yaitu sebesar 0,00 (Tabel 4.6). Hasil tersebut menyatakan bahwa data mortalitas antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan. Ekstrak 1,5%-2,5% termasuk formulasi cukup berpengaruh terhadap mortalitas hama sesuai tabel 3.3.

Tabel 4.6 Rerata Mortalitas *H. Armigera*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0
<b>Etanol 96%</b>	100,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	50,0
<b>0,5%</b>	0,0 ± 0,0	13,3 ± 11,5	6,65
<b>1,0%</b>	13,3 ± 11,5	26,6 ± 11,5	19,9
<b>1,5%</b>	13,3 ± 11,5	46,6 ± 11,5	29,9
<b>2,0%</b>	20,0 ± 20,0	46,6 ± 11,5	33,3
<b>2,5%</b>	26,6 ± 11,5	66,6 ± 11,5	46,6
<b>100%</b>	33,3 ± 11,5	66,6 ± 11,5	49,9
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Data di tabel 4.6. juga menunjukkan bahwa ekstrak yang memiliki rerata mortalitas tertinggi dan paling baik digunakan adalah dari kelompok ekstrak 2,5% sebesar 46,6%. Hasilnya tidak jauh berbeda dengan kelompok kontrol positif (ekstrak 100%) yaitu sebesar 49,9%. Peristiwa ini diduga karena tingkat kejenuhan yang tinggi pada kelompok kontrol positif seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Tabel 4.7 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *H. armigera* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P1			BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BTB
P7								

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Data yang tidak memenuhi asumsi homogenitas perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes' T2* untuk mengetahui perbedaan persentase

rerata mortalitas dengan kelompok perlakuan yang lain. Pada tabel 4.7 diketahui bahwa kelompok P2 (ekstrak 0,5%) yang berbeda bermakna terhadap P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%). Sedangkan pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa semua kelompok perlakuan berbeda tidak bermakna.

Tabel 4.8. Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *H. armigera* Hari Kedua

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0	BB	BTB						
P1		BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P2			BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3				BB	BTB	BTB	BTB	BTB
P4					BB	BTB	BTB	BTB
P5						BB	BTB	BTB
P6							BB	BTB
P7								BB

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Ciri-ciri kematian ulat buah ditandai dengan tidak ada respon saat disentuh dan ukuran tubuh menyusut/kering tetapi masih mempertahankan kulit luarnya (Gambar 4.19). Sedangkan ulat tritip yang masih hidup menunjukkan pergerakan dan tidak ada yang berubah dari morfologi tubuhnya (Gambar 4.20).



Gambar 4.19 Ulat Buah yang Mati  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 4.20 Ulat Buah yang Hidup  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

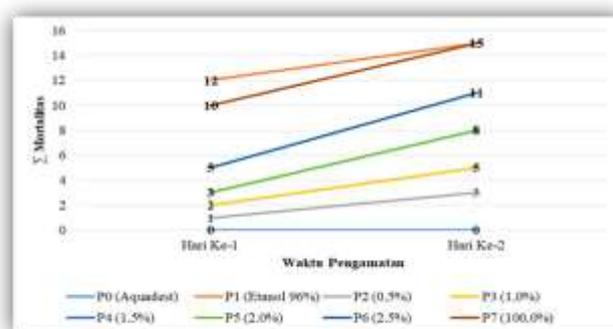
Visual tubuh ulat yang kering setelah pengaplikasian ekstrak daun bintaro agak berbeda dengan ulat tritip yang tubuhnya menyusut tetapi lunak. Hal ini disebabkan beberapa faktor, salah satunya hilangnya cairan pada tubuh ulat (dehidrasi). Dehidrasi terjadi karena *mode of action* pestisida nabati yang

berperan sebagai racun fisik. Racun ini bekerja dengan mengeluarkan udara dari tubuh serangga (minyak & mineral) atau menyebabkan kehilangan air (dehidrasi) dari tubuh serangga.

Kelompok ekstrak 2,5% dianggap paling baik dalam pengendalian hama ulat ordo lepidoptera karena dengan konsentrasi yang tergolong rendah bisa menghasilkan mortalitas hampir 50%. Jika pada pengaplikasian dilapangan tetap menggunakan konsentrasi ekstrak daun bintaro 100%, maka akan menyebabkan dampak negatif bagi hama, lingkungan, dan petani kubis. Dampak tersebut antara lain penggunaan pestisida nabati yang berlebihan, hal ini akan mengakibatkan resistensi hama. Lalu, petani kemungkinan beralih ke sumber pestisida nabati lain dengan cara menemukan formulasi yang baik mulai dari awal lagi. kemudian, kemungkinan terburuknya petani akan menggunakan pestisida sintetis yang tentu berbahaya bagi keberlangsungan ekosistem (Mahyuni, 2015).

#### 4.3.3 Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Pengamatan mortalitas ulat grayak dimulai dengan mencatat jumlah ulat grayak yang mati dari hari pertama dan hari kedua. Jumlah kematian ulat grayak diinterpretasikan dalam bentuk grafik (Gambar 4.21).



Gambar 4.21  $\sum$  frekuensi mortalitas ulat grayak (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Grafik tersebut menjelaskan bahwa frekuensi mortalitas tertinggi yaitu pada kelompok ekstrak 2,5% sebesar 11 ekor ulat, sedangkan yang terendah pada kelompok ekstrak 0,5% sebesar 3 ekor ulat (Gambar 4.21). Frekuensi mortalitas ekstrak 2,5% akan mendekati bahkan sama dengan frekuensi mortalitas pada kelompok kontrol positif (ekstrak 100%) apabila ada penambahan konsentrasi dan waktu pengamatan.

Data frekuensi mortalitas ulat grayak selanjutnya dilakukan analisis statistik *one-way annova*. Analisis tersebut diawali dengan uji pendahuluan yaitu uji homogenitas dan uji normalitas data. Hasil uji homogenitas tidak memenuhi asumsi. Lalu, pada uji normalitas diperoleh hasil yang memenuhi asumsi yaitu nilai signifikansi (*P-value*) sebesar 0,000 (Tabel 4.9). Hasil tersebut menyatakan bahwa perbedaan frekuensi mortalitas antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan.

Tabel 4.9 Rerata Mortalitas *S.litura*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0
<b>Etanol 96%</b>	80,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0	50,0
<b>0,5%</b>	6,7 ± 11,5	13,3 ± 11,5	10,0
<b>1,0%</b>	13,3 ± 11,5	20 ± 0,0	16,6
<b>1,5%</b>	20,0 ± 0,0	26,7 ± 11,5	23,3
<b>2,0%</b>	20,0 ± 0,0	33,3 ± 11,5	26,6
<b>2,5%</b>	40,0 ± 16,3	40,0 ± 0,0	40,0
<b>100,0%</b>	70,0 ± 14,1	33,3 ± 11,5	48,0
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Pada data yang tidak homogen perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes' T2* untuk mengetahui perbedaan frekuensi mortalitas antara kelompok perlakuan pada hari pertama dan kedua aplikasi. Pada tabel 4.10 menyatakan bahwa kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); P4 (ekstrak 1,5%); dan P5 (ekstrak 2%) yang berbeda bermakna.

Tabel 4.10 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *S. litura* Hari Pertama

	<b>P0</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
<b>P0</b>		<b>BB</b>	BTB	BTB	<b>BB</b>	<b>BB</b>	BTB	BTB
<b>P1</b>			BTB	BTB	<b>BB</b>	<b>BB</b>	BTB	BTB
<b>P2</b>				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
<b>P3</b>					BTB	BTB	BTB	BTB
<b>P4</b>						BTB	BTB	BTB
<b>P5</b>							BTB	BTB
<b>P6</b>								BTB
<b>P7</b>								

Keterangan: BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Sedangkan pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); P3 (ekstrak 1,0%); dan P6 (ekstrak 2,5%) yang berbeda bermakna. Berbeda makna artinya kelompok tersebut memiliki perbedaan rata-rata yang cukup jauh dengan kelompok lain.

