

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L.) SEBAGAI
INSEKTISIDA NABATI KUTU PUTIH (*Bemisa tabaci* Genn.) PADA
TANAMAN CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annum* L.)**

SKRIPSI

**Iqbal Saifuloh
2057021018**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L.) SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI KUTU PUTIH (*Bemisa tabaci* Genn.) PADA TANAMAN CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annuum* L.)

Oleh

Iqbal Saifuloh

Tanaman cabai merah keriting merupakan tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia namun dalam proses budidayanya para petani sering mengalami kendala salah satunya adanya serangan hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.). Para petani umumnya menggunakan insektisida kimia dalam proses pengendalian, padahal insektisida dapat menimbulkan dampak yang sangat berbahaya bagi tanaman, seperti polusi dan residu insektisida kimia. Contoh tanaman yang berpotensi sebagai insektisida nabati seperti buah maja. Buah maja (*Aegle marmelos* L.) mengandung tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, dan fenol. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas pemberian ekstrak buah maja pada konsentrasi efektif sebagai insektisida terhadap hama kutu putih. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Botani dan Zoologi Universitas Lampung pada bulan Januari hingga Maret 2024, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan kontrol negatif, kontrol positif 1 pelarut tween 80, kontrol positif 2 insektisida komersial (Anntuss), dan ekstrak buah maja pada konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40%. Data dianalisis menggunakan *One Way* ANOVA, dilanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf α 5%, diikuti dengan analisis probit untuk menghitung nilai *Lethal Concentration* 50 (LC₅₀). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu: tanin, saponin, flavonoid, terpenoid, dan juga alkaloid). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT didapatkan bahwa kontrol positif memberikan hasil yang berbeda signifikan dengan konsentrasi 30% dan 40%, kemudian kontrol positif 2 memberikan hasil yang berbeda signifikan terhadap konsentrasi 10% 20% dan 30% sedangkan kontrol negatif memberikan hasil yang berbeda signifikan terhadap seluruh perlakuan. Serangan hama kutu putih *Bemisa tabaci* mengakibatkan daun melengkung, keriting, dan belang-belang kekuningan (klorosis). Hasil analisis probit menunjukkan nilai LC₅₀ 72 jam yaitu 28% dapat dikatakan sebagai toksik terhadap hama.

Kata kunci: buah maja, kandungan buah maja, kutu putih, insektisida nabati.

ABSTRACT

TESTING THE EFFECTIVENESS OF MAJA FRUIT EXTRACT (*Aegle marmelos* L.) AS A VEGETABLE INSECTICIDE FOR WHITE FLES (*Bemisa tabaci* Genn.) ON CURLY RED CHILLI PLANTS (*Capsicum annum* L.)

By

Iqbal Saifuloh

The curly red chili plant is a horticultural plant that is widely cultivated in Indonesia, but in the process of cultivating it, farmers often experience problems, one of which is the attack of mealybug pests (*Bemisa tabaci* Genn.). Farmers generally use chemical insecticides in the control process, even though insecticides can have very dangerous impacts on plants, such as pollution and chemical insecticide residues. Examples of plants that have potential as vegetable insecticides include maja fruit. Maja fruit (*Aegle marmelos* L.) contains tannins, saponins, alkaloids, flavonoids and phenols. This research was conducted to determine the effectiveness of administering maja fruit extract at an effective concentration as an insecticide against mealybug pests. This research was conducted at the University's Botany and Zoology Laboratory Lampung from January to March 2024, using a completely randomized design (CRD) with negative control treatment, positive control 1 Tween 80 solvent, positive control 2 commercial insecticides (Anntuss), and maja fruit extract at concentrations of 10%, 20%, 30% and 40%. Data were analyzed using One Way ANOVA, followed by the least significant difference test (BNT) at the α level of 5%, followed by probit analysis to calculate the Lethal Concentration 50 (LC_{50}) value maja (*Aegle marmelos* L.) contains secondary metabolite compounds, namely: tannins, saponins, flavonoids, terpenoids, and also alkaloids. Based on the results of further BNT tests, it was found that the positive control gave significantly different results with concentrations of 30% and 40%, then positive control 2 gave significantly different results for concentrations of 10%, 20% and 30%, while the negative control gave significantly different results for all treatments. Attacks by the whitefly pest *Bemisa tabaci* cause the leaves to curl, curl and have yellowish spots (chlorosis). The results of the probit analysis show that the 72 hour LC_{50} value is 28% which can be said to be toxic to pests.

Key words: maja fruit, maja fruit content, mealybugs, vegetable insecticide.

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L.) SEBAGAI
INSEKTISIDA NABATI KUTU PUTIH (*Bemisa tabaci* Genn.) PADA
TANAMAN CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annum* L.)**

Oleh

Iqbal Saifuloh

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* (L.) SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI KUTU PUTIH (*Bemisa tabaci* Genn.) PADA TANAMAN CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annuum* L.)**

Nama Mahasiswa : **Iqbal Saifuloh**

Npm : 2057021018

Program Studi : Biologi

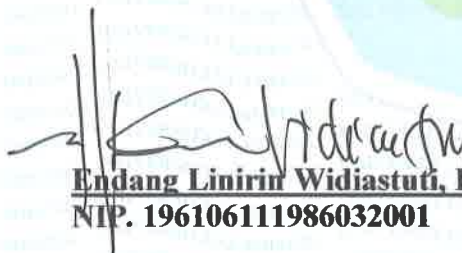
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




MENYETUJUI ,
I. Komisi Pembimbing


Pembimbing I

Pembimbing II


Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.
NIP. 196106111986032001


Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.
NIP. 199105212019032020

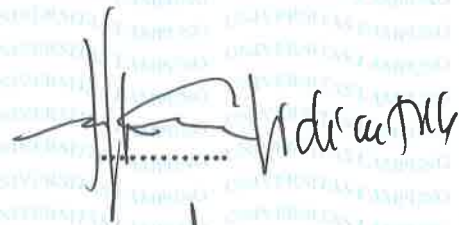
II. Ketua Jurusan


Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP.1983013008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

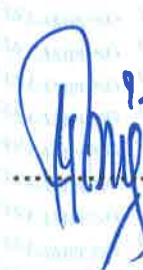
Ketua : Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.



Sekretaris : Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.



Anggota : Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012002011002

Tanggal lulus ujian skripsi : 10 Juli 2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Iqbal Saifuloh

NPM : 2057021018

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

“UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L.) SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI KUTU PUTIH (*Bemisa tabaci* Genn.) PADA TANAMAN CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annum* L.)”

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku, dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%. Selanjutnya saya juga tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data dari skripsi saya digunakan oleh dosen untuk kepentingan penelitian sepanjang nama saya dicantumkan. Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 21 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Iqbal Saifuloh)

NPM. 2057021018

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di OKU TIMUR tanggal 5 Agustus 2001, sebagai putra kedua dari pasangan Bapak Suwiyoto dan Ibu Supriati. Mempunyai kakak perempuan yaitu Anggun Wulandari. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di Taman Kanak-kanak ABA Rawa Bening pada tahun 2008-2009. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Srikaton pada tahun 2009-2014. Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Buay Madang Timur pada tahun 2014-2017. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri Buay Madang pada tahun 2017-2020. Tahun 2020 penulis resmi terdaftar sebagai Mahasiswa Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN- BARAT atau jalur Mandiri.

Selama menjadi mahasiswa Biologi FMIPA UNILA, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO FMIPA UNILA) sebagai anggota bidang ekspedisi pada periode 2020-2021. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Suri Tani Pemuka Lampung Selatan selama 40 hari dengan judul “Uji Kualitas Air Tambak Dan Identifikasi Jenis-Jenis Plankton di PT Suri Tani Pemuka Lampung. Pada bulan Juli- Agustus 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidodadi, Kecamatan Bangun Rejo, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari.

MOTTO

“ Dan bersabarlah kamu sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(QS. Ar-Rum:60)

“Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi aturalah ketakutan yang membuat jadi sulit jadi janjilah pada dirimu sendiri jangan mudah menyerah.

(Joko Widodo)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.”(QS. Al baqarah:286)

“Janganlah cepat menyerah dan berkecil hati, setiap orang memiliki takdir dan rezeki masing- masing kita diibaratkan bunga yang memiliki waktu untuk mekar yang berbeda”

(Penulis)

PERSEMBAHAN



Alhamdulillah dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang, akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan kesungguhan hati dan sebagai tanda cinta kepada:

Kedua orang tua saya yang sangat saya cintai yaitu Bapak Suwiyoto dan Ibu Supriati, serta kakak saya Anggun Wulandari dan semua keluarga yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doanya agar penulis dipermudah dalam setiap langkah.

Bapak ibu dosen yang telah memberikan ilmu dengan tulus ikhlas dan sabar dalam membimbing dengan tulus, ikhlas dan sabar sehingga penulis dapat berhasil dalam memperoleh gelar sarjana.

Semua teman seangkatan dan sahabat-sahabatku yang telah berjuang bersama dari awal masuk kuliah menjadi mahasiswa baru hingga saat ini yang selalu mendukung dan menemaniku saat senang maupun sedih. Terima kasih karena telah membantuku untuk dapat menyelesaikan studi ini.

Almamater tercinta, Universitas Lampung yang menjadi kebanggaan bagi saya.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam teruntuk Nabi Muhammad SAW, semoga kita termasuk umatnya yang mendapat syafa'at beliau di yaumul akhir kelak, aamiin yarabbal'alamin. Skripsi yang berjudul "Uji Efektivitas Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai Insektisida Nabati Kutu Putih (*Bemisa tabaci* Genn.) Pada Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.)", merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesulitan dan rintangan, namun itu semua dapat penulis lalui berkat bantuan, bimbingan, saran dan dorongan semangat dari orang-orang yang telah hadir di kehidupan penulis, Jazakumullahu Khairan Katsiran Wa Jazakumullah Ahsanal Jaza, Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeila Afriani, D.E.A., IPM., selaku rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku dekan FMIPA Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku ketua Jurusan Biolgi FMIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dra. Endang Linirin Widiastuti M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing I yang telah memberikan segala ilmu, motivasi, arahan, serta bimbingan terbaiknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi. Semoga Allah SWT catat sebagai amal jariyah disisi-Nya dan dilimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan ibu.

