

PENGENDALIAN HAMA PADA TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica rapa*) HIDROPONIK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) SEBAGAI PESTISIDA NABATI

SKRIPSI



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

Disusun Oleh:

**NURIZZA SALSABILA
NIM: H01219009**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN**PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nurizza Salsabila

NIM : H01219009

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul "PENGENDALIAN HAMA PADA TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica rapa*) HIDROPONIK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) SEBAGAI PESTISIDA NABATI". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 2 Mei 2023

Yang menyatakan



METERAI
KEMPEL
H4379A C1353757721

Nurizza Salsabila
H01219009

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

**Pengendalian Hama Pada Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*) Hidroponik
Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Sebagai
Pestisida Nabati**

Diajukan Oleh:
Nurizza Salsabila
NIM: H01219009

Telah diperiksa dan disetujui
di Surabaya, 2 Mei 2023

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping



Esti Tyastirin, M. KM
NIP. 198706242014032001



Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc
NIP. 199111112019032026

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Nurizza Salsabila ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 2 Mei 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Esti Tyastirin, M. KM
NIP. 198706242014032001

Penguji II



Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc
NIP. 199111112019032026

Penguji III



Ika Mustika, M. Kes
NIP. 198702212014032004

Penguji IV



Drs. Abdul Manan, M.Pd.I
NIP. 197006101998031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya




Depul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002

PERNYATAAN KEASLIAN**PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nurizza Salsabila

NIM : H01219009

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul "PENGENDALIAN HAMA PADA TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica rapa*) HIDROPONIK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) SEBAGAI PESTISIDA NABATI". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 2 Mei 2023

Yang menyatakan


Nurizza Salsabila
H01219009

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : NURIZZA SALSABILA
 NIM : H01219009
 Fakultas/Jurusan : SAINTEK/BIOLOGI
 E-mail address : Nurizzabila@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 :

Pengendalian Hama Pada Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*) Hidroponik Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Sebagai Pestisida Nabati

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, 2 Mei 2023

Penulis

Nurizza Salsabila

ABSTRAK

PENGENDALIAN HAMA PADA TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica rapa*) HIDROPONIK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) SEBAGAI PESTISIDA NABATI

Pertanian di Indonesia saat ini masih dihadapi dengan masalah lingkungan yang tercemar oleh banyaknya pestisida kimia yang tinggi. Kasus keracunan pestisida pada tahun 2016 tercatat 771 kasus dan bahkan terdapat orang meninggal akibat penggunaan pestisida kimia yang berlebih. Solusi untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia yaitu menggunakan pestisida berbahan nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa persen konsentrasi ekstrak yang efektif sebagai pestisida nabati, untuk mengetahui berapa persen konsentrasi ekstrak yang efektif terhadap mortalitas ulat grayak, krop, dan tritip, untuk mengetahui berapa persen konsentrasi ekstrak yang optimal untuk meningkatkan berat segar sawi dan menurunkan kerusakan daun akibat hama. Metode penelitian ini berupa eksperimen yaitu memanfaatkan ekstrak daun belimbing wuluh. Menggunakan lima perlakuan (Aquades, Demolish 18 EC, Konsentrasi 5%, 15%, 25%, 30%, dan 35%) dan objek penelitian ini berupa ulat hama (Grayak, Krop, dan Tritip). Hasil dari penelitian ini menunjukkan minimal konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif digunakan sebagai pestisida nabati adalah konsentrasi 20% karena pada konsentrasi tersebut sudah dapat membunuh serangga hama dengan mortalitas diatas 50% yang mana mortalitas tersebut sudah dikatakan efektif untuk dijadikan sebagai pestisida nabati. Konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif untuk mortalitas ulat grayak, ulat krop, dan ulat tritip berturut-turut adalah dengan konsentrasi 25%, 20%, dan 20%. Konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang optimal untuk meningkatkan berat segar sawi dan menurunkan kerusakan daun akibat serangan hama yaitu memakai konsentrasi ekstrak minimal menggunakan konsentrasi 25% untuk hasil yang maksimal. Hama ulat yang menyerang tanaman sawi pakcoy mempengaruhi berat segar dan kerusakan daun pada tanaman sawi

Kata kunci : Pestisida nabati, Ekstrak Daun Belimbing wuluh, Mortalitas ulat, Berat Segar, Kerusakan Daun

ABSTRACT

PEST CONTROL OF HYDROPONIC PAKCOY (*Brassica rapa*) MILLIONAIRE USING BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) LEAF EXTRACT AS A VEGETABLE PESTICIDE

Agriculture in Indonesia is currently still faced with environmental problems that are polluted by a high number of chemical pesticides. There were 771 cases of pesticide poisoning in 2016 and people even died due to excessive use of chemical pesticides. The solution to reduce the use of chemical pesticides is to use plant-based pesticides. The purpose of this study was to find out what percentage of the extract concentration was effective as a vegetable pesticide, to find out what percentage of the extract concentration was effective on the mortality of armyworm, crop and barnacle caterpillars, to find out what percentage of the extract concentration was optimal for increasing the fresh weight of mustard greens and reducing leaf damage due to pests. This research method is in the form of an experiment that utilizes starfruit leaf extract. Using five treatments (Aquades, Demolish 18 EC, Concentration 5%, 15%, 25%, 30%, and 35%) and the objects of this study were pest caterpillars (Grayak, Krop, and Tritip). The results of this study indicate that the minimum concentration of belimbing wuluh leaf extract that is effective for use as a vegetable pesticide is a concentration of 20% because at this concentration it can kill insect pests with a mortality above 50%, which mortality has been said to be effective as a vegetable pesticide. Concentrations of belimbing wuluh leaf extract that were effective for the mortality of armyworms, crop caterpillars, and tritip caterpillars were 25%, 20%, and 20%, respectively. The optimal concentration of starfruit leaf extract to increase the fresh weight of mustard greens and reduce leaf damage due to pest attacks is to use a minimum extract concentration using a concentration of 25% for maximum results. Caterpillar pests that attack mustard greens affect fresh weight and leaf damage on mustard greens

Key words : Botanical pesticides, Belimbing Wuluh Leaf Extract, Caterpillar Mortality, Fresh Weight, Leaf Damage

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAPERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah	8
1.2 Tujuan Penelitian.....	9
1.3 Manfaat Penelitian.....	9
1.4 Batasan Penelitian	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	10
2.2 Tanaman Sawi Pakcoy (<i>Brassica rapa</i>)	15
2.3 Serangga Hama.....	18
2.4 Hidroponik.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Rancangan Penelitian	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	24

3.4	Variabel Penelitian	24
3.5	Prosedur Penelitian	24
3.6	Analisis Data.	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Identifikasi Tanaman Belimbing wuluh (<i>Avverhoa bilimbi</i>).....	34
4.2	Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (<i>Avverhoa bilimbi</i>)	37
4.3	Mortalitas Hama (Ulat Grayak, Ulat Krop, Dan Ulat Tritip) Yang Menyerang Tanaman Sawi Pakcoy	47
4.4	Mortalitas <i>Spodoptera litura</i> (Ulat Grayak).....	57
4.5	Mortalitas <i>Crocidolomia pavonana</i> (Ulat Krop).....	62
4.6	Mortalitas <i>Plutella xylostella</i> (Ulat Tritip).....	66
4.7	Berat Segar Pada Sawi Pakcoy Setelah Pemberian Hama Dan Penyemprotan Pestisida.....	72
4.9	Integrasi Sains dan Islami Mengenai Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Sebagai Pestisida Nabati	79
BAB V PENUTUP		82
5.1	Simpulan.....	82
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN.....		100

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian.....	22
Tabel 3. 2 Time Line Kegiatan	23
Tabel 3. 3 <i>Assessment of effectiveness criteria</i>	32
Tabel 4. 1 Morfologi <i>Avverhoa bilimbi</i>	35
Tabel 4. 2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak etanol 96% Daun Belimbing Wuluh.....	39
Tabel 4. 3 Mortalitas <i>Spodoptera litura</i> (Grayak)	57
Tabel 4. 4 Hasil Statistik Mann Whitney <i>Spodoptera litura</i> (Grayak)	61
Tabel 4. 5 Mortalitas <i>Crocidolomia pavonana</i> (Ulat Krop)	62
Tabel 4. 6 Hasil Statistik Mann Whitney <i>Crocidolomia pavonana</i> (Krop)	65
Tabel 4. 7 Hasil Mortalitas <i>Plutella xylostella</i> (Tritip).....	66
Tabel 4. 8 Hasil Statistik Mann Whitney <i>Plutella xylostella</i> (Tritip).....	70
Tabel 4. 9 Uji Post Hoc (Duncan) Berat Segar Sawi	75
Tabel 4. 10 Uji <i>Post Hoc</i> (Duncan) Kerusakan Daun.....	79



 UIN SUNAN AMPEL
 S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pohon Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) (A) Batang Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) (B)	12
Gambar 2. 2 Bunga Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	13
Gambar 2. 3 Daun Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	13
Gambar 2. 4 Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) (A) Biji Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) (B)	14
Gambar 2. 5 Gambar Sawi Pakcoy (<i>Brassica rapa</i>)	16
Gambar 2. 6 Daun Sawi Pakcoy (<i>Brassica rapa</i>)	17
Gambar 2. 7 Batang Sawi Pakcoy (<i>Brassica rapa</i>)	18
Gambar 2. 8 Daun yang Terserang <i>Plutella xylostella</i> (A) Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>) (B).....	19
Gambar 2. 9 Siklus Hidup (<i>Plutella xylostella</i>)	19
Gambar 2. 10 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	20
Gambar 2. 11 Ulat Krop Kubis (<i>Crociodomia pavonana</i>)	21
Gambar 3. 1 Hidroponik sistem NFT.....	30
Gambar 4. 1 Reaksi Flavonoid dengan HCL dan serbuk Mg	41
Gambar 4. 2 Reaksi Identifikasi Uji Tanin	42
Gambar 4. 3 Reaksi Hidrolisis Saponin Dalam Air	44
Gambar 4. 4 Reaksi Pembentukan Endapan Dalam Pengujian Alkaloid.....	45
Gambar 4. 5 Persamaan Reaksi Uji Fitokimia Terpenoid.....	46
Gambar 4. 6 Rata-Rata Mortalitas (Grayak, Krop, Tritip) Pada Tiap Penyemprotan.....	47
Gambar 4. 7 Grafik Mortalitas Ulat Grayak, Krop, dan Tritip	48
Gambar 4. 8 Ulat <i>Spodoptera litura</i> Hidup (A) <i>Spodoptera litura</i> Mati (B).....	59
Gambar 4. 9 <i>Plutella xylostella</i> Hidup (A) <i>Plutella xylostella</i> Mati (B dan C)....	63
Gambar 4. 10 <i>Plutella xylostella</i> Hidup (A) <i>Plutella xylostella</i> Mati (B)	68
Gambar 4. 11 Grafik Rata-Rata Berat Sawi.....	73
Gambar 4. 12 Grafik Kerusakan Daun Pada Sawi.....	76
Gambar 4. 13 Kondisi Daun Sebelum Hama Menyerang (A)	77
Gambar 4. 14 Kondisi Daun Setelah Penyemprotan Pestisida Nabati.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian di Indonesia saat ini masih dihadapi dengan masalah lingkungan yang tercemar oleh banyaknya pestisida dengan kandungan zat kimia yang tinggi. Contoh dampak dari pestisida kimia yang berlebih mengakibatkan hama menjadi resisten, polusi lingkungan (tanah dan udara menjadi terkontaminasi), membunuh musuh alami, dan timbulnya residu pada hasil komoditas pertanian (Singkoh dan Katili, 2019). Banyaknya dampak negatif akibat penggunaan pestisida kimia yang tidak taat aturan, menjadikan pemerintah berupaya mengalihkan kepada pemanfaatan jenis-jenis pestisida yang memiliki nilai aman bagi lingkungan. Untuk menghasilkan produk pertanian yang mencukupi dan memiliki kualitas yang baik, maka setiap gangguan hama dan penyakit yang menyerang tanaman harus ditangani. Hal ini sesuai dengan Suryadarma dkk (2017) yang menjelaskan bahwa produk tanaman dalam bidang pertanian yang sehat dan ramah lingkungan merupakan tuntutan dari pasar global, label rumah lingkungan, tanaman yang bernutrisi tinggi, serta aman dikonsumsi untuk masyarakat.

Salah satu contoh produk hasil pertanian yang memiliki nilai gizi yang baik adalah tanaman sawi. Berbagai macam sawi yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat antara lain : sawi putih, Sawi Pakcoy, sawi pakcoy, dan sawi jepun. Diantara banyaknya jenis sawi, sawi pakcoy lah yang paling di minati oleh masyarakat dan oleh para petani (Purba, 2017). Mengapa demikian, karena jika ditinjau dari petani dan budidayanya, sawi pakcoy ini mempunyai

batang dan daun yang lebar dari jenis sawi lainnya, sawi pakcoy dapat di panen sepanjang tahun tidak tergantung musim, dan masa panen terbilang cukup pendek yang hanya membutuhkan waktu 40 hari saja sawi pakcoy sudah dapat dipanen (Wibowo, 2013). Jika ditinjau dari masyarakat (konsumen) sawi pakcoy banyak dikonsumsi karena rasanya yang enak, mudah ditemui, bentuknya yang besar, dan jika diolah mempunyai nilai jual yang tinggi (Zega dan Bago, 2020).

Berdasarkan data BPS dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2017), kebutuhan konsumsi sawi pakcoy di Indonesia pada tahun 2015 dan 2016 adalah 532,370 ton dan 539,800 ton, sedangkan produksi sawi pakcoy di Indonesia sendiri pada tahun 2015 dan 2016 yaitu 10,23 ton/ha dan 9,92 ton/ha. Data tersebut menunjukkan jika kebutuhan konsumsi sawi pakcoy pada setiap tahunnya mengalami peningkatan dan untuk produksinya sendiri mengalami penurunan. Hal ini tidak seimbang dengan tingkat konsumsi di Indonesia. Rendahnya produksi sawi pakcoy di Indonesia disebabkan oleh beberapa hal yaitu kesuburan tanah kurang mendukung dan teknik budidaya yang kurang insentif (Anjani dan Santosa, 2022). Bukan hanya itu saja rendahnya produksi sawi pakcoy juga disebabkan oleh hama serangga organisme pengganggu tanaman (Malvini dan Nurjismi, 2019).

Cara untuk menghasilkan produk sayuran yang mempunyai kualitas tinggi yaitu dengan cara budidaya menggunakan sistem hidroponik. Konsep hidroponik adalah sistem budidaya pertanian yang dapat dilakukan di dalam maupun luar ruangan dengan menggunakan media tanam air. Sistem budidaya hidroponik ini cocok untuk daerah perkotaan dengan lahan yang

terbatas (Mas'ud ; Ruswaji dan Chodariyanti, 2019). Teknik hidrponik dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satu yang paling sering dilakukan oleh kebanyakan orang yaitu dengan *system* fertigasi. Fertigasi merupakan pemberian nutrisi dalam larutan pada tanaman yang dilakukan secara bersamaan yang diletakkan didekat perakaran tanaman yang dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman (Perteka dkk, 2020). Metode tersebut sering dilakukan oleh kebanyakan orang karena mempunyai beberapa keuntungan, mulai dari efisiensi yang tinggi karena air dan nutrisi yang dialiri dapat terukur dan dapat menyesuaikan keperluan tanaman hingga memungkinkan kecil gagal panen. Bukan hanya itu, fertigasi juga menjadikan tanaman mempunyai nilai jual yang tinggi karena pada praktiknya metode fertigasi ini umumnya dilakukan pada area yang terkontrol dan tertutup seperti rumah kaca (*Green house*) sehingga membuat tanaman tersebut menjadi bersih dan bebas penyakit/hama (Suranata dan Parthama, 2021)

Menurut data Badan Pusat Statistik (2014), produksi sawi di Indonesia dari tahun 2008-2013 produksi sawi Indonesia mengalami fluktuasi secara berturut-turut. Pada tahun 2008 produksi sawi 565,636 ton, 2009 produksi sawi 562,838 ton, 2010 produksi sawi 583,770 ton, 2011 produksi sawi 580,969 ton, 2012 produksi sawi 594,934 ton, dan 2013 produksi sawi 600,961 ton. Direktur Pengembangan Usaha dan Investasi Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (PPHP) Kementerian Pertanian menyatakan jika saat ini konsumsi buah dan sayur nasional kurang lebih 41,9 kg/kapita/tahun. Dari hal tersebut tingkat konsumsi itu masih di bawah standar kecukupan pangan buah dan sayur yang ditetapkan oleh FAO 73

kg/kapita/tahun. Rendahnya hal tersebut salah satunya terjadi karena produksi tanaman sawi masih banyak yang terganggu oleh OPT (Ditjen PPHP, 2014 ; Aksa dkk, 2016)

Fajri dkk (2017) menyatakan bahwa setiap tahun produksi tanaman sawi (*Brassica rapa L*) mengalami penurunan yang dapat dilihat jika tingkat konsumsi dan produksi sawi di Indonesia masih belumimbang, hal tersebut disebabkan oleh gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang berupa hama seperti ulat grayak, ulat krop, dan ulat tritip. Serangga Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) menyebabkan daun-daun pada Sawi Pakcoy mengalami kerusakan bahkan dapat habis termakan sehingga hal ini dapat menurunkan hasil produksi sawi. Hama ulat yang sering memakan daun-daun sawi ini yaitu *Spodoptera sp.* dan *Plutella sp.* Hama-hama tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sayur-sayuran sekitar 12,5% (Sriniasuti, 2005 ; Julaily dan Murkalina, 2013). Bukan hanya ulat tritip dan grayak saja yang menyerang tanaman sawi, hama ulat krop kubis juga dapat menyerang tanaman sawi hal ini dijelaskan oleh Ashikin dan Thamrin (2006) ; Amelia (2014) ; Asikin dan Susanti (2018), kerusakan tanaman sawi akibat hama krop kubis bisa mencapai 85,5% bahkan sampai bisa membuat gagal panen pada sawi apabila tidak dilakukan penanganan yang tepat.

Penanggulangan hama saat ini biasanya petani menggunakan pestisida dengan berbahan kimia, penggunaan pestisida berbahan kimia ini memiliki dampak negatif bagi kehidupan pada tanaman, manusia, bahkan hewan. Hal tersebut terjadi karena tidak semua pestisida ini dapat membunuh OPT. Data menyatakan bahwa pada musim kemarau pestisida terbuang ke tanah mencaai

30% dan pada musim hujan mencapai 80% dan selanjutnya terbang ke dalam perairan. Bahan beracun tersebut dapat mempengaruhi biota, baik yang ada di dalam tanah, air, maupun permukaan atas tanaman termasuk mikroba epifit (Gaol dkk, 2019)

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) kasus keracunan karena pestisida kimia terjadi pada 1-5 juta orang tiap tahunnya. Sekitar 80% orang yang keracunan akibat pestisida kimia dilaporkan berada pada Negara yang berkembang. Di Indonesia sendiri kasus keracunan pestisida pada tahun 2016 tercatat 771 kasus dan bahkan terdapat orang meninggal akibat penggunaan pestisida kimia yang berlebih (Ibrahin dan Sillesu, 2022) Menurut Dhaswari dkk (2019) kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini kebanyakan disebabkan dari penggunaan pestisida dari bahan kimia yang berlebihan. Apalagi kebanyakan petani mempertinggi dosis pemakaian pestisida kimia yang akibatnya akan merusak lingkungan seperti pencemaran lingkungan, keracunan akibat pestisida yang berlebih, dan juga ketidakstabilan ekosistem yang ada disekitar tanaman. Allah SWT telah berfirman dalam surat Ar-Rum

[30] : 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ
 “Telah nampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”

Seorang ahli tafsir Al-Maraghi menjelaskan jika ayat diatas adalah orang-orang yang telah melakukan kerusakan baik di laut dan di bumi akan diperingatkan oleh Allah, dengan kekeringan, kekurangan pangan, kebakaran hutan, serta dunia dengan banjir. Supaya mereka mau kembali kejalan yang benar dan bertaubat, tetepi setelah Allah memberikan peringatan di dunia

mereka tidak menghiraukannya maka Allah akan memperingatkan mereka menunggu hari pembalasan (Chodijah dan Ratnasari, 2020)

Salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan pestisida berbahan kimia yaitu dengan menggunakan pestisida berbahan nabati. Pestisida nabati ialah pestisida yang asalnya dari tumbuhan. Penggunaan dari pestisida ini yaitu memiliki nilai yang ekonomis, mudah di dapat, dan juga harganya pun relatif murah. Pestisida nabati ini mengandung senyawa yang dapat membunuh, mengikat, dan penolak pertumbuhan hama. Keunggulan jika para petani Indonesia memakai pestisida nabati yaitu tidak membuat kerusakan lingkungan akan tetapi kerugian yang diambil yaitu cara mengaplikasikannya harus berulang karena perstisida nabati mudah terurai oleh matahari. Penggunaan pestisida ini diharapkan dapat menekan populasi hama yang dapat menyerang tanaman (Arfianto, 2018)

Bahan alami yang digunakan sebagai pestisida nabati yaitu salah satunya dengan memanfaatkan bagian daun dari tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Beberapa penelitian menyatakan jika daun belimbing wuluh memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti tanin, selain itu daun dari belimbing wuluh ini mengandung sulfur dan asam folmat. Diketahui juga daun dari belimbing wuluh dapat memberi efek mortalitas terhadap serangga sehingga bagian dari tumbuhan tersebut dapat berguna sebagai alternatif pestisida nabati (Syah, 2016).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fahrunnida (2015) ; Meilani (2018) mengenai kandungan saponin yang terdapat pada buah, tangkai, dan daun belimbing wuluh menunjukkan jika kandungan saponin

tertinggi yaitu pada buah belimbing wuluh. Saponin tersebut merupakan senyawa triterpenoid yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati yang memiliki mekanisme kerja untuk menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan sehingga saponin ini termasuk racun perut bagi serangga.

Menurut Sari dan Cahyani (2015) Senyawa saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pada pencernaan serta penyerapan makanan. Saponin berperan dalam mencuci lapisan lilin yang melindungi tubuh pada serangga sehingga menyebabkan kematian karena banyak kehilangan cairan tubuh. Senyawa lainnya seperti tanin yang terdapat pada belimbing wuluh juga berperan sebagai pertahanan tubuh dengan cara menghalangi ulat untuk mencerna makanan dengan menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan mengganggu aktifitas protein usus.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bintang (2016) ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) mempunyai pengaruh terhadap mortalitas larva grayak (*Spodoptera litura*) dan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) tidak berpengaruh terhadap perkembangan larva. Begitupun dengan penelitian yang dilakukan oleh Meilani (2018) ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) memiliki pengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan pada ulat Tritip (*Plutella xylostella*) karena semakin tinggi konsentrasi buah belimbing wuluh maka akan semakin tinggi mortalitas dan daya hambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Didalam penelitian kali ini penulis akan mengkaji lebih lanjut mengenai ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai pestisida nabati yang akan di aplikasikan langsung pada tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L*) hidroponik, yang dimana apakah ekstrak daun belimbing ini akan berpengaruh pada hama yang terdapat di tanaman sawi dan pertumbuhan Sawi Pakcoy hidroponik sehingga ini yang membedakan antara penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan penelitian yang lainnya. Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian tentang **“Pengendalian Hama Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L*) Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Sebagai Pestisida Nabati”**

1.1 Rumusan Masalah

- a. Berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang efektif sebagai pestisida nabati pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L*) hidroponik ?
- b. Berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang efektif terhadap mortalitas ulat grayak, ulat krop, dan ulat tritip?
- c. Berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang optimal untuk meningkatkan berat segar sawi dan menurunkan kerusakan daun pada tanaman sawi pakcoy yang terserang oleh hama?

