

**PENGARUH JENIS PESTISIDA NABATI TERHADAP MORTALITAS  
ULAT HONGKONG (*Tenebrio molitor*)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**NOPIA TRIANI SIRAIT**



**PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI  
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2026**

PENGARUH JENIS PESTISIDA NABATI TERHADAP MORTALITAS ULAT  
HONGKONG (*Tenebrio molitor*)

Oleh

Nopia Triani Sirait  
NIM : 23020219130065

Salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi S-1 Agroekoteknologi  
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI  
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2026

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nopia Triani Sirait  
NIM : 23020219130065  
Program Studi : S-1 Agroekoteknologi

Dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul : **Pengaruh Jenis Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*)**, dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain merupakan publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Dosen Pembimbing yaitu : **A'isyah Surya Bintang, S.P. M.Sc. dan Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik, maka penulis bersedia gelat sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, ...Juni 2026

Penulis,

  
Nopia Triani Sirait

Mengetahui

Pembimbing Utama

  
A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc.

Pembimbing Anggota

  
Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH JENIS PESTISIDA NABATI  
TERHADAP MORTALITAS ULAT  
HONGKONG (*Tenebrio molitor*)

Nama Mahasiswa : NOPIA TRIANI SIRAIT

NIM : 23020219130065

Program Studi/Departemen : S-1 AGROEKOTEKNOLOGI/PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji  
dan dinyatakan lulus pada tanggal **13 JUL 2026** .....

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota



A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc. Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

Ketua Program Studi

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D.



Ketua Departemen



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. Ahmad N. Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

## RINGKASAN

**NOPIA TRIANI SIRAIT.** 23020219130065. 2026. Pengaruh Jenis Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*). (Pembimbing : **A'ISYAH SURYA BINTANG** dan **ENY FUSKHAH**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jenis pestisida nabati pada mortalitas larva *Tenebrio molitor*. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2026 – Mei 2026 di Jl. Banjarsari Selatan no 12, Tembalang, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) monofaktor dengan 4 ulangan. Perlakuan berupa jenis pestisida nabati yang terdiri atas 7 taraf yaitu P0 : kontrol tanpa pestisida, P1 : ekstrak daun pepaya 30 ml/70 ml, P2 : ekstrak daun sirsak 30 ml/70 ml, P3 : ekstrak daun mimba 30 ml/70 ml, P4 : ekstrak daun tembakau 30 ml/70 ml, P5 : ekstrak bawang putih 30 ml/70 ml, P6 : pestisida kimia berbahan aktif imidakloprit 0,03 gram/200 ml dengan masing-masing unit percobaan berisi 15 ekor ulat. Parameter penelitian meliputi mortalitas, *lethal time* 50, dan perubahan perilaku dan fisik. Data yang terdistribusi normal dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA), kemudian dilanjutkan uji Duncan (DMRT), data yang tidak terdistribusi normal dianalisis dengan uji kruskal – wallis, dan analisis probit untuk menghitung *lethal Time* 50.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil *bio-assay* pada larva *Tenebrio molitor* yakni mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan pestisida sintetik berbahan aktif imidakloprit dengan persentase mortalitas sebesar 60, diikuti dengan perlakuan pestisida daun mimba, tembakau dan bawang putih yang memberikan hasil mortalitas yang sama yakni sebesar 6,67. Perlakuan daun pepaya (P1) menghasilkan mortalitas sebesar 3,33, perlakuan kontrol tanpa pestisida (P0) menghasilkan mortalitas sebesar 1,33. Sementara itu perlakuan daun sirsak (P2) tidak memberikan hasil mortalitas kepada larva *Tenebrio molitor*. Perlakuan pestisida nabati tidak berpengaruh nyata, namun perlakuan pestisida sintetik berpengaruh nyata terhadap mortalitas ulat hongkong. *Lethal time* 50 tercepat yaitu pestisida imidakloprit (P6) selama 4,27 hari dengan LT50 pestisida nabati tercepat yaitu pestisida bawang putih (P5) selama 11,1 hari.

Berdasarkan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pestisida nabati tembakau belum mampu untuk menghasilkan mortalitas yang tinggi pada larva *Tenebrio molitor*. Rendahnya mortalitas yang disebabkan pestisida nabati dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti rendahnya konsentrasi yang digunakan serta ketidakcocokan cara kerja senyawa pestisida nabati yang terkandung terhadap metode pengujian yang digunakan

## KATA PENGANTAR

Pestisida nabati merupakan bahan alami yang memiliki senyawa bioaktif yang bersifat insektisidal, sehingga berpotensi untuk menjaga dan mengembalikan hasil panen serta menjadi alternatif pengganti pestisida sintetik dalam upaya Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Penelitian ini disusun untuk mengkaji pengaruh berbagai jenis pestisida nabati terhadap mortalitas ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) yang digunakan sebagai organisme uji untuk melihat efektivitas masing-masing jenis pestisida nabati dalam menekan populasi hama.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengaruh Jenis Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*). yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pertanian, Universitas Diponegoro. Penyusunan skripsi ini didukung oleh seluruh pihak yang membantu penulis, baik dalam tahap penlitian hingga tahap skripsi, maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu:

1. A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si. selaku dosen pembimbing utama selaku pembimbing anggota yang telah dengan tulus memberikan arahan, masukan, bimbingan, dan saran kepada penulis sejak awal penyusunan proposal hingga tahap akhir penyusunan skripsi.

2. Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Prof. Sugiharto, S.Pt, M.Sc, Ph.D. yang telah memberi kesempatan studi di Program Studi Agroekoteknologi.
3. Ketua Program Studi S-1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si. yang telah memberi kesempatan studi di Program Studi Agroekoteknologi
4. Dosen Wali Dr. Ir. Susilo Budiyanto, M.Si. yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan memberi segala bentuk arahan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen Program Studi S-1 Agroekoteknologi Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si., Prof. Ir. Didik Wisnu Widjajanto, M.Sc.Res., Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc., Ph.D., Dr. Ir. Susilo Budiyanto, M.Si., Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D., Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si., Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D., Rosyida, S.P., M.Sc., A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc., Septrial Arafat, S.P., M.P., Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc., Muhammad Iqbal Fauzan, S.P., M.Si., Muhamad Ghazi Agam Sas, S.P., M.Si., Dr. Dian Safitri, S.P., M.Si., Albertus Fajar Irawan, S.P., M.Agr., Ph.D., Nani Kiti Sihalo S.P., M.P., Anasrullah, S.P., M.S., Chaieydhah Noer Afiefah, S.P., M.Sc., Dr. Ir. Sutarno, M.S. (Purna Tugas), Dr. Ir. Budi Adi Kristanto, M.S. (Purna Tugas), Prof. Dr. Ir. Endang Dwi Purbajanti, M.S. (Purna Tugas), Prof. Dr. Ir. Sumarsono, M.S. (Alm), dan Prof. Dr. Ir. Dwi Retno Lukiwati, M.S. (Purna Tugas) yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan motivasi kepada penulis selama masa studi.

6. Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc. selaku koordinator laboratorium fisiologi dan pemuliaan tanaman, serta Muhammad Iqbal Fauzan, S.P., M.Si. selaku koordinator laboratorium ekologi dan produksi tanaman atas bimbingan dan arahannya selama masa kuliah.
7. Sri Bima Arya Teja, A.Md. selaku staf tenaga kependidikan dan pegawai di program studi S-1 Agroekoteknologi, Ahmad Baroha, S.Pt. selaku pranata laboratorium program studi S-1 Agroekoteknologi, dan Iskandar, A.Md. selaku teknisi kebun *Agrotechno Park*.
8. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Patar Sirait dan Ibu Martiana Manullang, adik penulis yaitu Daniel Fransiskus Sirait dan Miranda Anggreini Sirait, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moral dan panjatan doa kepada penulis.
9. Desta Verawati Manurung, Nurhaidah, Anisa Gispa Cika Adindya, dan Prihandoko selaku teman seperjuangan dalam mengerjakan skripsi yang selalu memberikan semangat dan *mental support*.
10. Nisfa Kharisma, Adi Rahman, Elisabet Melissa Widodo selaku teman program studi S-1 Agroekoteknologi Angkatan 2019 yang turut serta membantu dalam mencapai proses sidang skripsi.
11. Teman-teman dari program studi S-1 Agroekoteknologi terutama angkatan 2019.
12. Semua pihak yang telah membantu selama penelitian hingga penyusunan skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca guna kemajuan ilmu pengetahuan di bidang pertanian.

Semarang, Juni 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                              | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                                              | iii     |
| RINGKASAN .....                                                              | iv      |
| KATA PENGANTAR .....                                                         | vi      |
| DAFTAR ISI.....                                                              | x       |
| DAFTAR TABEL .....                                                           | xiii    |
| DAFTAR ILUSTRASI .....                                                       | xiiiv   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                        | xiv     |
| <br>BAB I    PENDAHULUAN.....                                                | 1       |
| 1.1.    Latar Belakang .....                                                 | 1       |
| 1.2.    Tujuan dan Manfaat Penelitian.....                                   | 3       |
| 1.3.    Hipotesis .....                                                      | 4       |
| <br>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....                                         | 5       |
| 2.1.    Ulat Hongkong ( <i>Tenebrio molitor</i> ) .....                      | 5       |
| 2.2.    Pestisida.....                                                       | 7       |
| 2.3.    Konsentrasi Efektif Pestisida Nabati dalam<br>Pengendalian Hama..... | 13      |
| 2.4.    Tanaman Sumber Pestisida Nabati.....                                 | 14      |
| <br>BAB III    MATERI DAN METODE.....                                        | 21      |
| 3.1.    Materi Penelitian .....                                              | 21      |
| 3.2.    Metode Penelitian.....                                               | 21      |
| <br>BAB IV    HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                     | 28      |
| 4.1.    Mortalitas Ulat Hongkong.....                                        | 28      |

|       |                                    |    |
|-------|------------------------------------|----|
| 4.2.  | <i>Lethal Time 50 (LT50)</i> ..... | 33 |
| 4.3.  | Perubahan Perilaku dan Fisik ..... | 36 |
| BAB V | SIMPULAN DAN SARAN .....           | 39 |
| 5.1.  | Simpulan .....                     | 39 |
| 5.2.  | Saran .....                        | 39 |
|       | DAFTAR PUSTAKA .....               | 40 |
|       | LAMPIRAN .....                     | 49 |
|       | RIWAYAT HIDUP .....                | 66 |

## DAFTAR TABEL

| Nomor |                                                                                              | Halaman |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.    | Mortalitas Larva <i>Tenebrio molitor</i> dengan Perlakuan<br>Jenis Pestisida .....           | 29      |
| 2.    | <i>Lethal Time</i> 50 Larva <i>Tenebrio molitor</i> terhadap Jenis<br>Pestisida Nabati ..... | 34      |
| 3.    | Data Kualitatif Perubahan Perilaku Larva <i>Tenebrio molitor</i> ...                         | 35      |

## DAFTAR ILUSTRASI

| Nomor |                                                                     | Halaman |
|-------|---------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.    | Tahapan Pembuatan Ekstraksi .....                                   | 24      |
| 2.    | Hasil Sortasi Larva <i>Tenebrio molitor</i> .....                   | 25      |
| 3.    | Pencelupan Larva <i>Tenebrio molitor</i> ke Larutan Pestisida ..... | 26      |
| 4.    | Kondisi Mortalitas pada Perlakuan .....                             | 32      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor |                                                          | Halaman |
|-------|----------------------------------------------------------|---------|
| 1.    | <i>Layout</i> Percobaan <i>Bio-assay</i> .....           | 54      |
| 2.    | Pengukuran Suhu dan Kelembapan di Lokasi Penelitian..... | 55      |
| 3.    | Analisis Probit <i>Lethal Time</i> 50.....               | 56      |
| 4.    | Analisis Ragam Mortalitas .....                          | 63      |
| 5.    | Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....                    | 68      |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Pestisida merupakan komponen utama di bidang pertanian dalam mengembalikan potensi produksi pada hasil pertanian. Berdasarkan FAO (2023) penggunaan pestisida di Indonesia menduduki urutan ke-3 terbanyak di dunia yakni sebanyak dengan rata-rata 272.071 ton per tahun pada periode 2019 – 2023. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pestisida kimia di Indonesia masih tergolong tinggi.

Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan dapat memicu permasalahan baik bagi manusia maupun lingkungan. Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan memberikan dampak negatif diantaranya yaitu, pencemaran lingkungan, penurunan keanekaragaman hayati, serta akumulasi residu berbahaya dalam rantai makanan (Jamin *et al.*, 2024). Dampak negatif dalam penggunaan pestisida kimia mendorong upaya pengembangan alternatif pengendalian hama, salah satunya yaitu pemanfaatan bahan-bahan alami menjadi pestisida nabati.

Kelebihan pestisida nabati diantaranya yaitu mudah terurai pada lingkungan, murah dan mudah didapatkan (Utama *et al.*, 2022). Sifat pestisida nabati yang ramah lingkungan membuatnya sebagai alternatif dalam mengurangi efek negatif pestisida sintetik. Keunggulan pestisida nabati lainnya yaitu, aman bagi manusia dan ternak, bahan baku mudah diperoleh, dan dosis yang fleksibel (Fachranih *et al.*, 2017).