Tabel 4.11 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *S. litura* Hari Kedua

	<b>P0</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
<b>P0</b>		<b>BB</b>	BTB	<b>BB</b>	BTB	BTB	<b>BB</b>	BTB
<b>P1</b>			BTB	<b>BB</b>	BTB	BTB	<b>BB</b>	BTB
<b>P2</b>				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
<b>P3</b>					BTB	BTB	<b>BB</b>	BTB
<b>P4</b>						BTB	BTB	BTB
<b>P5</b>							BTB	BTB
<b>P6</b>								BTB
<b>P7</b>								

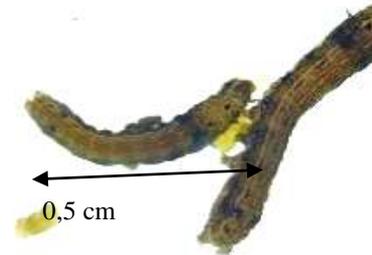
Keterangan: BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Karakteristik secara visual kematian ulat grayak ditandai dengan tidak ada respon saat disentuh, warna tubuh menghitam, dan ukuran tubuh menyusut/kering (Gambar 4.22). Sedangkan ulat grayak yang masih hidup atau yang berada dalam kelompok perlakuan *aquadest* masih menunjukkan pergerakan dan tidak ada yang berubah dari morfologi tubuhnya (Gambar 4.23). Ciri visual tersebut sesuai dengan penelitian (Safirah *et al.*, 2016) yaitu hama yang mati dengan perlakuan pestisida nabati selain mengalami perubahan pada gerakan tubuh juga mengalami perubahan warna tubuh. Terjadinya perubahan warna pada tubuh hama menjadi gelap serta gerakan

tubuh hama yang sangat lambat apabila disentuh dan selalu membengkokkan tubuhnya diakibatkan oleh senyawa aktif insektisida nabati.



Gambar 4.22 Ulat Grayak yang Mati  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 4.23 Ulat Grayak yang Hidup  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Selain itu, pada pengamatan hari pertama tubuh ulat grayak mengeluarkan cairan hijau dari tubuhnya (Gambar 4.24). Hal tersebut sebagai tanda sudah rusaknya sistem pencernaan dari ulat grayak (diare).



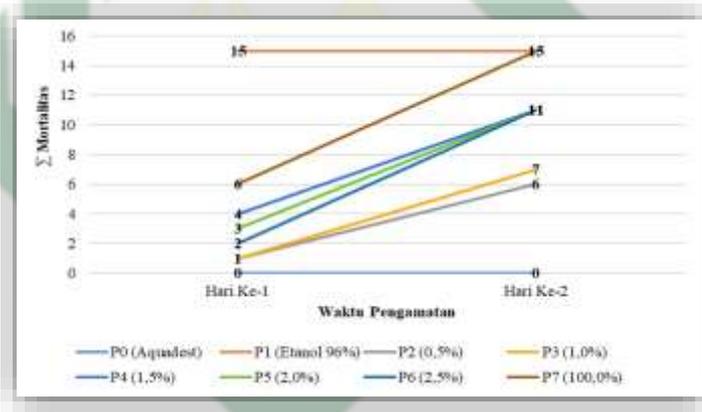
Gambar 4.24 Ulat Grayak Yang Mengalami Dehidrasi  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Rusaknya sistem pencernaan ini disebabkan oleh flavonoid. Flavonoid yang masuk ke tubu ulat akan mengganggu alat pencernaan dan menghambat reseptor perasa daerah mulut. Akhirnya, ulat gagal mendapat stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya dan mati kelaparan (Krisna *et al.*, 2022).

#### 4.3.4 Mortalitas Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana*)

Grafik pada gambar 4.25 menunjukkan bahwa, jumlah mortalitas ulat krop pada hari pertama dan kedua pengamatan berbeda. kelompok ekstrak

yang yang jumlah mortalitasnya mendekati kelompok kontrol positif adalah kelompok ekstrak 1,5%; ekstrak 2,0%; dan ekstrak 2,5% yaitu sebanyak 11 ulat. Namun, dari ketiga kelompok tersebut yang memiliki selisih mortalitas tertinggi adalah kelompok 2,5% sebanyak 9 ulat. Sedangkan untuk kelompok ekstrak 1,5% dan 2,0% masing-masing sebanyak 7 dan 8 ulat. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan ekstrak daun bintaro pada konsentrasi 1,5% sudah diperbolehkan. Namun, jika menginginkan tingkat mortalitas semakin bertambah seiring dengan lamanya kontak dengan ekstrak maka penggunaan 2,5% adalah solusi terbaik.



Gambar 4.25 Grafik  $\Sigma$  Frekuensi Mortalitas *C. pavonana* (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Data frekuensi mortalitas ulat krop pada grafik diatas diinterpretasikan dalam bentuk tabel rerata presentase mortalitas (Tabel 4.12). Data ini kemudian dilakukan uji statistik dan diperoleh nilai signifikansi (*P-value*) mortalitas ulat krop (*C. pavonana*) pada hari pertama dan kedua yaitu sebesar 0,000 dan 0,003. Hasil ini memenuhi asumsi yaitu nilai sig < 0,05 yang menyatakan bahwa rerata mortalitas ulat antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan dengan rerata mortalitas tertinggi sebesar 36,6%. Hasil ini tergolong cukup berpengaruh berdasarkan tabel 3.3.

Tabel 4.12 Rerata Mortalitas *C.pavonana*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0
<b>Etanol 96%</b>	100,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	50,0
<b>0,5%</b>	6,7 ± 11,6	33,3 ± 30,5	20,0
<b>1,0%</b>	6,7 ± 11,6	40,0 ± 20,0	23,3
<b>1,5%</b>	26,6 ± 11,6	46,7 ± 23,1	36,6
<b>2,0%</b>	20,0 ± 20,0	53,3 ± 30,5	36,6
<b>2,5%</b>	13,3 ± 11,6	60,0 ± 0,0	36,6
<b>100,0%</b>	40,0 ± 0,0	60,0 ± 0,0	50,0
<b>P-value</b>	0,000	0,003	

Kelompok ekstrak 1,5% sampai 2,5% tergolong kelompok perlakuan yang cukup berpengaruh terhadap kematian hama sesuai dengan kriteria pengaruh pestisida nabati di tabel 3.3. Namun, pada serangkaian uji statistik tersebut juga diperoleh hasil bahwa data tidak homogen atau sig < 0,05. Maka dari itu, perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes' T2* untuk mengetahui perbedaan frekuensi mortalitas antar kelompok perlakuan.

Tabel 4.13 Hasil Uji *Tamhanes' T2* Mortalitas *C.pavonana* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0	■	BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BB
P1		■	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BB
P2			■	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3				■	BTB	BTB	BTB	BTB
P4					■	BTB	BTB	BTB
P5						■	BTB	BTB
P6							■	BTB
P7								■

Keterangan: BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

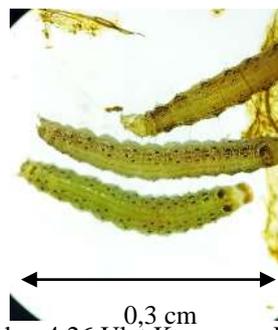
Pada tabel 4.13 diketahui bahwa kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); P7 (ekstrak 100,0%) yang berbeda bermakna. Sedangkan pada tabel 4.14 menunjukkan bahwa hanya kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); P5 (ekstrak 2,0%) P6 (ekstrak 2,5%); dan P7 (ekstrak 100,0%) yang berbeda bermakna.

Tabel 4.14 Hasil Uji *Tamhanes'*T2 Mortalitas *C.pavonana* Hari Kedua

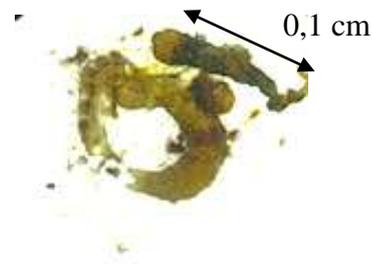
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BB	BB
P1			BTB	BTB	BTB	BB	BB	BB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BB
P7								

Keterangan: BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Mortalitas ulat krop dipengaruhi oleh jenis dan *mode of action* (cara kerja) suatu pestisida nabati. Jenis pestisida yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis pestisida sistemik yang dapat menyerap di jaringan tanaman sehingga tidak mudah menguap atau hanya menempel di bagian luar permukaan tanaman (Pintar, 2010). Jadi, pada larva instar 2 yang aktif makan akan teracuni oleh tanaman yang mengandung pestisida tersebut. Lalu, berdasarkan *mode of action* pestisida nabati, ekstrak daun bintaro bekerja sebagai racun protoplasmik yang merusak protein dalam sel tubuh terutama kulit dengan mengendapkan protein tersebut. Oleh karena itu, tubuh larva lama-kelamaan akan hancur karena terkena pajanan dari ekstrak daun bintaro. Ciri visual dari kematian larva yang diduga diakibatkan oleh senyawa aktif daun bintaro digambarkan pada gambar 4.27, sedangkan ulat yang tidak terpapar ekstrak daun bintaro pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Ulat Krop yang Hidup  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 4.27 Ulat Krop yang Mati  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Steroid bersifat toksik pada serangga dengan mempengaruhi hormon ecdison. Lalu, saponin yang memiliki sifat seperti deterjen. Sifat yang seperti deterjen ini akan merusak lapisan lemak dari apikutikula dan protein dari endokutikula, sehingga senyawa aktif lain bisa masuk ke dalam tubuh (Purwatiningsih *et al.*, 2019). kemudian, ada flavonoid yang menyerang sistem saraf dan organ vital serangga, sehingga terjadi pelemahan saraf dan timbul kematian. Flavonoid juga mengganggu respirasi dalam sel dengan menghambat sistem pengangkutan elektron pada mitokondria (Muta'ali & Purwani, 2015).