1.2 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang efektif sebagai pestisida nabati pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L*) hidroponik
- b. Untuk mengetahui berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang efektif terhadap mortalitas ulat grayak, ulat krop, dan ulat tritip
- c. Untuk mengetahui Berapa persen konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang optimal untuk meningkatkan berat segar sawi dan menurunkan kerusakan daun pada tanaman sawi pakcoy yang terserang oleh hama?

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan melalui penelitian ini, dapat di peroleh manfaat sebagai berikut:

- a. Manfaat bagi dunia pendidikan yaitu hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar untuk siswa/siswi SMP, SMA, hingga kuliah.
- b. Manfaat bagi masyarakat yaitu memberikan alternatif pestisida nabati yang aman bagi lingkungan dan kesehatan

1.4 Batasan Penelitian

Agar dalam penelitian ini dapat lebih terarah maka pembahasan penulisan ini dibatasi pada ruang lingkup pembahasan sebagai berikut:

- a. Ekstraksi daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang digunakan adalah daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang berwarna hijau tua, tidak kekuningan, dan masih segar

- b. Parameter yang diamati pada pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica rapa L*) setelah diberi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) adalah bobot sawi (berat segar/basah), kerusakan tanaman (daun yang terinfeksi), dan jumlah larva yang mati
- c. Pestisida kimia yang di gunakan adalah merk demolish 18 EC dengan konsentrasi 0,1%
- d. Hama yang dijadikan objek penelitian adalah *Spodoptera litura*, *Crociodolomia pavonana*, dan *Plutella xylostella*

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Tanaman belimbing wuluh ini awal mulanya berasal dari daerah Amerika yang memiliki iklim tropis dan dibudidayakan di sejumlah Negara seperti Indonesia, Malaysia, Argentina, Australia, Singapura, Brazil, Venezuela, dan India. Pada saat tanaman belimbing wuluh masuk di Indonesia tanaman ini tumbuh subur di seluruh wilayah Indonesia salah satunya yaitu berada di Bali dan Kepulauan Maluku (Pendit dkk, 2016). Belimbing merupakan nama melayu pada jenis tanaman buah dari familili *Oxalidaceace* dan marga *Averrhoa*. Tanaman belimbing ini sebenarnya di kelompokkan menjadi dua jenis, yaitu belimbing asam (*Averrhoa bilimbi*) yang biasa disebut dengan belimbing wuluh dan belimbing manis (*Averrhoa carambola*). Kebanyakan masyarakat Indonesia biasanya menggunakan buah dari tanaman belimbing wuluh ini sebagai sayur karena memiliki rasa yang asam dan juga biasanya di gunakan sebagai ramuan untuk jamu (Suryaningsih, 2016).

2.1.1 Klasifikasi Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Belimbing wuluh dikenal di berbagai daerah dengan nama-nama yang berbeda seperti : selimeng (aceh), selemeng (gayo), malimbi (nias), belimbing asam (melayu), belimbing wuluh (jawa), calincing wulet (sunda), dll (Muhami dan Makosim, 2018). Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman ini menurut suryaningsih (2016) ; Andini, (2020) dalam sistematika tumbuhan belimbing wuluh sebagai berikut :

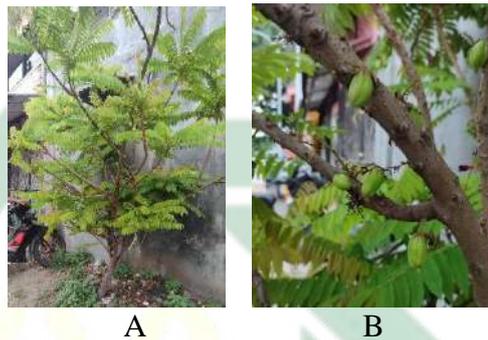
Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliophia</i>
Ordo	: <i>Oxalidales</i>
Family	: <i>Oxalisaceae</i>
Genus	: <i>Averrhoa</i>
Spesies	: <i>Averrhoa bilimbi linn</i>

2.1.2 Morfologi Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

a. Pohon Dan Batang Belimbing Wuluh

Pohon pada tanaman ini memiliki ketinggian mencapai 10 meter dengan ukuran batang yang tidak terlalu besar dan memiliki garis tengah sekitar 30 cm. tanaman ini biasanya ditanam hanya sebagai pohon buah kadang juga tumbuh dengan liar dan biasanya dapat di temukan pada dataran rendah sampai 500 meter (Aflinda dan Armi, 2015). Tanaman ini jika dilihat sangatlah melimpah di kalangan masyarakat baik sebagai peneduh pada halaman rumah maupun sebagai pekarangan (Saraswati dkk, 2018). Batang dari

tanaman ini berbentuk bulat panjang dan mempunyai diameter yang berkisar antara 2 – 20 cm. Semakin tua batang dari tanaman belimbing wuluh maka batang tersebut semakin berbenjol-bentol tidak beraturan dan permukannya menjadi semakin kasar (Swandono, 2021)



Gambar 2. 1 Pohon Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) (A) Batang Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) (B)
(Dokumen Pribadi, 2022)

b. Bunga Belimbing Wuluh

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ardananurdin (2004) ; Insan dkk, (2019) jika bunga belimbing wuluh dapat di jadikan sebagai obat alternatif penyakit demam tifoid dan juga efektif sebagai antimikroba terhadap bakteri salmonella. Bentuk bunga dari tanaman belimbing wuluh ini berbentuk majemuk dan malai (bintang), memiliki warna merah keunguan, dan letaknya berada di tonjolan batang dan cabang (Eka dan Evi, 2016). Bunga ini merupakan bunga lengkap yang memiliki mahkota bunga, benang sari, putik, dan kelopak bunga. Panjang bunga tersebut 10.12 mm dan lebar 5 mm (Swandono, 2021).



Gambar 2. 2 Bunga Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)
(Sumber : Dokumen pribadi, 2022)

c. Daun Belimbing Wuluh

Daun dari tanaman ini berbentuk majemuk menyirip ganjil yang memiliki jumlah anak daun yang bervariasi dari 11-37 helai. Ibu tangkai daun berbulu serta hamper semua ibu tangkai mengumpul pada ujung dari cabang dan ranting dengan ruas-ruas yang pendek. Letak anak daun berseling dengan ibu tangkai daun, ujung meruncing atau runcing, permukaan atas daun berwarna hijau muda/tua, tangkai anak daun memiliki ukuran sangat pendek yaitu berkisar 2 mm, dan di bawahnya berwarna hijau lebih muda (Swandono, 2021).

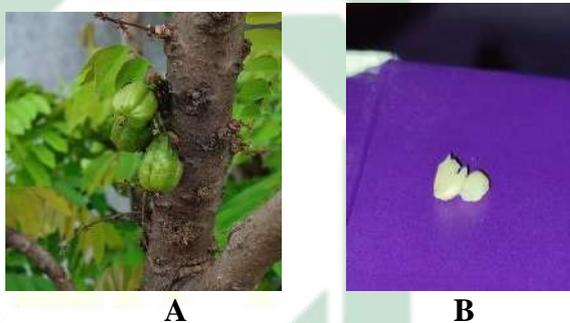


Gambar 2. 3 Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2022)

d. Buah Dan Biji Belimbing Wuluh

Buah dari belimbing wuluh memiliki bentuk loncong dan ukurannya kecil, berwarna hijau, dan kondisi berbuahnya

bergerombol banyak (Gita dan Danu, 2021). Buah ini termasuk buah buni yang memiliki panjang 4-6,5 cm. Bila buah ini telah masak maka warnanya akan menjadi hijau kekuningan yang memiliki kandungan air sangat banyak dan rasanya pun akan masam (Sasmiddk, 2017). Biji dari buah belimbing ini memiliki bentuk yang sangat kecil dan berbentuk pipih. Bijinya berwarna putih dengan kedua ujungnya lancip dan memiliki panjang sekitar 8-10 mm (Swandono, 2021).



Gambar 2. 4 Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) (A) Biji Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) (B)
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2022)

2.1.4 Kandungan Senyawa Kimia Daun Belimbing Wuluh

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Pendit dkk (2016) menjelaskan jika daun pada belimbing wuluh memiliki kandungan saponin, tanin, flavonoid, asam folmat, dan kalium sitrat. Flavonoid, tanin, dan saponin mempunyai aktifitas anti bakteri terhadap bakteri *Ecoli* dan *Staphylococcus aureus*. Daun belimbing wuluh juga diketahui mempunyai kandungan antioksidan yang sangat tinggi. Antioksidan ini adalah senyawa yang dapat melindungi tubuh dari kerusakan sel akibat radikal bebas (Andriani dkk, 2019). Saponin yang terdapat pada daun belimbing wuluh memiliki struktur rantai triterpenoid atau steroid yang

memiliki sifat non polar sehingga mempunyai sifat seperti sufraktan (Calabria, 2008 ; Adiwibowo dkk, 2020). Tidak hanya itu menurut penelitian Fahrunnida (2015) ; Zulkahfi (2017) menyatakan jika kandungan senyawa kimia yang terdapat pada daun belimbing wuluh sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan serangga hama. Daun tersebut dapat di jadikan sebagai bahan untuk pembuatan insektisida serangga hama yang di khususkan dalam hal pertanian.

2.2 Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*)

2.2.1 Definisi Sawi Pakcoy

Sawi pakcoy (*Brassica rapa L*) merupakan salah satu jenis tanaman sayur yang sangat mudah untuk di budidayakan. Sayuran ini termasuk tanaman yang tahan terhadap hujan dan dapat dipanen pada setiap tahun tanpa menunggu musim. Kandungan gizi yang terdapat dalam sawi pakcoy dalam 100 gr terbilang cukup banyak, diantaranya terdapat kandungan energy 15 kal, lemak 0,2 g, karbohidrat 2,5 gr, protein 1,8 gr, kalium 22 mg, air, 92,4 gr, fosfor 31 mg, dan serat 0,6 gr (Purba, 2017)

Tanaman sawi jenis pakcoy ini adalah tanaman yang berkategori sayuran. Tanaman ini termasuk kedalam family *Brassicaceae*. Sayuran pakcoy ini masih memiliki kerabata dekat denga sawi. Jadi pakcoy adalah tanaman yang masih satu genus dengan sawi dan hanya varietasnya saja yang berbeda. Penampilan pakcoy memang terlihat mirip dengan sawi, tetapi pakcoy lebih pendek, tangkai yang kokoh dan lebar, daun yang lebih tebal dari Sawi Pakcoy, dan tulang daun dari pakcoy mirip dengan Sawi Pakcoy (Suarsana dkk, 2019).



Gambar 2. 5 Gambar Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*)
(Sumber : Anasari dkk, 2017)

2.2.2 Klasifikasi Sawi Pakcoy

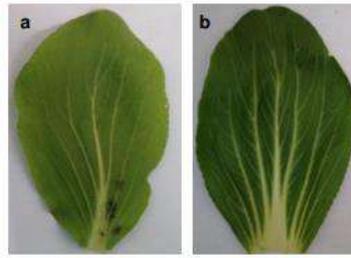
Klasifikasi tanaman sawi pakcoy menurut Eko (2007) ; Syahrif dkk, (2018) adalah

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Rhoeadales</i>
Family	: <i>Brassicaceae</i>
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies:	<i>Brassica rapa L</i>

2.2.3 Morfologi Sawi Pakcoy

a. Daun Sawi Pakcoy

Daun dari tanaman sawi pakcoy memiliki bentuk yang oval, daun mengkilat dan berwarna hijau tua, tumbuh dengan tegak dan setengah mendatar, tersusun oleh spiral rapat, serta daunnya menempel pada batang yang tertekan. Tangkai daun dari tanaman sawi pakcoy ini memiliki bentuk yang gemuk serta berdaging, tangkai daunnya berwarna putih hijau muda, serta ketinggiannya bisa mencapai 15-30 cm (Darmawan dkk, 2022)



Gambar 2. 6 Daun Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*)
(Sumber : Anasari dkk, 2017)

b. Biji Sawi Pakcoy

Tanaman sawi pakcoy mempunyai warna biji yang coklat kehitaman, bentuk yang bulat dan sedikit keras, serta permukaan biji yang mengkilap. (Rukmana, 2002 ; Syakur, 2022). Biji sawi pakcoy memiliki ukuran yang sangat kecil. Pada bagian luar biji sawi pakcoy mempunyai selaput, biji sawi pakcoy tidak mempunyai wangi yang khas, dan tegolong dalam biji berkeping satu (monokotil) (Widodo, 2022)

c. Batang Sawi Pakco

Sawi pakcoy mempunyai bentuk batang yang beruas-ruas dan ukurannya pendek, sehingga jika kita lihat sekilas seperti tidak memiliki batang dan sulit dibedakan dengan tangkai daun. Batang dari sawi pakcoy ini termasuk kedalam batang semu karena batangnya tersusun rapat, teratur, dan saling berhimpitan. Batang dari tanaman tersebut berwarna putih kehijauan yang memiliki fungsi untuk penopang daun (Rukmana, 2007 ; Wilhanda, 2019).



Gambar 2. 7 Batang Sawi Pakcoy (*Brassica rapa*)
(Sumber : Widodo, 2022)

2.3 Serangga Hama

Menurut Schoonhoven dkk (2005) ; Amrullah (2019) menyatakan jika serangga adalah spesies terbanyak dalam tiap kelas organisme di bumi. Hampir setengah spesies serangga adalah pemakan tumbuhan. Lebih dari 400.000 spesies serangga hidup disekitar 300.000 tanaman. Serangga hama adalah *herbivora/fitofagus* yang dapat menyerang tanaman yang dibudidaya. Serangga hama tersebut menyerang tanaman dengan banyak variasi mulai dari memakannya langsung, bertelur pada bagian tanaman, dan dapat menjadi vektor penyebar penyakit pada tanaman. Ada beberapa serangga hama ulat yang biasanya menyerang tanaman sawi pakcoy adalah ulat daun (tritip), ulat grayak, dan ulat krop. Ulat-ulat tersebut dapat menurunkan hasil produksi sawi setiap tahunnya (Fajri dkk, 2017).

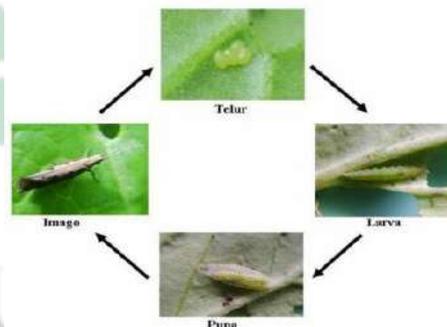
2.3.1 Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*)

Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) atau yang biasa disebut dengan ulat tritip merupakan hama ulat yang biasanya menyerang tanaman sawi dan kubis dari awal tumbuh hingga menjelang panen. Hal tersebut membuat kegagalan panen dan membuat kerugian para petani (Hidayati dan Yuliani 2013). Ulat tersebut memakan daun yang masih muda dan juga menyerang titip tumbuh dari tanaman sawi atau tanaman yang lain

(Tarigan dkk, 2018). Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) memiliki siklus hidup yang sempurna ciri dari ngengat betina biasanya memiliki sayap yang pucat dan jantan memiliki warna sayap abu kecoklatan. Karakteristik dari ulat daun kubis ini apabila terdapat gangguan biasanya menjatuhkan diri dari daun dengan benang sutranya (Prima, 2016 ; Meilani, 2018)



Gambar 2. 8 Daun yang Terserang *Plutella xylostella* (A)
Ulat Daun (*Plutella xylostella*) (B)
(Sumber : Surya dan Zahra, 2016)



Gambar 2. 9 Siklus Hidup (*Plutella xylostella*)
(Sumber : Meilani, 2018)

2.3.2 Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) adalah salah satu jenis hama yang biasanya menyerang sayuran sehingga mengakibatkan dapat menurunnya produktivitas hingga dapat menyebabkan gagal panen. Ulat grayak ini memiliki kemampuan untuk menghancurkan bagian daun dan bahkan bisa hanya menyisakan tulang-tulang dannya saja (Ganul dkk,

2021). Menurut Marwono dan Suharsono (2008) ; Thamrin dkk (2013) menyatakan bahwa Ulat grayak (*Spodoptera litura*) mempunyai sifat polifag yaitu dapat menyerang berbagai jenis tanaman dan tersebar luas di daerah yang beriklim dari yang subropis hingga tropis. Ulat grayak (*Spodoptera litura*) mempunyai bentuk telur yang hampir bulat, berwarna coklat kekuning-kuningan dan berkelompok yang biasanya masing-masing berisi 25-500 butir, serta telur yang tertutup oleh bulu seperti beludru (Tenrirawe dan Talanca, 2008 ; Azwana dkk, 2019).



Gambar 2. 10 Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)
(Sumber : Chakravarthy dkk, 2012)

2.3.3 Ulat Krop Kubis (*Cricidolomia pavonana*)

Ulat krop *Cricidolomia pavonana* merupakan hama yang menyerang tanaman sayuran terutama pada kubis, sawi, dan juga kol. Ulat tersebut biasanya memakan dari ujung hingga ujung, seperti memakan daun yang baru lalu pindah ke daun yang muda dan pindah lagi ke daun yang tua. Hal ini lah yang menyebabkan sayuran tersebut busuk lalu mati (Susanti, 2019). Ulat Krop Kubis (*Cricidolomia pavonana*) menyebar pada daerah asia selatan, asia tenggara, dan beberapa kepulauan di samudera pasifik. Biasanya ulat ini ditemukan pada area bawah daun kubis dan meninggalkan bercak putih pada daun yang diserang oleh ulat krop kubis (*Cricidolomia pavonana*) (Laras, 2018)



Gambar 2. 11 Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia pavonana*)
(Sumber : Pandeirot dkk, 2015)

2.4 Hidroponik

Secara singkat hidroponik dapat di definisikan sebagai kegiatan budidaya tanpa menggunakan tanah. Hidroponik berasal dari kata Yunani yang artinya “hydro” adalah air dan “ponos” adalah tenaga kerja, yang dimana maksud dari tenaga kerja ini yaitu kegiatan menanam dari berbagai jenis substrat, kerikil, pasir, dan nutrisi, tetapi tidak ada tanah yang digunakan. Hidroponik merupakan teknik menanam yang dimana kondisinya tidak menggunakan tanah tetapi akarnya di rendam dengan larutan nutrisi. Sistem hidroponik kini sudah semakin luas dilakukan karena hidroponik selalu memungkinkan untuk mempunyai produktivitas dengan hasil yang lebih tinggi dari berbagai cuaca serta lingkungan yang sangat terkontrol dan produktivitasnya lebih homogen tanpa kehilangan air dan nutrisi (Jan dkk, 2020).

Kata hidroponik diciptakan oleh Profesor William Gericke pada awal 1930 an yang menggambarkan dengan pertumbuhan akar yang tersuspensi kedalam air dengan memiliki kandungan nutrisi. Sistem hidroponik sudah mendunia karena membutuhkan waktu tumbuh yang singkat dan tidak ada hambatan mekanis pada akar dan seluruh nutrisinya sudah tersedia untuk tanaman (Polycarpou dkk, 2005 ; Shrarma dkk, 2018). Hidroponik juga dilakukan secara otomatis yang diharapkan dalam mengurangi tenaga kerja

serta meningkatkan kegiatan pertanian. Masalah hama dan penyakit juga dapat dikendalikan dengan mudah sementara untuk gulma tidak ada. Hasil dari penanaman hidroponik jumlahnya dibandingkan dengan pertanian konvensional (Jovicich dkk, 2003 ; Sharma dkk, 2018).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk pada jenis penelitian yang berupa eksperimen yaitu memanfaatkan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai pestisida nabati terhadap hama yang menyerang tanaman sawi. Rancangan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 7 perlakuan yang terdiri dari 4 kontrol dan 5 perlakuan. Perlakuan yang digunakan adalah : tidak menggunakan pestisida/0% (K-), Insektisida demolish 18 EC (K+), ekstrak daun belimbing 5% (P1), dekstrak daun belimbing 15% (P2), dekstrak daun belimbing 25% (P3), dekstrak daun belimbing 30% (P4), dan dekstrak daun belimbing 35% (P5). Untuk menghitung jumlah pengulangan yang dilakukan maka menggunakan rumus ferderer : $(n-1) (t-1) \geq 15$. Dari hasil tersebut didapatkan jika menggunakan 5 kali pengulangan.

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian

Perlakuan	Perlakuan				
	P1	P2	P3	P4	P5
1	Aquades	Aquades	Aquades	Aquades	Aquades
2	Kimia	Kimia	Kimia	Kimia	Kimia
3	5%	5%	5%	5%	5%
4	15%	15%	15%	15%	15%
5	25%	25%	25%	25%	25%
6	30%	30%	30%	30%	30%
7	35%	35%	35%	35%	35%

Keterangan :

- K- : Kontrol aquades dengan konsentrasi 0%
 K+ : Kontrol pestisida kimia demolish 18 EC dengan konsentrasi 0,1%
 P1 : Perlakuan dengan konsentrasi 5%
 P2 : Perlakuan dengan konsentrasi 15%
 P3 : Perlakuan dengan konsentrasi 25%
 P4 : Perlakuan dengan konsentrasi 30%
 P5 : Perlakuan dengan konsentrasi 35%

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan ekstrak daun belimbing (*Averrhoa bilimbi*) akan dilaksanakan di Lab Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya dan penelitian dilakukan di Perumahan Bunder Asri Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik. Didaerah perumahan tersebut terdapat tempat budidaya sawi hidroponik yang nantinya peneliti akan melakukan hasil eksperimen ditempat tersebut. Waktu penelitian akan dimulai dibulan juli 2022.