5. Ibu Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran, kesabaran, dan keikhlasan selama memberikan bimbingan penelitian. Sehingga penulis dapat menjalankan tanggung jawab terhadap diri sendiri dan orangtua. Semoga Allah SWT catat sebagai amal jariyah disisi-Nya dan dilimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan ibu.
6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Pembahas dalam penelitian atas segala ilmu, masukan, dan nasihat yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT melimpahkan rohman dan rohim-Nya serta Allah SWT permudah dalam segala urusan bapak.
7. Ibu Dr. Kusuma Handayani selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dari awal penulis belajar hingga menyelesaikan studi di jurusan kimia FMIPA Unila. Semoga Allah SWT catat sebagai amal jariyah disisi-Nya dan melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan bapak.
8. Ibu Dr. Kusuma Handayani selaku kepala prodi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak Ibu dosen Jurusan Biologi FMIPA Unila atas segala ilmu, nasihat, arahan, motivasi, dan waktu yang telah diberikan selama penulis menempuh perkuliahan. Semoga Allah SWT catat dengan amal jariyah disisi-Nya dan melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan bapak ibu.
10. Keluarga besar Biologi angkatan 2020, kenangan yang sudah terbangun selama ini semoga kelak menjadi bagian cerita bahagia dalam kehidupan kita.
11. Almamater tercinta, Universitas Lampung. Terima kasih atas pengalaman terbaik yang pernah dilalui. Namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi rekan-rekan khususnya mahasiswa/i biologi serta pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, Juli 2024
Penulis

Iqbal Saifuloh

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| SAMPUL DEPAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| HALAMAN JUDUL DALAM | vi |
| HALAMAN PERSETUJUAN | v |
| LEMBAR PENGESAHAN | vi |
| SURAT PERNYATAAN | vii |
| RIWAYAT HIDUP | viii |
| PERSEMBAHAN | ix |
| MOTTO | xi |
| SANWACA | xii |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.4 Kerangka Pemikiran..... | 5 |
| 1.5 Hipotesis Penelitian | 7 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Cabai Merah Keriting (<i>Capsicum annuum L.</i>)..... | 8 |
| 2.1.1 Klasifikasi Cabai Merah Keriting (<i>Capsicum annuum L.</i>) | 8 |
| 2.1.2 Definisi Cabai Merah Keriting (<i>Capsicum annuum L.</i>)..... | 9 |
| 2.1.3 Kandungan Cabai Merah Keriting (<i>Capsicum annuum L.</i>) | 10 |
| 2.2 Kutu Putih | 11 |
| 2.2.1 Klasifikasi Kutu Putih..... | 12 |
| 2.2.2 Morfologi Kutu Putih..... | 12 |
| 2.2.3 Siklus Hidup Kutu Putih | 13 |
| 2.2.4 Persebaran Kutu Putih..... | 16 |
| 2.2.5 Faktor Pendukung Kelimpahan Kutu Putih (<i>Bemisa tabaci</i>)..... | 16 |
| 2.3 Tanaman Maja | 17 |
| 2.3.1 Klasifikasi Tanaman Maja | 17 |
| 2.3.2 Definisi Tanaman Maja..... | 18 |
| 2.3.3 Kandungan Senyawa Buah Maja | 19 |
| 2.3.3.1 Tanin | 20 |
| 2.3.3.2 Flavonoid | 21 |
| 2.3.3.3 Saponin | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.3.4 Alkaloid..... | 23 |
| 2.4 Uji Fourier Transform Infrared (FT-IR) | 23 |
| 2.5 Simplisia | 26 |
| 2.6 Maserasi | 26 |
| III. METODE PENELITIAN | 28 |
| 3.1 Waktu dan Tempat..... | 28 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 28 |
| 3.3 Metode Penelitian | 29 |
| 3.4 Prosedur Kerja | 31 |
| 3.4.1 Pelaksanaan Penelitian Persiapan Media Tanam..... | 31 |
| 3.4.2 Persemaian dan Penanaman..... | 31 |
| 3.4.3 Pengendalian gulma dan Hama Lain | 32 |
| 3.4.4 Ekstrak Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> L.)..... | 32 |
| 3.4.5 Uji Fitokimia..... | 33 |
| 1.Uji Flavonoid | 33 |
| 2.Uji Alkaloid | 33 |
| 3.Uji Tanin | 34 |
| 4.Uji Saponin | 34 |
| 3.4.6 Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) | 34 |
| 3.4.7 Infestasi Kutu Putih (<i>Bemisa tabaci</i>) .. | 35 |
| 3.4.8 Aplikasi Pestisida | 36 |
| 3.5 Parameter Pengamatan..... | 36 |
| 3.5.1 Persentase Mortalitas dan Gambaran Morfologi <i>Bemisa tabaci</i> | 36 |
| 3.5.2 Intensitas Serangan Pada Tanaman | 37 |
| 3.6 Teknik Analisis Data..... | 37 |
| 3.7 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian | 38 |
| 3.7.1 Pembuatan Ekstrak Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> L.)..... | 38 |
| 3.7.2 Uji Ekstrak Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> L.) Sebagai Insektisida Nabati Kutu Putih (<i>Bemisa tabaci</i>)..... | 39 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 40 |
| 4.1 Hasil Uji Fitokimia | 40 |
| 4.1.1 Hasil Uji FT-IR | 41 |
| 4.1.2 Hasil Mortalitas Selama 72 Jam | 42 |
| 4.1.3 Hasil Kerusakan Tanaman Cabai..... | 45 |
| 4.1.4 Hasil Pengamatan Perubahan Morfologi | 46 |
| 4.2 Pembahasan..... | 48 |
| 4.2.1 Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Buah Maja..... | 48 |
| 4.2.2 FT-IR Ekstrak Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> L.)..... | 50 |
| 4.2.3 Kerusakan Tanaman Cabai | 52 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 56 |
| 5.1 Simpulan | 56 |
| 5.2 Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | 57 |
| Lampiran | 68 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Tanaman Cabai Merah Keriting..... | 8 |
| Gambar 2. Penyakit Kutu Putih Cabai | 12 |
| Gambar 3. Kutu Putih | 14 |
| Gambar 4. Siklus Hidup..... | 14 |
| Gambar 5. Nimfa Kutu Putih | 16 |
| Gambar 6. Gambar Tanaman Buah Maja. | 18 |
| Gambar 7. Struktur Dasar Tani. | 21 |
| Gambar 8. Struktur Dasar Flavonid | 22 |
| Gambar 9. Struktur Dasar Alkaloid | 23 |
| Gambar10. Uji FTIR | 24 |
| Gambar11. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Buah Maja..... | 38 |
| Gambar12. Diagram Alir Uji Ekstrak Buah Maja Sebagai Insektisida | 39 |
| Gambar13. Hasil Uji FTIR Ekstrak Buah Maja..... | 41 |
| Gambar14. Hasil Kerusakan Tanaman Cabai | 45 |
| Gambar15. Pengamatan Perubahan Morfologi | 45 |
| Gambar16. Pengambilan Kutu Putih..... | 69 |
| Gambar17. Proses Pengambilan Buah Maja..... | 69 |
| Gambar18. Proses Penjemuran Buah Maja | 69 |
| Gambar19. Bibit Tanaman Cabai..... | 69 |
| Gambar20. Pemindahan Tanaman Cabai | 69 |
| Gambar21. Hasil Penggilangan Sampel Buah Maja | 69 |
| Gambar22. Proses Maserasi | 70 |
| Gambar23. Proses Evaporasi | 70 |
| Gambar24. Proses Penyaringan | 70 |
| Gambar25. Ekstrak Buah Maja..... | 70 |
| Gambar26. Proses Penyungkupan..... | 70 |
| Gambar27. Pengamatan Morfologi..... | 70 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Informasi etnobotani dari <i>Aegle marmelos</i> L..... | 20 |
| Tabel 2. Daerah gugus fungsi FT-IR | 25 |
| Tabel 2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah..... | 25 |
| Tabel 3. Volume unit percobaan | 29 |
| Tabel 3.1. Kelompok perlakuan | 30 |
| Tabel 3.2. Susunan percobaan..... | 31 |
| Tabel 4. Hasil uji fitokimia ekstrak buah maja | 40 |
| Tabel 5. Hasil uji FT-IR ekstrak buah maja | 42 |
| Tabel 6. Data Mortalitas Bemisa tabaci | 43 |
| Tabel 7. Data mentah | 71 |
| Tabel 8. Hasil Uji Normalitas | 71 |
| Tabel 9. Data Hasil Uji Normalitas..... | 74 |
| Tabel 10. Data hasil uji One Way ANOVA..... | 75 |
| Tabel 11. Data hasil Uji Duncan | 76 |
| Tabel 12. Data Hasil Uji BNT | 76 |
| Tabel 13. Data Hasil Probit | 77 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang sangat penting. Buahnya sering digunakan sebagai bahan penyedap dan pelengkap dari berbagai masakan khas di Indonesia. Tanaman ini sering digunakan dalam bentuk segar ataupun olahan baik dikonsumsi rumah tangga, industri pengolahan makanan, dan industri makanan. Cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.) sering juga dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan obat-obatan dan kosmetik. Namun, permasalahan utama yang sering dihadapi oleh para petani khususnya budidaya tanaman cabai adalah serangan dari hama. Hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) dapat menyebabkan kerusakan dengan berbagai cara. Salah satunya yaitu dengan menusuk jaringan dan menghisap cairan sel daun yang dapat seperti terbakar. Hama ini menghasilkan embun madu kemudian ditumbuhi cendawan jelaga sehingga tanaman yang diserang akan berwarna hitam. Kutu putih merupakan serangga asli Meksiko/Amerika Tengah. Serangga ini dilaporkan menjadi hama pertama kali ditemukan di Florida pada tahun 1998 (Walker *et al.*, 2020).

Kutu putih menjadi salah satu jenis hama yang memiliki kisaran inang yang cukup luas. Hama ini memiliki lebih dari 25 suku tanaman yang bernilai ekonomi sebagai inangnya, di antaranya tanaman pepaya, ubi kayu, jarak pagar, tomat, cabai, alpukat, melon, dan kembang sepatu. Selain itu, hama ini menyerang tanaman jagung, jambu dan juga akasia. Kutu putih menjadi masalah penting pada budidaya cabai merah keriting di Indonesia.