Pestisida nabati bekerja melalui beragam mekanisme aksi (*mode of action*) yang bersifat multitarget terhadap organisme hama. Pestisida nabati yang berasal dari metabolit sekunder tanaman seperti fenol, terpen, alkaloid, lignan, dan glikosida memiliki mekanisme yang beragam, mencakup efek penolak (*repellency*), antifeedant, aktivitas insektisidal, regulasi pertumbuhan, dan peningkatan sinergistik bersama agen lain (Oguh *et al.*, 2019). Pestisida nabati juga dapat bekerja pada beberapa sistem biologis berbeda sekaligus, termasuk sistem saraf, pernapasan, dan endokrin, serta keseimbangan air pada tubuh serangga (Souto *et al.*, 2021).

Pestisida berbahan dasar daun pepaya diketahui memiliki efektivitas yang baik terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kulu *et al.* (2022) didapatkan hasil yakni pestisida nabati dengan ekstrak daun pepaya 600 ml/l memberikan efektivitas 51,77%. Sementara itu, pestisida berbahan dasar tembakau memiliki efektivitas yang cukup tinggi terhadap *Spodoptera litura*. Tembakau memiliki senyawa aktif yang cukup berpengaruh pada mortalitas hama Lepidoptera. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Serdani *et al.* (2022) didapatkan hasil yaitu pestisida nabati dengan ekstrak tembakau 80 g/l air memberikan hasil mortalitas sebesar 67,23%. Pestisida berbahan dasar bawang putih juga memiliki efek pada mortalitas hama lepidoptera. Berdasarkan penelitian Abdarah (2025) didapatkan hasil yaitu pestisida nabati dengan ekstrak bawang putih 80 g/ 100 ml aquades memberikan hasil mortalitas 53,33%.

Meskipun berbagai tanaman telah diketahui memiliki potensi sebagai pestisida nabati, penelitian yang membandingkan pengaruh beberapa jenis bahan terhadap mortalitas serangga secara langsung masih terbatas, khususnya pada perbandingan beberapa jenis pestisida nabati terhadap mortalitas ulat hongkong. Selain itu, penggunaan organisme uji yang tepat juga penting untuk memperoleh hasil yang representatif. Ulat hongkong digunakan dalam penelitian ini karena mudah diperoleh, mudah dipelihara, serta memiliki respons yang cukup sensitif terhadap senyawa toksik sehingga sesuai sebagai organisme uji. Hama yang biasa digunakan sebagai model untuk uji biopestisida yaitu *Tenebrio molitor* dan *Zophobas morio* (Oppert, 2010 : Ngo *et al.* 2017). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis pestisida nabati yang memberikan pengaruh paling tinggi.

## **1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji jenis pestisida nabati dalam membunuh larva *Tenebrio molitor*. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh berbagai jenis pestisida nabati terhadap mortalitas serangga, khususnya ulat hongkong. Memberikan alternatif penggunaan pestisida nabati yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian hama. Menjadi referensi dan dasar bagi penelitian lanjutan terkait dengan pengembangan pestisida nabati.

### 1.3. Hipotesis

Hipotesis penelitian yang diuji adalah pestisida nabati bahan tembakau menghasilkan mortalitas tertinggi pada larva *Tenebrio molitor*. Hal ini dikarenakan tembakau mengandung senyawa nikotin yang bersifat toksik dan berpotensi sebagai insektisida alami yang efektif dalam mengendalikan populasi larva *Tenebrio molitor*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*)

Ulat Hongkong merupakan larva dari kumbang hongkong kuning (*Tenebrio molitor*) yang berasal dari mediterania dan menyebar ke berbagai belahan dunia lewat dari perdagangan dan menjadi hama pada penyimpanan benih. Berdasarkan Linnaeus (1758) klasifikasi ulat hongkong adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia  
Divisi : Artophroda  
Kelas : Insecta  
Ordo : Coleoptera  
Famili : Tenebrionidae  
Genus : *Tenebrio*  
Spesies : *Tenebrio molitor*

Ulat hongkong memiliki siklus hidup dengan metamorfosis sempurna. Siklus hidup ulat hongkong ini terdiri dari empat tahap, yaitu telur, larva, kepompong, dan ulat dewasa (Yulianingsih dan Al Awwaly, 2015). Ketiga tahapan dalam siklus hidup ulat hongkong memiliki rentang waktu yang berbeda-beda. Masa telur memiliki rentang 3 – 9 hari, masa larva memiliki rentang 26 – 76 hari, dan masa pupa memiliki rentang 5 – 17 hari (Li *et al.*, 2013; Zahra *et al.*, 2025).

*Tenebrio molitor* merupakan serangga yang mengalami metamorfosis sempurna karena melewati fase pupa dalam pertumbuhannya. Proses pertumbuhan

*Tenebrio molitor* berlangsung selama 10 – 12 minggu, termasuk 14 – 18 fase larva dan 7 – 8 hari fase pupa pada suhu 28° C (Vommaro *et al.*, 2024). Larva ulat hongkong memiliki rentang hidup yang cukup lama sebelum akhirnya menjadi serangga. Fase larva *Tenebrio molitor* memiliki rentang kurang lebih 3 – 4 bulan hingga berubah menjadi fase serangga (Astuti *et al.*, 2017).

*Tenebrio molitor* memiliki telur dengan ukuran yang kecil dan biasa ditemukan di tempat gelap seperti gudang dan wadah benih atau biji-bijian. Telur *Tenebrio molitor* memiliki bentuk menyerupai kacang dengan penampilan mengkilap serta memiliki panjang 1,7 – 1,8 mm, dan lebar 0,6 – 0,7 mm (Verardi *et al.*, 2025). Telur yang telah menetas menghasilkan larva yang berwarna putih cerah dan berubah menjadi warna kecoklatan seiring waktu pertumbuhan. Larva *Tenebrio molitor* berbentuk memanjang silindris, serta memiliki enam kaki dibelakang kepala dan dua apendiks kecil di ujung perut (Syahrulawal *et al.*, 2023). Pupa merupakan fase dimana *Tenebrio molitor* hampir tidak melakukan aktivitas sama sekali. Pupa *Tenebrio molitor* diawali dengan warna putih dan berubah menjadi coklat kekuningan seiring berjalannya waktu dengan panjang 15 mm dan lebar 5 mm (Singh, 2003; Hapsari *et al.*, 2018).