Tabel 3. 2 Time Line Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan											
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
1.	Pembuatan proposal skripsi	■	■	■									
2.	Seminar proposal skripsi			■	■								
3.	Pembuatan ekstraksi daun belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)				■	■	■						
4.	Pembuatan tanaman sawi hidroponik				■	■	■						
5.	Pemeliharaan tanaman sawi hidroponik				■	■	■						
6.	Pengaplikasian pestisida nabati ekstrak daun belimbing wuluh						■	■					
7.	Pengamatan hasil penelitian							■	■	■			
8.	Analisis hasil data penelitian								■	■	■		
9.	Penyusunan hasil penelitian									■	■		
10.	Seminar hasil penelitian										■	■	■

(Sumber : Data Pribadi, 2022)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

- a. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu toples, kertas saring, blender, gunting, gelas ukur, *beaker glass*, *rotary evaporator*, pipet tetes, alat tulis, kertas label, timbangan, sarung tangan, dan masker.
- b. Bahan dalam penelitian ini yaitu tanaman sawi, daun belimbing wuluh, dan air, ulat.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel bebas (Variabel yang diubah-ubah atau di manipulasi). Dalam penelitian ini variabel yang di manipulasi yaitu konsentrasi pestisida nabati (ekstraksi daun belimbing wuluh)
- b. Variable terikat (Variabel yang akan dilihat dalam penelitian). Dalam penelitian ini variabel terikat yang akan peneliti lihat yaitu Persentase daun termakan ulat, jumlah ulat yang mati akibat pestisida nabati, dan besar segar
- c. Variabel kontrol (Variabel yang sengaja dikendalikan oleh peneliti). Dalam hal ini variabel kontrolnya yaitu Nutrisi AB mix untuk hidroponik, jenis ulat hama, dan tanaman sawi pakcoy.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Belimbing wuluh yang telah di ambil dibersihkan dahulu dengan air mengalir hingga bersih dan ditiriskan. Lalu keringkan daun-daun tersebut hingga kering tanpa terkena langsung oleh sinar matahari. Setelah itu

masukkan daun belimbing wuluh dalam oven dengan suhu 75⁰C selama lima jam, lalu haluskan daun yang telah kering tersebut dalam lender hingga halus. Setelah di blender hingga halus timbang 10gr daun yang telah halus. hasil blenderan tersebut di maserasi dengan 96% etanol dengan perbandingan 1:5 (10 gr serbuk dengan 50 ml etanol) (Zuhrotun dkk, 2010 ; Syah, 2016). Perendaman/maserasi dilakukan pada suhu ruang hingga 72 jam atau selama 3 hari. Proses maserasi ini bertujuan untuk meluruhkan seluruh kandungan bioaktif yang terkandung dalam daun belimbing wuluh tersebut supaya tertarik keluar. Setelah 73 jam hasil maserasi tersebut disaring dengan corong buchner yang dialasi dengan kertas saring kemudia di ekstraksi dengan menggunakan *Rotary evaporator* pada suhu 50 derajat sampai menghasilkan ekstrak murni daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Kemudian hasil ekstrak tersebut di simpan pada lemari pendingin sampai digunakan dalam proses pengujian (Syah, 2016)

Metode untuk melalukan ekstrak pada daun belimbing ini menggunakan metode maserasi karena pada metode ini mempunyai keunggulan dalam isolasi senyawa yang ada didalam bahan. Selama proses maserasi terjadi pemecahan membran sel dan dinding akibat terjadi perbedaan tekanan dari dalam dan luar sel sehingga menyebabkan metabolit sekunder yang berada di dalam sitoplasma bahan terlarut menuju ke dalam pelarut. Hasil ekstraksi tersebut dapat dijadikan sebagai antibakteri, sumber antioksidasi, atau sebagai pewarna alami (Pendit dkk, 2016)

3.5.2 Uji Fitokimia

Uji fitokimia adalah suatu pemeriksaan golongan senyawa kimia yang terdapat pada simplisia tanaman (Fransworth, 1966 ; Artini dkk, 2013). Menurut Robinson (1991) ; Iling dan Erfiana (2017) alasan dilakukannya uji fitokimia untuk menentukan senyawa aktif efek bermanfaat atau efek racun yang ditunjukkan oleh ekstrak tumbuhan bila di uji dengan system biologi. Sampel tanaman yang digunakan sebagai uji fitokimia bisa berupa batang, buah, daun, bunga, dan akar (Agustina dkk, 2016 ; Muthmainnah, 2019).

Uji fitokimia yang dilakukan oleh peneliti kali ini menggunakan ekstrak dari daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi*). Uji fitokimia yang dilakukan yaitu untuk menguji adanya senyawa matabolit sekunder berupa flavonoid, tanin, saponin.

- a. **Uji Flavonoid.** Uji flavonoid dilakukan dengan cara menyiapkan 2 ml ekstrak dalam tabung reaksi, lalu di panaskan selama 5 menit, tambahkan 0,1 gr serbuk Mg dan 5 tetes HCl pekat. Jika hasilnya terdapat perubahan berwarna merah, kuning, atau jingga maka ekstrak tersebut positif mengandung flavonoid (Meilani, 2018)
- b. **Uji Tanin.** Uji tanin dilakukan dengan cara mengambil 2 ml sampel ekstrak lalu dipanaskan semalam 5 menit dan dinginkan. Setelah itu tambahkan beberapa tetes FeCl_3 1%. Apabila terjadi perubahan warna hitam kehijauan maka positif mengandung tanin (Meilani, 2018)

- c. **Uji Saponin.** Ambil 2 ml ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi*) ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan 10 ml aquades panaskan selama 2-3 menit dan dikocok selama 60 detik. Jika dalam tabung reaksi terbentuk adanya busa yang stabil selama 10 menit, maka ekstrak tersebut positif mengandung saponin (Meilani, 2018)
- d. **Uji terpenoid/steroid.** Teteskan ekstrak daun belimbing wuluh dalam plat tetes, lalu tambahkan pereaksi Lieberman-Burchard. Jika terbentuk warna hijau atau biru maka hasil menunjukkan positif steroid dan jika terbentuk warna merah atau jingga maka hasil menunjukkan positif terpenoid (Krisman dkk, 2016)
- e. **Uji Alkaloid.** Teteskan ekstrak daun belimbing wuluh pada plat tetes lalu tetesi dengan pereaksi Dragendorf dan pereaksi Wagner. Jika hasil ekstrak tersebut berwarna coklat atau jingga dan mempunyai endapan maka hasilnya positif mengandung alkaloid (Krisman dkk, 2016)

3.5.3 Pembuatan Hidroponik

- a. **Penyemaian Benih Tanaman.** Bibit Sawi Pakcoy disemai terlebih dahulu dengan wadah semai sebelum di tanam dengan menggunakan media tanam. Setelah benih sudah mulai tumbuh 2-4 helai daun kurang lebih dalam waktu satu minggu baru benih tersebut di pindah ke media tanam (Rimbawani dan Sania, 2020)
- b. **Menyiapkan Media Tanamn.** Media tanaman yang peneliti gunakan yaitu dengan *rockwool* dan *netpot*. Menurut Nurifah dan Fajarfika (2020) ; Harjanto dkk (2022) Media tanaman berupa *rockwool* dipilih

karena mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi dan praktis dalam pembuatannya. Media *rockwool* juga paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi pada tanaman. Media *rockwool* dipilih karena mempunyai banyak kelebihan seperti dapat nampung air hingga 14 kali kapasitas tanah, dapat dipergunakan berulang, dan tidak mengandung patogen penyebab penyakit (Mazlina dkk, 2021)

c. Pemberian Nutrisi. Pemberian nutrisi pada tanaman sawi itu sangatlah penting karena tanaman tanpa menggunakan tanah akan membuat cadangan makanan sendiri pada tanaman sangatlah terbatas. Nutrisi yang biasanya diberikan pada tanaman hidroponik berupa nutrisi cair sehingga akan memudahkan tanaman menyerap nutrisinya. Pemberian nutrisi tersebut dilakukan dengan cara menyiramnya setiap pagi atau sore hari (Rimbawani dan Sania, 2020). Nutrisi yang digunakan oleh peneliti yaitu AB mix karena nutrisi ini mengandung unsur-unsur hara yang penting dan diperlukan untuk tumbuh dan perkembangan tanaman (Sundari dkk, 2016). Nutrisi AB mix adalah campuran dari nutrisi A yang mengandung unsur kalsium dan nutrisi B yang mengandung fosfat/sulfat. Ketiga unsur tersebut tidak boleh di campur karena akan menghasilkan endapan yang membuat terlambatnya penyerapan unsur hara dan tidak dapat diserap oleh akar (Suarsana dkk, 2019).

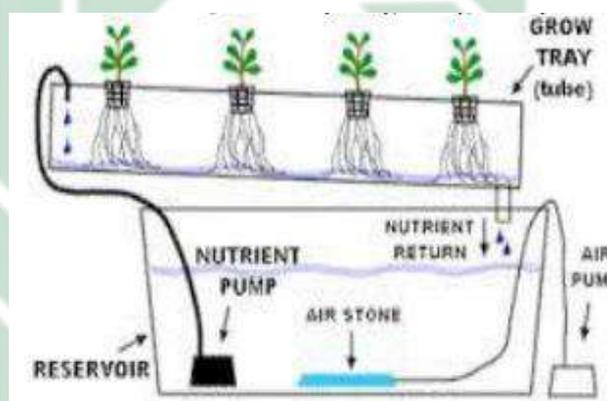
Pembuatan nutrisi larutan AB mix (larutan induk) dilakukan dengan cara AB mix ukuran 0,5 liter dilarutkan dahulu bungkus stok A dan bungkus stok B masing-masing ke dalam 500 ml.

Nantinya akan menghasilkan 500 ml larutan stok A dan 500 ml larutan stok B. Pada 1 dosis AB mix rekomendasi untuk mengambil 5 ml atok A dan 5 ml stok B untuk satu liter air (Evanzil dan Violita, 2022). Tahapan untuk pemberian nutrisi AB mix pada tanaman sawi pakcoy pada minggu pertama hingga minggu terakhir membutuhkan dosis yang tidak sama. Pada minggu pertama diberi nutrisi AB mix dengan dosis 500 ppm, minggu ke dua diberi nutrisi AB mix dinaikkan menjadi 700 ppm, minggu ke tiga diberi nutrisi AB mix dengan dosis hingga 900 ppm, dan pada minggu keempat (terakhir) maksimal pemberian nutrisi menjadi 1.200 ppm (Sartin dkk, 2021). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Perwitasari (2012) ; Adiba dkk (2018) menyatakan jika tanaman harus diberikan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan karena jika tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman maka akan pertumbuhan tanaman tersebut akan menjadi kurang optimal

3.5.4 Sistem Hidroponik

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan sistem hidroponik NFT atau lebih dikenal dengan (*Nutrient Film Tehnique*). NFT merupakan tehnik hidroponik yang memiliki liran air yang dangkal dan mengandung nutrisi yang di butuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya. Larutan nutrisi yang mengalir melalui seluran air seperti pipa palaron dengan sirkulasi aliran nutrisi yang dangkal. Keuntungan dari menggunakan sistem ini yaitu akar tanaman akan terkena cukup pasokan nutrisi, oksigen, dan air. Penggunaan sirkulasi nutrisi ini dilakukan secara berulang-ulang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Setiawan, 2018). Jika

dihat dari cara pengairannya, sistem NFT adalah teknik hidroponik tertutup, yang mana dalam teknik tertutup ini nutrisi akan bersirkulasi secara terus menerus selama 24 jam (Maulana dan Sidik, 2019). Bukan hanya itu keunggulan lain yang dimiliki dalam sistem NFT ini yaitu tidak membutuhkan lahan yang luas untuk bercocok tanam. Akan tetapi, diperlukan pengawasan yang ekstra dalam pemberian asupan nutrisi dan tingkatan PH air maupun suhu air yang dibutuhkan oleh tanaman (Pamungkas dkk, 2021).



Gambar 3. 1 Hidroponik sistem NFT
(Kuncoro dkk, 2021)

3.5.5 Konsentrasi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Dalam pengaplikasian pada tanaman sawi, peneliti menggunakan larutan ekstrak daun pepaya dengan menggunakan konsentrasi 0% (kontrol), 0,1%, 25%, dan 50% yaitu dengan melakukan penyemprotan menggunakan spray yang sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditentukan pada setiap perlakuan yang akan diuji. Teknis pembuatan larutan ekstrak daun belimbing wuluh :

1. 0% : 0 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 100 ml aquades
2. 0,1% : 1 ml demolish 18 EC + 1 liter air
3. 5 % : 2,5 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 47,5 ml aquades

4. 15% : 7,5 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 42,5 ml aquades
5. 25% : 12,5 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 37,5 ml aquades
6. 30% : 15 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 35 ml aquades
7. 35% : 17,5 ml ekstrak daun belimbing wuluh + 32,5 ml aquades

Penentuan konsentrasi pestisida nabati ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan cara perhitungan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut :

$$V1 \times M1 = V2 \times M2 \text{ (Nor dkk, 2018)}$$

Keterangan :

- V1 : Volume sebelum pengenceran
M1 : Konsentrasi sebelum pengenceran
V2 : Volume sebelum pengenceran
M2 : Konsentrasi sebelum pengenceran

3.5.6 Parameter Yang Diamati

a. Tingkat Kerusakan Daun.

Tingkat kerusakan tanaman sawi akibat hama dapat diitung dengan menggunakan rumus :

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

(Anonim, 2000 ; Julaily dan Mukarlina, 2013)

Keterangan :

I : Kerusakan tanaman (%)

n : Jumlah daun yang terserang

N : Jumlah seluruh daun tiap tanaman.

Kerusakan tanaman akibat dari hama-hama yang berada sekitar tanaman sawi dihitung dan diamati pada akhir penelitian yaitu di akhir penyemprotan ke 6 begitupun dengan menimbang berat segar sawi

b. Mortalitas Tiap Ulat.

Perhitungan jumlah ulat yang mati dilakukan setiap 1 minggu 3 kali mengikuti waktu penyemprotan pestisida nabati. Perhitungan mortalitas dilakukan dengan rumus berikut :

$$\%Mortalitas = \frac{a}{b} \times 100$$

Keterangan :

M : Mortalitas ulat

a : Jumlah ulat yang mati akibat pestisida

b : Total seluruh ulat

(Anshary, 2021)

Hasil dari persentase serangan hama dapat ditentukan pada kriteria

Tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3. 3 *Assessment of effectiveness criteria*

Kategori	Tingkat persentase serangan hama (%)
Tidak efektif	<25
Cukup efektif	25-49,9
Efektif	50-74,9
Sangat efektif	75-100

(Sintia dkk, 2018)

c. Berat Segar Sawi.

Penimbangan dilakukan pada setiap tanaman sawi pakcoy pada masing-masing tanaman dan di timbang menggunakan timbangan digital. Penimbangan dilakukan pada saat tanaman pakcoy dipanen (Malvini dan Nurjasmi, 2019). Penimbangan berat segar dilakukan dengan cara mengambil tanaman dari pot hidroponik dibersihkan dahulu dari daun hingga akar dan dilakukan penimbangan (Praseyto, 2014).

3.5.7 Aplikasi Hama

Pengaplikasian hama ulat, peneliti menggunakan 3 jenis ulat yaitu *Plutella xylostella*, *Crocidolomia pavonana*, dan *Spodoptera litura*. Setiap tanaman sawi nantinya akan diberi masing-masing 3 ulat *Plutella xylostella*, 3 ulat *Crocidolomia pavonana*, dan 3 ulat *Spodoptera litura*.

Pada minggu pertama tanaman sawi akan di pelihara terlebih dahulu sampai minggu kedua. Setelah minggu kedua dilakukan peletakkan ulat-ulat tersebut pada tiap-tiap tanaman sawi. Ulatnya akan dibiarkan dahulu selama 3 hari dan setelah itu baru dilakukan penyemprotan pestisida nabati 3 kali dalam seminggu dan pengamatan

3.5.8 Aplikasi Penyemprotan

Penyemprotan dimulai pada umur 1 minggu setelah tanam dan waktu penyemprotan dilakukan pada sore hari jam 15.00-17.00 WIB. Penyemprotan dilakukan secara teratur yaitu dalam waktu seminggu 3 kali penyemprotan (Wudianto, 1992 ; Julaily dan Mukarlina, 2013). Maspary (2010) ; natsir (2015) mengemukakan jika waktu penyemprotan yang baik dilakukan pada pagi hari sebelum jam 10.00 dan sore hari setelah jam 15.00, karena pada pagi hari kondisi matahari belum terik dan kondisi angin pun masih belum banyak, sehingga hama masih enggan untuk bergerak.

3.6 Analisis Data.

Analisis data uji perhitungan yang diterapkan untuk data yang sudah dihasilkan dari eksperimen menggunakan uji *Anova* satu arah dengan program SPSS 25. Jika dalam uji *Anova* hasilnya tidak terdistribusi normal/homogen maka lanjut dengan menggunakan Uji *Kruskal Wallis* dan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui pengaruh yang terjadi dalam uji aktifitas ekstrak daun belimbing wuluh sebagai pestisida nabati.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai pengendalian hama dengan menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi*) pada tanaman hidroponik yang menggunakan sawi pakcoy dilakukan pada *green house* yang berada di lapangan TK Aisyiyah Perumahan Buder Gresik. Waktu penelitian dimulai dari bulan Oktober – Februari 2023. Dalam penelitian tersebut dilakukan beberapa serangkaian kegiatan mulai dari identifikasi tanaman belimbing wuluh, pembuatan ekstrak daun belimbing wuluh, uji fitokimia, pemeliharaan tanaman sawi pakcoy (semai-panen), pemberian hama yang berupa ulat (Tritip, krop, dan grayak), pengamatan mortalitas hama, serta perhitungan berat bersih pada tanaman sawi pakcoy.

4.1 Identifikasi Tanaman Belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi*)

Tanaman belimbing adalah tanaman yang tumbuh pada area yang tropis yang bersifat mudah tumbuh dan dapat berbuah lebih lebat jika dibudidayakan dengan baik (Swandono, 2021). Belimbing wuluh masuk kedalam famili oxalidaceae dan memiliki nama asing bilimbi (Yanti dan Vera, 2019)

Identifikasi tanaman belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi*) dilakukan dengan *study* literatur dengan cara mengamati morfologi dari organ tanaman yang berupa daun, bunga, buah, dan batang. Morfologi tanaman merupakan suatu ilmu yang mempelajari bentuk-bentuk yang terdapat pada setiap bagian tanaman. Hasil indentifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Morfologi *Avverhoa bilimbi*

No	Organ Tanaman	Hasil Referensi		Hasil Observasi	
		Karakteristik	Gambar	Karakteristik	Gambar
1.	Daun	Daun belimbing wuluh berupa daun majemuk menyirip ganjil dan memiliki sekitar 21-45 pasang anak daun. Daun ini mempunyai lebar sekitar 1-3 cm dan panjang sekitar 2-10 cm, dan daun berwarna hijau. Tepi daun merata, pangkal daun memiliki bentuk yang bundar, dan ujung daun yang lancip. (Arland, 2006 ; Sa'adah, 2010)	 <p>(Hidjrawan, 2018)</p>	Daun berwarna hijau tua dan ada yang berwarna hijau muda. Daun menyirip dan terdapat 25 pasang anak daun, ujung daun yang lancip/runcing, tepi daun tidak bertekstur, dan pangkal daun yang membuldar.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2022)</p>
2.	Buah	Buah belimbing wuluh termasuk memiliki bentuk yang panjang dan lonjong, memiliki panjang sekitar 4-10 cm dan bobot perbuah bisa mencapai 20 gr. Ketika buah masih muda berwarna hijau tua dan ketika sudah tua berwarna hijau kekuningan. (Wibowo dkk, 2020)	 <p>(Insan dkk, 2019)</p>	Buah berbentuk lonjong bulat, memiliki panjang mulai dari 4-8 cm, berwarna hijau tua, dan memiliki rasa yang asam.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2022)</p>
3.	Batang	Batang belimbing wuluh tidak besar, tekstur batang yang kasar dan berbenjol-benjol. Percabangan dari pohon belimbing wuluh hanya sedikit dan tumbuhnya condong keatas. Cabang batang muda		Batang bertekstur kasar dan terdapat benjolan-benjolan kecil yang tidak beraturan, terdapat batang dari cabang yang muda	

		berambut halus seperti beludru (Wibowodkk, 2020)	 <p>(Swandono, 2021)</p>	dan memiliki rambut-rambut halus.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2022)</p>
4.	Bunga	Bunga belimbing wuluh termasuk dalam bunga tunggal berkelamin banci karena terdapat benang sari dan putik. Termasuk dalam bunga lengkap (kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan putik), mahkota bunga tersusun 5 petala berlepas, berwarna merah dengan ujung yang gelap/keunguan, panjang 10-12 mm, lebar 5 mm, benang sari berjumlah 5, dan memiliki 1 putik. (Swandono, 2021)	 <p>(Swandono, 2021)</p>	Bunga berwarna merah muda dengan warna ujung yang lebih pekat, jumlah petala mahkota 5, benang sari 5, putik 1, panjang sekitar 8 mm, dan lebar 3 mm.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2022)</p>

4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi*)

Uji fitokimia dilakukan setelah proses maserasi serbuk daun belimbing wuluh dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Rasio serbuk dari daun belimbing wuluh dan pelarut etanol 96% yaitu 1:5 dengan lama perendaman 72 jam lalu dilakukan penyaringan. Setelah itu, hasil dari proses maserasi dilakukan evaporasi sampai menghasilkan ekstrak yang murni. Hasil ekstrak murni dari daun belimbing wuluh tersebut selanjutnya dilakukan skrining fitokimia atau uji fitomikimia. Uji fitokimia adalah suatu uji atau pemeriksaan golongan senyawa kimia yang terdapat pada suatu simplisia tanaman. Uji fitokimia dilakukan untuk membuktikan ada atau tidak senyawa kimia tertentu dalam suatu tanaman (Artini dkk, 2013). Menurut Manongko dkk (2020) uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui seyawa bioaktif dalam suatu tanaman atau untuk mengetahui metabolit sekunder pada tanaman. Sebagian besar uji fitokimia dilakukan menggunakan reaksi pengujia warna dengan suatu pereaksi warna. Uji fitokimia yang dilakukan peneliti meliputi uji flavonoid, saponin, steroid-terpenoid, tanin, dan alkaloid