Penelitian penyebaran kutu putih ini sebelumnya telah dilakukan di Pulau Jawa, Lampung, dan Lombok. Di Pulau Jawa, ditemukan pada 22 lokasi yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Di Lampung ditemukan pada lima kecamatan di Lampung Tengah, Lampung Timur dan Lampung Selatan (Sidarlin *et al.*, 2020).

Hama kutu putih biasanya hidup terlalu banyak sampai puluhan ekor. Mereka merusak dengan cara menghisap cairan. Semua bagian tanaman bisa diserang dari buah sampai pucuk. Serangan pada pucuk daun menyebabkan daun kerdil dan keriput, kerugian akibat serangga hama kutu putih berkisar antara 10-30 % dan saat musim kemarau kerugian yang ditimbulkan dapat lebih besar lagi yaitu mencapai 40% bila tidak dilakukan pengendalian. Kutu putih merupakan salah satu vektor gemini virus yang sangat efektif, memiliki daerah penyebaran yang sangat luas terutama di daerah tropik dan sub tropik. Serangga vektor kutu putih biotipe non B asal Bogor sudah mampu menularkan virus dan menyebabkan 10% tanaman sakit setelah melakukan akuisisi (Hidayat *et al.*, 2022). Efektivitas penularan dapat mencapai maksimum 100% apabila serangga kutu putih melakukan akuisisi pada sumber inokulum lebih dari 6 jam, maka lama periode akuisisi serangga vektor semakin tinggi efektivitas penularan, satu ekor vektor *Beamisa tabaci* Genn., dewasa setelah menghisap sumber inokulum selama 24 jam dan melalui periode inokulasi 48 jam sudah mampu menularkan penyakit 30% - 50%. Efektivitas penularan meningkat dengan bertambahnya jumlah vektor dan mencapai 100% dengan jumlah serangga 15 ekor atau lebih. Kerusakan secara langsung dapat menimbulkan gejala keriting daun, klorosis (menguning), belang (mozaik), serta jika serangan sudah parah dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan tidak produktif (Marianah, 2020).

Pemakaian insektisida kimia berdampak negatif bagi manusia dan organisme lain seperti menimbulkan keracunan akut serta membunuh organisme yang bukan sasarannya, dan lingkungan pun menjadi tercemar. Petani pada umumnya menggunakan insektisida kimia untuk membasmi hama karena insektisida kimia banyak dijual di pasaran dan sangat efektif dalam membasmi hama. Insektisida kimia ini tidak dapat terurai di alam sehingga residunya akan terakumulasi dalam tanah, jika

menempel di sayuran senyawa ini ikut dikonsumsi bersama sayuran yang di makan, bersifat toksik, dan dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif seperti kanker. Secara umum insektisida nabati dapat diartikan insektisida berbahan dasar yang berasal dari senyawa tumbuhan atau bagian tumbuhan. Sifat dari insektisida nabati yaitu mudah terurai di alam (*biodegradable*), tidak ada efek terhadap musuh alami hama (*selectivity*), dapat dicampurkan dengan komponen pengendali hama lain (*compatibility*), dapat memperlambat laju resistensi, dan menjamin ketahanan dan keberlanjutan dalam bidang pertanian (Amrilla *et al.*, 2022).

Penggunaan insektisida nabati ini dapat mengurangi adanya kehadiran hama. Contoh tanaman yang berpotensi sebagai insektisida nabati adalah buah maja (*Aegle marmelos* L.). Buah maja mengandung *2-furocoumarins-psoralen* dan *marmelosin* (C₁₃H₁₂O₃). Bagian daunnya mengandung *α-limonene*, *56%-α-δ-phellanzene*, *sineol*, *citonellol*, *citiol*, *o-(3,3-dimethylallyl)-harfordinol*, *5% cuminaldehyde*, *alkaloids*, *n-2-ethoxy-2-(4-methoxyphenyl)ethylcinnamide*, *n-2-methoxy-2-(4-3,3-dimethylalloxy) phenyl* dan *n-2-methoxy-2-(4-methoxyphenyl)-ethylcinnamide*. Buah, akar, dan daun maja bersifat antibiotik (Widia dan Vera, 2023).

Buah maja adalah tanaman yang kurang dipedulikan oleh masyarakat sekitar, padahal tanaman ini dapat menghasilkan sebanyak 200-400 buah tiap pohon per tahun (Kurniawan *et al.*, 2021). Dengan produktivitas buah yang tinggi, maka penggunaan maja sebagai bahan baku pestisida organik/ nabati merupakan alternatif yang paling efektif dan efisien digunakan dibanding tanaman lain. Buah maja mengandung marmelosin, minyak atsiri, peptin, saponin, dan tanin. Senyawa saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpen. Molekul yang memiliki senyawa saponin memiliki rasa pahit, berbusa jika dicampur dengan air, memiliki sifat haemolisis (merusak sel darah merah). Buah maja juga memiliki senyawa yang disebut tanin, senyawa ini rasanya pahit yang apabila bereaksi dengan protein, asam amino, dan alkaloid, sehingga rasanya yang sangat pahit tidak disukai serangga yang menjadi hama pada tanaman (Taufieq *et al.*, 2019).

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Safirah *et al.*, (2016) menyatakan bahwa *Aegle marmelos* L., dapat mengendalikan hama *Helicoverpa armigera* pada tanaman kedelai (*Glycine max*) dengan konsentrasi 70%. Penelitian yang dilakukan oleh Parwanti (2019), menyatakan *Aegle marmelos* L., mampu menjadi insektisida nabati kutu daun (*Aphis gossypii glover*) pada tanaman tomat. Kandungan yang terdapat pada buah maja (*Aegle marmelos* L.) yang dapat mematikan hama yaitu adanya senyawa tanin, flavonoid, dan fenol. Tanin dapat menyebabkan terjadinya penyerapan air pada tubuh serangga sehingga menyebabkan terganggunya pertumbuhan larva bahkan dapat menyebabkan kegagalan metamorphosis. Flavonoid bertindak sebagai racun perut bagi serangga, apabila senyawa alkaloid dan flavonoid tersebut masuk ke dalam tubuh larva melalui makanan yang dimakan oleh serangga maka alat pencernaannya akan terganggu sehingga menyebabkan serangga mati, fenol mempunyai kemampuan untuk merusak sel dengan cara menurunkan tegangan permukaan tubuh serangga. Saponin merupakan senyawa terpenoid yang memiliki aktifitas mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan, dengan menurunnya jumlah sterol bebas pada tubuh serangga dapat menyebabkan terganggunya proses pergantian kulit serangga (Sari dan Susilowati, 2019).

Beasley *et al.*, (2014) menyatakan dalam hasil spektrum FT-IR nanopartikel yang disintesis dari daun maja adanya karakteristik gugus fungsi alkohol, fenol, alkana, amina, eter, senyawa aromatik dapat menyebabkan berbagai khasiat obat pada tanaman. Analisis FT-IR berguna untuk mengidentifikasi dan menjelaskan struktur senyawa bioaktif. Namun, belum ada penelitian mengenai uji kandungan/ gugus apa saja yang terkandung dalam ekstrak buah maja dengan metode FT-IR. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang uji efektivitas ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai insektisida nabati kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) pada tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Mengetahui kandungan senyawa ekstrak buah maja melalui uji FT-IR

1. Mendapatkan konsentrasi efektif ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai insektisida nabati hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) pada tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.)
2. Mendapatkan informasi mengenai *Lethal Concentration 50* (LC₅₀) dari ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) pada tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.)
3. Mengetahui kerusakan tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.) akibat serangan hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.)

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Menambah pengetahuan tentang pengendalian hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) menggunakan insektisida nabati/ alami.
2. Memberikan informasi tentang potensi buah maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai insektisida nabati terhadap kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.)

1.4 Kerangka Pemikiran

Cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.) merupakan komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Kebutuhan cabai terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai. Akhir-akhir ini usaha petani cabai mengalami permasalahan yang cukup serius dalam hal budidaya. Salah satu penyebab masih belum dicapainya potensi hasil tersebut

adalah serangan hama dan penyakit yang dapat menyebabkan tanaman mengalami kerusakan parah, dan berakibat gagal panen. Kutu merupakan hama yang menyerang tanaman cabai. Dalam mengatasi serangan hama para petani menggunakan insektisida kimia. Padahal insektisida kimia dapat menimbulkan dampak yang sangat berbahaya bagi tanaman, salah satunya yaitu pencemaran lingkungan residu kimia, dan juga kesehatan manusia akan terganggu dengan adanya penggunaan insektisida kimia tersebut. Insektisida nabati merupakan salah satu alternatif yang ramah dan baik digunakan untuk lingkungan, serta dapat dimanfaatkan sebagai ekstrak yang memiliki potensi untuk membunuh hama. Tanaman maja (*Aegle marmelos* L.) merupakan tanaman obat yang berada di hutan tropis di Indonesia. Tanaman maja ini sudah lama dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan sebagai obat tradisional seperti merebus daun dan meminum air hasil rebusan daun tersebut, dipercaya dapat menurunkan tekanan darah tinggi atau hipertensi. Selain itu, tanaman maja dapat juga dimanfaatkan dengan beberapa bagian buahnya sebagai insektisida nabati untuk melumpuhkan/mematikan hama kutu putih pada tanaman pertanian atau hortikultura salah satunya adalah tanaman cabai. Buah maja juga mengandung marmelosin, minyak atsiri, pektin, flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin diindikasikan dapat dipakai untuk insektisida nabati. Buah maja mengandung saponin dan tanin yang mempunyai manfaat sebagai bahan pestisida nabati. Senyawa aktif pada tanaman ini memiliki sifat anti-eksudatif dan inflamatori yang menyebabkan buah maja berasa pahit sehingga rasanya yang pahit tersebut tidak disukai oleh serangga yang menjadi hama pada tanaman. Pestisida nabati dari buah maja ini juga memiliki bau yang menyengat dan mampu mengganggu fungsi pencernaan dari serangga apabila termakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian guna mengetahui pengaruh dari ekstrak buah maja terhadap laju mortalitas kutu putih pada tanaman cabai merah keriting.

1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai insektisida nabati maka semakin tinggi mortalitas kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) pada tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.)