#### 4.4 Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro Terhadap Aktivitas Makan Hama Ordo Lepidoptera

Pengaruh ekstrak daun bintaro terhadap aktivitas makan hama ordo lepidoptera yang terbaik diperoleh setelah menimbang bobot pakan sebelum dan sesudah pengamatan. Pengaruh ekstrak terbaik ditandai dengan rerata penurunan bobot pakan yang semakin rendah. Hal ini menandakan senyawa aktif dari ekstrak daun bintaro dapat bekerja sebagai penolak (*repellent*) atau merusak pencernaan ulat yang sudah memakan pakan tersebut. Kelompok ekstrak yang terbaik adalah kelompok ekstrak 2,0% dan 2,5% (Tabel 4.15).

Tabel 4. 15 Rerata Penurunan Bobot Pakan terendah Hama Ordo Lepidoptera

No.	Jenis Ulat	Perlakuan	Rerata (%)
1.	Ulat tritip	Ekstrak 2,0%	15,5
2.	Ulat buah	Ekstrak 2,5%	7,7
3.	Ulat grayak	Ekstrak 2,5%	29,9
4.	Ulat krop	Ekstrak 2,5%	12,5

Data rerata penurunan bobot pakan keempat jenis ulat disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder seperti tanin, steroid dan saponin. Tanin yang dihasilkan oleh tanaman dan berperan sebagai penolak nutrisi (*antinutrient*)

dan penghambat enzim (enzim inhibitor) sehingga mengakibatkan rendahnya hidrolisis pati dan menurunkan respon terhadap gula darah pada hewan. Selain itu, penggunaan senyawa tanin dapat menyebabkan terjadinya penyerapan air pada tubuh organisme sehingga dapat mematikan organisme, karena tubuh organisme kekurangan air (Siamtuti *et al.*, 2017).

Steroid tidak hanya berperan menghambat ecdysis atau ganti kulit pada proses metamorfosis hama Ordo Lepidoptera. Steroid yang termakan oleh larva akan masuk organ pencernaan larva dan diserap oleh dinding usus kemudian beredar bersama darah yang berupa sistem haemolimfa. Senyawa aktif yang telah masuk dan beredar akan mengganggu proses fisiologis larva, diantaranya dapat mengganggu proses fisiologis larva, diantaranya mengganggu sistem kerja enzim dan hormon (Sa'diyah *et al.*, 2013).

Saponin pada ekstrak daun bintaro memiliki efek racun perut bagi larva. Mekanisme dari saponin yaitu dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif (Eka *et al.*, 2018). Bila senyawa tersebut masuk dalam tubuh larva maka alat pencernaannya akan menjadi terganggu. Senyawa saponin dapat bersifat sebagai insektisida, yaitu dengan merubah perilaku makan serangga dengan cara menghambat makanan pada saluran pencernaan. Saponin juga dapat menghambat pertumbuhan stadia larva dengan mengganggu tahap pergantian kulit (molting) pada larva. Saponin dapat menyebabkan perubahan pada permeabilitas membran dan menyebabkan disorganisasi molekuler. Selanjutnya, persentase mortalitas/kematian tiap ulat akan dibahas lebih detail seperti dibawah ini.

#### 4.4.1 Aktivitas Makan Ulat Tritip (*Plutella xylostella*)

Aktivitas makan ulat tritip diamati setiap 1x24 jam, setiap pengamatan dicatat penurunan bobot pakannya. Data tersebut diuji statistik menggunakan uji *annova-one way*. Hasil uji tersebut diperoleh nilai signifikansi (*P-value*) penurunan bobot pakan pada hari pertama dan kedua yaitu sebesar 0,000. Hasil tersebut menyatakan bahwa data penurunan bobot pakan antar kelompok perlakuan berbeda nyata (Tabel 4.16). Urutan rerata penurunan bobot pakan ulat tritip dari yang terkecil dimulai dari kelompok perlakuan konsentrasi 100%; 2,0%; 1,5%; 2,5%; 1,0%; 0,5%; *aquadest*; lalu etanol 96%. Semakin kecil rerata penurunan bobot pakan, semakin baik kerja senyawa aktif dari ekstrak daun bintaro karena dapat mengurangi konsumsi daun kubis oleh hama ulat tritip.

Tabel 4.16 Hasil Uji Penurunan Bobot Pakan *P. xylostella*

Perlakuan	Rerata Penurunan Bobot Pakan (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<b>Aquadest</b>	59,6 ± 8,3	63,6 ± 4,0 <sup>d</sup>	61,6
<b>Etanol 96%</b>	95,3 ± 1,1	95,4 ± 0,5 <sup>e</sup>	95,3
<b>0,5%</b>	36,5 ± 14,3	47,6 ± 11,8 <sup>c</sup>	42,0
<b>1,0%</b>	34,1 ± 13,8	27,0 ± 12,8 <sup>b</sup>	30,5
<b>1,5%</b>	12,9 ± 7,1	23,7 ± 11,8 <sup>ab</sup>	18,3
<b>2,0%</b>	17,3 ± 6,3	13,8 ± 1,2 <sup>ab</sup>	15,5
<b>2,5%</b>	22,7 ± 12,5	19,7 ± 4,7 <sup>ab</sup>	21,2
<b>100,0%</b>	16,9 ± 2,4	10,9 ± 6,4 <sup>a</sup>	13,9
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Keterangan:

1. Kolom hari ke-1 menggunakan uji lanjut *Tamhanes T'2*
2. Kolom hari ke-2 menggunakan uji lanjut *Duncan*
3. a-e = huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji *Duncan*

Namun, pada uji pendahuluan menunjukkan bahwa data penurunan bobot pakan pada hari pertama tidak homogen ( $\text{sig} < 0,05$ ) dan data penurunan bobot pakan hari kedua homogen ( $\text{sig} > 0,05$ ). Oleh karena itu, data penurunan bobot pakan hari pertama perlu dilakukan uji lanjutan yaitu

uji *Tamhanes' T2* (Tabel 4.17). sedangkan data penurunan bobot pakan hari kedua dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Duncan* (Tabel 4.16). Hasil uji *Duncan* menyatakan bahwa antar kelompok perlakuan berbeda nyata. Kedua uji lanjut ini berguna untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan.

Tabel 4.17 Uji *Tamhanes' T2* Penurunan Bobot Pakan *P. xylostella* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P1			BTB	BTB	BTB	BB	BTB	BB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BTB
P7								

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Hasil uji lanjut penurunan bobot pakan hari pertama diajikan pada Tabel 4.17. Tabel tersebut menunjukkan P1 (etanol 96%) berbeda bermakna dengan P0 (aquadest), P5 (ekstrak 2,0%) dan P7 (ekstrak 100%). Berbeda bermakna yang dimaksudkan yaitu terdapat perbedaan selisih rerata penurunan bobot pakan yang besar antar kelompok tersebut. Hasil ini menandakan bahwa pada konsentrasi 2,0% dapat dijadikan formulasi yang tepat untuk mengendalikan hama ulat tritip karena ekstrak 2,0% berbeda nyata dengan ekstrak 100% sebagai kelompok kontrol positif.

Kelompok etanol 96% menyebabkan penurunan bobot pakan secara drastis. Penurunan tersebut bukan disebabkan besarnya aktivitas makan hama, melainkan dari sifat kimia dan fisik dari etanol. Hal ini dibuktikan dengan kelompok etanol 96% yang memiliki mortalitas tertinggi. Dampak dari aplikasi etanol 96% lebih tepatnya pada pengurangan hasil biomassa tanaman kubis. Dampak tersebut tentu saja merugikan petani kubis, walaupun mereka berhasil membasmi hama ulat tritip seluruhnya. Sifat etanol yang

polar dan cenderung hidrofilik atau suka dengan air. Sifat hidrofilik dalam pelarut polar mengakibatkan daun yang digunakan untuk pakan kehilangan kandungan air lalu mengerut (Gambar 4.28) sehingga mengurangi biomassa tanaman kubis (Nurzaman, 2018).