*Tenebrio molitor* memerlukan kondisi suhu tertentu untuk mencapai pertumbuhan yang optimal. Larva ulat hongkong mencapai pertumbuhan optimal apabila berada pada lingkungan gelap dengan suhu berkisar antara 25 – 30° C (Eberle *et al.*, 2022). Ulat hongkong merupakan hama gudang pada fase kumbang namun sering dijadikan sebagai model organisme pada fase larva. *T. molitor* dan *Z. morio* telah digunakan sebagai model untuk penyaringan biopestisida (Oppert 2010

; Ngo *et al.*, 2017). Larva *Tenebrio molitor* mudah untuk didapatkan serta mudah untuk dikembangbiakan. Ulat hongkong tergolong murah serta mudah untuk dikembangbiakan dengan dampak buruk yang minimal pada lingkungan (Wang *et al.*, 2012 ; Park *et al.*, 2014).

## **2.2. Pestisida**

### **3.2.1. Pengertian Pestisida**

Pestisida berasal dari gabungan kata *pest* yang berarti hama dan *-cide* dari bahasa latin yang berarti membunuh atau menghancurkan (Usman, 2020). Kedua kata tersebut menghasilkan nama pestisida yang meliputi semua bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengontrol hama baik di lingkungan pertanian, gudang, rumah maupun taman (Usman, 2024). Pestisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga, jamur, gulma dan hewan pengerat termasuk insektisida, fungisida, herbisida, nematisida, rodentisida, zat pengatur tumbuhan dan senyawa lainnya (Zhan *et al.*, 2020 ; Bhatt *et al.*, 2021 ; Zhang *et al.*, 2021).

*World Health Organization* (WHO) (2020) menyebutkan bawa pestisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh hama-hama, termasuk serangga, pengerat, jamur, dan tumbuhan yang tidak diharapkan (gulma). Pestisida digunakan untuk membunuh hama yang merusak tanaman di bidang pertanian dan digunakan untuk membunuh vektor penyakit seperti nyamuk di bidang kesehatan publik. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2026) pestisida merupakan substansi apapun, atau campuran dari substansi kimia

atau bahan biologi yang ditujukan untuk memberantas, menghancurkan, mengontrol hama apapun, atau mengatur pertumbuhan tanaman. Pestisida digunakan untuk menghindari gangguan yang disebabkan oleh hama yang dapat mengganggu produksi, pemrosesan, penyimpanan, transportasi, atau pemasaran makanan, komoditas pertanian, kayu dan produk kayu, pakan hewan, atau substansi yang dapat dikelola untuk mengontrol serangga, arachnida atau hama lain di atau pada tubuh mereka. Pengertian pestisida juga termasuk pada substansi yang ditujukan untuk zat pengatur tumbuh tanaman *defoliant*, *dessicant*, atau agen untuk penjarangan buah atau untuk mencegah buah prematur dan substansi yang diaplikasikan pada tanaman baik sebelum maupun sesudah panen untuk melindungi komoditas dari pembusukan selama penyimpanan dan distribusi.

Pestisida merupakan bahan yang bersifat racun untuk mengendalikan organisme yang tidak diinginkan. Penggunaan pestisida di bidang pertanian ditujukan untuk pemberantasan hama dan fertilisasi (Jannah *et al.*, 2024). Sesuai dengan Peraturan Pemerintah no 43 tahun 2019, yang dimaksud sebagai pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain seperti jasad renik dan virus yang digunakan untuk memberantas hama, memberantas tanaman pengganggu (gulma), mematikan atau mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan, mengatur atau merangsang pertumbuhan tidak termasuk pupuk, memberantas hama pada hewan piaraan dan ternak, dan memberantas atau mencegah hama air, rumah tangga, atau hama yang menyebabkan penyakit pada manusia. Berdasarkan berbagai definisi yang telah didapatkan, dapat disimpulkan bahwa pestisida merupakan bahan yang digunakan

untuk memberantas atau mengendalikan organisme pengganggu baik di lingkungan pertanian, rumah, gudang, dan lainnya untuk menghindari kerusakan berlebih.

Seiring berkembangnya zaman dan teknologi, pembuatan pestisida tidak lagi hanya mengandalkan bahan kimia sintetis, tetapi juga dari bahan alami. Berdasarkan asal bahan aktifnya, pestisida dibagi menjadi dua, yaitu pestisida kimia sintetis dan pestisida nabati yang masing-masing memiliki karakteristik, mekanisme kerja, serta dampak lingkungan yang berbeda.

### **3.2.2. Klasifikasi Pestisida**

Berdasarkan karakteristik dan cara kerjanya, pestisida diklasifikasikan ke beberapa kelompok. Pestisida dapat dibagi ke beberapa jenis berdasarkan organisme sasaran seperti insektisida (serangga), fungisida (jamur), herbisida (gulma), nematisida (nematode), dan rodentisida (tikus) (Ahamad *et al.*, 2023). Salah satu jenis pestisida yang sering digunakan di pertanian yaitu insektisida dimana organisme pengganggu tanaman (OPT) di dominasi oleh serangga. Insektisida merupakan bahan beracun yang digunakan untuk membunuh dan mengontrol populasi serangga yang menginvasi tanaman atau untuk membunuh serangga pembawa penyakit di area spesifik (Araujo *et al.*, 2023). Selain berdasarkan organisme sasaran, pestisida juga dibagi kedalam beberapa kelas berdasarkan tingkat toksisitas. Toksisitas pestisida ditentukan oleh kelas WHO dimana kelas Ia merupakan kategori sangat berbahaya, kelas Ib sebagai kategori berbahaya tinggi, kelas II sebagai kategori berbahaya sedang, kelas III sebagai berbahaya ringan, dan kelas IV sebagai kategori yang tidak menimbulkan bahaya

serius dalam penggunaan normal. Sekitar 90% pestisida yang telah dilarang termasuk ke dalam kategori kelas Ia, Ib dan II berdasarkan tingkat bahaya menurut WHO (WHO, 2010).

Berdasarkan cara kerjanya, pestisida dibagi menjadi beberapa kelompok utama. Menurut *Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)* (2026), pestisida bekerja melalui berbagai mekanisme diantaranya yaitu, mengganggu sistem saraf dan otot, menghambat sistem hormon dan pertumbuhan, mengganggu proses respirasi, merusak sistem pencernaan, serta menghambat sintesis protein pada organisme sasaran. Mekanisme kerja setiap pestisida berbeda-beda dipengaruhi oleh bahan aktif yang terkandung dalam pestisida. Bahan aktif merupakan bahan kimia atau komposisi kimia yang dirancang untuk melawan hama spesifik (Shekar *et al.*, 2024).