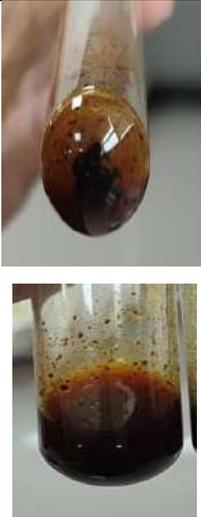
Hasil uji dari penelitian ini disajikan dalam bentuk Tabel 4.2 yang menyatakan jika ekstrak daun belimbing wuluh dengan menggunakan etanol 96% mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, saponin, steroid-terpenoid, tanin, dan alkaloid. Hasil yang dilakukan oleh peneliti sejalan dengan penelitian dari Aryantini dkk (2017) melaporkan jika hasil skrining ekstrak daun belimbing wuluh positif mengandung flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, dan terpenoid-steroid. Simanullang dkk (2021) juga melaporkan jika hasil uji fitokimia ekstrak etanol daun belimbng wuluh

mengandung flavonoid, alkaloid, terpenoid-steroid, saponin, dan juga tanin. Hasil fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Simanullang dkk (2021) melakukan penelitian mengenai ekstrak daun belimbing wuluh menggunakan pelarut etanol 95% dengan rasio perbandingan ekstrak dan etanol 1:10 Liter dengan lama perendaman 5 hari. Hasil fitokimia menunjukkan daun belimbing wuluh positif mengandung flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, saponin, steroid, dan juga polifenol. Yanti & Vera (2019), juga melaporkan jika ekstrak daun belimbing wuluh mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan steroid. Pelarut yang digunakan yaitu etanol 70% dan simplisia daun belimbing wuluh 70 grm dengan rasio (1:10) dengan lama perendaman selama 3 hari. Novika dkk (2021) melakukan skrining fitokimia pada ekstrak etanol 96% serbuk daun belimbing wuluh dengan lama perendaman 3 hari menghasilkan jika daun tersebut mengandung alkaloid, flavonoid, fenol, terpenoid, tanin, dan saponin. Ketiga penelitian tersebut sejalan dengan Indrasari & Hadiwibowo (2018) yang menyatakan jika terdapat beberapa senyawa kimia yang terkandung dalam daun belimbing wuluh diantaranya steroid, alkaloid, tanin, saponin, dan flavonoid. Berdasarkan beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan jika hasil skrining fitokimia dipengaruhi oleh konsentrasi pelarut dan lama perendaman.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak etanol 96% Daun Belimbing Wuluh

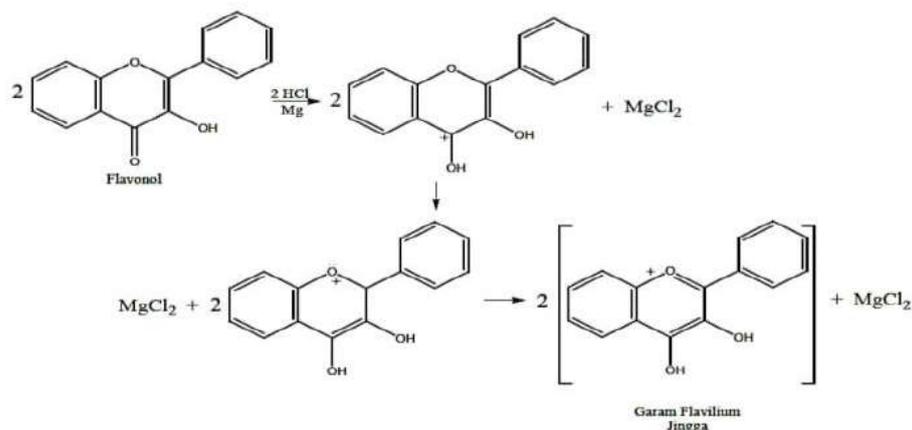
No	Senyawa	Hasil Referensi		Hasil observasi		Keterangan
		Karakteristik	Gambar	Karakteristik	Gambar	
1.	Flavonoid*	Perubahan warna merah, kuning, atau jingga		Perubahan warna merah jingga		+
2.	Tanin**	Perubahan warna hitam kehijauan		Perubahan warna hitam		+
3.	Saponin***	Terdapat busa yang stabil selama 30 detik		Terdapat busa yang stabil selama 30 detik		++

4.	Alkaloid***	Perubahan warna coklat/jingga dan memiliki endapan		Perubahan warna coklat dan terdapat endapan		++
5.	Terpenoid/steroid****	Perubahan warna hijau/biru (steroid) dan perubahan warna merah atau jingga (terpenoid)	 <p>(Terpenoid)</p>	Perubahan warna warna jingga (terpenoid) (B)	 <p>(Terpenoid)</p>	++

Keterangan: (+) = Positif Lemah, (++) = positif kuat

*(Jumantika dkk, 2022) **(Hidjrawan, 2018) *** (Qorik'ah, 2022) **** (Hasim dkk, 2019)

4.2.1 Flavonoid

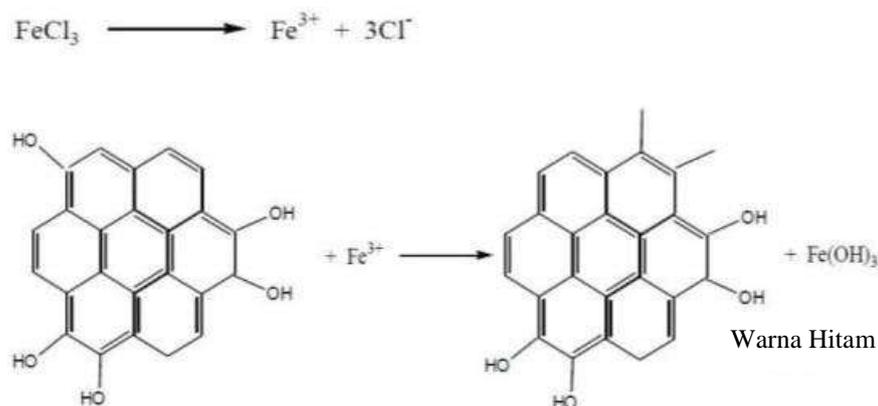


Gambar 4. 1 Reaksi Flavonoid dengan HCL dan serbuk Mg
(Tandi dkk, 2020)

Daun belimbing wuluh yang telah di uji fitokimia oleh peneliti menghasilkan warna merah jingga. Identifikasi senyawa flavonoid yang terkandung dalam daun belimbing wuluh dilakukan dengan menggunakan pereaksi serbuk magnesium (Mg) dan asam klorida pekat (HCL). Penambahan serbuk Mg dan HCL bertujuan untuk membentuk ikatan dengan gugus karbonil pada senyawa flavonoid. Penambahan HCL bertujuan untuk membentuk garam flavilium yang ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi merah, jingga, atau kuning (Yanti dan Vera, 2019). Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Muthmainnah (2019), supaya flavonoid dapat teridentifikasi, maka ikatan glikosida dan flavonoid harus terputus dengan cara mereduksi ikatan tersebut yang nantinya hasil yang didapatkan adalah warna kuning kemerahan. Flavonoid termasuk ke dalam golongan fenolik yang mempunyai banyak gugus OH dan bersifat polar. Senyawa ini bersifat polar karena mudah terekstraksi dengan pelarut polar seperti etanol. Senyawa ini juga dapat dimanfaatkan sebagai anti bakteri, anti alergi, anti hipertensi, dan

sitotoksik (Harahap dan Situmorang, 2021). Hasil flavonoid yang direaksikan dengan serbuk Mg dan HCL yang menghasilkan perubahan warna menjadi jingga dapat dilihat pada Gambar 4.1

4.2.2 Tanin



Gambar 4. 2 Reaksi Identifikasi Uji Tanin
(Zaini dan Shofia, 2020)

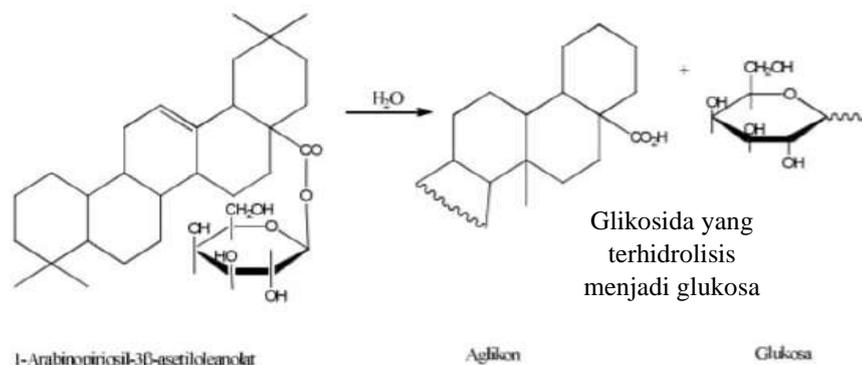
Uji tanin yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi hitam. Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman yang mempunyai beberapa khasiat yaitu sebagai anti bakteri, antioksidan, anti diare, astringen, dan penangkal radikal bebas (Mulyani, 2015). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hidayati dkk (2020) yang menyatakan jika senyawa tanin adalah salah satu senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (COOH) yang dimana senyawa tersebut mampu digunakan sebagai penangkal radikal bebas. Dalam uji tanin ditambahkan larutan FeCl_3 1% terhadap sampel. Jika sampel tersebut mengandung polifenol maka ketika FeCl_3 1% dan sampel disatukan, akan terjadi perubahan warna hitam. Hal tersebut terjadi karena atom O pada tanin atau polifenol dapat mendonorkan

pasangan elektron bebas ke Fe^{3+} yang memiliki orbital dan membentuk ikatan kovalen koordinat untuk menjadi suatu senyawa yang kompleks (Yanti dan Vera, 2019). Hasil reaksi antara tannin dan FeCl_3 1% dan menghasilkan perubahan warna hijau kehitaman/hitam/biru tua dapat dilihat pada Gambar 4.2

4.2.3 Saponin.

Saponin adalah senyawa sekunder yang biasanya di temukan pada dibagian daun, akar, dan buah yang berfungsi untuk sistem pertahanan. Saponin berasal dari kata *sapo* yang berarti sabun (Hidayah, 2016). Dalam uji saponin ini, ketika daun ekstrak belimbing wuluh di campur dengan aquades dan dipanaskan maka akan terbentuk positif busa yang stabil selama lima menit. Karena menurut Novitasari (2016) pada saat melakukan proses maserasi menggunakan pelarut yang bersifat polar yaitu etanol, maka akan lebih mudah untuk larut. Pada saat dilakukan skrining fitokimia, senyawa saponin larut dalam air hal tersebut disebabkan oleh gugus hidrofil (OH) yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga ketika dilakukan uji saponin akan menghasilkan buah atau busa yang stabil. Hal tersebut juga dibuktikan oleh Bintoro dkk (2017) dalam uji saponin setelah simplisia di panaskan dan di kocok dalam aquades terbentuk busa yang stabil dengan tinggian 1-3 cm selama 30-40 detik karena senyawa saponin mempunyai sifat fisika yang mudah larut air dan dapat menimbulkan busa ketika dikocok. Timbulnya buih atau busa menunjukkan adanya glikosida yang mempunyai kemampuan dalam membentuk buih dalam air yang

terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya (Nugrahani dkk, 2016). Reaksi yang terjadi saat uji saponin ditunjukkan pada Gambar 4.3

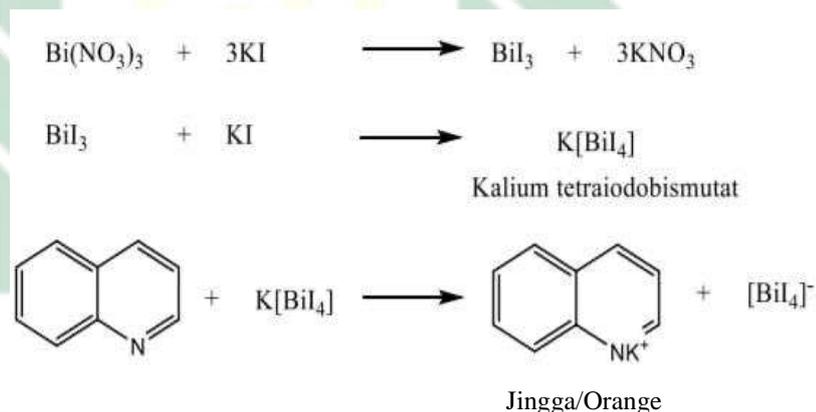


Gambar 4. 3 Reaksi Hidrolisis Saponin Dalam Air
(Nugrahani dkk, 2016)

4.2.4 Alkaloid

Uji alkaloid yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat dan mempunyai endapan. Hal itu sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muthmainnah (2017) ketika simplisia ekstrak daun belimbing wuluh dicampurkan dengan pereaksi *wagner* *Aglikon agendorff* maka larutan tersebut berubah warna menjadi coklat dan juga menghasilkan endapan di bawahnya. Penambahan pereaksi *dragendorff* dan *wagner* akan terbantu endapan dan juga perubahan warna, hal itu terjadi karena adanya penggantian ligan. Atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas pada alkaloid dapat mengganti ion iodo dalam pereaksi-pereaksi tersebut. Pereaksi *dragendorff* mengandung kalium iodida dan bismuth subnitrat dalam asam asetat glasial dan pereaksi *wagner* mengandung iodo dan kalium iodida (Sangi dkk, 2012). Endapan yang terjadi tersebut adalah senyawa kompleks kalium-alkaloid yang merupakan hasil dari ion K^+ yang berikatan kovalen koordinat dengan

nitrogen pada alkaloid (Marliana dkk, 2005 ; Asmara, 2017). Dalam bidang biologi dan kesehatan senyawa alkaloid mempunyai khasiat sebagai antidiare, anti mikroba, anti diabetes, dan juga bersifat racun. Sebagian besar senyawa alkaloid bersumber pada tanaman-tanaman terutama pada tanaman angiospermae yaitu lebih dari 20% mengandung alkaloid. Bagi tanaman, alkaloid bersifat racun untuk melindungi diri dari serangga/hama, faktor pengatur tumbuhan, dan juga senyawa simpanan yang mampu menyuplai nitrogen (Ningrum dkk. 2016). Hasil reaksi alkaloid dengan pereaksi dragendorff yang menghasilkan endapan dapat dilihat pada Gambar 4.4



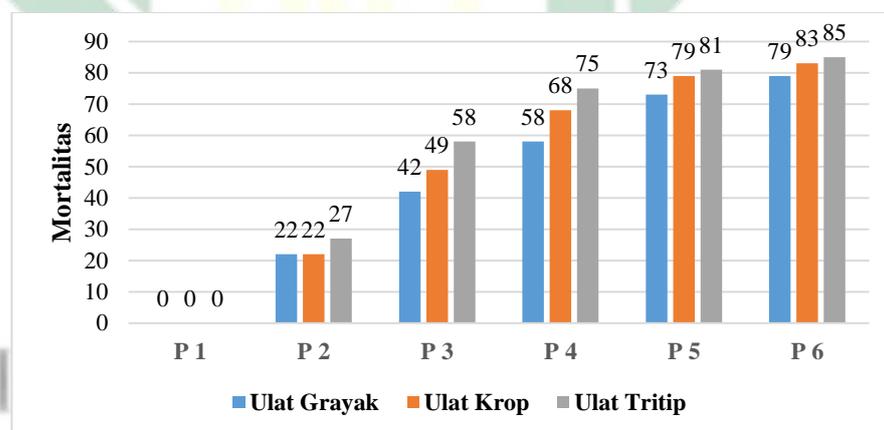
Gambar 4. 4 Reaksi Pembentukan Endapan Dalam Pengujian Alkaloid
(Nugrahanai dkk, 2016)

4.2.5 Terpenoid

Uji terpenoid/steroid yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun belimbing wuluh positif mengandung terpenoid yang di tandai dengan perubahan warna menjadi jingga, sedangkan untuk steroid menunjukkan hasil negatif karena tidak terjadi perubahan warna. Dalam hal ini sesuai dengan pernyataan Marlinda dkk

4.3 Mortalitas Hama (Ulat Grayak, Ulat Krop, Dan Ulat Tritip) Yang Menyerang Tanaman Sawi Pakcoy

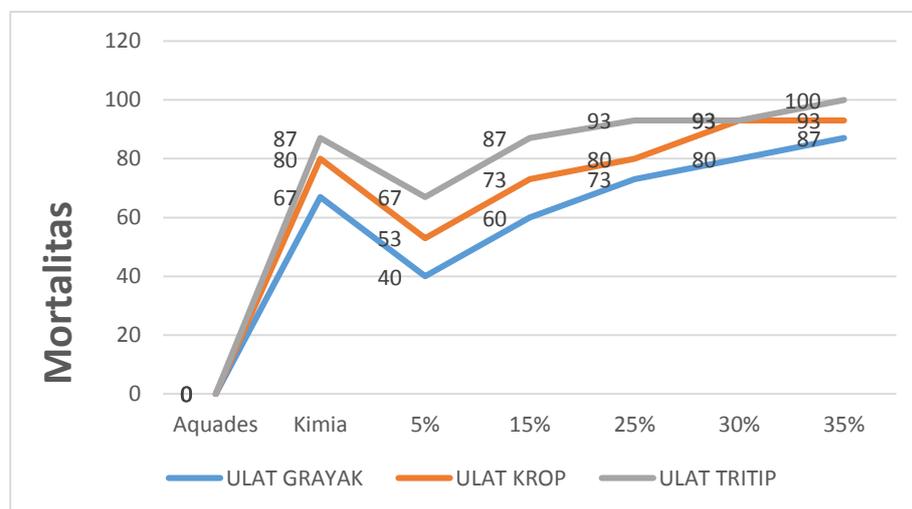
Uji ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas dari ketiga hama tersebut (ulat grayak, ulat krop, dan ulat tritip) dilakukan dengan cara meletakkan ketiga jenis ulat dalam satu tanaman sawi pakcoy yang masing-masing berjumlah tiga, sehingga total hama yang terdapat pada tanaman tersebut berjumlah sembilan ulat. Kemudian di semprotkan pestisida nabati pada tanaman sawi pakcoy selama dua minggu yaitu sebanyak enam kali penyemprotan. Waktu penyemprotan pestisida tersebut di setiap sore hari pada pukul 17.00 WIB. Hasil rata-rata mortalitas dari setiap ulat di tiap penyemprotan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Rata-Rata Mortalitas (Grayak, Krop, Tritip) Pada Tiap Penyemprotan (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Hasil grafik tersebut dapat dilihat jika pada penyemprotan ke empat memiliki nilai rata-rata mortalitas 58% hingga 75% yang mana hasil mortalitas tersebut jika dilihat pada Tabel 3.3 masuk kedalam kategori efektif. Sehingga dalam hasil data tersebut peneliti menggunakan data ke empat sebagai patokan dari hasil mortalitas yang sudah dikatakan ekstrak daun belimbing wuluh efektif terhadap mortalitas pada tiap-tiap hama/ulat,

sedangkan pada penyiraman pertama tidak menghasilkan mortalitas apapun. Hasil mortalitas pada penyiraman ke empat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Grafik Mortalitas Ulat Grayak, Krop, dan Tritip (Dokumentai Pribadi, 2023)

Hasil pengamatan didapatkan jika mortalitas dari setiap ulat berbeda-beda. Jika dilihat pada Gambar 4.7 ulat tritip memiliki mortalitas paling tinggi yaitu 100% pada konsentrasi 35%, mortalitas paling rendah pada ulat grayak yaitu 87% pada konsentrasi 35%, dan tertinggi kedua yaitu mortalitas ulat krop yaitu 93% pada konsentrasi 30% dan 35%. Mortalitas tertinggi tersebut terjadi pada penyiraman ke empat dikonsentrasi 35%. Perbedaan mortalitas kematian pada ketiga ulat tersebut berbeda-beda diduga karena adanya perbedaan bentuk pada tubuh ulat dan ketebalan kulit.

Ulat *Spodoptera litura* atau yang biasa disebut dengan ulat Grayak memiliki bentuk tubuh yang semakin lama semakin besar panjang tubuhnya, hal ini terjadi karena pada kerja sistem hormon yang lebih meningkat (Hidayanti dan Asri, 2019). Ukuran tubuh dari ulat grayak bisa mencapai 35 – 50 mm atau sekitar 3-5 cm (Lestari dkk, 2013) dan mempunyai lebar tubuh

sekitar 3 mm (Kharina dan Suryadarma, 2018). Ulat *Crocidolomia pavonana* atau yang biasa dikenal sebagai ulat krop memiliki bentuk tubuh dengan ukuran yang besar ke dua dari ulat grayak yaitu panjang ulat sekitar 7-20 mm atau sekitar 2 cm (Atifah dkk, 2017) dan memiliki tubuh dengan lebar 1-2 mm (Niken, 2017), sedangkan ulat tritip atau biasa dikenal dengan *Plutella xylostella* memiliki ukuran panjang tubuh 3-10 mm dengan lebar sekitar 0,5-1 mm (Andini, 2018). Dari hal tersebut dapat terlihat jika ulat grayak yang mempunyai ukuran tubuh paling besar dan akan mati ketika diberi konsentrasi 35% dengan mortalitas 87%, ulat krop dengan ukuran tubuh yang besar kedua setelah ulat grayak akan mati pada konsentrasi 30% dengan mortalitas 93%, dan ulat tritip yang mempunyai ukuran tubuh kecil akan mati pada konsentrasi 35% dengan mortalitas 100% sehingga untuk ulat tritip lebih mudah mati karena mempunyai ukuran tubuh yang kecil dan pertahanan tubuh yang lemah.

Jika dilihat pada grafik (Gambar 4.7) sebenarnya dengan mortalitas 50%-75% (Tabel 3.3) sudah dikatakan efektif terhadap hama sebagai pestisida nabati apalagi diatas 75%, sehingga pada grafik tersebut pestisida dengan konsentrasi 15%-25% sebenarnya sudah cukup untuk digunakan sebagai pestisida nabati. Suatu pestisida nabati dapat dikatakan efektif secara signifikan jika dalam penggunaan pestisida nabati memiliki efek dari mortalitas yang tinggi dengan konsentrasi sekecil mungkin hingga tidak membunuh larva hingga 100% (Amelia, 2022). Menurut Hayati dan Yuliani (2013) Pada konsep pengendalian hayati, usaha mencegah terjadinya kerusakan pada suatu tanaman yang diakibatkan oleh serangan hama lebih

baik diutamakan dari pada mematikan hama 100%. Maksud dari hal tersebut yaitu hama sebagai musuh alami yang selalu tersedia dalam tingkat populasi rendah. Musuh alami tersebut dapat berfungsi sebagai biokontrol yang dapat mengendalikan populasi dalam serangga hama. Pernyataan tersebut juga didukung dengan penelitian Kurniawan dkk (2013) yang menyatakan mencegah serangga untuk merusak tanaman adalah lebih baik dari pada harus mematikan hingga mortalitas 100%, karena serangga hama dapat dijadikan sebagai biokontrol.

Serangga sebagai makhluk hidup yang memiliki spesies terbanyak memiliki peran yang berbeda-beda di alam. Ada yang merugikan dan ada yang menguntungkan. Kelompok serangga yang merugikan satu-satunya adalah serangga hama yang terdiri atas herbivora yang menyerang tanaman budidaya yang dikenal dengan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) sedangkan kelompok serangga yang menguntungkan salah satunya serangga predator yang menjadi pemangsa dari serangga lain (hama). pemanfaatan serangga predator untuk mengendalikan populasi serangga hama dikenal dengan istilah pengendalian hayati (biokontrol). Contoh hama yang merusak tanaman sayuran yang dibudidayakan secara organik dengan merusak kualitas daun pada sayuran yaitu berupa larva *Spodoptera litura*, *Agrotis ipsilon*, dan *Helicoverpa*. Larva-larva tersebut memiliki musuh alami berupa predator *Rhynocoris fuscipes* (Amrullah, 2019). *Rhynocoris fuscipes* merupakan salah satu predator yang berperan sebagai pengendalian hama tanaman, terutama pada hama yang menyerang sayuran. Predator ini umumnya disebut sebagai kepik pembunuh karena memiliki sifat yang rakus

dalam memangsa hama. potensi *Rhynocoris fuscipes* dalam mengendalikan hama tanaman cukup bagus karena predator ini diketahui mampu memangsa 4-20 hama pada sayuran disetiap harinya khususnya pada *Spodoptera litura*. *Rhynocoris fuscipes* juga memiliki sifat yang generalis dan mampu memangsa hama pada setiap stadia mangsa (Sahid, 2019). Jadi dengan adanya biokontrol sebagai pengendalian hayati bertujuan untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik yang telah diketahui banyak dampak negatif akibat penggunaannya.