2.1.1 Klasifikasi Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.)

Dalam sistematika taksonomi kerajaan tumbuhan, tanaman cabai merah keriting termasuk ke dalam genus *Capsicum*. Menurut Alif (2017) klasifikasi lengkapnya yaitu:

| | |
|---------|---|
| Kingdom | : Plantae |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Ordo | : Solanales |
| Family | : Solanaceae |
| Genus | : <i>Capsicum</i> |
| Spesies | : <i>Capsicum annuum</i> L . var . taro |

Tanaman dari cabai merah keriting dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tanaman cabai merah keriting (Alif, 2017).

2.1.2 Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah keriting merupakan tanaman yang termasuk ke dalam genus *Capsicum*. Tanaman cabai cocok ditanam pada tanah yang kaya akan humus, gembur, dan tidak tergenang air, pH tanah yang ideal untuk tanaman cabai sekitar 5-6. Waktu tanam yang baik untuk daerah kering dapat dilakukan pada akhir musim hujan (Purwandari *et al.*, 2022). Cabai dapat dibedakan dalam dua jenis yaitu cabai yang berukuran besar dan cabai yang memiliki rasa pedas. Dari kedua cabai tersebut mempunyai rasa yang berbeda, cabai merah keriting biasanya tidak memiliki rasa yang terlalu pedas, berukuran besar, dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan masakan. Sedangkan cabai yang memiliki rasa pedas adalah cabai yang dikenal dengan rasanya, cabai ini berukuran kecil sehingga sering disebut dengan *chilli*. Cabai merah keriting (*Capsicum annuum* L.) banyak dibudidayakan oleh para petani di Indonesia selain karena manfaatnya bagi kesehatan juga karena cabai merah keriting memiliki harga jual yang cukup tinggi. Akan tetapi, di dalam pembudidayaan cabai terkadang banyak mengalami masalah, salah satunya adalah berkurangnya unsur hara yang ada di dalam tanah sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang optimal (Eko *et al.*, 2023).

Budidaya tanaman cabai merah keriting ini masih banyak mengalami kendala dalam proses produksinya. Salah satu penyebabnya yaitu adanya serangan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, sehingga sering terjadi penurunan hasil panen (Darmawansyah dan Saripah, 2021). Selain produktivitas cabai merah dapat mengalami penurunan akibat berbagai macam faktor seperti faktor dari gangguan OPT (organisme pengganggu tanaman) biaya produksi yang sangat mahal menjadi salah satu tantangan tersendiri bagi para petani cabai merah keriting. Hasil produksi tanaman cabai merah keriting berbanding lurus dengan pemupukan yang berimbang, di lain itu harga pupuk yang sangat mahal membuat ketimpangan antara biaya operasional dan keuntungan yang didapat petani. Agar produksi buah cabai tetap meningkat salah satunya adalah dengan mengefisiensikan penggunaan pupuk buatan dan mengganti dengan pupuk organik yang biaya produksinya terbilang murah yaitu dengan pemanfaatan limbah rumah tangga. Dengan menggunakan media

dari limbah rumah tangga diharapkan adanya peningkatan produktivitas tanaman cabai (Eko *et al.*, 2023).

2.1.3 Kandungan Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.)

Tanaman cabai merah keriting memiliki banyak sekali kandungan yang terdapat di dalamnya, berdasarkan hasil studi literatur menunjukkan bahwa cabai mengandung berbagai macam senyawa kimia. Studi literatur buah cabai menunjukkan adanya kandungan yaitu *capsaicinoid* pada cabai adalah *capsaicin*, di ikuti oleh *dihydrocapsaicin*, *homocapsaicin*, *nonivamide*, *nordihydrocapsaicin*, *homodihydrocapsaicin*, dan *normodihydrocapsaicin* yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit seperti pegal-pegal, rematik, batuk, dan infeksi saluran cerna (Izzati, 2018). Jenis penyakit yang diobati menurut kajian referensi merupakan kondisi inflamasi di dalam tubuh manusia (Bare, 2020). Cabai merah keriting berukuran agak kecil, rasanya sedikit pedas, banyak mengandung gizi, di antaranya kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1 dan vitamin C (Imroatun *et al.*, 2022).

Sedangkan menurut Hudzaifah (2014), vitamin yang terkandung di cabai sangat berguna bagi tubuh manusia, salah satunya adalah vitamin C dan Provitamin A (β -karoten). Vitamin C pada cabai biasanya berfungsi sebagai antioksidan yang baik untuk tubuh yang mampu meningkatkan daya tahan tubuh, yang diserap oleh kalsium di dalam tubuh. Selain itu, vitamin C termasuk vitamin yang paling mudah larut dalam air untuk biosintesis kolagen (Rosmainar *et al.*, 2018). Mengonsumsi cabai 100 g akan mendapatkan asupan vitamin C tambahan sebesar 84 mg. Untuk orang dewasa, jumlah tersebut sangatlah memenuhi angka kebutuhan gizi (AKG) sesuai rekomendasi dari departemen RI, yakni sekitar 60 mg/ hari. β -karoten sebagai provitamin A yang merupakan unsur potensial penting bagi vitamin A. Vitamin A di perlukan untuk meningkatkan kesehatan mata dan juga kulit. Sumber vitamin A berasal dari buah dan sayuran yang banyak mengandung karotenoid (senyawa kimia pemberi warna alami) (Annisa, 2017). β -karoten atau provitamin A merupakan

pigmen yang memberikan warna merah sampai kuning jingga seperti pada buah wortel, ubi, labu, cabai dan jagung (Hudzaifah, 2014).

2.2 Kutu Putih

Kutu putih (*Bemisa tabaci* Geen.) atau dikenal kutu kebul adalah hama yang sering menyerang berbagai macam jenis tanaman, terutama tanaman buah, tanaman hias, sayuran maupun tanaman lainnya. Hama kutu putih akan menyerang pada batang, tangkai daun, buah dan daun (Jimenez *et al.*, 2017). Kutu putih biasanya merusak tanaman cabai, dan bersarang di bagian bawah daun. Perilaku makan kutu putih yang menyerap cairan fotosintat melalui floem daun mengganggu pertumbuhan tanaman, sehingga menyebabkan pengguguran daun, warna dan bentuk daun menjadi abnormal dan adanya embun madu pada permukaan daun. Kutu putih memproduksi embun madu yang dapat menjadi media tumbuhnya jamur jelaga seperti *Cladosporium sp.* dan *Alternaria sp.* yang dapat mengganggu proses fotosintesis, mengurangi kekuatan tanaman, dan menyebabkan penurunan kualitas produk tanaman (Agastya *et al.*, 2020).

Bemisa tabaci termasuk jenis kutu–kutan yang seluruh tubuhnya di selimuti oleh lapisan lilin berwarna putih. Tubuh berbentuk oval dengan embelan seperti rambut–rambut berwarna putih dengan ukuran yang pendek. Hama ini terdiri dari jantan dan betina, dan memiliki beberapa fase perkembangan yaitu, fase telur, pradewasa (*nimfa*) dan imago. Telur kutu putih berbentuk bulat berwarna putih kekuningan dan ditutupi oleh massa seperti kapas dan akan menetas dalam waktu 10 hari setelah diletakkan (Walkeer *et al.*, 2020).

Kutu putih dewasa jantan dapat berukuran 3 mm dan bersayap. Induk betinanya mampu bertelur mencapai 500 butir, yang diletakkan dalam satu kantung terbuat dari lilin. Dengan siklus hidup sepanjang satu bulan. Kutu putih bisa berkembang biak 11-12 generasi dalam satu tahun (Rauf, 2018). Kutu putih dapat mengakibatkan daun tumbuh secara tidak normal dan pada bagian daun yang terserang akan menjadi rapuh. Hama kutu putih secara tidak langsung dapat menjadi vektor penyebab

penyakit yang disebabkan oleh virus. Saat ini kurang lebih 150 strain virus penyebab penyakit, antara lain penyakit virus *Cucumber Mozaik Virus* (CMV), dan *Potato Yellow Virus* (PYV) (Angela *et al.*, 2013). Penyakit hama kutu putih pada tanaman cabai merah keriting dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Penyakit kutu putih cabai (Angela *et al.*, 2013).

2.2.1 Klasifikasi Kutu Putih

Menurut Hadi (2009) kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) diklasifikasikan ke dalam takson sebagai berikut:

| | |
|---------|------------------------------|
| Kingdom | : Metazoa |
| Filum | : Arthropoda |
| Kelas | : Insecta |
| Ordo | : Hemiptera |
| Famili | : Aleyrodidae |
| Genus | : Bemisa |
| Spesies | : <i>Bemisa tabaci</i> Genn. |

2.2.2 Morfologi Kutu Putih

Serangga dewasa kutu putih bewarna putih dengan sayap jernih, ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Memiliki ukuran tubuh berkisar antara 1-1,5 mm. Tubuh kutu putih yang baru menjadi dewasa akan mengembangkan sayapnya selama 8-15 menit dan