Berdasarkan komposisi kimianya, pestisida dibagi menjadi dua kelompok yakni pestisida anorganik dan pestisida organik. Pestisida anorganik merupakan pestisida yang tersusun dari molekul anorganik. Karakteristik pestisida anorganik diantaranya yaitu memiliki penampilan seperti garam kristalin, larut dalam air dan stabil secara lingkungan (Terziev *et al.*, 2019). Sementara itu, pestisida organik merupakan pestisida yang memiliki kandungan karbon di dalam susunan molekulnya. Pestisida organik merupakan pestisida yang memiliki setidaknya satu karbon atom (Hassan, 2019). Pestisida organik, baik yang bersifat sintetik maupun nabati, tersusun atas senyawa karbon yang memiliki aktivitas biologis tinggi terhadap organisme sasaran. Kelompok pestisida organik sintetik terdiri dari fumigant, organoklorin, organofosfat, dan karbamat (Pathak *et al.*, 2022).

Kelompok tersebut dikenal memiliki efektivitas tinggi dan daya kerja yang cepat. Namun, pestisida golongan ini tergolong persisten, sulit terdegradasi secara alami, serta menimbulkan residu pada lingkungan dan produk pertanian. Residu pestisida dapat terbawa kesaluran air dan angin sehingga membahayakan tanaman atau hewan yang bukan merupakan target (Shekhar *et al.*, 2024). Akumulasi residu tersebut dapat berdampak negatif terhadap organisme non-target, termasuk manusia, seperti gangguan sistem saraf, gangguan hormonal, serta risiko toksisitas kronis akibat paparan jangka panjang. Selain itu, penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dapat memicu terjadinya resistensi dan resurgensi hama, yang pada akhirnya menurunkan efektivitas pengendalian hama itu sendiri. Resistensi terjadi karena adanya adaptabilitas serangga yang tinggi dan menghasilkan keturunan yang banyak dimana generasi berikutnya membentuk genetik resisten (Araujo *et al.*, 2023).

### **3.2.3. Pestisida Nabati**

Pestisida nabati merupakan bahan yang terbuat dari makhluk hidup dan digunakan dalam mengendalikan hama dimana dalam cara kerjanya dapat menghambat, pertumbuhan, perkembangan atau mematikan hama. Biopestisida dikembangkan dari organisme hidup yang terjadi secara alami seperti hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme (misalnya, bakteri, jamur, dan virus) yang dapat mengendalikan hama serangga perusak tanaman yang serius dengan cara kerja yang tidak beracun dan ramah lingkungan, sehingga mencapai pentingnya di seluruh dunia (Rajput *et al.*, 2020). Selayaknya pestisida kimia sintetik pada umumnya,

pestisida nabati dibagi berdasarkan cara kerjanya. Pestisida nabati memiliki mekanisme kerja dalam melindungi tanaman, yaitu sebagai antifitopatogenik (antibiotik pertanian), fitotoksik atau pengatur pertumbuhan tanaman (fitotoksin, hormon, dan sejenisnya), serta bahan aktif terhadap serangga (hormon serangga, feromon, antifidan, repelen, atraktan, dan insektisida) (Saenong, 2017 ; Puspasari, 2024).

Pestisida yang biasa digunakan untuk mengendalikan hama ulat biasa mengandung bahan aktif kimia sintetis mengandung bahan aktif seperti *beta-cyfluthrin*, *lambdacyhalothrin*, *permethrin* dan *chlorantraniliprol* (Moekasan dan Murtiningsih, 2013; Kusnanto *et al.*, 2019 ; Limbong *et al.*, 2021). Kelebihan utama yang dimiliki pestisida nabati yaitu sifatnya yang mudah diurai oleh lingkungan jika dibandingkan dengan pestisida sintetis lainnya. Bahan alami yang menjadi dasar pembuatan pestisida nabati memiliki keunggulan diantaranya yaitu murah, mudah didapat, tidak meninggalkan residu serta ramah lingkungan (Utama *et al.*, 2022). Pestisida nabati memiliki beberapa kelemahan dalam penggunaannya dimana efektivitas yang dimiliki cenderung lebih lemah dibandingkan dengan pestisida kimia. pestisida nabati juga memiliki beberapa kelemahan yaitu : daya kerjanya relatif lambat, tidak membunuh hama target secara langsung, tidak tahan terhadap sinar matahari, kurang praktis, tidak tahan lama disimpan dan kadang-kadang harus disemprot berulang-ulang (Irfan, 2016)

### 2.3. Konsentrasi Efektif Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama

Kemampuan pestisida nabati terhadap hama sasaran bergantung pada konsentrasi jenis pestisida nabati yang dipakai serta cara masuk pestisida nabati hama sasaran agar dapat bekerja secara efektif. Masing – masing jenis pestisida nabati membutuhkan konsentrasi tertentu agar dapat menghasilkan hasil yang efektif terhadap hama sasaran. Berdasarkan penelitian Juleha *et al.* (2022) didapatkan bahwa 80 g/l ekstrak daun pepaya menghasilkan 100% mortalitas pada *Spodoptera frugiperda* dengan LT 50 rata – rata 6 jam. Penelitian lain dilakukan oleh Ardiansyah (2025) yang mendapatkan hasil yaitu ekstrak daun pepaya 500 g/500ml akuades menghasilkan mortalitas *Spodoptera frugiperda* sebesar 86,67% pada aplikasi semprot dan 100% pada aplikasi pakan.

Daun sirsak memiliki konsentrasi tertentu untuk mendapat hasil yang efektif. Penelitian Mawuntu (2016) mendapatkan hasil yaitu 20% ekstrak daun sirsak menghasilkan mortalitas tinggi seiring naiknya konsentrasi yang di uji cobakan terhadap hama *Plutella xylostella*. Berdasarkan penelitian Yuliani *et al.* (2019) mendapatkan hasil bahwa perlakuan pestisida nabati berbahan dasar daun sirsak mampu menghasilkan mortalitas sebesar 66% dengan LT 50 sebesar 81,9 jam terhadap *Spodoptera litura*.

Konsentrasi berbeda dibutuhkan untuk bahan daun mimba dalam menghasilkan hasil yang efektif. Penelitian Salbiah dan Andriah (2019) mendapatkan hasil bahwa ekstrak daun mimba 100 g/l air menghasilkan 100% mortalitas dengan LT 50 selama 3,75 jam terhadap larva *Lamprosema indicate*. Berdasarkan penelitian Salbiah dan Tawi (2025) mendapatkan hasil yaitu

konsentrasi ekstrak daun mimba 60 g/l mampu menghasilkan mortalitas total sebesar 80% dengan waktu awal kematian 18 jam setelah pemberian terhadap *Spodoptera exigua*.