Gambar 4.28 Pakan Pada Kelompok Etanol 96%  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kelompok konsentrasi 100%, diketahui dapat mengurangi aktivitas makan hama paling banyak dari yang lain. Akan tetapi, kelompok ini menyebabkan daun menjadi warna hijau (Gambar 4.29) sehingga mengurangi kualitas dari produksi tanaman kubis. Hal tersebut menandakan bahwa pestisida yang digunakan termasuk jenis pestisida sistemik yang mampu menyerap ke dalam jaringan daun, bahkan dapat di tranlokasikan ke jaringan lain pada suatu tanaman (Niken, 2017).



Gambar 4.29 Pakan Hama Pada Konsentrasi 100%  
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Ciri-ciri visual yang terlihat ketika terjadi penurunan aktivitas makan yaitu larva cenderung diam. Kondisi larva yang cenderung diam atau tidak melakukan pergerakan di duga merupakan cara larva untuk memperkecil

proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek kematian yang terjadi lebih lambat. Larva yang tidak melakukan aktivitas makan mampu bertahan hidup lebih lama dibandingkan larva yang memakan pakan yang telah terpapar ekstrak meskipun pada konsentrasi rendah. Sistem pencernaan serangga mampu beradaptasi ketika terjadi kelangkaan sumber makanan. Ketika sumber makanan sangat terbatas, larva mampu menahan dan memproses nutrisi di dalam tubuh secara efisien. Sedangkan, ketika persediaan sumber makanan melimpah laju konsumsi makanan larva meningkat dari kebutuhan makan normal sehingga makanan akan lebih cepat habis (Sari, 2012).

Hasil dari kedua uji tersebut diketahui bahwa, angka mortalitas yang paling cocok digunakan untuk pengendalian ulat tritip dari segi pembatasan aktivitas makan adalah pada konsentrasi 2%. Pengaruh tersebut dikenal sebagai penolak makan (*repellent*). Hal ini terjadi karena berbagai hal, salah satunya *mode of entry* (cara masuk) dari pestisida nabati. Diduga racun ini masuk melalui mulut lalu alat pencernaan makanan serta bagian dalam tubuh serangga. Racun ini efektif untuk hama yang mempunyai tipe mulut penggigit dan pengunyah. Tipe mulut tersebut sesuai dengan aktivitas larva yang aktif memakan daun tanaman inang pada saat instar 2 (Pintar, 2010).

Persentase penurunan bobot pakan ulat tritip berbeda jauh dengan penelitian Mahardika *et al.*, (2014), yang menyatakan bahwa rata-rata aktivitas antifeedant senyawa steroid daun pangi (*Pangium Sp*) pada konsentrasi 5% sebesar 66,8%. Jika konsentrasi 5% diubah menjadi 2% maka asumsi hasilnya sekitar 26%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun

bintaro yang sama-sama mengandung steroid memiliki pengaruh lebih baik karena mampu menghambat aktivitas makan ulat (antifeedant) sebesar 15,5% . Oleh karena itu, Penurunan bobot pakan yang kecil menunjukkan bahwa senyawa aktif dari bintaro mampu menghambat aktivitas makan hama.

#### 4.4.2 Aktivitas Makan Ulat Buah (*Helicoverpa armigera*)

Hasil pengamatan aktivitas makan ulat buah dilakukan analisis statistik. Analisis tersebut diawali dengan uji pendahuluan yang meliputi uji homogenitas dan normalitas data. Hasil uji pendahuluan diperoleh bahwa data penurunan bobot pakan ulat buah (*H. armigera*) tidak homogen tetapi terdistribusi normal. Pada uji *annova one-way* diperoleh nilai probabilitas (*P-value*) yang sama yaitu sebesar 0,000. Nilai *P-value* tersebut menyatakan bahwa persentase penurunan bobot pakan antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan (Tabel 4.18). Tabel tersebut menunjukkan rerata penurunan bobot pakan ulat terkecil terdapat pada kelompok ekstrak 2,5%, sedangkan yang terbesar pada kelompok 0,5%. Nilai rerata penurunan bobot pakan yang cukup besar berarti ekstrak daun bintaro tidak dapat menghambat ulat buah untuk memakan tanaman kubis.

Tabel 4.18 Penurunan Bobot Pakan *H. armigera*

Perlakuan	Rerata Penurunan Bobot Pakan (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	47,8 ± 16,0	42,2 ± 8,3	45,0 ± 11,8
<b>Etanol 96%</b>	96,3 ± 0,4	96,2 ± 0,3	96,2 ± 0,3
<b>0,5%</b>	22,8 ± 6,4	27,1 ± 8,6	25,0 ± 7,2
<b>1,0%</b>	21,8 ± 11,0	18,3 ± 3,1	20,1 ± 7,5
<b>1,5%</b>	10,4 ± 4,5	15,5 ± 4,1	12,9 ± 4,7
<b>2,0%</b>	9,0 ± 4,7	16,2 ± 7,9	12,6 ± 7,1
<b>2,5%</b>	6,8 ± 3,2	8,6 ± 2,5	7,7 ± 2,7
<b>100,0%</b>	6,2 ± 2,4	3,8 ± 1,3	5,0 ± 2,2
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Data penurunan bobot pakan pada hari pertama dan kedua yang tidak memenuhi asumsi homogenitas akan dilakukan uji lanjut *Tamhanes'*T2. Hasil uji lanjut telah diketahui bahwa kelompok perlakuan P1 (etanol 96%) berbeda bermakna terhadap P4 (ekstrak 1,5%); P5 (ekstrak 2%); P6 (ekstrak 2,5%); dan P7 (ekstrak 100%).

Tabel 4.19 Uji *Tamhanes'*T2 Penurunan Bobot Pakan *H.armigera* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BTB						
P1			BTB	BTB	BB	BB	BB	BB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BTB
P7								

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Sedangkan pada tabel 4.20 didapatkan kelompok yang berbeda makna yaitu kelompok perlakuan P1 (etanol 96%) terhadap P3 (ekstrak 1%); P4 (ekstrak 1,5%); P6 (ekstrak 2,5%); dan P7 (ekstrak 100%).

Tabel 4.20 Uji *Tamhanes'*T2 Penurunan Bobot Pakan *H.armigera* Hari Kedua

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0		BTB						
P1			BTB	BB	BB	BTB	BB	BB
P2				BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3					BTB	BTB	BTB	BTB
P4						BTB	BTB	BTB
P5							BTB	BTB
P6								BTB

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Pengaruh pestisida nabati tergantung pada jenis dan konsentrasi. Suatu pestisida nabati dikatakan berpengaruh jika dalam penggunaannya memiliki pengaruh yang tinggi dengan konsentrasi sekecil mungkin. Berdasarkan penelitian dari (Baliadi & Tengkan, 2008), tingkat kerusakan polong akibat ulat buah berkisar 8-52 polong/50 rumpun kedelai. Kerusakan tersebut sekitar 15%-100%. Oleh karena itu, berdasarkan hasil uji *Tamhanes'*T2 mulai dari

kelompok perlakuan 1,5% sudah dapat digunakan sebagai pestisida nabati yang berguna sebagai *antifeedan*.

#### 4.4.3 Aktivitas Makan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Pengaruh ekstrak daun bintaro terhadap aktivitas makan ulat grayak diamati melalui penurunan bobot pakan. Data penurunan bobot pakan ulat grayak pada hari pertama dan kedua dilakukan uji homogenitas diperoleh bahwa data tidak homogen. Pada uji normalitas tetapi terdistribusi normal diperoleh nilai signifikansi (*P-value*) yang sama yaitu sebesar 0,000. Nilai tersebut menyatakan bahwa data penurunan bobot pakan antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan.