Terlihat pada (Gambar 4.7) jika mortalitas yang terjadi pada kelompok kontrol positif yang menggunakan pestisida kimia demolish 18 EC memiliki nilai mortalitas yang rendah dibandingkan dengan ekstrak daun belimbing wuluh 25% - 35% hal ini diduga karena pemberian konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dengan dosis yang pas dan sesuai serta pada ekstrak daun belimbing wuluh yang memiliki konsentrasi atau dosis yang semakin tinggi, maka senyawa-senyawa kimia yang terdapat didalamnya juga akan semakin banyak, sehingga kemampuan untuk mengusir/membunuh/menghambat pertumbuhan hama akan semakin kuat. Pernyataan tersebut didukung oleh (Yatim, 2018) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka mortalitas yang dihasilkan juga akan semakin banyak akibat kandungan bahan aktif larutan ekstrak juga lebih banyak sehingga daya racun pada pestisida nabati tersebut semakin tinggi. Hal ini sejalan juga dengan pernyataan (Adibah dkk, 2023) semakin tinggi tingkat kepekatan suatu makan kimia maka semakin banyak bahan aktif yang dikandungnya, dengan hal

tersebut semakin efektif daya membunuhnya dan membuat mortalitas juga semakin tinggi.

Pestisida kimia demolish 18 EC memiliki sifat repelan (bahan aktif yang berfungsi untuk menghalau, mengusir, dan membunuh hama) yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. Menurut Manuh (2014) ; Yatim (2018) pestisida kimia Demolish 18 EC mengandung senyawa abamektin dengan nama kimia Avermektin sebagai bahan aktif pada pestisida kimia tersebut yang bekerja pada serangga hama dengan jalan mengganggu kutikula dan bagian dalam serangga hama. Flavia (2019) juga menyatakan bahwa bahan aktif abamektin merupakan insektisida kimia cair yang dapat mengendalikan hama secara kontak langsung dan racun lambung. Pada (Gambar 4.1) terlihat jika mortalitas dari pestisida kimia demolish 18 EC 67% - 87% yang mana mortalitas tersebut lebih rendah dari ekstrak daun belimbing wuluh pada konsentrasi 25%-35%. Hal tersebut diduga karena pada pestisida kimia hanya menggunakan konsentrasi 0,1% saja dan tidak ada peningkatan dosis seperti pada ekstrak daun belimbing wuluh. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka mortalitas yang dihasilkan juga akan semakin banyak akibat kandungan bahan aktif larutan ekstrak juga lebih banyak sehingga daya racun pada pestisida nabati tersebut semakin tinggi (Yatim, 201)

Ciri-ciri kematian dari ketiga ulat tersebut cenderung sama yaitu kondisi tubuh yang tidak mengalami pergerakan, keluarnya cairan pada tubuh sehingga tubuh hama menyusut, tubuh menjadi kering, tubuhnya menjadi sangat lunak, dan perubahan warna tubuh pada ulat yang menjadi lebih hitam. Ciri-ciri kematian dari setiap ulat-ulat tersebut diduga disebabkan oleh

senyawa-senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh, yang dimana senyawa aktif pada ekstrak daun belimbing wuluh meliputi flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan juga terpenoid.

Proses masuknya senyawa aktif ekstrak belimbing wuluh ke tubuh ulat yaitu dengan melalui lubang-lubang kecil alami yang dimiliki oleh ulat sehingga racun tersebut meresap dan masuk melalui kulit/kutikula hama-hama tersebut (Safirah dkk, 2016). Tyas dkk (2018) menyatakan jika ulat pemakan daun (ulat grayak, ulat tritip, dan ulat krop) yang mengalami kematian akibat pertisida alami ditandai dengan ciri penurunan daya makan, tubuh lembek, warna kulit coklat tua atau hitam pekat, dan ukuran tubuh menyusut. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayati dan Yuliani (2013) yang menjelaskan jika kematian yang dialami oleh hama pada suatu tanaman disebabkan oleh kandungan metabolit dari ekstrak pestisida alami yang mempunyai senyawa-senyawa yang aktif dan mampu untuk membunuh hama, jika kandungan metabolit primer semakin banyak maka daya racun yang dihasilkan akan semakin tinggi untuk kematian larva/hama. Menurut Saputri dkk (2020) tumbuhan yang digunakan sebagai biopestisida biasanya mempunyai kandungan kimia seperti metabolit primer (glikosida, asam amino, karbohidrat, protein) dan metabolit sekunder (terpenoid, tanin, steroid, alkaloid, dan flavonoid)

4.3.1 cara kerja senyawa flavonoid sebagai biopestisida

Senyawa flavonoid mempunyai daya toksik sebagai insektisida alami. Flavonoid dapat menyerang bagian saraf pada beberapa organ yang terdapat pada ulat, sehingga menimbulkan suatu saraf yang

melemah, seperti pernapasan dan menimbulkan kematian dari ulat tersebut. Menurut Wijaya dkk (2018) senyawa flavonoid juga dapat bertindak sebagai racun perut, sehingga apabila flavonoid masuk kedalam tubuh melalui mulut, akan menyebabkan ulat tidak mengenali makanannya dan langsung menyebabkan toksik pada organ yang ada di dalamnya.

4.3.2 cara kerja senyawa tannin sebagai biopestisida

Senyawa tanin merupakan bahan aktif yang memiliki sifat pahit. Ketika ulat-ulat memakan daun yang telah diberi pestisida alami ulat tersebut cenderung untuk tidak memakannya, sehingga ulat-ulat akan merasa lapar dan mengalami kematian, sehingga sistem pencernaannya pun akan ikut terganggu (Lumowa dan Bardin, 2018). Tubuh lembek dan pergerakan menjadi melemah hingga mengalami kematian adalah efek yang disebabkan oleh senyawa tanin, karena senyawa tanin tidak dapat mencerna lambung dan tidak memiliki daya ikat dengan protein. Ketika ulat akan mengikat protein dalam sistem pencernaannya yang akan di perlukan ulat untuk pertumbuhan sehingga di perkiraakan proses pencernaannya akan terganggu dan langsung terhambat lalu menyebabkan kematian (Muta'ali dan Purwani, 2016)

4.3.3 cara kerja senyawa saponin sebagai biopestisida

Menurut penelitian Muta'ali dan Purwani (2016) kematian ulat dengan ciri tubuh mengalamami perubahan ukuran (pengerutan) dan perubahan warna menjadi kecoklatan/coklat pekat karena disebabkan oleh senyawa saponin yang mengganggu protein dalam tubuh ulat serta

menurunkan sistem kerja pencernaan ulat. Saponin memiliki sifat detergen yang panas bagi kulit ulat, sehingga membuat membran kulit yang dimiliki oleh ulat menjadi rusak dan terjadilah perubahan warna pada kulit ulat tersebut. Hasyim dkk (2019) juga menjelaskan jika masuknya saponin ke dalam tubuh ulat akan mengakibatkan terganggunya enzim pada pencernaan, jika enzim pencernaan mengalami gangguan maka mengakibatkan ulat mati karena kekurangan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya.

4.3.4 cara kerja senyawa alkaloid sebagai biopestisida

Mekanisme kerja alkaloid yaitu dengan menimbulkan kekacauan pada tubuh ulat hingga membuat sakit karena rusaknya sel-sel yang terdapat pada tubuh ulat sehingga sistem saraf ulat terganggu. Hal itu berakibat ulat akan mengalami kelumpuhan dengan begitu ulat tidak akan bisa untuk beraktifitas (makan) lalu akan mengalami kematian (Bisyaroh, 2020). Miranti dan Ftiqin (2018) memaparkan jika, Alkaloid yang berlebihan akan membuat kekacauan pada sistem saraf yang menyebabkan larva mengalami kekejangan yang berkepanjangan sehingga membuat larva tersebut mengalami kematian.

4.3.5 cara kerja senyawa terpenoid sebagai biopestisida

Senyawa terpenoid dan tanin mekanisme kerjanya hampir sama, terpenoid cenderung untuk menahan ulat agar tidak makan karena bau tidak sedap yang berasal dari terpenoid dan bersifat toksik hingga menyebabkan hama tersebut cenderung diam. Dengan diamnya hama tersebut membuat sistem pencernaannya terganggu hingga menyebabkan

kematian (Sultan dkk, 2016). Ketika terpenoid membuat hama untuk menahan supaya tidak makan, akan membuat hama tersebut kekurangan asupan nutrisi, jika asupan nutrisi yang di peroleh kurang, maka akan membuat tubuh hama menjadi lemas, tidak mengenali makanannya akibat bau tidak sedap, dan mengakibatkan kematian (Armyandi dkk, 2020).

Secara garis besar bahan aktif yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh yang meliputi flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan terpenoid menunjukkan cara kerja lebih dari satu dengan kata lain semua bahan aktif tersebut saling bekerja sama untuk membunuh hama-hama yang menyerang pada tanaman sawi. Alkaloid dan tanin keduanya dapat menurunkan aktifitas makan hama. Rasa pahit yang dimiliki oleh tanin membuat hama tidak dapat melakukan aktifitas yang berupa makan hingga meyebabkan kerusakan saraf akibat alkaloid. Penurunan aktifitas makan didukung oleh senyawa terpenoid yang berifat penolakan akibat bau khas dari terpenoid hingga tidak mengenali makanannya dan akan berdampak pada nutrisi hama. Berkurangnya nutrisi juga disebabkan oleh saponin yang mengganggu proses metabolisme dan menimbulkan suatu saraf yang melemah, seperti kehilangan udara akibat flavonoid (Lina dan Suryadarma, 2016).

4.4 Mortalitas *Spodoptera litura* (Ulat Grayak)

Ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas ulat grayak dilakukan selama dua minggu dengan total enam kali penyemprotan. Jumlah ulat yang mati dihitung dan diamati seiring/mengikuti waktu penyemprotan pestisida. Hasil mortalitas ulat grayak disajikan dalam bentuk Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Mortalitas *Spodoptera litura* (Grayak)

Kelompok Perlakuan	Mortalitas (%) pada Penyiraman ke-4	P=value
Aquades	0	0,001
Kimia	67	
5%	40	
15%	60	
20%	73	
25%	80	
35%	87	

Pada Tabel 4.3 pestisida nabati dengan ekstrak daun belimbing wuluh mampu membasmi ulat grayak hingga mencapai 87% pada konsentrasi 35%. yang dimana ekstrak belimbing wuluh sebagai pestisida nabati sudah dikatakan efektif (Tabel 3.3) untuk mengatasi hama (ulat grayak) pada tanaman sawi. Jika dilihat pada hasil tersebut, ulat grayak mempunyai mortalitas paling rendah dari ulat tritip dan ulat krop (Gambar 4.1). Tabel 4.3 juga terdapat kontrol negatif yang berupa aquades yang menunjukkan jika tidak ada mortalitas ulat yang artinya semua ulat yang diberi perlakuan kontrol negatif semua hidup. Kontrol positif yang berupa pestisida kimia menunjukkan mortalitas ulat sebesar 67%. Dari Tabel 4.3 terlihat juga pada konsentrasi 25% menunjukkan mortalitas yang lebih besar dari pestisida kimia yaitu sebesar 80%, yang dimana kontrol positif dalam penelitian ini

digunakan sebagai acuan dalam menentukan respon hama (ulat grayak) terhadap ekstrak daun belimbing wuluh sebagai pestisida nabati.

Secara visual ulat grayak adalah ulat yang memiliki tubuh paling besar dari pada ulat krop dan ulat tritip. Panjang dari ulat grayak bisa mencapai 5 cm dengan tubuh yang lebih besar, kecepatan bergerak yang kuat, dan daya makan yang banyak. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Arobi dkk (2013) yang menjelaskan jika hama ulat *Spodoptera litura* memiliki ukuran tubuh yang panjangnya bisa mencapai 4-8 cm, yang mana ukuran tersebut dikatakan cukup besar untuk ulat pemakan sayur. Tidak hanya itu, hidup *Spodoptera litura* dikenal mempunyai siklus instar yang lebih lama yaitu sekitar 12-14 hari untuk bisa berganti menjadi pupa. Tebalnya kutikula yang dimiliki oleh *Spodoptera litura* diperjelas oleh penelitian Salbiah dan Fronika (2021) bahwa lapisan kutikula yang lebih tebal dan keras yang dimiliki oleh *Spodoptera litura* dapat menahan dan mentolerir daya racun yang akan masuk kedalam tubuhnya, sehingga dari grafik (Gambar 4.1) terlihat jelas jika ulat grayak memiliki mortalitas paling rendah dari pada ulat tritip dan krop yang diduga karena kutikula/kulit tebal dan kuat yang dimiliki oleh ulat grayak sehingga dapat menahan racun yang masuk dalam ulat tersebut.

Gambar 4.8 menunjukkan kondisi ulat grayak yang mati akibat pestisida nabati. Kondisi ulat grayak yang mati tubuh menjadi sangat lunak, warna tubuh menghitam/gelap, dan ukuran tubuh menjadi menyusut, yang mulanya ukuran tubuh ulat grayak 5-6 cm menyusut menjadi 2-3 cm. Menurut Octavia dkk (2019) perubahan warna menjadi hitam pada ulat grayak menandakan bahwa ulat tersebut telah mengalami keracunan akibat

kandungan saponin dalam ekstrak daun belimbing wuluh. Hal tersebut di perkuat oleh pernyataan Lolodatu dkk (2019) bahwa ketika saponin masuk dalam tubuh ulat grayak melalui saluran pernapasan dan kutikula kemudian saponin bekerja sebagai racun tubuh untuk membuat korosi khususnya saluran pencernaan. Pernyataan tersebut didukung oleh Krisna dkk (2022) yang menjelaskan jika selain saponin alkaloid juga turun berkontribusi karena menurutnya alkaloid adalah racun perut bagi ulat karena ketika alkaloid masuk dalam tubuh ulat, pencernaan ulat akan terganggu hingga dalam jangka panjang tubuh tersebut akan mengalami penyusutan. Matinya hama tersebut diduga karena kandungan senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak daun belimbing wuluh.



A

B

Gambar 4. 8 Ulat *Spodoptera litura* Hidup (A) *Spodoptera litura* Mati (B)
(Dokumentasi pribadi, 2023)

Efek racun yang mempengaruhi mortalitas pada ulat grayak juga di dukung dengan cara pengaplikasian pestisida nabati yang tepat. Pengaplikasian dengan cara di semprotkan langsung pada tanaman diharapkan supaya senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing dapat membuat hama-hama yang menyerang sayur-sayur tersebut enggan untuk dimakan dan memberikan dampak yang signifikan pada tubuh hama-hama tersebut. Hal tersebut berkaitan dengan penyerapan zat aktif atau senyawa aktif yang melalui stomata yang dijelaskan dalam penelitian Nuraini

dan Ratnasari (2020) jika penyemprotan pestisida alami lebih efektif jika dilakukan pada bagian batang dan daun, karena stomata yang terbuka secara maksimal akan meningkatkan jumlah pestisida yang terlarut masuk dalam daun sehingga efeknya terhadap mortalitas pada hama akan lebih tinggi. Bukan hanya itu, terdapat beberapa faktor juga yang mempengaruhi keberhasilan pestisida nabati hingga menghasilkan mortalitas tiap ulat yaitu, jenis pestisida yang digunakan, konsentrasi pestisida yang diberikan pada ulat, dan faktor lingkungan (Syahputra dan Erdanto, 2012 ; Lolodatu dkk, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syah dan Purwani (2016) menggunakan metode daun sawi di celupkan pada ekstrak daun belimbing wuluh disetiap konsentrasi yang hasilnya berpengaruh terhadap mortalitas *Spodoptera litura* (grayak) yang dimana dengan konsentrasi 50% sudah dapat membunuh larva *Spodoptera litura* dengan mortalitas hingga 90% dalam waktu pengamatan 24 jam. Jika dilihat dari penelitian penulis ulat grayak mampu mati dengan mortalitas 87% pada konsentrasi 35% yang mana jika menginginkan kematian dengan mortalitas tinggi maka konsentrasi yang digunakan juga harus tinggi.

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui data tersebut tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, oleh karena itu uji signifikansi akan dilakukan dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* yang menghasilkan nilai *P-value* < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh/perbedaan yang signifikan pada persentase mortalitas ulat grayak dalam tanaman sawi pakcoy di berbagai kelompok konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh. Apabila

pada uji *Kruskal Wallis* menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan dengan nilai *p-value* < 0,05 maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui kombinasi mana yang memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik. Hasil *Mann Whitney* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Statistik Mann Whitney *Spodoptera litura* (Grayak)

	Aquades	Kimia	5%	15%	25%	30%	35%
Aquades		0,134	1,000	0,439	0,41*	0,009*	0,002*
Kimia			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5%				1,000	1,000	0,735	0,242
15%					1,000	1,000	1,000
25%						1,000	1,000
30%							1,000
35%							

Hasil *mann whitney* (Tabel 4.4) diketahui bahwa formulasi pestisida dengan presentase mortalitas ulat grayak paling signifikan adalah aquades dengan pestisida nabati pada konsentrasi 25%, 30%, dan 35%, karena pada aquades menunjukkan mortalitas/kematian ulat dengan jumlah yang paling sedikit dan paling rendah. Konsentrasi dengan kematian ulat yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 35% dengan mortalitas 87% dan yang paling rendah pada konsentrasi 5% dengan mortalitas 40% (Tabel 4.1). Perbedaan persentase mortalitas ulat grayak yang nyata atau signifikan secara statistik ditunjukkan oleh perlakuan aquades dengan konsentrasi 25%, aquades dengan konsentrasi 30%, dan aquades dengan konsentrasi 35% (yang ditunjukkan dengan tanda bintang nilai sig < 0,05) yang artinya pestisida dengan formulasi konsentrasi 25%, 30%, dan 35% dapat meningkatkan persentase mortalitas secara signifikan apabila dibandingkan dengan yang

hanya menggunakan aquades. Artinya, pestisida dengan konsentrasi 25%, 30%, dan 35% mampu untuk meningkatkan mortalitas yang terjadi pada ulat grayak.

4.5 Mortalitas *Crocidolomia pavonana* (Ulat Krop)

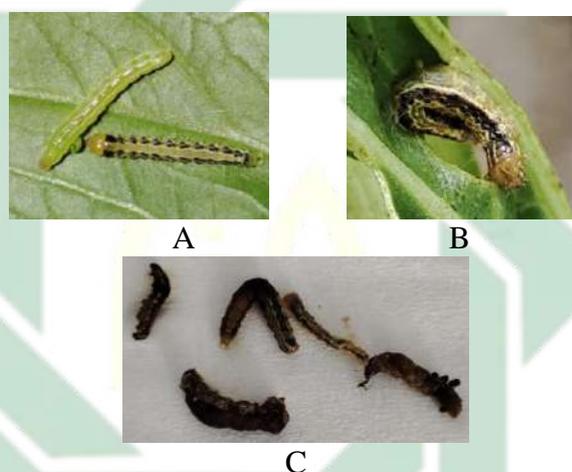
Ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas ulat krop dilakukan selama dua minggu dengan total enam kali penyemprotan. Jumlah ulat yang mati dihitung dan diamati seiring/mengikuti waktu penyemprotan pestisida. Hasil mortalitas ulat tritip disajikan dalam bentuk Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Mortalitas *Crocidolomia pavonana* (Ulat Krop)

Kelompok Perlakuan	Mortalitas (%) pada Penyiraman ke-4	P-value
Aquades	0	0,000
Kimia	80	
5%	53	
15%	73	
20%	80	
25%	93	
35%	93	

Tabel diatas menunjukkan jika mortalitas pada ulat krop tertinggi yaitu pada konsentrasi 25% dan 35% yang dapat membunuh sekitar 93% ulat krop pada penyiraman ke empat, yang dimana ekstrak belimbing wuluh sebagai pestisida nabati sudah dikatakan sangat efektif (Tabel 3.3) untuk mengatasi hama (ulat krop) pada tanaman sawi. Jika dilihat pada grafik (Gambar 4.7), ulat krop yang mempunyai mortalitas tertinggi kedua setelah ulat grayak dengan persentase mortalitas 93%. Tabel 4.5 diatas juga terdapat kontrol negatif yang berupa aquades yang menunjukkan jika tidak ada mortalitas ulat

yang artinya semua ulat yang diberi perlakuan kontrol negatif semua hidup. Kontrol positif yang berupa pestisida kimia menunjukkan mortalitas ulat sebesar 80%. Dari Tabel tersebut terlihat jika setiap konsentrasi menunjukkan hasil mortalitas yang berda-beda. Kontrol positif dalam penelitian ini menggunakan pestisida kimia Demolish 18 EC yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan respon hama (ulat tritip) terhadap ekstrak daun belimbing wuluh sebagai pestisida nabati.



Gambar 4. 9 *Plutella xylostella* Hidup (A) *Plutella xylostella* Mati (B dan C)
(Dokumen Pribadi, 2023)

Secara visual kematian dari *Crocidolomia pavonana* (Ulat Krop) memiliki ciri warna tubuh menjadi kecoklatan dan gelap, tubuh menjadi lunak, ukuran tubuh menyusut, dan tubuh menjadi kering. Ciri-ciri kematian pada ulat secara visual tersebut sejalan dengan penelitian Afidah dan Yuliani (2014) yang menyatakan jika ciri-ciri kematian pada larva akibat pestisida alami yaitu perubahan pada tubuh yang mengering, ukuran tubuh yang semakin kecil, perubahan warna kulit tubuh menjadi gelap, keluarnya cairan pada tubuh, dan tidak bergerak jika di sentuh. Moniharapon dkk (2021) juga menjelaskan jika mortalitas hama *Crocidolomia pavonana* (Ulat Krop) yang mati akibat pestisida kimia terlihat ciri-ciri kematian yang pada awalnya ulat

tersebut bergerak aktif, namun setelah diberikan perlakuan berupa pestisida alami ulat tersebut mengalami tubuh yang lemas, tubuh yang awalnya berwarna hijau berubah menjadi coklat kehitaman, tubuh mengering, jika di sentuh tubuh tidak bergerak. Hal tersebut diduga karena hama *Crocidolomia pavonana* (Ulat Krop) mengalami serangan akibat pestisida alami yang disebut dengan racun perut.