Jenis bahan nabati lain yang memiliki kemampuan insektisidal yaitu Tembakau. Berdasarkan penelitian Serdani *et al.* (2022) mendapatkan hasil yaitu 80 gr/l tembakau mampu menghasilkan mortalitas sebesar 67,23 % terhadap *Spodoptera litura*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rosandy *et al.* (2024) mendapatkan hasil bahwa tembakau dengan konsentrasi 50 ml/l (5%) mampu menghasilkan mortalitas sebesar 85%, menghambat aktivitas makan sebesar 81,68% serta menghambat pembentukan pupa dan imago.

Bahan pestisida nabati lainnya yaitu bawang putih membutuhkan konsentrasi tertentu untuk mendapatkan hasil yang efektif. Penelitian Dinata *et al.* (2024) mendapatkan hasil yaitu bahwa 500 g/500 ml bawang putih menghasilkan 100% mortalitas terhadap serangga *Tenebrio molitor*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Fahmi *et al.* (2022) mendapatkan hasil yaitu ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 12,5% menghasilkan mortalitas sebesar 54% terhadap *Musca domestica*.

#### **2.4. Tanaman Sumber Pestisida Nabati**

Beberapa tanaman digunakan sebagai bahan pestisida nabati karena memiliki kandungan senyawa aktif yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda-beda pada serangga. Tanaman yang digunakan untuk pestisida nabati diantaranya yaitu daun pepaya, daun sirsak, daun mimba, daun tembakau.

#### 2.4.1. Daun Pepaya (*Carica papaya*)

Tanaman pepaya merupakan tanaman yang sering dijumpai di Indonesia dan sering tumbuh di wilayah tropis. *Carica papaya* (Caricaceae) Linn. merupakan pohon yang tumbuh di daerah tropis dan merupakan tanaman asli Amerika Selatan (Hidayati *et al.*, 2020). Pepaya (*Carica papaya*) merupakan tumbuhan yang berbatang tegak dan basah. Pohon pepaya merupakan jenis pohon perdu yang umumnya tidak bercabang atau bercabang sedikit, tumbuh hingga setinggi 5 – 10 m (Istiana *et al.*, 2013). Pepaya memiliki daun dengan tulang daun menjari, permukaan kasar, dan memiliki getah pada tangkainya. Daunnya berbentuk bulat/bundar (orbicularis), merupakan daun tunggal bertulang daun menjari dengan tangkai yang panjang dan berlubang di bagian tengah. Tepi daun bercangap menjari (palmatifidus). Permukaan daun licin (laevis) sedikit mengkilat (nitidus), daging seperti perkamen (perkamenteus) (Wadekar *et al.*, 2021).

Daun pepaya memiliki berbagai senyawa aktif yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati salah satunya yaitu papain. Senyawa aktif yang terkandung dalam daun pepaya diantaranya yaitu papain, flavonoid, alkanoid, terpenoid, tanin dan saponin (Damanik *et al.*, 2025). Papain sebagai senyawa aktif pada daun pepaya memiliki mekanisme khusus sebagai pestisida. Enzim papain yang terkandung pada daun pepaya memiliki cara kerja sebagai racun kontak terhadap hama penghisap dan ulat (Julaily dan Mukarlina, 2013). Senyawa tersebut berperan dalam pemecahan ikatan protein yang berpotensi merusak jaringan dan mengganggu fungsi fisiologis serangga. Enzim papain bekerja sebagai racun kontak yang masuk ke tubuh hama melalui lubang-lubang alami (spirakel), menyebar ke seluruh tubuh dan

menyerang sistem saraf sehingga dapat mengganggu aktivitas hama. Sifat enzim papain yang merupakan enzim protease bekerja melarutkan komponen penyusun kutikula berupa protein pada tubuh serangga yang berfungsi sebagai pelindung protektif (Mahathir *et al.*, 2025)

Senyawa lain yang terkandung pada pepaya yang turut berperan dalam fungsi pestisida yaitu flavonoid. Daun pepaya memiliki senyawa flavonoid yang dapat bekerja sebagai inhibitor kuat pernapasan dan menghambat reaksi oksidasi (Wathoni *et al.*, 2026). Berdasarkan penelitian Mangan *et al.* (2023), menyatakan bahwa pemberian ekstrak daun pepaya paling efektif terdapat pada konsentrasi 20% dengan kecepatan kematian tertinggi terdapat pada konsentrasi 30% dengan 1,20 ekor/jam.

#### **2.4.2. Daun Sirsak (*Annona muricata* L.)**

Tanaman sirsak merupakan tanaman yang pertama kali ditemukan di wilayah amerika dan menyebar hingga masuk ke wilayah Indonesia. Sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan salah satu tanaman buah yang berasal dari Karibia, Amerika Tengah dan Amerika Selatan (Sumantri *et al.*, 2014). Tanaman sirsak memiliki daun berbentuk bulat telur dengan ujung lancip. Daun sirsak berwarna hijau muda dan tuadengan panjang 6 – 18 cm, lebar 3 – 7 cm, berbentuk bulat telur, ujung lancip dan ada juga yang tumpul daun bagian atas mengkilap hujai dan gundul kusam di bagian bawah daun (Patel dan Patel, 2016). Daun sirsak memiliki ciri khusus yaitu berbau menyengat yang khas dan pahit. Daun tanaman

sirsak ini memiliki bau yang sangat menyengat dengan tangkai 3 – 10 mm (Arfianto, 2018).

Daun sirsak memiliki kandungan bahan aktif yang memiliki efek sebagai penangkal hama. Tanaman sirsak (*Annona muricata* L.) memiliki senyawa kimia seperti flavonoid, saponin, tanin, glikosida, annonain, dan senyawa lainnya yang diketahui bertindak sebagai *antifeedant*, racun kontak dan racun perut bagi beberapa hama tanaman (Mawuntu, 2016). *Antifeedant* tergolong alkaloid yang memiliki sifat racun dan rasa pahit yang berperan mengganggu aktivitas tirosin yang merupakan enzim esensial untuk pengerasan kutikula insekta pada saat proses pergantian kulit (Sembiring *et al.*, 2014). Daun sirsak memiliki senyawa lain seperti acetogenin. Bahan aktif acetogenin dalam konsentrasi tinggi memiliki kemampuan sebagai *antifeedant* sedangkan pada konsentrasi rendah memiliki kemampuan sebagai racun perut yang dapat menyebabkan serangga mati (Arimbawa *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Amalia *et al.* (2022), menyatakan bahwa persentase mortalitas *S. frugiperda* tertinggi mulai didapatkan pada perlakuan 100 gr/l yakni sebesar 100%

#### **2.4.3. Daun Mimba (*Azadirachta indica*)**

Daun mimba memiliki kandungan senyawa yang bisa digunakan untuk pembuatan pestisida nabati. Biji dan daun mimba mengandung empat senyawa kimia alami yang aktif sebagai pestisida, yaitu azadirachtin, salanin, meliatriol, dan nimbin (Hidayah *et al.*, 2024). Daun dan biji dari tumbuhan mimba diketahui mengandung senyawa Azadirachtamdica yang bersifat toksin terhadap hama dari

ordo seperti Orthoptera, Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera dan Heteroptera (Jacobson, 2000 ; Sidauruk *et al.*, 2020).