Tabel 4.21 Penurunan Bobot Pakan *S. litura*

Perlakuan	Rerata Penurunan Bobot Pakan (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<b>Aquadest</b>	21,9 ± 2,3	27,2 ± 16,8	24,5
<b>Etanol 96%</b>	95,1 ± 0,40	94,8 ± 0,40	94,9
<b>0,5%</b>	32,7 ± 5,1	27,2 ± 13,7	29,9
<b>1,0%</b>	41,6 ± 21,6	22,9 ± 5,9	32,3
<b>1,5%</b>	48,4 ± 3,3	20,9 ± 7,1	34,6
<b>2,0%</b>	41,4 ± 11,3	28,6 ± 6,5	35,0
<b>2,5%</b>	40,1 ± 13,9	19,8 ± 6,3	29,9
<b>100,0%</b>	24,1 ± 17,4	21,6 ± 8,7	22,8
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Tabel 4.21 menunjukkan bahwa rerata penurunan bobot pakan terendah pada ekstrak 0,5% dan 2,5% yaitu sebesar 29,9%. Kedua kelompok tersebut konsentrasinya berbeda, tetapi memiliki hasil yang sama-sama baik. Hal ini dapat dibedakan melalui selisih pada hari pertama dan kedua pengamatan dari masing-masing kelompok ekstrak. Selisih ekstrak 0,5% sekitar 5%, sedangkan selisih ekstrak 2,5% sekitar 20%. Hasil persentase penurunan bobot pakan pada kelompok ekstrak 2,5% sesuai dengan penelitian Uge *et al.*,

(2021) menyatakan serangan ulat grayak pada tanaman inang menyebabkan kehilangan hasil panen sekitar 10-40%.

Tabel 4.22 Hasil Uji *Tamhanes*'T2 Penurunan Bobot Pakan *S.litura* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0	■	BB	BTB	BTB	BB	BTB	BTB	BTB
P1		■	BTB	BTB	BB	BTB	BTB	BTB
P2			■	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3				■	BTB	BTB	BTB	BTB
P4					■	BTB	BTB	BTB
P5						■	BTB	BTB
P6							■	BTB
P7								■

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Pada tes homogenitas data menunjukkan bahwa variansi data penurunan bobot pakan pada hari pertama dan kedua tidak homogen. Data tersebut perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes*'T2. Pada tabel 4.22 diketahui bahwa kelompok perlakuan P0 (*aquadest*); P1 (etanol 96%); dan P4 (ekstrak 1,5%) yang berbeda bermakna. Pada tabel 4.23 tidak didapatkan kelompok yang berbeda makna.

Tabel 4.23 Hasil Uji *Tamhanes*'T2 Penurunan Bobot Pakan *S.litura* Hari Kedua

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0	■	BTB						
P1		■	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P2			■	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3				■	BTB	BTB	BTB	BTB
P4					■	BTB	BTB	BTB
P5						■	BTB	BTB
P6							■	BTB
P7								■

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Jumlah frekuensi mortalitas ulat grayak pada hari kedua pengamatan tidak mencapai batas maksimal. Hal ini karena mekanisme kerja pestisida nabati yang sebagai *repellant* (penolak serangga) dan *antifeedant* (mencegah nafsu makan) tidak selalu menjadi dasar pada tingkat kematian, tetapi hanya mengurangi konsumsi makan pada tanaman inang (Kharismanda & Yuliani,

2021). Selain itu, persentase penurunan bobot pakan antara hari pertama yang lebih tinggi kedua aplikasi sangat berbeda. Hal ini diduga karena ulat grayak mencoba untuk beradaptasi dengan pakan tersebut. Namun, seiring bertambahnya waktu kontak akan mengakibatkan rendahnya aktivitas makan ulat grayak karena respon ulat grayak terhadap senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun bintaro.

Tingginya konsumsi pakan ulat grayak dengan ulat lainnya dikaitkan dengan resistensi terhadap beberapa senyawa aktif yang ada di ekstrak daun bintaro. Penelitian Purnamasari (2015), melaporkan bahwa larva ulat grayak telah berstatus resisten terhadap bahan aktif profenofos. Status ini dibuktikan dengan nilai nisbah resisten populasi lapangan (NR) lebih dari 4 yaitu 4,02. Profenofos adalah sejenis insektisida organofosfat yang beracun bagi serangga. Profenofos bersifat racun perut dan racun kontak sama seperti senyawa flavonoid dan cerberin.

#### **4.4.4 Aktivitas Makan Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana*)**

Aplikasi ekstrak daun bintaro pada penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan hama. Ekstrak daun bintaro sebagai penolak hama diimplementasikan dalam pengamatan aktivitas makan hama. Keberhasilan suatu ekstrak tumbuhan menghambat aktivitas makan hama ditandai dengan penurunan bobot pakan yang kecil, karena dianggap hama enggan makan karena sudah terpapar senyawa aktif dari ekstrak yang diberikan. Pada tabel 4.24 menunjukkan bahwa, urutan rerata penurunan bobot pakan ulat krop setelah dua kali pengamatan dari yang terbesar sampai yang terkecil dimulai

dari kelompok etanol 96%; aquadest; konsentrasi 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; lalu 100,0%.

Kelompok ekstrak paling berpengaruh dalam menghambat aktivitas makan hama adalah kelompok ekstrak 2,5% sebesar 12,5% (Taabel 4.24). Hal ini karena rerata kelompok tersebut tidak jauh berbeda dengan rerata kelompok kontrol positif (ekstrak 100%) yang hanya sebesar 11,5%. Pada tabel diatas juga diketahui bahwa data penurunan bobot pakan memenuhi asumsi tes normalitas data yaitu dengan nilai signifikansi 0,000. Di Indonesia, tanaman hortikultura yang tidak dapat dimanfaatkan atau kehilangan hasil mencapai 25-40%. Nilai ini tergolong sangat besar jika dibandingkan dengan negara-negara maju. Oleh karena itu, Rerata persentase penurunan bobot pakan pada kelompok ekstrak 2,5% sangat berperan baik dalam pengendalian hama ulat krop (Samad, 2006).

Tabel 4.24 Penurunan Bobot Pakan *C.pavonana*

Perlakuan	Rerata Penurunan Bobot Pakan (%)		Rerata
	Hari ke-1	Hari ke-2	
<i>Aquadest</i>	53,0 ± 4,0	55,8 ± 5,5 <sup>e</sup>	54,4
<b>Etanol 96%</b>	94,6 ± 0,1	93,6 ± 1,6 <sup>d</sup>	94,1
<b>0,5%</b>	47,5 ± 6,5	35,6 ± 9,6 <sup>c</sup>	41,5
<b>1,0%</b>	39,3 ± 2,0	31,6 ± 6,3 <sup>c</sup>	35,5
<b>1,5%</b>	34,8 ± 6,9	26,8 ± 6,6 <sup>bc</sup>	30,8
<b>2,0%</b>	18,5 ± 3,7	19,3 ± 2,4 <sup>ab</sup>	18,9
<b>2,5%</b>	10,6 ± 3,5	14,5 ± 4,5 <sup>a</sup>	12,5
<b>100,0%</b>	12,7 ± 1,9	10,3 ± 3,3 <sup>a</sup>	11,5
<b>P-value</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

Keterangan:

1. Kolom hari ke-1 menggunakan uji lanjut *Tamhanes T'2*
2. Kolom hari ke-2 menggunakan uji lanjut *Duncan*
3. a-e = huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji *Duncan*

Pada tes homogenitas data menunjukkan bahwa hasil pengamatan penurunan bobot pakan ulat krop hari pertama tidak memenuhi asumsi atau tidak homogen, sedangkan pengamatan hari kedua memenuhi asumsi atau

homogen. Dengan begitu, data penurunan bobot pakan hari pertama perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Tamhanes'T2* (Tabel 4.25), sedangkan data penurunan bobot pakan hari kedua dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Duncan* (Tabel 4.24). Kedua uji tersebut sama-sama digunakan untuk mencari perbedaan yang nyata antar kelompok perlakuan.

Tabel 4.25 Uji *Tamhanes'T2* penurunan bobot pakan *C.pavonana* Hari Pertama

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P0	BB	BTB						
P1		BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P2			BB	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
P3				BB	BTB	BTB	BTB	BTB
P4					BB	BTB	BTB	BTB
P5						BB	BTB	BTB
P6							BB	BTB
P7								BB

Keterangan : BB = Berbeda Bermakna  
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

Interpretasi dari tabel 4.23 didapatkan hasil yaitu hanya kelompok perlakuan P0 (*aquadest*) dan P1 (etanol 96%) yang berbeda bermakna. Berbeda bermakna yang dimaksudkan yaitu perbedaan atau selisih rerata yang cukup besar antar kelompok tersebut. Sedangkan untuk kelompok perlakuan yang berbeda tidak bermakna yakni perbedaan atau selisih rerata mortalitas yang tidak terlalu besar atau hampir sama.

Penurunan bobot pakan terjadi karena dari *mode of entry* (cara masuk) suatu pestisida nabati. Cara masuk pestisida nabati yang berkaitan dengan penurunan bobot pakan yaitu pestisida sebagai racun kontak dimana racun ini masuk dibagian luar tubuh serangga melalui persentuhan dengan kutikula. Racun kontak biasanya mengakibatkan hama enggan mendekati bahkan memakan pakan tersebut. Racun ini dapat membunuh atau mengganggu perkembangbiakan serangga. Lalu, sebagai racun perut, racun ini masuk

melalui mulut lalu ke alat pencernaan makanan bagian dalam tubuh serangga (Pintar, 2010).