Racun perut atau yang dikenal dengan *stomach poisoning* adalah efek dari senyawa-senyawa kimia yang berupa alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, dan glikosida yang kerjanya menghambat daya makan larva. Oleh karena itu apabila senyawa-senyawa tersebut masuk dalam tubuh ulat, yang akan terjadi adalah terganggunya alat pencernaan pada ulat. Hal ini akan mengakibatkan stimulus rasa sehingga ulat tersebut tidak mampu untuk mengenali makanannya dan akhirnya akan mati dengan kondisi kelaparan (Ahmed, 2009 ; Budiasti dkk, 2016). Perubahan warna menjadi hitam atau terlihat gosong pada seluruh tubuh *Crocidolomia pavonana* dikarenakan rusaknya kutikula. Racun hama (pestisida alami) yang langsung bersentuhan dengan kutikula ulat *Crocidolomia pavonana* dapat langsung bereaksi karena larutan ekstrak daun belimbing wuluh bersifat apolar sehingga mudah untuk menyerap dan menembus melalui kutikula dan akhirnya menyebar keseluruhan bagian tubuh (Nurhudiman dkk, 2018).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Tuti dkk (2019) ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 5% dapat mengganggu dan mampu memperlambat waktu pertumbuhan larva *Crocidolomia pavonana*. Dalam penelitian tersebut juga menyatakan jika setiap jenis ekstrak pada

konsentrasi tertentu mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap lama perkembangan larva *Crociodolomia pavonana*. Jika dilihat dari penelitian penulis pada konsentrasi 5% ulat krop mengalami kematian dengan mortalitas 53%

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui data tersebut tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, oleh karena itu uji signifikansi akan dilakukan dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* yang menghasilkan nilai P-value $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh/perbedaan yang signifikan pada persentase mortalitas ulat grayak dalam tanaman sawi pakcoy di berbagai kelompok konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 5%, 15%, 25%, 30%, dan 35%. Apabila pada uji *Kruskal Wallis* menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan dengan nilai *p-value* $< 0,05$ maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui kombinasi mana yang memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik. Hasil statistik *Mann Whitney* dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil Statistik Mann Whitney *Crociodolomia pavonana* (Krop)

	Aquades	Kimia	5%	15%	25%	30%	35%
Aquades		0,034*	1,000	0,034*	0,005*	0,005*	0,001*
Kimia			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5%				1,000	1,000	1,000	1,000
15%					1,000	1,000	1,000
25%						1,000	1,000
30%							1,000
35%							

Pada Tabel 4.6 diatas diketahui bahwa formulasi pestisida dengan persentase mortalitas ulat *Crociodolomia pavonana* (Krop) paling signifikan

adalah aquades dengan pestisida pada konsentrasi 15%, 25%, 30%, dan 35%. Karena pada aquades menunjukkan mortalitas/kematian ulat dengan jumlah yang paling sedikit dan paling rendah. Perbedaan persentase mortalitas ulat *Plutella xylostella* yang nyata atau signifikan secara statistik ditunjukkan oleh perlakuan antara pestisida dengan formula aquades dan kimia, aquades dengan konsentrasi 15%, aquades dengan konsentrasi 25%, aquades dengan konsentrasi 30%, dan aquades dengan konsentrasi 35% (yang di tunjukkan dengan tanda bintang nilai sig < 0,05). Artinya, pestisida yang menggunakan formula kimia, konsentrasi 15%, 25%, 30%, dan 35% dapat meningkatkan persentase mortalitas secara signifikan apabila dibandingkan dengan pestisida yang hanya menggunakan aquades.

4.6 Mortalitas *Plutella xylostella* (Ulat Tritip)

Ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas ulat Tritip dilakukan selama dua minggu dengan total enam kali penyemprotan. Jumlah ulat yang mati dihitung dan diamati seiring/mengikuti waktu penyemprotan pestisida.

Hasil mortalitas ulat grayak disajikan dalam bentuk Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Hasil Mortalitas *Plutella xylostella* (Tritip)

Kelompok Perlakuan	Mortalitas (%) pada Penyiraman ke-4	P-value
Aquades	0	0,001
Kimia	87	
5%	67	
15%	87	
20%	93	
25%	93	
35%	100	

Tabel 4.7 diatas menunjukkan jika mortalitas pada ulat tritip tertinggi yaitu pada konsentrasi 35% yang dapat membunuh sekitar 100% ulat tritip pada penyiraman ke empat, yang dimana ekstrak belimbing wuluh sebagai pestisida nabati sudah dikatakan sangat efektif (Tabel 3.3) untuk mengatasi hama (ulat tritip) pada tanaman sawi. Akan tetapi jika menggunakan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh 15% juga sudah lebih dari cukup untuk membunuh hama ulat krop, karena merujuk pada pernyataan Kurniawan dkk (2013) yang menyatakan mencegah serangga untuk merusak tanaman adalah lebih baik dari pada harus mematikan hingga mortalitas 100%, karena serangga hama dapat dijadikan sebagai biokontrol. Mortalitas dengan 87% juga sudah dikatakan sangat efektif (Tabel 3.3) sebagai pestisida nabati sehingga sudah cukup baik untuk dijadikan sebagai pestisida untuk mengusir hama ulat tritip dengan konsentrasi 15%

Tabel 4.7 diatas juga terdapat kontrol negatif yang berupa aquades yang menunjukkan jika tidak ada mortalitas ulat yang artinya semua ulat yang diberi perlakuan kontrol negatif semua hidup. Kontrol positif yang berupa pestisida kimia menunjukkan mortalitas ulat sebesar 87%, yang dimana kontrol positif dalam penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan respon hama (ulat tritip) terhadap ekstrak daun belimbing wuluh sebagai pestisida nabati.

Seperti dengan ulat grayak dan krop, ulat tritip memiliki visual dengan ciri kematian yang sama yaitu warna tubuh menjadi kecoklatan, ukuran tubuh menyusut, dan tubuh menjadi kering. dapat dilihat (Gambar 4.10) ulat yang masih hidup memiliki warna yang segar yaitu hijau muda dan aktif untuk

bergerak untuk makan. Ketika pestisida nabati di aplikasikan pada sawi untuk membunuh hama perubahan fisik dan warna pada ulat tersebut berubah menjadi kecoklatan, ukuran tubuh yang menyusut/mengecil, dan tubuh yang kering. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Permatasari dkk (2020) ciri-ciri larva yang terkena insektisida ditandai dengan tubuh larva yang kaku mengering akibat keluarnya cairan yang berlebih pada tubuh larva hingga menyisakan kuikulanya saja serta warna kutikula menghitam. Hal tersebut dapat terjadi diduga karena larva sangat minim untuk menerima rangsangan serta beraktifitas hingga menyebabkan larva tersebut mati. Hidayati dan Yuliani (2013) menyatakan bahwa senyawa tanin memiliki fungsi sebagai astringen dengan menyusutkan jaringan menutup dan struktur protein pada kulit sehingga zat mukosa menghambat perkembangan yang akan menyebabkan jaringan kulit pada larva menyusut dan kering. Larva yang mati tubuhnya akan mengalami kulit yang kering diiringi dengan tubuh yang menyusut, dan warna tubuh menjadi lebih gelap.



A



B

Gambar 4. 10 *Plutella xylostella* Hidup (A) *Plutella xylostella* Mati (B)
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Ketiga jenis ulat yang telah di paparkan ciri-ciri kematian akibat pestisida nabati cenderung sama dan dikarenakan dari efek dari ekstrak daun belimbing wuluh yang didalamnya terkandung senyawa-senyawa aktif yang berguna sebagai mengusir hama. Pada umumnya mekanisme kerja pestisida nabati dari ekstrak daun belimbing wuluh dalam membunuh larva yaitu zat toksik yang masuk melalui kontak dengan kulit kemudian setelah pengaplikasian zat toksik tersebut masuk menembus kutikula, trakea, dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Zat toksik tersebut melarutkan lemak atau lapisan lilin yang terdapat pada kutikula sehingga yang terjadi adalah bahan aktif yang terkandung dalam ekstrak belimbing wuluh menembus tubuh larva. Dinding tubuh yang terdapat pada larva adalah bagian tubuh yang dapat menyerap senyawa bioaktif yang terkandung dalam pestisida nabati dalam jumlah yang besar (Syah dkk, 2016). Tidak hanya itu, zat toksik yang terkandung dalam pestisida dapat masuk melalui mulut dan makanan yang ulat makan. Ketika zat tersebut masuk dalam mulut, zat toksik tersebut akan menghambat metabolisme sel dan menghambat pembentukan energi yang digunakan sebagai sumber energi bagi larva. Hal tersebut yang menyebabkan kematian pada larva (Hasnah dkk, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Meilani (2018) mengenai ekstrak buah belimbing wuluh dengan menggunakan konsentrasi 25% mampu membuat kematian pada ulat *Plutella xylostella* dengan mortalitas hingga 92,5% hal tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti jika ekstrak buah belimbing wuluh mampu menghasilkan mortalitas hingga 93% pada konsentrasi ekstrak 25% (Gambar 4.7).

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui data tersebut tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, oleh karena itu uji signifikansi akan dilakukan dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* yang menghasilkan nilai *P-value* < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh/perbedaan yang signifikan pada persentase mortalitas ulat grayak dalam tanaman sawi pakcoy di berbagai kelompok konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 5%, 15%, 25%, 30%, dan 35%, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh/perbedaan yang signifikan pada persentase mortalitas ulat tritip dalam tanaman sawi pakcoy dalam arti lain perbedaan konsentrasi pestisida ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap persentase mortalitas ulat tritip. Apabila pada uji *Kruskal Wallis* menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui kombinasi mana yang memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik. Tabel hasil statistik Mann Whitney *Plutella xylostella* (Tritip) dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4. 8 Hasil Statistik Mann Whitney *Plutella xylostella* (Tritip)

	Aquades	Kimia	5%	15%	25%	30%	35%
Aquades		0,075	1,000	0,299	0,075	0,003*	0,003*
Kimia			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5%				1,000	1,000	0,327	0,327
15%					1,000	1,000	1,000
25%						1,000	1,000
30%							1,000
35%							

Pada Tabel 4.8 diatas diketahui bahwa formulasi pestisida dengan persentase mortalitas ulat *Plutella xylostella* (Tritip) paling signifikan adalah

aquades dengan pestisida pada konsentrasi 30% dan 35%, karena pada aquades menunjukkan mortalitas/kematian ulat dengan jumlah yang paling sedikit dan paling rendah. Perbedaan persentase mortalitas ulat *Plutella xylostella* (Tritip) yang nyata atau signifikan secara statistik ditunjukkan oleh perlakuan antara pestisida dengan formula aquades dengan konsentrasi 30% dan aquades dengan konsentrasi 35% (yang di tunjukkan dengan tanda bintang nilai sig < 0,05). Artinya, pestisida yang menggunakan formula konsentrasi 30% dan 35% dapat meningkatkan persentase mortalitas secara signifikan apabila dibandingkan dengan pestisida yang hanya menggunakan aquades. Jika dilihat pada grafik Gambar 4.7 mortalitas ulat tritip pada konsentrasi 30% dan 35% adalah 93% - 100%.

Suatu pestisida nabati dapat dikatakan berpengaruh secara signifikan jika dalam penggunaan pestisida nabati memiliki efek dari mortalitas yang tinggi dengan konsentrasi sekecil mungkin hingga tidak membunuh larva hingga 100% (Amelia, 2022). Menurut Hayati dan Yuliani (2013) Pada konsep pengendalian hayati, usaha mencegah terjadinya kerusakan pada suatu tanaman yang diakibatkan oleh serangan hama lebih baik diutamakan dari pada mematikan hama 100%. Maksud dari hal tersebut yaitu hama sebagai musuh alami yang selalu tersedia dalam tingkat populasi rendah. Musuh alami tersebut dapat berfungsi sebagai biokontrol yang dapat mengendalikan populasi dalam serangga hama. Pernyataan tersebut juga didukung dengan penelitian Kurniawan dkk (2013) yang menyatakan mencegah serangga untuk merusak tanaman adalah lebih baik dari pada harus

mematikan hingga mortalitas 100%, karena serangga hama dapat dijadikan sebagai biokontrol.

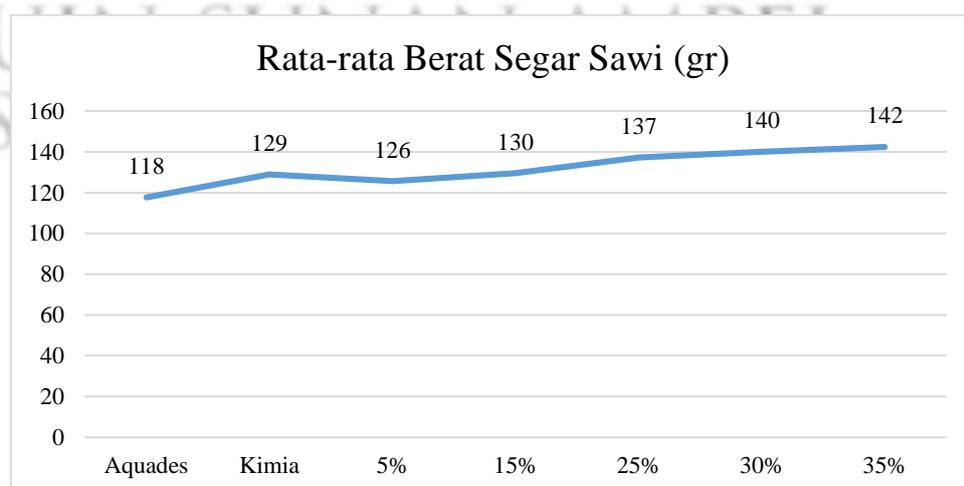
Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak daun belimbing wuluh menyebabkan mortalitas pada ulat grayak, krop, dan tritip dengan nilai persentase mortalitas kurang dari 100% sehingga ekstrak daun belimbing wuluh tersebut dapat digunakan sebagai pengendalian hama pada suatu tanaman terutama pada tanaman sayur tanpa memberikan efek yang negatif. Dalam hal ini yang dimaksudkan yaitu tanpa menghilangkan 100% musuh alami hama pada suatu tanaman.

4.7 Berat Segar Pada Sawi Pakcoy Setelah Pemberian Hama Dan Penyemprotan Pestisida

Tanaman sawi yang berumur 45 hari kemudian dipanen dan ditimbang untuk mengetahui berat segar. Penimbangan berat segar dilakukan ketika sesudah pengamatan uji pestisida. Pengukuran yang diperoleh menunjukkan apabila semakin tinggi dosis pestisida nabati yang diberikan pada tanaman sawi maka berat segar pada tanaman sawi juga akan mengalami peningkatan. Hal tersebut diduga karena semakin tinggi dosis yang diberikan maka hama yang terdapat pada area tanaman sawi akan mati sehingga kerusakan tanaman pun akan semakin berkurang. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan (Julaily & Murkalina, 2013) Tinggi rendahnya berat segar pada suatu tanaman dipengaruhi oleh ada tidaknya serangan hama. Gambar grafik rata-rata berat segar sawi dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Pada Gambar 4.11 grafik tersebut menyatakan jika berat segar tertinggi pada tanaman sawi yaitu pada dosis 35% dengan berat segar 142 gr,

sedangkan berat segar terendah yaitu pada aquades dengan berat segar 118 gr. Hal tersebut diduga karena pada kontrol negatif (aquades) tidak diaplikasikan pestisida nabati sehingga pada formula aquades semua tanaman terserang oleh hama yang menyebabkan berat segar menurun. Dalam hal ini sesuai dengan teori (Salisbury dan Ross, 1995 ; Hanum dan Suhartini, 2018) yaitu senyawa yang terdapat pada daun belimbing wuluh memiliki kandungan yang tidak disukai oleh larva, oleh sebab itu aktifitas makan ulat yang berkurang sehingga menyebabkan berat segar dengan pengaplikasian ekstrak daun belimbing wuluh lebih tinggi di bandingkan dengan berat segar dengan pengaplikasian kontrol negatif (aquades). Rendahnya berat basah pada tanaman sawi juga di pengaruhi oleh aktifitas metabolisme tanaman, kandungan air jaringan, hasil metabolisme, dan unsur hara. Tanaman sawi yang diserang oleh hama pada bagian titik tumbuhnya akan menyebabkan terhambatnya metabolisme suatu tanaman sehingga membuat tanaman layu dan rusak. Hal itu lah yang menyebabkan berat segar pada tanaman lebih rendah (Hakiki dan Suhartini, 2018).



Gambar 4. 11 Grafik Rata-Rata Berat Sawi
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan Gambar 4.11 dilakukan Uji normalitas dan homogenitas pada berat segar sawi dengan nilai $P\text{-value} > 0,05$ yang artinya data pengamatan tersebut terdistribusi normal dan homogen, oleh karena itu uji pengaruh akan dilakukan dengan menggunakan *Anova One-Way* yang menghasilkan $p\text{-value}$ sebesar 0,000, yang artinya nilai tersebut $< 0,05$ sehingga dapat di simpulkan bahwa terdapat perbedaan berat sawi yang dihasilkan pada masing-masing larutan. Dalam arti lain formula larutan yang digunakan berpengaruh terhadap berat sawi.

Karena hasil *Anova One-way* menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang disebabkan oleh variasi larutan, maka dilanjut dengan uji Post Hoc untuk mengetahui ada atau tidaknya beda tanya antar perlakuan. hasil uji *Post Hoc* pada berat Segar swi dapat dilihat pada Tabel 4.9. Perlakuan dengan *superscript* yang sama tidak menghasilkan nilai rata-rata yang berbeda, sedangkan perlakuan dengan *superscript* berbeda artinya menghasilkan nilai rata-rata yang berbeda secara signifikan karena adanya kombinasi perlakuan. Contoh pada Tabel 4.9 larutan kimia memiliki *superscript* bc dan larutan ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 15% memiliki *superscript* bc, artinya berat segar sawi yang akan dihasilkan dari larutan kimia dan ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 15% tidak berbeda signifikan. Begitupula aquades dengan larutan ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 5%, aquades memiliki *superscript* a sedangkan larutan ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi 5% memiliki *superscript* ab, kedua larutan tersebut sama-sama memiliki *superscript* a walaupun larutan ekstrak daun belimbing wuluh dengan

konsentrasi 5% memiliki *superscript* a dan b, maka kedua larutan tersebut tidak menghasilkan berat segar sawi yang signifikan juga. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4. 9 Uji Post Hoc (Duncan) Berat Segar Sawi

Perlakuan	Duncan
	Hasil duncan \pm Std deviation
Aquades	117,6 \pm 12,095 ^a
Kimia	129 \pm 4,950 ^{bc}
5%	125,6 \pm 5,550 ^{ab}
15%	129,6 \pm 8,735 ^{bc}
25%	137,2 \pm 8,843 ^{cd}
30%	140 \pm 8 ^{cd}
35%	142,4 \pm 3,209 ^d

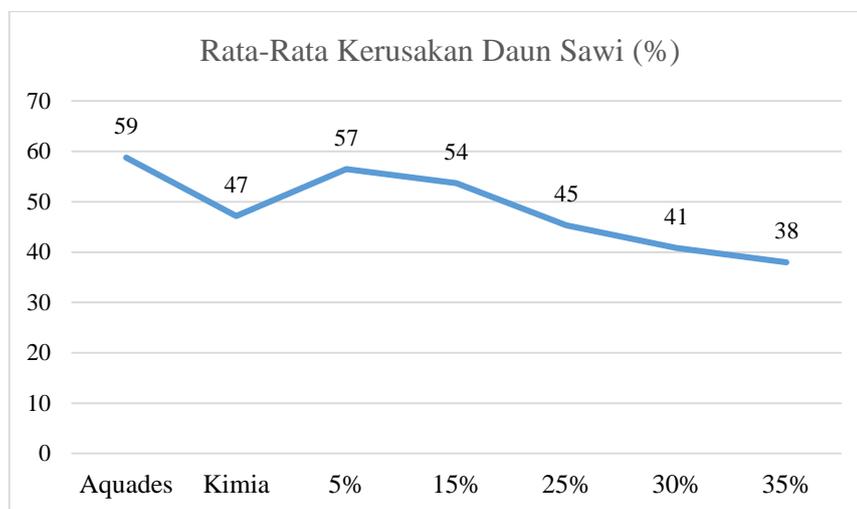
Keterangan: subset 1 *superscrib* a, subset 2 *superscrib* b, subset 3 *superscrib* c, subset 4 *superscrib* d

Tabel 4.9 perlakuan yang menghasilkan rata-rata berat segar sawi paling besar adalah perlakuan dengan menggunakan larutan konsentrasi 35% dengan nilai rata-rata berat segar sawi sebesar 142gr. Konsentrasi ekstrak 35% tidak memiliki nilai rata-rata yang berbeda dengan konsentrasi 25% dan 30%. Perlakuan ini memberikan hasil yang berbeda signifikan dengan perlakuan Aquades, Kimia, 5%, dan 15% karena nilai rata-rata berat segar sawi yang dihasilkan lebih kecil dari konsentrasi ekstrak 25%, 30%, dan 35%. Artinya apabila menginginkan berat segar sawi yang besar, maka lebih baik menggunakan larutan pestisida nabati yang dimulai pada konsentrasi 25% untuk menghasilkan berat segar sawi yang besar.

4.8 Kerusakan daun akibat Hama

Pada penelitian ini salah satu parameter yang diamati adalah tingkat kerusakan daun akibat aktifitas makan larva ulat grayak, ulat tritip, dan ulat krop. Tingkat kerusakan daun dilakukan ketika akhir penelitian, dengan menghitung jumlah daun yang ada pada tanaman sawi dan dihitung dengan

menggunakan rumus. Grafik rata-rata kerusakan daun dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4. 12 Grafik Kerusakan Daun Pada Sawi
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerusakan tanaman sawi mulai dari yang tinggi sampai rendah yaitu aquades, 5%, 15%, kimia, 25%, 30%, dan 35%. Tingkat kerusakan daun sawi terbanyak pada aquades karena tidak ada kandungan ekstrak daun belimbing wuluh pada saat dilakukan penyemprotan, sehingga ulat-ulat tersebut dapat melakukan aktifitas makan sampai menyebabkan tingkat kerusakan 59%. Tingkat kerusakan tanaman daun pada sawi turun seiring dengan meningkatnya dosis ekstrak belimbing wuluh. Tingkat kerusakan daun tanaman sawi akibat aktifitas makan ulat yang paling rendah pada dosis 35% dengan rata-rata kerusakan 38%. Sedangkan untuk dosis kimia tingkat kerusakan daunnya hampir sama dengan penggunaan dosis ekstrak daun belimbing wuluh 25%. Hal ini disebabkan adanya zat *antifeedant* yang berpengaruh terhadap penghambatan daya makan ulat. Saponin yang menempel pada daun sawi memberikan efek rasa

pahit, sehingga mengurangi daya dalam aktifitas makan yang menyebabkan larva mati akibat kelaparan (Hartono, 2022 ; Purwianshari, 2017).