Azadirachtin memiliki efek signifikan pada serangga. Senyawa aktif azadirachtin menyebabkan penghambatan makan, penurunan ketahanan hidup dan gangguan pada perkembangan serangga (Sari dan Suharsono, 2014 ; Oktadiana dan Ningsih, 2020). Senyawa aktif lainnya pada daun mimba yang memiliki fungsi sebagai biopestisida yaitu nimbin yang memiliki peran tertentu dalam merusak sistem serangga. Nimbin merupakan senyawa yang meningkatkan mortalitas serangga baik secara langsung maupun dengan merusak sistem reproduksi serangga (Islas *et al.*, 2020 ; Fatikhin *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Maudodi *et al.* (2024), menyatakan bahwa perlakuan pestisida nabati mimba dengan konsentrasi 25% memberikan mortalitas tertinggi yakni sebesar 76% dengan kecepatan kematian larva sebesar 2,70 ekor/ jam.

#### **2.4.4. Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)**

Tanaman tembakau merupakan tanaman herba tahunan. Tembakau merupakan tanaman dikotil yang memiliki akar tunggang. Akar tanaman ini merupakan akar tunggang dengan kedalaman hingga 75 meter (Eurika dan Hapsari, 2017). Tembakau memiliki salah satu kandungan senyawa berpotensi pestisida yakni nikotin. Senyawa nikotin merupakan zat alkaloid yang secara natural terdapat pada tanaman tembakau. Nikotin dapat mempengaruhi saraf pusat pada larva dan menyebabkan kematian (Abdurrahman *et al.*, 2024). Kandungan nikotin pada tembakau berbeda beda tergantung dari bagian tembakau. Bagian bawah daun

tembakau mengandung 0,16 – 2,89% nikotin, bagian tengah mengandung 0,3 – 3,75%, dan bagian atas mengandung 0,5 – 4,0% nikotin (Wulandari dan Rahmadani, 2024).

Pestisida jenis ini bekerja dengan menembus kulit serangga (kutikula), sehingga zat racun aktifnya diangkut ke dalam tubuh serangga dan mengganggu sistem metabolisme yang vital (Putri *et al*, 2024 ; Rusminah, *et al.*, 2025). Daun tembakau juga memiliki kandungan senyawa lain yang turut berfungsi sebagai bahan aktif pestisida nabati. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada daun tembakau beberapa diantaranya yaitu, alkaloid, saponin, flavanoid, dan minyak atsiri (Handayani *et al.*, 2018 ; Faizah dan Dewi, 2024). Berdasarkan penelitian terdahulu Syahrani *et al.* (2025), menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun tembakau memberikan mortalitas sangat nyata pada ulat grayak mulai dari 5 HAS dengan konsentrasi 2,0% dan 2,5% dengan Tingkat mortalitas mencapai 100%. Berdasarkan penelitian Azzahra *et al.* (2023), menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tembakau dengan konsentrasi 30% memberikan mortalitas 55% dengan mortalitas tertinggi didapatkan pada konsentrasi 50% yakni sebesar 80%.

#### **2.4.5. Bawang Putih (*Allium sativum* L.)**

Bawang putih merupakan tanaman yang produk utamanya merupakan umbi. Bawang putih disebut tanaman herba parenial yang menghasilkan umbi lapis (Aizzatin dan Dwiyani, 2025). Perbanyakan tanaman bawang putih dilakukan dengan menggunakan umbi. Bawang putih diperbanyak secara vegetatif karena sifatnya yang steril (Meriem *et al.*, 2021).

Bawang putih memiliki senyawa aktif yang biasa juga digunakan sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama jenis ulat. Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati dari ekstrak bawang putih diantaranya yaitu alicin, saponin dan flavonoid (Sukma, 2016 ; Ismail dan Peni, 2021). Bawang putih juga memiliki senyawa aktif lain seperti alkaloid, tanin dan sulfur yang dapat dimaksimalkan sebagai pestisida nabati (Anindita *et al.*, 2023 ; Kahar *et al.*, 2024). Alicin merupakan salah satu senyawa kimia pada bawang putih yang berperan dalam penanggulangan hama larva. Senyawa kimia alicin (sulfur) memiliki cara kerja yang berdampak pada kerusakan membran sel pada larva sehingga terjadi lisis dan menyebabkan kematian pada larva (Agnetha, 2005 ; Anindita *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Abdarah (2025), menyatakan bahwa pemberian ekstrak bawang putih 80gr/100ml aquades pada *S. frugiperda* memberikan mortalitas tertinggi yakni sebesar 53,33%.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian telah dilaksanakan di jalan Banjarsari Selatan no 12, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah. Lokasi penelitian terletak pada titik koordinat 7°03'38.0" lintang selatan 110°26'07.8" bujur timur dengan ketinggian 125 mdpl (BPS, 2022). Rata-rata suhu harian 29,26° dan rata-rata kelembapan 70,25%. Penelitian dilakukan pada bulan April 2026 – Mei 2026.

#### **3.1. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi bahan dan alat. Bahan yang akan digunakan antara lain yaitu, ulat hongkong, daun pepaya, daun sirsak, daun mimba, tembakau, bawang putih, pakan wortel, dan air. Alat yang akan digunakan yaitu, thinwall 3000 ml, thinwall 200 ml, blender, kain penyaring, saringan, gelas ukur, penggaris, gunting, label, alat tulis dan kamera handphone.

#### **3.2. Metode Penelitian**

##### **3.2.1. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) monofaktor dengan faktor jenis pestisida yang terdiri dari 7 taraf yaitu :

- P0 = kontrol tanpa pestisida
- P1 = ekstrak daun pepaya 30 ml/70 ml
- P2 = ekstrak daun sirsak 30 ml/70 ml

P3 = ekstrak daun mimba 30 ml/70 ml

P4 = ekstrak daun tembakau 30 ml/70 ml

P5 = ekstrak bawang putih 30 ml/70 ml

P6 = pestisida kimia berbahan aktif imidakloprit 25% 0,03 gram/200 ml

Perlakuan diulang sebanyak 4 kali ulangan sehingga didapatkan 28 satuan unit percobaan dengan masing - masing unit berisi 15 ekor ulat hongkong.