Suatu pestisida nabati dikatakan berpengaruh secara signifikan jika dalam penggunaannya memiliki efek mortalitas yang tinggi dengan konsentrasi sekecil mungkin kelompok konsentrasi 2,5%. Menurut (Kharismanda & Yuliani, 2021), menyatakan bahwa mencegah lebih utama daripada membunuh 100% serangga merupakan konsep dari pengendalian hayati karena sebagian serangga adalah musuh alami. Predator atau musuh alami dapat berfungsi sebagai biocontrol yang dapat mengendalikan populasi serangga hama. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak daun bintaro menyebabkan mortalitas pada larva uji dengan nilai persentase kurang dari 100% sehingga ekstrak tersebut dapat digunakan dalam pengendalian serangga hama termasuk larva *C.pavonana* tanpa memberikan dampak negatif seperti menghilangkan musuh alami hama tanaman.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Pengaruh pestisida nabati dari ekstrak daun tanaman bintaro terhadap pengendalian hama Ordo lepidoptera dilihat dari persentase mortalitas dan aktivitas makan hama. Mortalitas tertinggi pada kelompok konsentrasi 2,5%. Ciri-ciri visual mortalitas hama yaitu tidak ada pergerakan, warna tubuhnya menghitam, ukuran tubuh mengecil sampai kering. Aktivitas makan hama *Plutella xylostella* yang terendah pada kelompok ekstrak 2,0%. Sedangkan *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, dan *Crociodolomia pavonana* pada kelompok ekstrak 2,5%. Kelompok ekstrak yang dapat menghambat aktivitas makan hama ditandai nilai persentase penurunan bobot pakan yang rendah. Mortalitas dan aktivitas makan hama dipengaruhi oleh senyawa flavonoid, cerberin, saponin, steroid, dan tanin.

#### **5.2 Saran**

- a. Perlu dilakukan uji fitokimia lanjutan mengenai kadar senyawa metabolit sekunder pada ekstrak etanol 96% daun tanaman bintaro.
- b. Perlu dilakukan aplikasi pestisida nabati dan pengamatan mulai dari fase telur sampai imago untuk mengetahui pengaruh ekstrak paling baik agar meminimalisir penurunan produksi tanaman kubis.
- c. Perlu dilakukan uji resistensi hama untuk mengetahui batas ambang pengaplikasian pestisida nabati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustien, G. S., Susanti, & Sucitra, F. (2021). *Effect of Different Extraction Method on Total Flavonoid Contents of Sansevieria trifasciata P . Leaves Extract*. 7(2), 143–150. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2021.v7.i2.15573>
- Alen, Y., Zulhidayati, & Suharti, N. (2015). Pemeriksaan Residu Pestisida Profenofos pada Selada (*Lactuca sativa L.*) dengan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(2), 140–149.
- Ardyanti, ni komang novy trisna, Suhendra, L., & Puta, G. P. ganda. (2020). Pengaruh Ukuran Partikel dan Lama Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Virgin Coconut Oil Wortel (*Daucus carota L.*) sebagai Pewarna Alami . *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 423–434.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). *Struktur , Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid Structure , Bioactivity And Antioxidan Of Flavonoid*. 6(1), 21–29.
- Arsanti, idha widi, Sayekti, apri laila, & Kiloes, adhitya marendra. (2017). Analisis Rantai Nilai Komoditas Kubis (*Brassica oleracea L.*): Studi Kasus di Sentra Produksi Kabupaten Karo ( Value Chain Analysis of Cabbages : Case Study in Karo District Production Centre ). *Jurnal Hortikultura*, 27(2), 269–278.
- Asikin, S., & Akhsan, N. (2019). Efektivitas Ekstrak Daun Tumbuhan Bintaro (*Cerbera odollam*), Bayam Jepang (*Amaranthus viridis*) dan Paku Perak (*Niprolepis hirsutula*) Terhadap Ulat Krop Kubis (*Crociodolomia pavartata*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(2), 111. <https://doi.org/10.35941/jatl.2.2.2020.2805.111-117>
- Aziz, T., N, R. C. K., & Fresca, A. (2009). Pengaruh Pelarut Heksana Dan Etanol, Volume Pelarut, Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Hasil Ekstraksi Minyak Kopi. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1–8).
- Baliadi, Y., & Tengkan, W. (2008). Ulat Pemakan Polong *Helicoverpa armigera* Hubner : Biologi , Perubahan Status Dan Pengendaliannya Pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 50(16), 37–50.
- Bernshteyn, M., Adams, S. H., & Gada, K. (2020). Case Report A Case of Attempted Suicide by *Cerbera odollam* Seed Ingestion. *Journal Hindawi*, 2020, 1–5.
- Björkman, M., Klingen, I., Birch, A. N. E., Bones, A. M., Bruce, T. J. A., Johansen, T. J., Meadow, R., Mølmann, J., Seljåsen, R., Smart, L. E., & Stewart, D. (2011). Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health – Influences of climate , environment and agronomic practice. *Phytochemistry*, 72(7), 538–556.
- Borrer, D., Triplehorn, C., & Jhonson, N. (1992). *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Gadjah Mada University Press.

- BPPP. (2011). Hama Ulat Pemakan Daun Tanaman Bintaro (*Cerbera manghas*). *Jurnal Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri*, 17(1), 6.
- Cholifa, S. (2011). *Evaluasi Ketahanan Pangan Beberapa Galur Kapas (*Gossypium hirsutum* L.) Terhadap Penggerek Buah (*Helicoverpa armigera* Hbn)*. universitas islam negeri maulana malik ibrahim.
- cordell, a. (1981). *introduction to alkaloids, a biogenetic approach* (J. Wiley & sons (eds.)). a wiley interscience publication.
- Danong, M. T., Damanik, D. E. R., & Billy, T. D. (2020). Inventarisasi Jenis-Jenis Tanaman Berpotensi Sebagai Kabupaten Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 17(2), 62–71.
- dinas lingkungan hidup. (2017). *Kajian daya dukung lingkungan hidup taman kota di surabaya*.
- Effendi, F., Himawan, herson cahaya, & Syahidin, firdhan usia. (2018). Formulasi Sediaan Gel Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Daun Bintaro(*Cerbera odollam* Gaertn.) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmamedika*, 3(1), 43–52.
- Ergina, N., Purspitari, S., & Andriani, D. (2014). Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol. *Jurnal Akademi Kimia*, 3(3), 165–172.
- Farnsworth, N. R. (1966). Pharmaceutical Sciences. *Journal of Pharmaceutical Science*, 55(3), 225–274.
- Fitriani, mey lina. (2009). *Budidaya Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var *botrytis* L.) Di Kebun Benih Hortikultura (KBH) Tawangmangu*. universitas sebelas maret.
- Ginting, M. S., Pelealu, J. ., & Pinaria, B. A. N. (2017). Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati Terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera; Plutellidae) Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) Di Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 13(3A), 295. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.13.3a.2017.18375>
- Gokok, S. (2017). *Uji Toksisitas Bioinsektisida Ekstrak Metanol Buah Bintaro (*Cerbera odollam* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Pakan Daun Tomat*. Universitas Sanata Dharma.
- Halimu, R. B., Sulistijowati, R. S., & Mile, L. (2017). Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia Alba*. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 5(4), 93–97.
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia* (K. Padmawinata & I. Soediro (eds.)). ITB.
- Hasanah, F. (2016). *Desain Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades*. universitas jember.