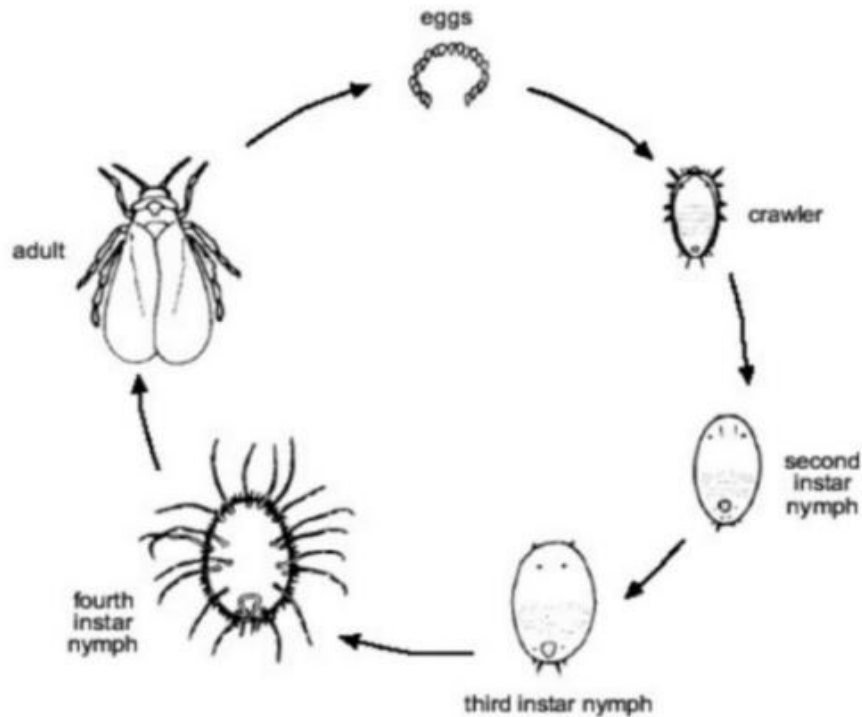
kemudian tubuhnya akan tertutupi lilin. Lama hidup kutu putih tergantung dengan keadaan lingkungan dan faktor lain. Sedangkan lama hidup imago rata-rata berkisar antara 6-7 hari. Kutu Putih dewasa akan meletakkan telur di permukaan bawah daun muda, telur berwarna kuning terang, berbentuk elips dan bertangkai seperti kerucut dengan panjang berkisar 0,2–0,3 mm. Masa inkubasi telur selama 10-16 hari. Jumlah telur yang di letakkan di permukaan daun yang terserang virus berjumlah 50-77 butir dan pada daun yang sehat berjumlah 14 butir. Kutu putih memiliki tiga instar nimfa, yang akan berlangsung selama 12-15 hari. Panjang tubuh nimfa berkisar 0,2-0,4 mm. Berbentuk bulat panjang dengan thoraks melebar dan cembung serta ruang abdomen terlihat jelas, serangga muda (nimfa) yang baru keluar dari telur bewarna putih pucat, tubuhnya berbentuk bulat telur dan pipih. Hanya instar satu yang kakinya dapat berfungsi, sedangkan instar dua dan tiga melekat pada daun selama masa pertumbuhannya (Arfianto, 2018). Morfologi kutub putih *bemisa tabaci* Genn., jantan dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kutu jantan (*Bemisa tabaci* Genn.) (Arfianto, 2018).

2.2.3. Siklus Hidup Kutu Putih

Kutu putih memiliki enam tahap perkembangan yang berbeda: telur, instar larva pertama, kedua, ketiga, keempat, dan serangga dewasa. Jantan dan betina memiliki ukuran yang sama hanya saja ukuran betina lebih besar dibandingkan dengan jantan. Siklus hidup *Bemisa tabaci* Genn., dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Siklus hidup *Bemisia tabaci* Genn: Telur, Nimfa instar i, Nimfa instar ii, Nimfa instar iii, Pupa, Imago (Hasyim, 2016).

Kutu putih bersifat arenotoki, yaitu betina harus melakukan perkawinan dengan jantan untuk menghasilkan keturunan. Kutu putih biasanya bersifat polifag yaitu serangga yang memakan banyak jenis tanaman sayur seperti: tomat, cabai, kacang panjang, terung, tanaman di lapangan, dan gulma. Kondisi kering dan panas sangat sesuai bagi perkembangan kutu putih, sedangkan hujan dapat menurunkan perkembangan populasi kutu putih dengan cepat. Hama kutu putih aktif pada siang dan malam hari di bawah permukaan daun (Hasyim, 2016).

Perbandingan antara betina dan jantan ialah 2: 3 dengan perkembangbiakan terutama secara *parthenogenesis* yaitu reproduksi aseksual, betina akan memproduksi sel telur yang akan berkembang tanpa melalui proses fertilisasi. Kapasitas telur yang dihasilkan pada betina yang telah kawin ialah sebanyak 124 butir dan 80 butir untuk betina yang tidak kawin. Rata-rata telur akan memerlukan waktu sekitar 5-8 hari untuk menetas. Nimfa berbentuk oval, berwarna putih kehijauan dengan panjang 0,7 mm. Nimfa biasanya diletakkan pada bagian bawah

daun di dekat venasi daun. Hama ini lebih banyak menyukai permukaan daun yang berbulu untuk meletakkan telurnya. Seekor betina selama hidupnya dapat meletakkan telur kira-kira 300 butir. Telur berukuran kecil 0,25 mm, berbentuk seperti buah pir, dan diletakkan di bawah permukaan daun secara vertikal melalui *pedicel*. Telur yang baru diletakkan berwarna putih dan kemudian berubah menjadi kecoklatan. Telur tidak mudah dilihat dengan mata telanjang dan hanya dapat dilihat di bawah mikroskop atau kaca pembesar. Setelah menetas larva instar pertama (nimfa) pindah dari permukaan daun ke lokasi yang sesuai untuk dia makan. Nimfa tersebut segera menusukkan mulutnya dan menghisap cairan tanaman melalui floem. Nimfa instar pertama ini sudah memiliki antena, mata, dan tiga pasang kaki yang sudah berkembang dengan baik. Nimfa berbentuk oval, pipih, dan berwarna hijau kekuning-kuningan. Nimfa instar kedua dan ketiga tidak mempunyai kaki dan tidak bergerak selama stadia ini. Stadia nimfa terakhir mempunyai mata dan berwarna merah, stadia ini kadang-kadang mirip dengan puparium walaupun pada serangga hemiptera tidak mempunyai stadia pupa yang nyata (metamorphosis tidak sempurna). Lama periode nimfa berkisar antara 9-14 hari pada musim panas. Serangga dewasa keluar dari puparium melalui celah berbentuk huruf T, dan berada di samping bekas kerabang kulit pupa atau eksuvi (Hasyim, 2016) Fase nimfa kutu putih *Bemisa tabaci* Genn., dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Nimfa kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) (Hasyim, 2016).

Imago jantan mempunyai tubuh yang lunak, ukuran tubuh antara 1-1,5 mm berbentuk seperti ngengat. Imago berwarna kuning yang dilapisi lilin, lapisan lilin putih yang tidak terlalu tebal menutupi tubuhnya dan mengeluarkan embun madu dan memiliki

sepasang sayap serta aktif terbang. Sayapnya terletak di atas tubuh menyerupai tenda. Serangga jantan sedikit lebih kecil dibandingkan serangga betina. Serangga dewasa hidup mengelompok dapat hidup selama 1-3 minggu (Hasyim, 2016).

2.2.4. Persebaran Kutu Putih (*Bemisa tabaci* Genn.)

Persebaran kutu putih pada tanaman hortikultura biasanya disebabkan oleh angin, kontak tanaman lain, dan menempel pada tubuh manusia, dengan ketinggian dataran 0-800 mdpl. Pada hasil penelitian Hadi *et al.*, (2020), menunjukkan bahwa kutu putih lebih menyukai hidup pada ketinggian di bawah 200 mdpl. Hal ini disebabkan pada ketinggian tersebut suhu udara lebih tinggi sehingga sesuai untuk pertumbuhan dan proses berkembang. Curah hujan dan angin sangat berpengaruh pada kehidupan kutu putih, karena dengan tubuh yang kecil hama kutu putih bisa terjatuh, terbawa angin sehingga menyebabkan penyebaran hama kutu putih tersebut lebih cepat.

2.2.5 Faktor Pendukung Kelimpahan Kutu Putih (*Bemisa tabaci* Genn.)

Kutu putih biasanya dijumpai pada tanaman yang berumur 20 hari setelah tanam (HST), dimana gejala yang ditimbulkan seperti daun mengeriput dan daun yang kehitam-hitaman. Populasi kutu putih tertinggi dijumpai pada saat tanaman berumur 50 hari setelah tanam (HST). Setelah tanaman berumur 45 hari, kepadatan populasi telur, nimfa dan puparium mulai menurun. Tanaman pada umur tersebut tidak disukai lagi sebagai makanan dan tempat peletakkan telur oleh imago kutu putih karena daun-daun muda sudah tidak ada atau pertumbuhan vegetatif tanaman sudah berhenti (Setyorini, 2016).

Menurut Wardani (2015), potensi peningkatan populasi hama kutu putih di lapangan biasa dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti iklim, suhu, tanaman inang, dan musuh alami. Faktor iklim yang mempunyai pengaruh kuat terhadap perkembangan populasi kutu putih ialah curah hujan. Semakin tinggi curah hujan

di lapangan, maka semakin rendah populasi dari kutu putih. Kutu putih hidup pada temperatur udara yang rendah yaitu 14,7°C dan dapat berkembang biak secara optimal pada suhu 28°C serta mampu menghasilkan 500 butir telur. Serangga ini tidak dapat bertahan pada suhu di atas 35°C. Umur tanaman tidak mempengaruhi siklus hidup kutu putih, namun siklus hidup kutu putih ini dapat mempengaruhi ketahanan suatu tanaman.

2.3 Tanaman Maja (*Aegle marmelos* L.)

2.3.1 Klasifikasi Tanaman Maja (*Aegle marmelos* L.)

Aegle marmelos L., merupakan tanaman yang sering di kenal dengan sebutan maja yang mempunyai nama yang beragam di daerah antara lain: Mojo atau Mojo Legi (Jawa), Maos (Madura), Bilak (Melayu), dan Kabila (Alor, Nusa Tenggara) (Fatmawati, 2015). Tanaman dari buah maja beserta buahnya dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Klasifikasi tanaman maja menurut Fatmawati (2015) adalah sebagai berikut :

| | |
|---------|----------------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Devisi | : Spermatophyta |
| Kelas | : Dicotyledoneae |
| Ordo | : Rutales |
| Famili | : Rutaceae |
| Genus | : <i>Aegle</i> |
| Spesies | : <i>Aegle marmelos</i> L. Corr. |



Gambar 6. Tanaman maja (Fatmawati, 2015).

2.3.2 Tanaman Maja

Buah maja merupakan tanaman dari suku jeruk – jerukian atau *Rutaceae* yang penyebarannya di dataran rendah hingga tinggi ± 500 mdpl. Tanaman ini tumbuh di negara Asia Selatan dan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Pohon maja dapat tumbuh dengan kondisi lingkungan yang basah seperti rawa maupun di lahan kering dan juga ekstrim, pada keadaan suhu 49°C saat musim kemarau hingga -7°C pada musim dingin, di India dapat mencapai ketinggian di atas 1.200 m. Pohon maja dapat tumbuh mencapai 20 meter dengan tajuk yang tumbuh menjulang ke atas dan kayunya sangat keras. Perbanyakannya bisa secara *generative* (biji) maupun *vegetativ* (cangkok) (Rismayani, 2013). Batang tanaman maja berkayu (*lignosus*), berbentuk silindris, batang tua kadang melintir satu sama lain, bewarna coklat kotor, dan permukaan kasar. Buah maja mudah tumbuh di pekarangan rumah tanpa membutuhkan perawatan khusus dan buahnya banyak berjatuhan di pinggir jalan, hal tersebut dapat menimbulkan limbah buah maja yang pemanfaatannya belum banyak diketahui banyak orang (Kurniawan, 2021).