### 3.2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap, yaitu tahapan persiapan bahan ekstraksi, perendaman, penyaringan bahan, persiapan ulat hongkong, aplikasi perlakuan, dan pengamatan

**Pembuatan ekstraksi.** Pembuatan ekstraksi bahan nabati berdasarkan Nanda *et al.* (2022) dengan beberapa modifikasi. Ekstraksi bahan pestisida nabati dilakukan dengan metode ekstraksi menggunakan blender. Bahan yang digunakan berupa daun pepaya, daun sirsak, daun mimba, tembakau, dan bawang putih. Pembuatan ekstraksi meliputi tahapan seperti persiapan bahan, perendaman bahan, dan penyaringan.

Bahan berupa daun pepaya, daun mimba, limbah tembakau dibersihkan dari kotoran yang menempel hingga bersih lalu dikering anginkan. Daun yang telah dikeringkan kemudian ditimbang sebanyak 250 gram, lalu dihaluskan dengan menggunakan blender selama 2 menit. Bawang putih dibersihkan dari kulitnya dan dicuci hingga bersih. Bawang putih yang telah dibersihkan kemudian ditimbang sebanyak 250 gram, lalu dihaluskan dengan menggunakan blender hingga halus.

Bahan yang telah dihaluskan direndam dengan 1000 ml air. Kemudian dimasukkan kedalam botol atau jerigen yang tertutup rapat kemudian disimpan selama 24 jam. Bahan kasar disaring dari ekstrasi menggunakan kain saring sebelum dilakukan pengenceran. Ekstrasi cair yang telah didapatkan kemudian diencerkan sesuai dengan perlakuan masing-masing. Tahapan pencucian, penimbangan, penghalusan dan penyaringan bahan pestisida disajikan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Tahapan Pembuatan Ekstraksi a). Pencucian, b). Penimbangan, c) Penghalusan, dan d). Penyaringan Bahan.

**Persiapan ulat hongkong.** Ulat hongkong dikumpulkan dari toko ikan hias atau toko burung sebanyak 500 ekor. Ulat lalu dipilih dengan ukuran relatif seragam dengan panjang sekitar 1,5 – 2,5 cm dan dalam kondisi sehat. Ulat yang telah disortir kemudian dicampur lagi kedalam wadah besar dan dibagi secara acak

sebanyak 15 ekor larva ke unit percobaan yang telah diberi label perlakuan dengan metode rotasi untuk memastikan distribusi merata (Ilustrasi 2).



Ilustrasi 2. Hasil Sortasi Larva *Tenebrio molitor*

**Aplikasi perlakuan.** Ulat hongkong dicelupkan ke dalam larutan perlakuan selama kurang lebih 10 detik, kemudian ditiriskan dan dipindahkan ke wadah pemeliharaan (Ilustrasi 3). Metode celup dipilih untuk mempermudah masuknya senyawa aktif bahan pestisida nabati secara kontak langsung pada *Tenebrio molitor*. Metode celup (*dipping*) merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam uji bio-assay yang dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan pencelupan serangga uji ke dalam larutan pestisida selama jangka waktu tertentu, atau dengan pencelupan pakan dan serangga uji dibiarkan memakan pakan tersebut (Gokulakrishnaa, 2023).



Ilustrasi 3. Pencelupan Larva *Tenebrio molitor* ke Larutan Pestisida

**Pengamatan.** Mortalitas ulat dilakukan pada 24, 48, 72, 96, dan 120 jam setelah aplikasi dengan cara mengamati kondisi ulat hongkong. Kondisi ulat diamati berdasarkan tingkat mortalitas, kecepatan kematian dan perubahan perilaku atau gejala fisik akibat perlakuan. Data yang diperoleh kemudian direkap dan ditentukan jenis pestisida nabati yang paling efektif dalam menyebabkan kematian ulat hongkong.

### 3.2.3. Paramater Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan meliputi persentase mortalitas hama dan perubahan perilaku dan fisik ulat hongkong.

#### 1. Persentase Mortalitas Hama (%)

Potensi keefektifan pestisida dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase Mortalitas Hama } Q = \frac{M}{N} \times 100\%$$

Q = persentase kematian hama

M = jumlah hama yang mati

N = jumlah hama yang diuji (Nursam *et al.* (2016).

Apabila terdapat kematian larva uji pada perlakuan kontrol, maka dilakukan koreksi menggunakan rumus abbot (Azwana *et al.*, 2019)

$$P_t = \frac{P_o - P_c}{100 - p_c} \times 100\%$$

$P_t$  = Persentase kematian terkoreksi

$P_o$  = Persentase kematian yang teramati

$P_c$  = Persentase kematian pada kontrol

## 2. *Lethal Time 50 (LT50)*

Waktu efektivitas pestisida dihitung dengan analisis probit menggunakan persamaan regresi

$$Y = ax + b$$

$$X = \frac{5 - b}{a}$$

$Y$  = Nilai probit untuk kematian 50

$a$  = Konstanta / *intercept*

$b$  = Koefisien regresi / *slope* (Kanu, 2023).

## 3. Perubahan Perilaku dan Fisik

Ulat hongkong diamati berdasarkan perubahan perilaku dan fisik setelah 12 jam aplikasi pestisida.

### 3.2.4. Analisis Data

Analisis data menggunakan data pengamatan sidik ragam (ANOVA) dan apabila menunjukkan hasil beda nyata pada taraf 5% maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf 0,5%. Mode Linier untuk analisis RAL monofaktor adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$i = P$  dan  $j = 0, 1, 2, 3$

$Y_{ij}$  = Pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

$\mu$  = Rataan umum

$\tau_i$  = Pengaruh perlakuan ke-i

$E_{ij}$  = Pengaruh galat percobaan perlakuan ke-i ulangan ke-j

### **Hipotesis Statistik**

Hipotesis statistik yang diuji pada penelitian ini yaitu :

#### **Pengaruh Jenis Pestisida Nabati**

$H_0$  :  $P_0 = P_1 \dots = P_a = 0$

$H_0$  : Tidak terdapat pengaruh jenis bahan pestisida terhadap mortalitas ulat hongkong

$H_1$  : Paling sedikit ada satu  $P_a \neq 0$ . Ada pengaruh jenis bahan pestisida terhadap mortalitas ulat hongkong