- Hermawan, W. (2009). Aktifitas Antifidan Ekstrak Daun Cantigi (*Vaccinium varingieafolium* BI.Miq) terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera:Yponomeutidae). *J Bionatura*, 11(2), 138–146.
- Hernes, I. P. F., Suhendra, L., & Wrasiasi, L. P. (2018). Pengaruh Perbandingan Bahan Dengan Pelarut Aseton Terhadap Total Fenolik , Warna Dan Klorofil Ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa Dan Agroindustri*, 6(2), 103–114.
- Holtikultura, D. P. T. (2007). *Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Prioritas*. direktorat perlindungan tanaman hortikultura.
- Indrawijaya, B. (2016). *Formulasi Pestisida Nabati Minyak Mimba Menggunakan Surfaktan Dietanolamida untuk Pengendalian Hama Ulat Grayak pada Tanaman Kedelai*. Institut Pertanian Bogor.
- Juliati, Mardhiansyah, M., & Arlita, T. (2016). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera manghas* L.) Sebagai Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Ulat Jengkal (*Plusia* sp.) Pada Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.)Merr.). *Jom Faperta UR*, 3(1).
- Kalshoven, L. G. E. (1981). *Pests of Crops in Indonesia*. PT. ichtiar baroe-van hoeve.
- Kamaludin, N., Hadi, M., & Rahadian, R. (2013). Keanekeragaman Ngengat Di Wana Wisata Gonoharjo, Limbangan, Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*, 2(2), 18–26.
- Kasminah. (2016). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. universitas airlangga.
- Khamid, miftakhul b. r., & Siriyah, siti latifatus. (2018). Efektivitas Bakteri Entomopatogen Dari Tanah Sawah Asal Kecamatan Cilebar Kabupaten Karawang Terhadap Intensitas Serangan, Mortalitas Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia*, 3(1), 66–69.
- Kharismanda, K., & Yuliani. (2021). Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun , Batang , dan Bunga Tanaman Kenikir ( *Cosmos sulphureus* ) terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* Comparison of the Effectiveness of Leaf , Stem , and Flower Extracts of Kenikir Plants ( *Cosmos sulphureus* ) on. *Lentera Bio*, 10(2), 146–152.
- Khoiroh, Y., Harijati, N., & Mastuti, R. (2014). Pertumbuhan Serta Hubungan Kerapatan Stomata Dan Berat Umbi Pada *Amorphophallus muelleri* Blume Dan *Amorphophallus variabilis* Blume. *Jurnal Biotropika*, 2(5), 249–253.
- Khotimah, K. (2016). *Skrining Fitokimia dan Identifikasi Metabolit Sekunder Senyawa Karpain Pada Ekstrak Metanol Daun*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Krisna, K. N. P., Yusnaeni, Lika, A. G., & Sudirman. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) sebagai Biopestisida Hama Ulat Buah (*Helicoverpa armigera*). *Jurnal Edubiologia*, 2(1), 35–40.
- Kristanto, S. P., Stjipto, & Soekarto. (2013). Pengendalian Hama Pada Tnaman Kubis dengan Sistem Tanam Tumpangsari. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1), 7–9.
- Kumarawati, N. P. N., Supartha, I. W., & YuliadhiI, K. A. (2013). Struktur Komunitas Dan Serangan Hama-Hama Penting Tanaman Kubis (*Brassica Oleracea L.*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 2(4), 252–259.
- Laras. (2018). *Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera L.) Dalam Pengendalian Ulat Krop (Crocidolomia pavonana F.) Pada Tanaman Kubis (Brassica oleracea L. var. capitata)*. Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Luthfiana, H. A., Haryono, G., & Historiawati. (2019). Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea var. botrytis L.*) Pada Jarak Tanam dan Mulsa Organik. *VIGOR: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 4(1), 18–23.
- Mahardika, I. B. P., Puspawati, N. M., & Widihati, I. A. G. (2014). Identifikasi Senyawa Aktif Antifeedant Dari Ekstrak Daun Pangi (*Pangium Sp*) Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Ulat KubiS (*Plutella Xylostella*). *Jurnal Kimia*, 8(2), 213–219.
- Mahyuni, E. L. (2015). Faktor Resiko Dalam Penggunaan Pestisida Terhadap Keluhan Kesehatan Pada Petani Di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Kesmas*, 9(1), 79–89.
- Marliana, S. D., Suryanti, V., & Suyono. (2005). Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule Jacq. Swartz*) dalam Ekstrak Etanol. *Biofarmasi*, 3(1), 26–31.
- Meilani, V. (2018). *Pengaruh Variasi Konsentrasi Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Mortalitas Dan Aktivitas Makan Hama Ulat Tritip (Plutella xylostella) Pada Tanaman Sawi Caisim (Brassica juncea L.)*. universitas islam negeri raden intan.
- Metty, & Swaninda, A. (2017). *Identifikasi Kandungan Pestisida Pada Sayuran Organik Di Pasar Modern*.
- Moekasan, tonny k, Prabaningrum, L., & Adiyoga, W. (2014). *Cara kerja dan daftar pestisida serta strategi pergilirannya pada tanaman sayuran dan palawija*. balai penelitian tanaman sayuran.
- Muaddibah, K. (2016). *Pengaruh Ekstrak Daun Legetan (Synedrella nodiflora) Terhadap Perkembangan Ulat Daun Kubis (Plutella Xylostella)*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Muta'ali, R., & Purwani, kristanti indah. (2015). Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas ( *Pluchea indica* ) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura F . *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 55–58.
- Muthmainnah. (2017). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum L.*) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*, 13(2), 23–28.
- Nasrudin, Wahyono, Mustofa, & Susidarti, ratna asmah. (2017). Isolasi Senyawa Steroid Dari Kulit Akar Senggugu. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(3), 332–340.
- 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.
- Ningsih, D. S., Henri, Roanisca, O., & Mahardika, R. G. (2020). Phytochemical Screening And Determination Of Total Phenolic. *Journal Of Tropicl Biology*, 8(3), 178–185.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia ( Tanin , Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin ) Pada Ekstrak Daun Inggu ( *Ruta angustifolia L.* ). *Eksakta: Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, 18(1), 19–29. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3>
- Noviana, E. (2011). Uji Potensi Ekstrak Daun Suren sebagai Insektisida Ulat Grayak pada Tanaman Kedelai. In *Skripsi: Vol. Surakarta*.
- Nuraeni, Y., & Darwiati, W. (2021). pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan sebagai pestisida nabati pada hama tanaman hutan. *Jurnal Galam*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.20886/GLM.2021.2.1.1-15>
- Nurzaman, F., Djajadisastra, J., & Elya, B. (2018). Identifikasi Kandungan Saponin dalam Ekstrak Kamboja Merah ( *Plumeria rubra L.* ) dan Daya Surfaktan dalam Sediaan Kosmetik. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 8(2), 85–93. <https://doi.org/10.22435/jki.v8i2.325> Jurnal
- Padmawinata, K. (1995). *kandungan organik tumbuhan tinggi*. ITB.
- Pang, W., Kim, Y., Li, X., Choi, S. R., & Wang, Y. (2015). Anatomic Characteristics Associated with Head Splitting in Cabbage ( *Brassica oleracea var . capitata L.* ). *Journal PLoS ONE*, 10(11), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142202>
- Passalacqua, N. G., Guarrera, P. M., & Fine, G. De. (2007). Contribution to the knowledge of the folk plant medicine in Calabria region ( Southern Italy ). *Fitoterapia*, 78(1), 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.07.005>
- Pintar, B. (2010). *Budidaya Kakao*. AgroMedia Pustaka.
- Prasetya, i wayan gde angga, Ganda Putra, G. ., & Wrasati, L. P. (2020). Pengaruh Perbandingan Bahan dengan Pelarut dan Waktu Maserasi terhadap Ekstrak Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai Sumber Antioksidan. *Jurnal*

- Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(2), 167.  
<https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i02.p02>
- Prayuda, Y. E. (2014). *Efikasi Ekstrak Biji Bintaro (Cerbera manghas) Sebagai Larvasida Pada Larva Aedes Aegypti L . Instar III / IV*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Purnamasari, hindun dwi. (2015). *Status Resistensi Hama Ulat Grayak (Spodoptera litura F.) Asal Karangpulo Malang Terhadap Insektisida Sintetik Profenofos*. universitas jember.
- Purwatiningsih, Mandasari, F. P., & Fajariyah, S. (2019). Toksisitas Ekstrak N-Heksana Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Albizia falcataria L . Forberg*) Terhadap Mortalitas Serangga Penggerak Buah Kopi (*Hypothenemus hampei Ferr .*) (Scolytidae : Coleoptera). *Jurnal Biotropic*, 3(1), 39–48.
- Puslitbangbun. (2012). *Pestisida Nabati. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perkebunan*, 25–26.
- Rahayuningtyas, S., & Harijani, wiwik sri. (2015). Kemampuan Pestisida Nabati (Mimba, Gadung, Laos Dan Serai), Terhadap Hama Tanaman Kubis (*Brassica Oleracea L*). *Agritrop*, 13(2), 207–211.
- Rahman, A. H. . M., & Akter, M. (2016). Taxonomy and traditional medicinal uses of apocynaceae ( Dogbane ) family of Rajshahi District, Bangladesh. *International Journal of Botany Studies*, 1(2), 5–13.
- Robinson, T. (1995). *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerbit ITB.
- Rohimatun, & Suriati, S. (2011). *Bintaro (Carbera manghas) sebagai Pestisida Nabati* (Vol. 17, Issue 1, pp. 1–4).
- Rudiana, T., Fitriyanti, & Adawiah. (2018). Aktivitas Antioksidan Dari Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) (Antioxidant Activity from Leaves of Bintaro (*Cerbera odollam*)). *Jurnal ITEKIMIA*, 3(1), 1–11.
- Rufaida, U. (2014). *Patogenisitas isolat lokal jamur Metarhizium anisopliae (Metsch) terhadap Helicoverpa armigera hubner*. universitas islam negeri malik ibrahim.
- Rumagit, H. M., Runtuwene, M. R. J., & Sudewi, S. (2015). *Uji Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Spons Lamellodysidea herbacea*. 4(3), 183–192.
- Sa'diyah, nur alindatus, Purwani, K. I., & Wijayawati, L. (2013). Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro ( *Cerbera odollam* ) terhadap Perkembangan Ulat Grayak ( *Spodoptera litura F .* ). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(2), 111–115.
- Safirah, R., Widodo, N., & Budiyanto, M. A. K. (2016). Uji Efektivitas Insektisida Nabati Buah *Crecentia cujate* dan Bunga *Syzygium aromaticum* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura*. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(2), 265–276.