2.3.3 Kandungan Senyawa Buah Maja

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pandangan aktivitas farmakologi terhadap kandungan fitokimia tanaman buah maja memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan obat tradisional. Berbagai kandungan fitokimia ekstrak buah maja telah direvisi dan dianggap berpotensi sebagai agen pengendalian dan pengobatan obat tradisional. Ulasan kali ini membahas beberapa zat fitokimia dari buah maja seperti (alkaloid, flavonoid, glikosida, fenol, tanin, steroid, dan terpenoid) dengan berbagai aktivitas farmakologi dari buah maja, maka buah maja memiliki kandungan fitokimia yang beragam dan memiliki aktivitas farmakologi yang kuat. Bagian dari *Aegle marmelos* L., seperti daun, akar, biji, kulit kayu, dan buah, memiliki aktivitas antimikrofilaria, antijamur, imunomodulator, antiproliferatif, penyembuhan luka, antijamur, analgesik, antiinflamasi, antipiretik, hipoglikemik, antidislipidemia dan insektisida. Buah maja mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksis terhadap serangga dan memiliki aktifitas *antifeedant* diantaranya saponin, dan flavonoid (Azizah *et al.*, 2018).

Daging buah maja (*Aegle marmelos* L.) mengandung senyawa alkaloid, karbohidrat, glikosida, lavanoid, fenol, dan saponin (Sridhar, 2014). Zat baru yang terdapat dalam buah maja seperti: *7-geranyloxy coumarin 7-* (2,6-*dihydroxy-7-methoxy-7-Methyl-3- octaenyloxy*) *coumarin*, juga disebut marmenol, telah diisolasi dari daun *Aegle marmelos* L., Juga beberapa senyawa yang diketahui telah antara lain *praealtin D*, asam *trans-cinnamic*, asam *valensit*, asam *4-metoksi benzoat*, asam *betulinic*, *montanine*, *rutaretin*, *cis-* dan *trans coumaroyltyramine*. Struktur marmenol dan konstituen ditentukan dengan bantuan spektroskopi NMR. Namun, struktur marmenol dikonfirmasi lebih lanjut melalui percobaan NMR 2-D (Putri *et al.*, 2020).

Ekstrak buah maja digunakan untuk penyembuhan penyakit mata, maag dan cacingan dengan asupan dua kali sehari. Pengobatan penyakit mata

memerlukan tapal yang diperoleh dari daun maja, rebusan daun memiliki sejumlah manfaat pengobatan terutama diabetes. Rebusan akar maja diberikan kepada pasien yang menderita demam dan pilek, rebusan akar dan kulit batangnya bermanfaat untuk mengobati demam serta gangguan jantung (Bahar *et al.*, 2019). Informasi rinci diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Informasi etnobotani dari *Aegle marmelos* L.

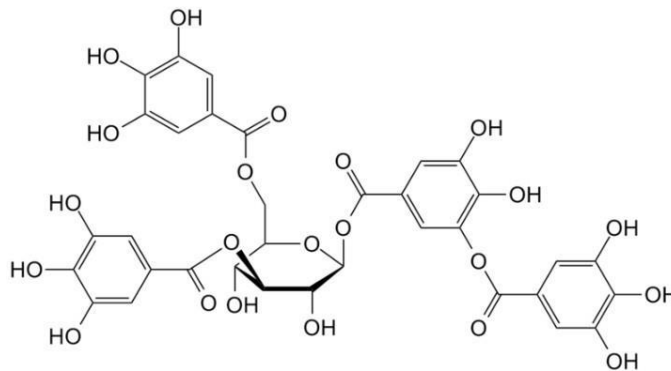
| Bagian Tanaman | Kegunaan Etnobotani |
|-----------------|---|
| Daun | Abses, sakit punggung, keluhan mata, gangguan perut, muntah, luka sayat, maag, sakit lebam, beri-beri, lemas jantung, kolera, diare, tonik kardio, gula darah, luka akibat binatang, gangguan syaraf, tonik rambut, bronkitis akut, persalinan. Obat hewan untuk luka, pembunuh cacing, pakan ternak domba, kambing dan sapi. |
| Buah | Astringen, diare, gangguan lambung, sembelit, sistem pencernaan, sakit maag, disentri, tonik otak dan jantung, maag, antivirus, parasit usus, gonore, epilepsi. |
| Akar | Gigitan anjing, masalah lambung, gangguan jantung, hilang timbul demam, hipoglikemik, rematik. |
| Kulit pohon | Gangguan lambung, demam, gangguan jantung |
| Biji | Obat penurun panas |
| Bunga | Ekspektoran, epilepsi |
| Seluruh tanaman | Sakit perut, abses, astringen, sakit punggung, gigitan anjing, nyeri payudara, kolera, sembelit, kejang, kram, kencing manis, diare, disentri, demam, keluhan mata, maag, gangguan perut, sakit kuning, pencahar, mual, demam malam, gangguan jantung, gigitan ular, gangguan lambung, muntah, tonik, luka. |

Sumber : (Bahar *et al.*, 2019).

2.3.3.1 Tanin

Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang mempunyai beberapa khasiat seperti sebagai antigen, anti diare, antibakteri, dan antioksidan. Senyawa tanin secara umum terdiri dari dua jenis yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Kedua jenis senyawa tanin ini terdapat di dalam tumbuhan, yang paling dominan dalam tumbuhan adalah tanin terkondensasi, untuk memperoleh senyawa yang diinginkan pada suatu

tanaman maka dapat dilakukan dengan rangkaian proses yaitu ekstraksi yang merupakan proses penarikan senyawa metabolit pada tanaman menggunakan pelarut yang sesuai dengan produk akhir berupa ekstrak (Fahim *et al.*, 2014). Senyawa tanin yaitu senyawa aktif golongan fenol yang berperan penting dalam melindungi tanaman dari hama dan juga memiliki aroma yang khas yakni bau yang sangat menyengat, tanin dapat mengganggu serangga dalam proses mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk proses pertumbuhan larva menjadi terganggu akibat zat tanin tersebut (Bakri, 2020). Struktur senyawa dasar tanin dapat dilihat pada Gambar 7.

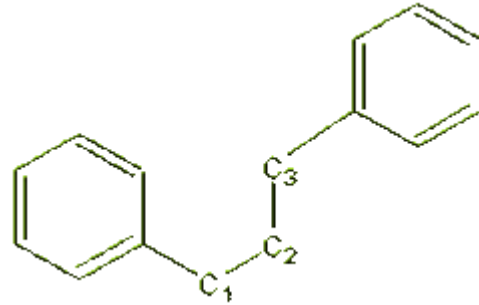


Gambar 7. Struktur Dasar Tanin (Bakri, 2020).

2.3.3.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa kimia yang mempunyai sifat insektisida, antialergi, antivirus, antibakteri, dan juga antikanker. Flavonoid bekerja sebagai penghambat sistem pernapasan. Inhibitor merupakan zat yang mampu menghambat maupun menurunkan laju reaksi kimia. Senyawa ini dapat mengganggu proses kerja metabolisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron. Flavonoid memiliki kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, di mana dua cincin benzene (C₆) terikat pada suatu rantai propan (C₃) sehingga membentuk

suatu susunan C₆-C₃-C₆ (Gafur *et al.*, 2013). Struktur dasar dari senyawa flavonoid dapat dilihat pada Gambar 8.



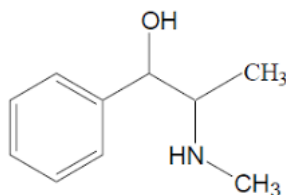
Gambar 8. Struktur Dasar Flavonid (Gafur *et al.*, 2013).

2.3.3.3 Saponin

Menurut Rismayani (2013), menyatakan bahwa senyawa saponin merupakan glikosida yang mempunyai aglikon berupa steroid dan triterpen. Saponin tersusun atas inti steroid saponin dihidrolisis dan dapat menghasilkan suatu aglikon yang biasa di kenal dengan dengan saraponin. Saponin triterpenoid tersusun atas inti triterpenoid dengan molekul karbohidrat, dan apabila terhidrolisis bisa menghasilkan suatu aglikon yang disebut sapogenin. Molekul yang dimiliki oleh senyawa saponin inilah sehingga buah maja berasa pahit, berbusa bila dicampur air, mempunyai sifat anti *eskudatif*, mempunyai sifat inflamatori, dan mempunyai sifat haemolisis (merusak sel darah). Saponin dapat merusak sistem saraf, efeknya nafsu makan akan hilang, hal tersebut dapat menyebabkan hama kurang makan dan akhirnya mati. Mekanisme dari senyawa saponin ini yaitu dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif (Asrudin *et al.*, 2023).

2.3.3.4 Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa basa yang memiliki sifat polar, sehingga keberadaan senyawa ini diduga dapat menekan pertumbuhan *R. microporus* karena jamur tumbuh pada pH 4,8-5. Alkaloid dapat mengganggu sistem kerja saraf (*neuromuscular toxic*), menghambat daya makan larva. Cara kerja dari senyawa alkaloid yaitu dengan cara menghambat suatu kerja enzim *asetilkolinesterase* yang memiliki fungsi hidrolisis *asetilkolin*. Dalam keadaan stabil asetilkolin dapat berfungsi sebagai penghantar impuls saraf, kemudian akan mengalami hidrolisis dengan adanya bantuan enzim *asetilkolinesterase* sehingga dapat terjadinya suatu proses penumpukan asetilkolin yang dapat merusak sistem saraf. Kemudian pada tubuh larva juga akan mengalami perubahan warna yang lebih transparan dan gerakan tubuhnya akan melambat, sehingga larva akan mengalami kekurangan nutrisi dan pada akhirnya mati (Sari *et al.*, 2022). Struktur dari senyawa dasar alkaloid dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur Dasar Alkaloid (Mesy *et al.*, 2023).