Menurut (Prawesti dan Suryadarma, 2017) menurunnya tingkat kerusakan daun yang diiringi dengan meningkatnya dosis pada ekstrak daun belimbing wuluh berkaitan dengan beberapa senyawa aktif (glokisida, saponin, terpenoid, alkaloid, dan flavonoid) yang semakin besar jumlahnya. Hasil penelitian dari Gaol dkk (2019) membuktikan jika semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh maka tingkat kerusakan daun pada sawi akan semakin rendah begitupun sebaliknya.



Gambar 4. 13 Kondisi Daun Sebelum Hama Menyerang (A)
Kondisi Kerusakan Daun Akibat Hama (B)
(Dokumen Pribadi, 2023)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh peneliti pada tanaman sawi terhadap berbagai dosis ekstrak daun belimbing wuluh, tidak ada perubahan pada kondisi tanaman akibat pengaruh penyemprotan ekstrak daun belimbing wuluh. Hal tersebut berarti ekstrak daun belimbing wuluh yang di aplikasikan pada tanaman sawi tidak mempengaruhi perubahan tanaman sawi dari segi warna daun. Warna daun sawi setelah dilakukan penyemprotan pestisida nabati daun tetap hijau seperti warna sebelum penyemprotan pestisida nabati. Penggunaan pestisida nabati dari ekstrak daun belimbing wuluh berdasarkan hasil pengamatan tidak mempengaruhi kondisi fisik tanaman sawi sehingga tidak menurunkan kualitas tanaman sawi itu

sendiri. Penggunaan ekstrak daun belimbing wuluh akan menekan serangga yang menyerang daun tersebut sehingga dampak kerusakan akan berkurang. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Tjokronegoro, 1987 ; Prawesti dan Suryadarma, 2017) bahwa penggunaan pestisida nabati mempunyai beberapa keuntungan, seperti memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi dari pada pestisida dengan racun anorganik, karena susunan molekul dari pestisida nabati sebagian besar terdiri atas nitrogen, karbon, hidrogen, dan oksigen yang mudah terurai menjadi senyawa-senyawa yang tidak membahayakan lingkungan.



Gambar 4. 14 Kondisi Daun Setelah Penyemprotan Pestisida Nabati (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan Gambar 4.12 dilakukan Uji normalitas dan homogenitas pada berat segar sawi dengan nilai $P\text{-value} > 0,05$ dan menyimpulkan bahwa data pengamatan terdistribusi normal dan homogen, oleh karena itu uji pengaruh akan dilakukan dengan menggunakan *Anova One-Way* yang menghasilkan $p\text{-value}$ sebesar 0,048 yang artinya nilai tersebut $< 0,05$ sehingga dapat di simpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan berat sawi yang dihasilkan pada masing-masing larutan. Dalam arti lain formula larutan yang digunakan berpengaruh terhadap kerusakan daun.

Karena hasil Anova One-way menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang disebabkan oleh variasi larutan, maka di lanjut dengan uji *Post*

Hoc (Duncan) untuk mengetahui ada atau tidaknya beda nyata antar perlakuan. Hasil uji *Post Hoc* disajikan pada Tabel 4. 10

Tabel 4. 10 Uji *Post Hoc (Duncan)* Kerusakan Daun

Perlakuan	Duncan
	Rata-rata Hasil duncan \pm Std deviation
Aquades	58,7600 \pm 7,17756 ^a
Kimia	47,1380 \pm 10,05355 ^{bc}
5%	56,5000 \pm 9,28709 ^{ab}
15%	53,6640 \pm 11,00553 ^{bc}
25%	45,3320 \pm 17,21630 ^{cd}
30%	40,8320 \pm 8,54059 ^d
35%	38,000 \pm 12,54990 ^d

Keterangan: subset 1 *superscrib* a, subset 2 *superscrib* b, subset 3 *superscrib* c, subset 4 *superscrib* d

Tabel 4.10 perlakuan yang menghasilkan persentase kerusakan daun paling kecil adalah perlakuan dengan menggunakan larutan konsentrasi 35% dengan nilai rata-rata persentase sebesar 38%. Konsentrasi ekstrak 35% tidak memiliki nilai rata-rata yang berbeda dengan konsentrasi 25% dan 35%. Perlakuan ini memberikan hasil yang berbeda signifikan dengan perlakuan Aquades, Kimia, 5%, dan 15% karena nilai rata-rata kerusakan daun yang dihasilkan lebih kecil dari konsentrasi ekstrak 25%, 30%, dan 35%. Artinya apabila menginginkan persentase kerusakan daun yang lebih kecil, maka lebih baik menggunakan larutan pestisida nabati yang dimulai pada konsentrasi 25% untuk menghasilkan kerusakan daun yang lebih lebih kecil.

4.9 Intergrasi Sains dan Islami Mengenai Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Sebagai Pestisida Nabati

Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuhan yang baik dan banyak akan manfaat. Berbagai macam manfaat yang Allah SWT kandungkan dalam tumbuhan-tumbuhan adalah salah satu bukti kekuasaan

Allah SWT yang perlu untuk umat manusia syukuri. Oleh sebab itu kita sebagai manusia patut untuk bersyukur atas nikmat tersebut. Sebagaimana Allah telah berfirman Pada QS. Al-A'raf (07:133)

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

Artinya : Maka, Kami kirimkan kepada mereka (siksa berupa) banjir besar, belalang, kutu, katak, dan darah (air minum berubah menjadi darah) sebagai bukti-bukti yang jelas dan terperinci. Akan tetapi, mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum pendurhaka.

Ayat diatas berdasarkan tafsir Wajiz 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, sebagai bukti-bukti yang jelas agar mereka beriman. Tetapi watak mereka memang keras dan hati mereka pun membatu, sehingga mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum pendurhaka yang selalu berdosa.

Dalam hal tersebut sama halnya dengan ulat yang merupakan serangga dengan menyerang hasil tanaman hingga membuat kerugian para petani. Dengan hal itu perlu adanya pestisida yang ramah lingkungan untuk mengkondisikan serangan hama. salah satu tanaman yang dapat dijadikan ebagai obat untuk penghilang hama yaitu ekstrak daun daun belimbing wuluh.

Adanya kandungan senyawa-senyawa alami yang berada pada ekstrak daun belimbing wuluh yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati yang menjadi salah satu bukti kekuasaan Allah SWT, yang dimana manfaat dari ekstrak daun belimbing wuluh beserta kandungannya dapat memberikan hasil mortalitas pada ulat, sebagaimana yang telah Allah jelaskan dalam Al-Qur'an Surat Taha (20:53) :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَوَسَّلَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ
شَتَّى

Artinya : *(Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan dan meratakan jalan-jalan di atasnya bagimu serta menurunkan air (hujan) dari langit. ” Kemudian, Kami menumbuhkan dengannya (air hujan itu) beraneka macam tumbuh-tumbuhan.*

Makna ayat diatas berdasarkan tafsir kemenag RI adalah Tuhanlah, yang menurunkan air hujan dari langit yang menyebabkan tumbuhnya tanaman dan buah-buahan yang bermacam-macam cita rasanya, ada yang masam, ada yang manis, bermacam ragam dan jenis dan manfaatnya. Ada yang layak untuk manusia, dan ada yang baik untuk binatang yang kesemuanya itu menunjukkan atas besarnya karunia dan banyaknya nikmat yang dilimpahkan Allah kepada semua hamba-Nya. Dari ayat dan tafsiran tersebut menjelaskan bahwa banyak sekali jenis-jenis tumbuhan yang ada di bumi ini dengan adanya air hujan. Tumbuh-tumbuhan yang hidup tersebut banyak memiliki manfaat terutama untuk manusia dan makhluk hidup yang lainnya.

Dalam hal ini dapat di dapat dijadikan sebagai obat untuk manusia dan obat untuk hewan, yang dimana maksud dari obat untuk hewan adalah sebagai obat penghilang hama untuk sumber kehidupan bagi satu tanaman supaya

terbebas dari hama. Sebagaimana halnya Allah SWT juga berfirman dalam Q.S Asy-Syu'ara' (26:7)

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya : *Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami telah menumbuhkan di sana segala jenis (tanaman) yang tumbuh baik?*

Makna ayat diatas berdasarkan tafsir Wajiz 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?

Dalam ayat dan tafsiran diatas dapat diambil suatu pelajaran bahwa tidak ada yang sia-sia dalam penciptaan-Nya terutama mengeni tanaman yang baik, penuh akan manfaat dan khasiat supaya makhluk-Nya berusaha dalam mencari tanaman yang baik untuk dilakukan penelitian terhadap tanaman tersebut, contohnya pada tanaman daun belimbing wuluh. Tugas manusia tinggal bagaimana mempelajari, mengelolah, serta meneliti dengan otak/akal/pikiran manusia.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

1. Konsentrasi minimal ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif untuk membunuh serangga hama yaitu pada konsentrasi yang dimulai dari 20% karena pada konsentrasi tersebut sudah dapat membunuh serangga hama

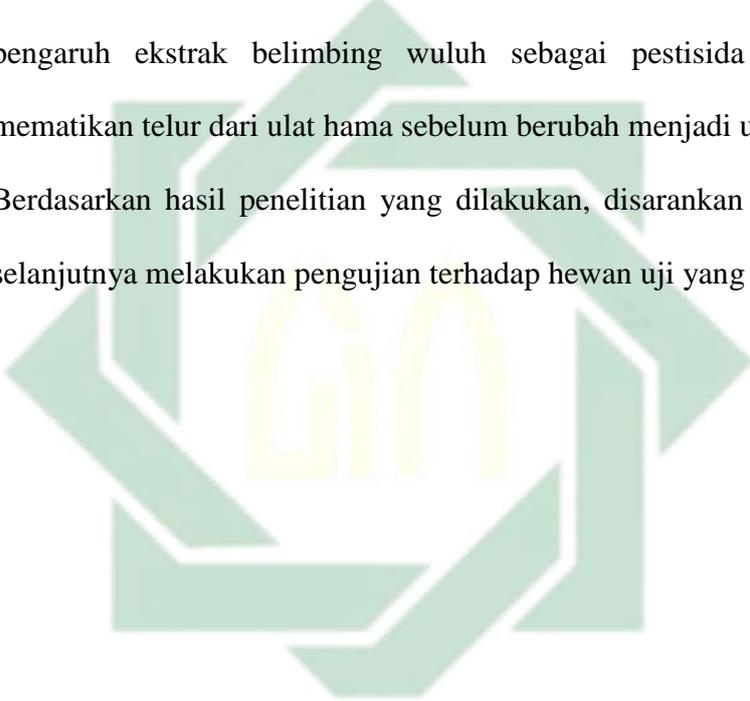
dengan mortalitas diatas 50% yang mana dengan mortalitas tersebut sudah dikatakan efektif untuk dijadikan sebagai pestisida nabati. Selanjutnya kemampuan membunuh hama akan semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh.

2. Ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif terhadap mortalitas ulat grayak yaitu dengan menggunakan konsentrasi 25%, yang mana dengan konsentrasi tersebut dapat membunuh ulat grayak hingga 80%, Ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif terhadap mortalitas ulat krop yaitu dengan menggunakan konsentrasi 20%, yang mana dengan konsentrasi tersebut dapat membunuh ulat grayak hingga 80%, dan Ekstrak daun belimbing wuluh yang efektif terhadap mortalitas ulat tritip yaitu dengan menggunakan konsentrasi 20%, yang mana dengan konsentrasi tersebut dapat membunuh ulat grayak hingga 93%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka mortalitas yang didapatkan akan semakin banyak.
3. Konsentasi ekstrak daun belimbing wuluh yang optimal untuk digunakan dalam meningkatkan berat segar sawi dimulai dari konsentrasi 25% karena konsentrasi tersebut dapat menghasilkan berat segar sawi sebesar 137 gr, yang mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka akan semakin miningkat pula berat segar sawi yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh yang optimal unuk menurunkan kerusakan daun yaitu dimulai dengan menggunakan konsentrasi esktrak 25% karena konsentrasi tersebut dapat menurunkan kerusakan daun sebesar 45%, yang mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka dapat

menurunkan/meminimalisir kerusakan daun akibat hama. Sehingga dapat dikatakan jika ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh terhadap berat segar dan kerusakan daun akibat serangan hama.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengamatan pestisida nabati dengan ekstrak daun belimbing wuluh mulai dari fase telur hingga imago untuk mengetahui pengaruh ekstrak belimbing wuluh sebagai pestisida nabati dapat mematikan telur dari ulat hama sebelum berubah menjadi ulat
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, disarankan untuk peneliti selanjutnya melakukan pengujian terhadap hewan uji yang lain.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abi Sanjaya, A., Yaku, A., & Lindongi, L. E. (2017). Penggunaan Ekstrak Daun Sirsak, Daun Babadotan, Serai, Daun Pepaya, Dan Buah Mengkudu Sebagai Insektisida Nabati Dalam Pengendalian *Plutella xylostella* (Lepidoptera: *Plutellidae*) Pada Tanaman Sawi. *Jurnal Agrotek*, 5(6), 51-57
- Adiba, A., Dewi, Y. A., Kapli, H. (2018). Pengaruh Nutrisi Ab Mix Dan Jenis Media Pada Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L*) Dan Selada (*Lactuca Sativa*) Hidroponik. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*. 1(1). 136-140
- Adibah, F., Fauzi, M. T., & Haryanto, H. (2023). Uji Konsentrasi Pestisida Nabati Ekstrak Daun Jarak Pagar Terhadap Hama Ulat Bawang Merah *Spodoptera Exigua Hubn.* *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 2(1), 91-99.
- Adiwibowo, M. T., Herayati, H., Erlangga, K., & Fitria, D. A. (2020). Pengaruh Metode Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Saponin Dalam Ekstrak Buah, Daun, Dan Tangkai Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa Bilimbi L.*) Untuk Aplikasi Detergen. *Jurnal Integrasi Proses*, 9(2), 44-50.
- Adjeng, A. N. T., Hairah, S., Herman, S., Ruslin, R., Fitrawan, L. O. M., Sartinah, A., Ali, N.F.M., & Sabarudin, S. (2020). Skrining Fitokimia Dan Evaluasi Sediaan Sabun Cair Ekstrak Etanol 96% Kulit Buah Salak Pondoh (*Salacca Zalacca* (Gaertn.) Voss.) Sebagai Antioksidan. *Pharmauho J Farm Sains, Dan Kesehat*, 5(2), 3-6.
- Afidah, R., & Yuliani, H. T. (2014). Pengaruh Kombinasi Filtrat Umbi Gadung, Daun Sirsak, Dan Herba Anting-Anting Terhadap Mortalitas Larva Ordo Lepidoptera. *Lentera Bio*, 3(1), 45-49.
- Aflinda, N., & Armi, A. (2015). Identifikasi Jenis Tumbuhan Obat Tradisional Yang Digunakan Sebagai Obat Radang Tenggorokan Di Desa Reuhah Tuha Kecamatan Sukamakmur Aceh Besar. *Jurnal Serambi Akademica*, 3(2).
- Aksa, M., Jamaluddin, J., & Subariyanto, S. (2016). Rekayasa Media Tanam Pada Sistem Penanaman Hidroponik Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sayuran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(2), 163-168.
- Amelia, H. (2022). Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera Odollam*) Terhadap Pengendalian Hama Ordo Lepidoptera Pada Tanaman Kubis (*Brassica Oleraceae*) (*Doctoral Dissertation, Uin Sunan Ampel Surabaya*).
- Amrullah, S. H. (2019). Pengendalian Hayati (Biocontrol): Pemanfaatan Serangga Predator Sebagai Musuh Alami Untuk Serangga Hama (Sebuah Review). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 5(1)

- Anasari, N. R., Kendarini, N., & Purnamaningsih, S. L. (2017). *Interaksi Genotip × Lingkungan Pada Empat Genotip Pakchoy (Brassica rapa L.) Di Tiga Lokasi* (Doctoral Dissertation, Brawijaya University).
- Andini, A. (2020). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi Linn*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* (Doctoral Dissertation, Stikes Insan Cendekia Medika Jombang).
- Andini, S. T. (2018). Efektivitas Insektisida Nabati Dalam Mengendalikan Larva Krop Kubis (*Crociodolomia pavonana L.*) Skala Laboratorium (Doctoral Dissertation).
- Andriani, M., Permana, I. D. G. M., & Widarta, I. W. R. (2019). Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Aktivitas Antioksidan Dengan Metode *Ultrasonic-Assisted Extraction (Uae)*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3), 330-340.
- Anjani, B. P. T., & Santoso, B. B. (2022). Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Sistem Tanam Wadah Pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(1), 1-9.
- Anshary, A. (2021). Aplikasi Cendawan *Verticillium Lecanii (Hypocreales: Clavicipitaceae)* Untuk Pengendalian Kutu Putih (*Pseudococcus Sp*) Pada Tanaman Puring (*Codiaeum Variegatum*). *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(4), 1005-1012.
- Arfianto, F. (2018). Pengendalian Hama Kutu Putih (*Bemisa Tabaci*) Pada Buah Sirsak Dengan Menggunakan Pestisida Nabati Ekstrak Serai (*Cymbopogon Nardus L.*). *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 5(1), 17-26
- Armyandi, Ar, Wahyuni, D., & Fikri, K. (2022). Toksisitas Ekstrak Terpurifikasi Dengan N-Heksan Buah Kecubung (*Datura Metel L.*) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Saintifika*, 24 (1), 55-67.
- Arobi, Y., Oemry, S., & Zahara, F. (2013). Daya Predasi Cecopet (*Forficula Auricularia*)(Dermaptera: Nisolabididae) Pada Berbagai Instar Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura F.*)(Lepidoptera: Noctuidae) Di Laboratorium. *Agroekoteknologi*, 1 (2).
- Artini, P. E. U. D., Astuti, K. W., & Warditiani, N. K. (2013). Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Rimpang Bangle (*Zingiber Purpureum Roxb.*). *Jurnal Farmasi Udayana*, 2(4), 279805.
- Aryantini, D., Sari, F., & Juleha, J. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Aktif Terstandar Flavonoid Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan*, 4(2), 143-150.

- Asikin, S., & Susanti, M. A. (2018). Insektisida Nabati Rawa Terhadap Hama Pemakan Daun Tanaman Sayuran Sawi Di Lahan Rawa Pasang Surut. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(1).
- Asmara, A. P. (2017). Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dalam Ekstrak Metanol Bunga Turi Merah (*Sesbania Grandiflora* L. Pers). *Al-Kimia*, 5(1), 48-59.
- Atifah, Y., Ginting, N., & Harahap, F. S. (2017). Efektifitas Air Cucian Beras Sebagai Pestisida Alami Terhadap Hama Ulat Daunsawi. *Eksakta: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Mipa*, 2(2), 109-114.
- Azwana, A., Mardiana, S., & Zannah, R. R. (2019). Efikasi Insektisida Nabati Ekstrak Bunga Kembang Bulan (*Tithonia Diversifolia* A. Gray) Terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Sawi Di Laboratorium. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 5(2), 131-141.
- Bintoro, A., Ibrahim, A. M., Situmeang, B., Kimia, J. K. S. T. A., & Cilegon, B. (2017). Analisis Dan Identifikasi Senyawa Saponin Dari Daun Bidara (*Zhizipus Mauritania* L.). *Jurnal Itekima*, 2(1), 84-94.
- Bisyaroh, N. (2020). Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1 (2), 34-44.
- Budiasti, R., Suryadarma, I. G. P., & Suhartini, S. (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia Flava* (L.) Merr.) Sebagai Biopestisida Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* (L.)). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 5(3).
- Chakravarthy, A. K., Bhattacharyya, A., Shashank, P. R., Epidi, T. T., Doddabasappa, B., & Mandal, S. K. (2012). Dna-Tagged Nano Gold: A New Tool For The Control Of The Armyworm, *Spodoptera litura* Fab.(Lepidoptera: Noctuidae). *Afr J Biotechnol*, 11(38), 9295-9301.
- Chodijah, S., & Ratnasari, J. (2020). Kerusakan Lingkungan Menurut Sains Dan Ahmad Mustafa Al-Maraghi (Studi Tafsir Al-Maraghi Pada Surat Al-Rum Ayat 41, Al-Mulk Ayat 3-4 Dan Al-A'raf Ayat 56). *Al-Tadabbur: Jurnal Ilmu Al-Qur'an Dan Tafsir*, 5(01), 121-136.
- Damang, S. M., & Muhami, M. (2018). Daya Terima Panelis Pada Sirup Dan Dodol Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Iptek*, 2(1), 125-130
- Darmawan, R., Juliastuti, S. R., Hendrianie, N., Qadariyah, L., Wiguno, A., Firdaus, A. P., Putri, I. N. M. D., Nurfia, I., Fitria, R. N., Nisa, R. A. G., & Akbar, A. F. (2022). Pendampingan Pembuatan Pupuk Cair Berbasis Organik dan Aplikasinya Terhadap Tanaman Uji Secara Hidroponik. *Sewagati*, 6(2), 136-146.

- Devi Anggraeni, Flavia (2019). Pengaruh Mating Disruption Fheromone Hexadecenal Dan Insektisida Spinoteram, Abamektin, Assefat, Serta Pimetrozin Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi Serta Serangan Hama Penggerek Batang Padi Kuning (*Schirpophaga Incertulas Walker*) (Disertasi Doktor, Universitas Siliwangi)
- Dhiaswari, D. R., Santoso, A. B., & Banowati, E. (2019). Pengaruh Perilaku Petani Bawang Merah Dan Penggunaan Pestisida Terhadap Dampak Bagi Lingkungan Hidup Di Desa Klampok Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. *Edu Geography*, 7(3), 204-211.
- Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum Conyzoides*) Sebagai Biopestisida Hama Ulat Buah (*Helicoverpa Armigera*). *Edubiologia: Jurnal Ilmu Biologi Dan Pendidikan*, 2 (1), 35-40.
- Ergina, E., Nuryanti, S., & Pursitasari, I. D. (2014). Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave Angustifolia*) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3), 165-172.
- Evanzil, P., & Violita, V. (2022). Utilization Of Coffee Pulp (*Coffea Arabica* L.) As Addition To Nutrition To The Growth Of Mustard Plants (*Brassica juncea* L.) In Hydroponics Systems. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 1(2),1536-1546
- Fajri, L., Heiriyani, T., & Susanti, H. (2017). Pengendalian Hama Ulat Menggunakan Larutan Daun Pepaya Dalam Peningkatan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.). *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(1), 69-76.
- Ganul, T., Alang, H., & Ainulia, A. D. R. (2021). Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus Calamus* L) Terhadap Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Sawi Putih (*Brassica Pekinensis*). *Celebes Biodiversitas*, 4(1), 6-16.
- Gaol, A. N. L., Rampe, H. L., & Rumondor, M. (2019). Intensitas Serangan Akibat Hama Pemakan Daun Setelah Aplikasi Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum Conyzoides* L.) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 19(2), 93-98.
- Gita, R. S. D., & Danuji, S. (2021). Studi Keanekaragaman Tumbuhan Obat Yang Digunakan Dalam Pengobatan Tradisional Masyarakat Kabupaten Pamekasan. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 6(1), 11-23.
- Hakiki, N., & Suhartini, S. (2018). Uji Efektivitas Pestisida Nabati Campuran Biji Koro Benguk (*Mucuna Pruriens* L.), Biji Legundi (*Vitex Trifolia* L.) Dan Biji Mindi (*Melia Azedarah* L.) Untuk Pengendalian Hama *Spodoptera litura*

Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 7(5), 326-336.