- Sahoo, A., & Marar, T. (2018). Phytochemical Analysis, Antioxidant Assay and Antimicrobial Activity in Leaf Extracts of *Cerbera odollam* Gaertn. *Pharmacognosy Journal*, *10*(2), 285–292.
- Samad, M. Y. (2006). Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Holtikultura. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, *8*(1), 31–36.
- Samec, D., Pavlovic, I., & Salopek-Sondi, B. (2016). White cabbage (*Brassica oleracea* var . *capitata* f . *alba*): botanical , phytochemical and pharmacological overview. *Phytochemistry Reviews*, *16*(1), 117–135. <https://doi.org/10.1007/s11101-016-9454-4>
- Santi, L. R. W., Himawan, T., & Ikawati, S. (2022). Uji Daya Racun Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) Terhadap Mortalitas Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera : Aphididae ) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal HPT*, *10*(1), 39–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.1.5>
- Sari, E. F. (2012). *Pengaruh Kombinasi Ekstrak Daun Melinjo dan Daun Sirsak Terhadap Aktivitas Makan dan Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera litura F.) Pada Tanaman Jambu Kristal (Psidium guajava L.)*. universitas islam negeri raden intan lampung.
- Sastrosiswojo, S. (1994). *Pengendalian Hama Terpadu Hama Penting Sayuran*. PHT.
- Sastrosiswojo, Sudarwohadi, Uhan, T. S., & Sutarya, R. (2005). *Penerapan Teknolog PHT pada Tanaman Kubis*. balai penelitian tanaman sayuran.
- Septyaningsih, D. (2010). *Isolasi Dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Biji Buah Merah ( Pandanus conoideus Lamk .)*. universitas sebelas maret.
- Setiawan, agus nugroho, & 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). *Untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan ( OPT )*.
- Setyowati, W. A. E., Ashadi, Ariani, S. R. D., Mulyani, B., & Rahmawati, C. P. (2014). *Skrining Fitokimia dan identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (Durio zibethinus Murr.) Varietas Petruk*.
- Sitepu, J. S. G. (2015). Pengaruh Variasi Metode Ekstraksi Secara Maserasi dan dengan Alat Soxhlet terhadap Kandungan Kurkuminoid dan Minyak Atsiri dalam Ekstrak Etanolik Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, 126.
- Sriwahyuni I. (2010). *Uji Fitokimia Ekstrak Tanaman Anting-Anting (Acalypca Indica Linn) Dengan Variasi Pelarut Dan Uji Toksisitas Menggunakan Brine*

- Shrimp (artemia salina leach)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Suliansyah, I., Ekawati, F., Obel, Hariandi, D., Ramadhan, N., & Martinsyah, R. H. (2019). Pembuatan Pestisida Nabati Sebagai Pionir Pada Kelompok Tani Harapan Baru Di Kenagarian Alahan Panjang Kabupaten Solok. *Jurnal Hilirisasi Ipteks*, 2(3), 254–263.
- Sulistiyani, T. H. (2013). Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu Cagar Alam Ulolanang Kecubung Kabupaten Batang Universitas Negeri Semarang (UNNES). *Skripsi*, 1–79.
- Sulistyarini, I., Diah Arum, S., & Wicaksono, T. A. (2020). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 56–62. <https://doi.org/ISSN 2528-5912>
- Sumartini. (2017). Biopestisida untuk Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), 159–166.
- Sunarti. (2015). Pengamatan Hama Dan Penyakit Penting Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) Dataran Rendah. *Jurnal Agroaqua*, 13(2), 74–80.
- Supriadi. (2013). Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Litbang*, 32(1), 1–9.
- susanti, merlis. (2015). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Anting-Anting (*Acalypha indica* L.) Sebagai Insektisida Nabati Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis* Z.) Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*). Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Susniahti, N., Suganda, T., Sudarjat, S., Dono, D., & Nadhirah, A. (2017). Reproduksi, Fekunditas dan Lama Hidup Tiap Fase Perkembangan *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Ypnomeutidae) pada Beberapa Jenis Tumbuhan Cruciferae. *Agrikultura*, 28(1), 27–31. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i1.12296>
- Towaha, J., & Indriati, G. (2011). Potensi Tanaman Bintaro (*Cerbera manghas*) Sebagai Alternatif Sumber Bahan Bakar Nabati. *Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri*, 17(1), 4–6.
- Uge, E., Yusnawan, E., & Baliadi, Y. (2021). Pengendalian Ramah Lingkungan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 19(1), 64–80.
- Utami, S., Syaufina, L., & Haneda, N. F. (2010). Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro ( *Cerbera odollam* Gaertn .) Terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 96–100.
- Wahidah, N. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) Sebagai Insektisida Ulat Penggerek Bunga Dan Polong (*Maruca testulalis*) Pada

*Tanaman Kacang Panjang (Vigna sinensis L.)*. universitas islam negeri raden intan lampung.

- Wati, aprilia nur rahma. (2017). *Pengaruh Konsentrasi Insektisida Sipermetrin Terhadap Kerusakan Buah Tomat Akibat Helicoverpa armigera Dan Pertumbuhan Jamur Beauveria bassiana*. universitas brawijaya.
- Widakdo, D. sudarso, & Setiadevi, S. (2017). Respon Hama Ulat Buah Melon Terhadap Aplikasi Pestisida Nbati Buah Bintaro (*Cerbera manghas L.*) Pada Berbagai Konsentrasi. *Agrotech*, 1(2), 48–51.
- Widodo, N. (2007). *Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid Yang Terkandung Dalam Jamur Tiram Putih*.
- Widyasmoro, lukas eko. (2007). *Profil Pertumbuhan Dan Kandungan Glikosida Jantung Kalus Daun Kamboja Jepang (Adenium Obesum (Forssk.) Roem. & Schult.) Dalam Woody Plant Medium Dengan Variasi Konsentrasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat Dan 6-Furfurylaminopurine*. universitas sanata dharma.
- Winarto, L., & Nazir, D. (2004). Teknologi Pengendalian Hama Plutella xylostella Dengan Insektisida Dan Agensia Hayati Pada Kubis Di Kabupaten Karo. *Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 7(1), 27–34.
- Yarnisah, A. (2010). *Uji Patogenisitas Beberapa Isolat SiNPV (Spodoptera litura Nuclear Polyhedrosis Virus) Terhadap Tingkat Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera litura F.) Pada Tanaman Kedelai (Glycine max L.)*. universitas islam negeri maulana malik ibrahim.
- Yenni, A. (2017). *Uji Fitokimia dan Toksisitas dari Ekstrak Daun Bintaro (Cerbera odollam Gaerthn) terhadap artemia salina Leach*. 1–113.
- Yuliadhi, ketut ayu, & Sudiarta, P. (2014). Struktur Komunitas Hama Pemakan Daun Kubis dan Investigasi Musuh Alaminya. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 2(2), 191–196.
- Yulianingtyas, A., & Kusmartono, B. (2016). Optimasi Volume Pelarut Dan Waktu Maserasi Pengambilan Flavonoid Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*). *Jurnal Teknik Kimia*, 10, 58–64.
- Zulfiana, D., Krishanti, N. P. R. A., Wikantyo, B., & Zulfitri, A. (2017). Bakteri Entomopatogen Sebagai Agen Biokontrol Terhadap Larva Spodoptera litura (F.). *Berita Biologi*, 16(1), 13–21. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v16i1.2153>