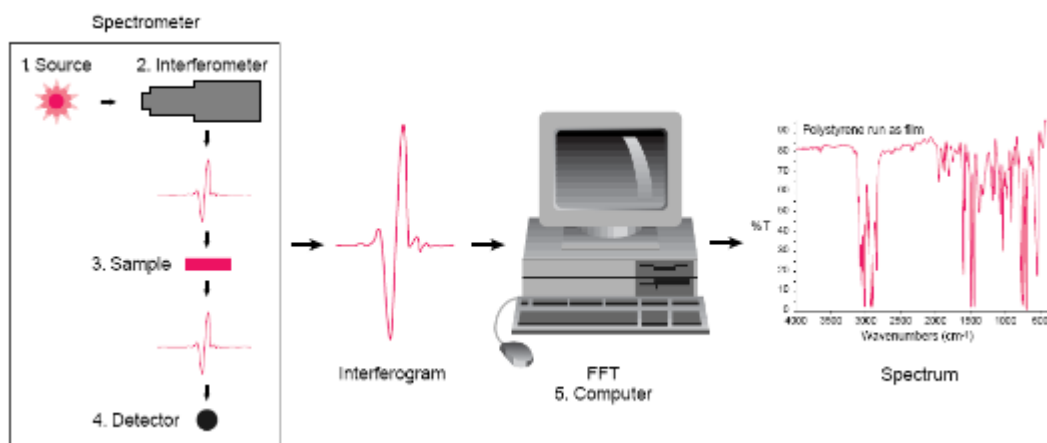
2.4 Uji *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

Fourier Transform Infrared atau yang sering disebut dengan FT-IR adalah teknik yang biasa digunakan untuk menganalisa suatu komposisi kimia dari senyawa-senyawa organik, polimer, *coating* atau pelapisan, material semi konduktor, sampel biologi, dan mineral. FT-IR mampu menganalisa suatu bahan material baik secara keseluruhan,

lapisan tipis, cairan, padatan, pasta, serbuk, serat, dan bentuk yang lainnya dari suatu material uji (Sukma *et al.*, 2020).

Analisis yang umum digunakan dalam identifikasi karakteristik gugus fungsi adalah dengan spektroskopi FT-IR. Spektroskopi FT-IR mampu membedakan spektrum dari dua sampel yang berbeda berdasarkan karakteristik struktur intramolekulnya dengan kemampuan menyerap cahaya dari suatu senyawa akan berbeda bergantung pada sifat fisikokimia, ikatan antar atom dalam senyawa dan karakteristik gugus fungsinya. Pola spektrum inframerah yang kompleks menyebabkan interpretasi secara langsung dan visual menajai tidak mudah (Dian *et al.*, 2015).

Spektrum inframerah berada pada panjang gelombang antara 2,5 μm hingga 25 μm (2500 nm hingga 25000 nm). Atau pada bilangan gelombang dari 4000 hingga 400 cm^{-1} . Sinar infrared dipancarkan dari sumber cahaya menuju interferometer. Di interferometer dilakukan pengkodean spektral. Lalu, berkas sinar memasuki bagian sampel, dimana berkas ditransmisikan atau dipantulkan dari permukaan sampel, berkas akhirnya menuju ke detektor untuk pengukuran akhir (sinyal interferogram). Sinyal yang diukur, didigitalkan dan dikirim ke komputer tempat Fourier transformasi terjadi. Spektrum inframerah akhir kemudian disajikan kepada pengguna untuk interpretasi dan manipulasi lebih lanjut (Rasyida *et al.*, 2014). Alat uji FT-IR serta perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FT-IR disajikan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. FT-IR (Rasyida *et al.*, 2014)

Adapun gugus fungsi FT-IR disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daerah gugus fungsi pada FT-IR (Skoog *et al.*, 2016)

| Gugus | Jenis Senyawa | Rumus Kimia | Daerah (cm ⁻¹) | Serapan |
|-----------------|--|---|----------------------------|-----------|
| C-H | Alkana | C _n H _{2n+2} | 2850-2960, | 1350-1470 |
| C-H | Alkena | C ₂ H ₄ | 3020-3080, | 675-870 |
| C-H | Aromatik | C ₆ H ₆ | 300-3100, | 675-870 |
| C-H | Alkuna | C _n H _{2n-2} | 3300 | |
| C=C | Alkena | C ₂ H ₄ | 1640-1680 | |
| C=C | Aromatik (cincin) | C ₆ H ₆ | 1500-1600 | |
| C-O | Alkohol, eter, asam karboksilat, ester | C ₂ H ₅ OH, (C ₂ H ₅) ₂ O, C _n H _{2n+1} , C _n H _{2n} O ₂ | 1080-1300 | |
| C=O | Aldehida, keton, asam karboksilat, ester | C ₂ H ₄ O, C _n H _{2n} O, C _n H _{2n+1} , C _n H _{2n} O ₂ | 1690-1760 | |
| O-H | Alkohol, fenol (monomer) | C ₂ H ₅ OH, C ₆ H ₆ O | 3610-3640 | |
| O-H | Alkohol, fenol (ikatan H) | C ₂ H ₅ OH, C ₆ H ₅ OH | 2000-3600 (lebar) | |
| O-H | Asam Karboksilat | C _n H _{2n+1} | 300-3600 (lebar) | |
| N-H | Amina | RNH ₂ | 3310-3500 | |
| C-N | Amina | RNH ₂ | 1180-1360 | |
| NO ₂ | Nitro | NO ₂ | 1515-1560, | 1345-1385 |

Menurut Silverstein *et al.*, (1991) panjang gelombang pada radiasi inframerah dibagi menjadi tiga bagian, seperti berikut:

Tabel 2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah (Silverstein *et al.*, 1991).

| Daerah | Panjang Gelombang (µm) |
|--------------------------|------------------------|
| <i>Near</i> (dekat) | 0,78-2,5 |
| <i>Middle</i> (menengah) | 2,5-50 |
| <i>Far</i> (jauh) | 50-1000 |

2.5 Simplisia

Simplisia merupakan tumbuhan obat yang belum diolah dengan segala macam cara kecuali hanya proses pengeringan (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi,

2017;Wahyuni *et al.*, 2014). Pengeringan simplisia bertujuan untuk mengawetkan, mempertahankan mutu serta mengurangi kadar air (Evifania *et al.*, 2020). Proses pengeringan berpengaruh terhadap kandungan senyawa kimia yang terkandung dalam suatu tanaman herbal terutama senyawa yang berkhasiat sebagai antioksidan.

Kandungan fenolik dan flavonoid dalam suatu simplisia yang mempunyai aktivitas antioksidan kestabilannya yang dipengaruhi oleh proses pengeringan. Simplisia dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu: simplisia hewani, nabati, dan mineral. Simplisia hewani berupa wujud hewan atau zat yang dipergunakan dan menghasilkan bahan kimia. Simplisia nabati dapat berbentuk tumbuhan yang masih lengkap dan bagiannya sudah melalui suatu proses pengeringan. Sedangkan simplisia mineral berupa bahan yang sudah diolah maupun belum diolah menggunakan cara tradisional dan murni (Utami *et al.*, 2013).

2.6. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan secara dingin atau dalam keadaan suhu ruang tanpa adanya peningkatan suhu atau pemanasan. Dengan demikian teknik maserasi membutuhkan bantuan ekstraksi dengan cara pengocokan atau pengadukan yang berulang agar dapat mempercepat waktu larutan penyaring dalam mengekstraksi sampel. Hal tersebut dimanfaatkan bagi simplisia atau bahan alam yang tidak tahan panas untuk menghindari rusaknya atau terurai beberapa komponen kimia aktif. Pemilihan pelarut berdasarkan kelarutan dan polaritasnya supaya memudahkan pemisahan komponen senyawa aktif dalam sampel. Banyaknya senyawa yang terekstraksi bila di sertai lamanya waktu perendaman simplisia (Istiqomah, 2013).

Proses ekstraksi dihentikan ketika mencapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan kemungkinan besar beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi

pada suhu kamar. Namun di lain sisi, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Lady dan Yunita, 2020)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2024– Maret 2024, di Laboratorium Botani dan Zoologi FMIPA Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu ember, golok, blender, sprayer, cangkul, timbangan, penggaris, pisau, gunting, derigen, papan cincang, kertas saring, gelas ukur, beaker glass, tabung reaksi, tisu, corong, loupe (kaca pembesar), kain tile, mikroskop, kamera dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu, buah maja (*Aegle marmelos* L.) yang diambil dari Kabupaten Lampung Selatan, Kecamatan Merbabu Mataram, daerah Panjang. 21 tanaman cabai merah disemai diperumahan Korpri, dan dilakukan penanaman di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Lampung, kutu putih yang di peroleh dari perkebunan cabai Lampung Selatan, daerah Panjang, dan dikembangbiakkan secara mandiri di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Lampung, akuades, etanol 96%, tween 80, anntuss 10EC, dan kertas label.

3.3. Metode Penelitian

Konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) dibuat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mareta *et al.*, (2019) mengenai konsentrasi efektif ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai insektisida yaitu : 10%, 20%, 30%, 40%. Untuk mendapatkan konsentrasi-konsentrasi tersebut dilakukan pengenceran ekstrak kental 100% dengan rumus Koch (1876) sebagai berikut :

$$VIM1=V2M2$$

Keterangan :

| Volume Percobaan | Keterangan |
|-------------------------|-------------------------------------|
| VI | Volume larutan yang diencerkan |
| V2 | Volume larutan yang diinginkan |
| M1 | Konsentrasi ekstrak yang tersedia |
| M2 | Konsentrasi ekstrak yang diinginkan |

Tabel 3. Volume Unit Percobaan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.)

| M1 | V2 | M2 | V1 | Pengulangan |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| 100% | 10 ml | 10% | 1 ml | 4 ml |
| 100% | 10 ml | 20% | 2 ml | 8 ml |
| 100% | 10 ml | 30% | 3 ml | 12 ml |
| 100% | 10 ml | 40% | 4 ml | 16 ml |
| Total | | | | 40 ml |

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan taraf perlakuan sebagaimana terdapat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Kelompok perlakuan

| No | Kelompok | Keterangan/ perlakuan |
|----|----------|---|
| 1 | A0 | Tanpa perlakuan kontrol negatif |
| 2 | A1 | Pelarut ekstrak buah maja tween 80 (kontrol positif 1) |
| 3 | A2 | Insektisida komersial buah maja Antuss (kontrol positif 2) |
| 4 | EBM1 | Aplikasi ekstrak buah maja dengan konsentrasi 10% = 1 ml ekstrak buah maja + 10 ml aquades |
| 5 | EBM2 | Aplikasi ekstrak buah maja dengan konsentrasi 20% = 2 ml ekstrak buah maja + 10 ml aquades |
| 6 | EBM3 | Aplikasi ekstrak buah maja dengan konsentrasi 30% = 3 ml ekstrak buah maja + 10 ml aquades |
| 7 | EBM4 | Aplikasi ekstrak buah maja dengan konsentrasi 40% = 4 ml ekstrak buah maja + 10 ml aquades |

Dengan demikian diperoleh 7 taraf perlakuan dengan 3 kali ulangan.