- Hanum, F. T., & Suhartini, S. (2018). Pengaruh Pemberian Larutan Campuran Tanaman Sambiloto (*Andrographis Paniculata*), Pranajiwa (*Euchresta Harsfieldii*) Dan Srikaya (*Annona Squamosa*) Sebagai Pestisida Nabati Pengendali Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 7(8), 657-666.
- Harjanto, B., Hardiansyah, A. R., & Prakasya, F. (2022, March). Penyuluhan Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Chinensis*) Melalui Media Tanam Hidroponik Pada Pemuda Karang Taruna Desa Sewurejo. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Tangguh*, 1(1), 371-378.
- Hasim, H., Arifin, Y. Y., Andrianto, D., & Faridah, D. N. (2019). Ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antioksidan dan antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86-93.
- Hasnah, H., Husni, H., & Purnama, N. N. (2013). Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica Charantia*) Dalam Mengendalikan *Crocidokomia Pavonana* F. Pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek*, 8(1), 52-63.
- Hasyim, A., W. Setiawati, L. Lukman, Dan L. S. Marhaeni. 2019. Evaluasi Konsentrasi Lethal Dan Waktu Lethal Insektisida Botani Terhadap Ulat Bawang (*Spodoptera Exigua*) Di Laboratorium. *J. Hort.* 29(1): 69-80.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin Dan Saponin) Dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2), 89-98.
- Hidayanti, Y., & Asri, M. T. (2019). Pertumbuhan Ulat Grayak *Spodoptera litura* (*Lepidoptera: Noctuidae*) Pada Pakan Alami Dan Pakan Buatan Dengan Sumber Protein Berbeda. *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8(1), 2252-3979.
- Hidayati, I., Andiarna, F., & Agustina, E. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bawang Hitam (*Black Garlic*) Dengan Variasi Lama Pemanasan. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 13(1), 39-50.
- Hidayati, N. N., & Yuliani, N. K. (2013). Pengaruh Ekstrak Daun Suren Dan Daun Mahoni Terhadap Mortalitas Dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Kubis. *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi*, 1, 95-99.
- Hidjrawan, Y. (2020). Identifikasi Senyawa Tanin Pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Optimalisasi*, 4(2), 78-82

- Ibrahim, I., & Sillehu, S. (2022). Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida Kimia Yang Berisiko Pada Kesehatan Petani Hortikultura. *Jumantik (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 7(1), 7-12.
- Illing, I., Safitri, W., & Erfiana, E. (2017). Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Dinamika*, 8(1), 66-84.
- Indrasar, S. O., & Hadiwibowo, G. F. (2018). *Mutu Fisik Sediaan Sabun Mandi Cair Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Sebagai Antibakteri (Doctoral Dissertation, Akademi Farmasi Putera Indonesia Malang)*.
- Insan, R. R., Faridah, A., Yulastri, A., & Holinesti, R. (2019). Using Belimbing Wuluh ((*Averrhoa bilimbi L.*) As A Functional Food Processing Product. *Jurnal Pendidikan Tata Boga Dan Teknologi*, 1(1), 47-55.
- Jan, S., Rashid, Z., Ahngar, T.A., Iqbal, S., Naikoo, M.A., Majeed, S., Bhat, T.A., Gull, R. And Nazir, I., 2020. Hydroponics—A Review. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences*, 9(8), 1779-1787.
- Julaily, N., & Mukarlina, T. R. S. (2013). Pengendalian Hama Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*). *Jurnal Protobiont*, 2(3).
- Jumantika, I., Kholiq, A., As-Syirazi, A. S., & Agustin, A. (2022). Bi-Sikin: Realisasi Pembuatan Bioinhibitor Dari Silika Limbah Sekam Padi Dan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Sebagai Wujud Kontribusi Mahasiswa Menyukseskan Sdgs 2030. *Jurnal Ilmiah Penalaran Dan Penelitian Mahasiswa*, 6(2), 116-124.
- Kharina, R., & Suryadarma, I. G. P. (2018). Pengaruh Pemberian Larutan Daun Dan Biji Srikaya (*Annona Squamosa L.*) Sebagai Pestisida Nabati Pengendali Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura F.*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 7(8), 636-645.
- Krisman, Y., Ardiningsih, P., & Syahbanu, I. (2016). Aktivitas Bioinsektisida Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Kecoak (Periplaneta Americana). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(3).
- Krisna, K. N. P., Yusnaeni, Y., Lika, A. G., & Sudirman, S. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum Conyzoides*) Sebagai Biopestisida Hama Ulat Buah (*Helicoverpa Armigera*). *Edubiologia: Biological Science And Education Journal*, 2(1), 35-40.
- Kurniawan, N., & Yulianti & Rachmadiarti, F. (2013). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (*Toona Sinensis*) Terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* Pada Tanaman Sawi Pakcoy. *Lentera Bio*, 2(3), 203-206.

- Kurniawaty, E., & Lestari, E. E. (2016). Uji Efektivitas Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Sebagai Pengobatan Diabetes Melitus. *Jurnal Majority*, 5(2), 32-36.
- Laras, L. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Dalam Pengendalian Ulat Krop (*Crociodolomia pavonana* F.) Pada Tanaman Kubis (*Brassica Oleracea* L. Var. Capitata) (Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan Sma Kelas X Semester Ganjil) (*Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung*).
- Lestari, S., Ambarningrum, T. B., & Pratiknyo, H. (2013). Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. Dengan Pemberian Pakan Buatan Yang Berbeda. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2), 166-179.
- Lina, M., & Suryadarma, Igp (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Legundi (*Vitex Trifolia*) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Raya (Jurnal Studi Biologi)*, 5 (4), 34-40.
- Lolodatu, Y., Jati, Wn, & Zahida, F. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembelean Dan Daun Pepaya Sebagai Pengendali Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 70-78.
- Lubis, A. R. N. (2015). Uji Aktivitas In Vitro Antiplatelet Dan Antikoagulan Fraksi N-Heksana Kulit Batang Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) (Doctoral Dissertation, Fakultas Farmasi Universitas Jember)
- Lumowa, Sv, & Bardin, S. (2018). Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiacal*) Bahan Alami Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1 (9), 465-469.
- Malvini, I. K. D., & Nurjasmii, R. (2019). Pengaruh Perlakuan Asap Cair Terhadap *Plutella xylostella* L. Pada Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L). *Jurnal Ilmiah Respati*, 10(2), 104-114.
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., & Momuat, L. I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal Mipa*, 9(2), 64-69.
- Marlinda, M., Sangi, M. S., & Wuntu, A. D. (2012). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (*Persea americana mill.*). *Jurnal Mipa*, 1(1), 24-28.
- Maulana, R., & Sidik, A. D. W. M. (2019). Design Of An Automatic Nutrition System For Hydroponic Plants With An Iot-Based Nodemcu Microcontroller. *Fidelity: Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 1-5.

- Mazlina, M., Koryati, T., Yunidawati, W., Purba, E., & Sihalo, M. A. (2021). Peningkatan Ekonomi Keluarga Dengan Memanfaatkan Sistem Hidroponik Pada Masa Pandemi Di Desa Marindal-I Kecamatan Patumbak. *Prioritas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(01), 56-64.
- 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.)* (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Miranti, M., & Fatiqin, A. (2018). Potensi Air Perasan Jahe Merah (Zingiber Officinale Rosc) Sebagai Larvasida Aedes Aegypti. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1(1)
- Moniharapon, D. D., Nindatu, M., & Bastian, A. (2021). Pengaruh Ekstrak Batang Serai Dapur (*Cymbopogon Citratus L.*) Terhadap Mortalitas Hama *Plutella xylostella L.* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). *Biofaal Journal*, 2(1), 47-56.
- Mulyani, S. (2015). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Penurunan Tekanan Darah Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Hipertensi. *Ijnp (Indonesian Journal Of Nursing Practices)*, 1(2), 177-184.
- Mutaali, R., & Purwani, Ki (2016). Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica*) Terhadap Mortalitas Dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura F.* *Jurnal Sains Dan Seni Its* , 4 (2).
- Muthmainnah, B. (2019). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum L.*) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*, 13(2), 36-41.
- 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.
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono. (2015). Identifikasi Senyawa Alkaloid Dari Batang Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) Sebagai Bahan Ajar Biologi Untuk Sma Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 231-235
- Nor, T. A., Indriarini, D., & Koamesah, S. M. J. (2018). Ji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya L*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli Secara In Vitro. *Cendana Medical Journal (Cmj)*, 6(3), 327-337.

- Novika, Ds, Ahsanunnisa, R., & Yani, Df (2021). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Penghambatan Denaturasi Protein. *Stannum: Jurnal Sains Dan Terapan Kimia* , 3 (1), 16-22.
- Novitasari, A. (2016). Isolasi Dan Identifikasi Saponin Pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa Dengan Ekstraksi Maserasi. *Jurnal Sains*, 6(12).
- Nugrahani, R., Andayani, Y., & Hakim, A. (2016). Skrining Fitokimia Dari Ekstrak Buah Buncis (*Phaseolus vulgaris* L) Dalam Sediaan Serbuk. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 2(1).
- Nuraini, D., & Ratnasari, E. (2020). Efektivitas Biopestisida Ekstrak Daun Tembelekan (*lantana camara*) Terhadap Hama Penggerek Batang (*ostrinia furnacalis*). *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi* , 9 (1), 1-5
- Nurhudiman, N., Hasibuan, R., Hariri, A. M., & Purnomo, P. (2018). Uji Potensi Daun Babadotan (*ageratum conyzoides* L.) Sebagai Insektisida Botani Terhadap Hama (*Plutella xylostella* L.) Di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2).
- Nurrohman, M., Suryanto, A., & Wicaksono, K. P. (2014). *Penggunaan Fermentasi Ekstrak Paitan (Tithonia Diversifolia L.) Dan Kotoran Kelinci Cair Sebagai Sumber Hara Pada Budidaya Sawi (Brassica juncea L.) Secara Hidroponik Rakit Apung* (Doctoral Dissertation, Brawijaya University).
- Nurul Yatim, N. Y. (2018). *Pengaruh Pestisida Nabati Daun Kirinyu (Chromolaena Odorata L.) Terhadap Populasi Dan Serangan Hama Ulat Tritip (Plutella xylostella L.) Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)* (Doctoral Dissertation, Universitas Mataram).
- Octavia, Di, Rahyuni, D., & Nasirudin, N. (2019). Potensi Gulma Sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* , 19 (1).
- Oktarina, R. G. (2015). Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang Terhadap Insektisida Sintetis Abamektin. (Disertasi Doktor, Universitas Jember)
- Pamungkas, L., Rahardjo, P., & Agung, I. G. A. P. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (*Nurtient Film Tehcnique*) Berbasis Iot. *Jurnal Spektrum Vol*, 8(2).
- Pandeirot, W. M., Wanta, N. N., & Pinaria, B. A. (2015, May). Populasi Larva *Plutella xylostella* Linn. Pada Tanaman Kubis Di Kelurahan Paslaten Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon. In *Cocos* (Vol. 6, No. 10).

- Pangesti, R. D., Cahyono, E., & Kusumo, E. (2017). Perbandingan daya antibakteri ekstrak dan minyak Piper betle L. terhadap bakteri Streptococcus mutans. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 270-278.
- Pendit, P. A. C. D., Zubaidah, E., & Sriherfyna, F. H. (2015). Karakteristik Fisik-Kimia Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) [In Press Januari 2016]. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1).
- Permatasari, G., Hariani, N., & Trimurti, S. (2020). Uji Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Terhadap Ekstrak Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain). *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 8(3), 56-67.
- Prasetyani, D., & Mahendrastiti, A. E. (2022). Pelatihan Tanaman Hidroponik Sebagai Langkah Mewujudkan Ketahanan Pangan Di Kecamatan Boyolali. *J-Abdi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(10), 2629-2634.
- Prasetyo, R. (2014). Pemanfaatan Berbagai Sumber Pupuk Kandang Sebagai Sumber N Dalam Budidaya Cabai Merah (*capsicum annum* L.) Di Tanah Berpasir. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal Of Agro Science)*, 2(2), 125-132.
- Prawesti, D. I., & Suryadarma, I. G. P. (2017). Fektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 6(8), 498-504.
- Purba, D. W. (2017). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica juncea* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Dofosf G-21 Dan Air Kelapa Tua. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 21(1), 8-19.
- Purwianshari, I., Suhartini, S., & Suryadarma, I. G. P. (2017). Pengaruh Pestisida Nabati Tapak Liman (*elephantopus scaber* L.) Terhadap Pengendalian Hama Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 6(4), 204-212.
- Puspa, O. E., Syahbanu, I., & Wibowo, M. A. (2017). Uji Fitokimia Dan Toksisitas Minyak Atsiri Daun Pala (*Myristica fragans* Houtt) Dari Pulau Lemukutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(2).
- Qorik'ah, L. U. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) Dan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli* Secara In Vitro (Doctoral Dissertation, Stikes Karya Putra Bangsa Tulungagung).
- Rimbawani, V., & Sania, L. (2020). Budidaya Tanaman Sawi Dengan Metode Hidroponik. *Jurnal Abdi Bhayangkara*, 2(01), 41-49.

- Rumende, C. F., Salaki, C. L., & Kaligis, J. B. (2021, January). Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Hama *spodoptera frugiperda* Je Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *In Cocos*, 2(2)
- Ruswaji, R., & Chodariyanti, L. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Desa Kepada Kelompok Ibu-Ibu Pkk Dan Karang Taruna Melalui Program Pelatihan “Hidroponik”. *Jurnal Abdimas Berdaya: Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(01), 1-9
- Sa’adah, L. (2010). Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Safirah, R., Widodo, N., & Budiyanto, M. A. K. (2016). Effectiveness Botanical Insecticides Crescentia Cujete Fruit And Flowers Syzygium Aromaticum Mortality Against Spodoptera Litura In Vitro As A Learning Resource Biology. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 2(3), 265-276.
- Sahid, A. (2019). Aspek Biologi *Sycanus annulicornis* Dohrn.(Hemiptera: Reduviidae) Yang Dipelihara Dengan Pakan Alternatif Larva *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), 50-54
- Salbiah, D., & Fronika, S. (2021). Penggunaan *Metarhizium Anisopliae* Sorokin Lokal Terhadap *spodoptera frugiperda* Je Smith. *Dinamika Pertanian* , 37 (2), 93-100.
- Sangi, M. S., Momuat, L. I., & Kumaunang, M. (2012). Uji Toksisitas Dan Skrining Fitokimia Tepung Gabah Pelepah Aren (*arenga pinnata*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 127-134.
- Saputri, AE, Hariyanti, DB, Ramadhani, IA, & Harijani, WS (2020). Potensi Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Sebagai Biopestisida Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* , 18 (2), 209-216.
- Saraswati, R. A., & Setyaningsih, E. (2018). Potensi Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Beberapa Penyakit Pada Sistem Cardiovascular. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Ke-3*. 3(1), 155-160
- Sari, L. A., & Cahyati, W. H. (2015). Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Dalam Bentuk Granul Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Visikes: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(1).
- Sartin., Tayanan, B., Late, S., Salam, M., Batuwael, T. A., Sanabuky, K., Tim, N. F. H., Pesireron, N.D., Laka, E., Besan Y., Aulele, P., Difinubun, M., Latumanusaite, R., Khadijah, S., Rahaded, R. M., Rada, M. U., Renngur, N., & Ritiauw, S. P. (2021). Pelatihan Penggunaan Nutrisi Ab Mix Pada

- Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L) Bagi Kelompok Hidroponik Di Dusun Airlouw. *Pattimura Mengabdikan Kepada Masyarakat*, 1(1), 17-24.
- Sasmi, J., Mahdi, N., & Kamal, S. (2017). Jenis Tanaman Yang Digunakan Untuk Obat Tradisional Di Kecamatan Kluet Selatan. *Biotik: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(1), 36-59.
- Setiawan, N. D. (2018). Otomasi Pencampur Nutrisi Hidroponik Sistem Ntf (*Nutrient Film Technique*) Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknik Informatika Unika Santo Thomas*, 3(2), 78-82.
- Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics As An Advanced Technique For Vegetable Production: An Overview. *Journal Of Soil And Water Conservation*, 17(4), 364-371.
- Sidauruk, L., Kaban, M., & Sihombing, P. (2019). Pengaruh Peningkatan Dosis Kalium Dan Jenis Pestisida Nabati Terhadap Persentase Serangan Hama Dan Produksi Kentang Di Sumatera Utara. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 11-20.
- Simanullang, M., Khaitami, M., Sihotang, S., & Budi, A. (2021). Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap *staphylococcus epidermidis* Dan *pityrosporum ovale*. *Jurnal Kedokteran Stm (Sains Dan Teknologi Medik)*, 4(1), 26-32.
- Singkoh, M., & Katili, D. Y. (2019). Bahaya Pestisida Sintetik (Sosialisasi Dan Pelatihan Bagi Wanita Kaum Ibu Desa Koka Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa). *Jpai: Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*, 1(1), 5-12.
- Sintia, D.M., Subchan, W., & Prihatin, J. (2018). Effectiveness of Bintaro Seeds Extract (*Cerbera odollam* Gaertn.) on Armyworm (*Spodoptera litura* (Fabricius) Mortality. *BIOEDUKASI*, 16(1), 31-38.
- Situmorang, J., & Djukri, D. (2018). Pengaruh Pemberian Variasi Kadar Air Kulit Jeruk Nipis (*citrus aurantifolia*) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Kingdom (The Journal Of Biological Studies)*, 7(1), 28-43.
- Suarsana, M., Parmila, I. P., & Gunawan, K. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2), 98-105.
- Sultan, S., Patang, P., & Subariyanto, S. (2016). Pemanfaatan Gulma Bandotan Menjadi Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Kutu Kuya Pada Tanaman Timun. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2 (1), 77-85.

- Sundari, S., Raden, I., & Hariadi, U. S. (2016). Pengaruh Poc Dan Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakchoy (*brassica chinensis* L.) Dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Magrobis*, 16(2).
- Surya, E., & Zahara, R. (2016). Pengaruh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap mortalitas Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Edubio Tropika*, 4(2).
- Suryadarma, P., & Budiwati, B. (2017). Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 36-43.
- Suryaningsih, S. (2016). Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Sebagai Sumber Energi Dalam Sel Galvani. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (Jpfa)*, 6(1), 11-17.
- Susanti, M. (2019). *Uji Efektivitas Ekstrak Daun Anting-Anting (Acalypha Indica L.) Sebagai Insektisida Nabati Ulat Krop (Crociodolomia Binotalis Z.) Pada Tanaman Kubis (Brassica Oleraceae L. Var. Capitata)* (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Swandono, H. U. (2021). Profil Makroskopis Dan Mikroskopis Spesies *Averrhoa* (Belimbing) Yang Tumbuh Di Kota Kediri Sebagai Bahan Baku Herbal Peningkat Sistem Kekebalan Tubuh. *Jurnal Pharma Bhakta*, 1(2).
- Syah, B. W. (2016). *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas Dan Perkembangan Larva Spodoptera litura* (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Syah, B. W., & Purwani, K. I. (2016). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Mortalitas Dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 5(2).
- Syahrif, A. F., Jatmika, R. T. D., & Mulyana, A. (2018). Respon Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L) Pada Pemberian Alelopati Tanaman Alang-Alang (*imperata cylindrica*) : *Dalam Seminar Nasional*, 1(1), 43-46
- Syakur, A. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*brassica chinensis* L.). *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian* , 10 (2), 457-464.
- Tandi, J., Melinda, B., Purwantari, A., & Widodo, A. (2020). Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Buah Okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 6(1), 74-80.

- Tarigan, R., Manik, F., & Hutabarat, R. C. (2018). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Jeruk Dalam Mengendalikan Ulat *Plutella xylostella* Tanaman Kubis Skala Laboratorium. *Jurnal Agroteknosains*, 2(2).
- Tuti, H. K., & Ratna, E. S. (2019). The Activity Of *Averrhoa bilimbi*, *Annona Squamosa*, And *Tithonia Diversifolia* Extracts On Mortality And Growth Inhibition Of *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae) Larvae. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 10(1), 46-54.
- Wenno, S. J., & Sinay, H. (2019). Kadar Klorofil Daun Pakcoy (*Brassica Chinensis* L.) Setelah Perlakuan Pupuk Kandang Dan Ampas Tahu Sebagai Bahan Ajar Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 5(2), 130-139.
- Wibowo, H. S., Ali, M., Karyadi, I., & Enduh, M. (2020). Sumber Energi Listrik Dari Sari Buah Belimbing Wuluh (*Avverhoa Bilimbi*). *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 54-59.
- Wibowo, S. (2013). Aplikasi Hidroponik Nft Pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa Chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3).
- Widodo, D. (2022). *Pengaruh Pemberian Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)* (Doctoral Dissertation, Upn" Veteran" Yogyakarta).
- Wijaya, In, Wirawan, Igp, & Adiartayasa, Wayan (2018). Uji Efektivitas Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Kirinyuh (*chromolaena odorata* L.) Terhadap Perkembangan Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia pavonana* F.). *Agrotrop* , 8 (1), 11-19.
- Wilhanda, R. (2019). *Uji Pemberian Kompos Limbah Kulit Buah Kakao Dan Poc Daun Mucuna Bracteata Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)* (Doctoral Dissertation).
- Wulansari, A., Baskara, M., & Suryanto, A. (2019). Pengaruh Tingkat Ec Dan Populasi Terhadap Produksi Tanaman Kale (*Brassica Oleracea* Var. Acephala) Pada Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(2), 330-338.
- Yanti, S., & Vera, Y. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 4(1), 41-46.
- Zaini, M., & Shofia, V. (2020). Skrining Fitokimia Ekstrak *Carica papaya radix*, *Piper ornatum folium* dan *Nephelium lappaceum* Semen Asal Kalimantan Selatan. *Jurnal Kajian Ilmiah Kesehatan dan Teknologi*, 2(1), 15-27.

Zega, U., & Bago, A. S. (2020). Pengaruh Pemberian Ampas Kopi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Tunas: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(2), 1-10.

Zulkahfi, Z., Suparmin, S., Suparmin, S., & Arif, A. (2017). Pengendalian Serangan Rayap Tanah *Coptotermes Sp.* Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *Jurnal Mahasiswa Hasanuddin* , 1-8.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A