Keterangan :

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Jumlah ulangan | = 3 |
| Ukuran polibag | = 25 cm x 30 cm |
| Jumlah sampel seluruhnya | = 21 tanaman |
| Jarak antar polibag | = 25 cm |
| Jumlah seluruh tanaman | = 21 tanaman |
| Jumlah kutu putih pertanaman | = 10 ekor |
| Jumlah seluruh kutu putih | = 210 ekor |

Adapun denah susunan percobaan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2 Susunan Percobaan

| Perlakuan | Ulangan | | |
|-----------------|---------|------|------|
| | I | II | III |
| Kontrol (-) | PoU1 | PoU2 | PoU3 |
| Kontrol (+) 1 | P1U1 | P1U2 | P1U3 |
| Kontrol (+) 2 | P2U1 | P2U2 | P2U3 |
| Konsentrasi 10% | P3U1 | P3U2 | P3U3 |
| Konsentrasi 20% | P4U1 | P4U2 | P4U3 |
| Konsentrasi 30% | P5U1 | P5U2 | P5U3 |
| Konsentrasi 40% | P6U1 | P6U2 | P6U3 |

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Pelaksanaan Penelitian Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan dalam penelitian diambil dari Perumahan Korpri Sukarame, Bandarlampung. Kemudian tanah tersebut dicampur dengan pupuk kandang yang dibeli dari pasar Untung Labuan Ratu, perbandingan 1:1, lalu dimasukkan ke dalam polibag yang berukuran 25cm x 30cm.

3.4.2 Persemaian dan Penanaman

Persemaian tanaman cabai merah keriting dilakukan di *Green House* Lab Botani FMIPA, Universitas Lampung, dengan cara benih cabai dimasukkan ke dalam aqua gelas dan diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari yang cukup. Penyiraman dilakukan pada bibit secara rutin, setelah berumur 2 minggu atau sudah berdaun 4, siap untuk dipindahkan ke dalam polibag.

3.4.3 Pengendalian Gulma dan Hama Lain

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara manual dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di dalam polibag. Untuk pengendalian hama selain hama yang diinfestasikan dapat dilakukan secara manual dengan mengambil hama dan membuangnya dari dalam sungkup.

3.4.4 Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos L.*)

Buah maja yang diperoleh dari Kabupaten Lampung Selatan, kemudian dilakukan pembuatan ekstrak buah maja menggunakan metode ekstraksi kering dengan cara buah maja dipisahkan dari kulit, daging buah ditimbang sebanyak 1 kg lalu potong menjadi kecil-kecil dan dijemur hingga kering, selanjutnya diblender dan dimasukkan ke dalam wadah lalu maserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:4 antara berat bahan baku simplisia dengan pelarut. Larutan tersebut ditutup menggunakan alumunium foil selama kurang lebih 4-5 hari pada suhu ruang sambil diaduk sekali-kali. Setelah itu, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan filtrat buah maja, filtrat cair yang diperoleh diuapkan agar bebas dari pelarut etanol pada suhu 60⁰C kurang lebih selama 3-4 jam, barulah diperoleh hasil akhir berupa *crude extract*. Ekstrak murni tersebut diambil menggunakan pipet tetes atau pipet volumetri sebanyak 1 ml, 2 ml, 3ml, dan 4ml, kemudian ditambahkan masing masing konsentrasi dengan 10 ml aquades untuk melarutkan ekstrak supaya tidak terlalu kental, kemudian dimasukan ke dalam *handspayer* sesuai perlakuan dan pengulangan. Ekstrak buah maja diaplikasikan pada tanaman cabai umur 4 minggu. Pengaplikasiannya dengan cara menyemprotkan ekstrak buah maja pada tiap perlakuan dengan menggunakan *handspayer* (Azkal *et al.*, 2023).

3.4.5 Uji Fitokimia Ekstrak Buah Maja (*aegle marmelos* L.)

Uji fitokimia dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui adanya kandungan senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, tanin, saponin, alkaloid di dalam ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) yang diduga dapat berpotensi sebagai insektisida nabati *Bemisa tabaci* Genn., secara alami.

Uji fitokimia ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) menurut Syahara dan Siregar (2019), dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Uji Flavonoid

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) masing-masing 2 ml sampel yang telah diekstraksi dengan pelarut air dan etanol, kemudian dipanaskan kurang lebih 5 menit. Setelah dipanaskan masing-masing ditambahkan dengan 0,1 gram logam Mg dan 5 tetes HCL pekat. Jika masing-masing larutan terbentuk warna kuning jingga sampai merah, maka positif mengandung flavonoid.

2. Uji Alkaloid

Pengujian dilakukan dengan mengambil masing-masing 2 ml sampel buah maja yang telah diekstraksi dengan pelarut air dan etanol ke dalam 2 buah tabung reaksi yang berbeda. Setelah itu masing-masing ekstrak ditambah dengan 5 tetes reagen dragendroff. Jika masing-masing larutan terbentuk endapan jingga maka positif mengandung alkaloid. Selanjutnya untuk pengujian Alkaoid dengan menggunakan reagen mayer dilakukan dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 2 ml sampel buah maja yang telah diekstraksi dengan

pelarut air dan etanol ke dalam 2 buah tabung reaksi yang berbeda. Setelah itu masing-masing ekstrak ditambah 3 tetes asam klorida pekat dan 5 tetes reagen mayer. Jika masing-masing larutan terbentuk endapan putih maka sampel positif mengandung alkaloid.

3. Uji Tanin

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 2 ml sampel buah maja yang telah diekstraksi dengan pelarut air dan etanol, kemudian dipanaskan kurang lebih 5 menit. Setelah dipanaskan masing-masing ditambahkan beberapa tetes FeCl_3 1%. Jika masing-masing larutan terbentuk warna coklat kehijauan atau biru kehitaman maka positif mengandung tanin. Pengujian tanin yang kedua 1 ml filtrat dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2-3 tetes gelatin 1%. Hasil positif menunjukkan terbentuknya endapan putih.

4. Uji Saponin

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil 1 g serbuk simplisia dipanaskan dengan 100 ml akuades hingga mendidih selama 5 menit kemudian disaring dan diperoleh ekstrak air. 10 ml ekstrak dikocok secara vertikal selama 10 menit, kemudian ditambahkan beberapa tetes HCl 2N jika terbentuk busa dengan mantap mengindikasikan mengandung saponin.

3.4.6 Uji *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

Uji FT-IR dilakukan di Laboratorium LTSIT Universitas Lampung. Sampel cair ekstrak buah maja yang sudah dimaserasi menggunakan etanol 96% dipreparasi dalam bentuk film tipis, kemudian diletakkan pada diamond ATR

pada alat FT-IR merk Nicolet iS 10 spektrometer pada panjang gelombang 400-4000 cm^{-1} yang telah dipanaskan selama 15 menit. Hasil analisis tersebut berupa grafik atau spektra yang menunjukkan puncak serapan yang terbentuk berdasarkan panjang gelombang dan absorbansinya (Pambudi *et al.*, 2017). Prinsip Kerja alat FT-IR yaitu sinar *infra read* akan masuk melalui celah sampel, kemudian sampel akan menyerap sebagian *infra read* lainnya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel, sehingga sinar *infra read* akan terdeteksi oleh detektor dan sinyalnya akan terukur, baru akan dikirim dan direkam ke komputer dalam bentuk grafik puncak serapan (Sari dan Susilowati 2019). Pengujian FT-IR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa yang terkandung dalam ekstrak buah maja, data yang diperoleh berupa gambar spektrum antara bilangan gelombang dan transmitasi sehingga dapat diketahui gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak buah maja.

3.4.7 Infestasi Kutu Putih

Kutu putih diperoleh dari tanaman cabai merah keriting yang terserang hama kutu putih, lalu diinfestasikan ke tanaman cabai merah keriting yang sudah berumur 3 minggu setelah tanam untuk dibiakkan, perbanyak dilakukan di lahan percobaan selama 2 minggu hingga jumlah kutu putih mencukupi kebutuhan sesuai dengan perlakuan yang sudah ditentukan atau lebih dari 210 ekor. Tanaman cabai merah keriting yang berumur 4 minggu setelah tanam selanjutnya diinfestasikan kutu putih sebanyak 10 ekor per tanaman dan setiap tanaman disungkup kain tile dengan tinggi 100 cm dan lebar 35 cm.

3.4.8 Aplikasi Insektisida

Pengaplikasian insektisida ini dapat dilakukan dengan cara ekstrak insektisida nabati dicampur dengan aquades sesuai dengan konsentrasi perlakuan kemudian larutan dimasukkan ke dalam sprayer. Penyemprotan dapat dilakukan setelah hama kutu putih (*Bemisa tabaci* Genn.) diinfestasikan selama 1x 24 jam. Tanaman cabai dapat disemprot satu kali sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Persentase Mortalitas dan Gambaran Morfologi *Bemisa tabaci* Genn., Setelah Pemberian Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.)

Mortalitas merupakan jumlah kematian hama yang disebabkan oleh pengendalian insektisida dan dinyatakan dalam persen. Pengamatan mortalitas kutu putih dilakukan setiap hari hingga ditemukan persentase kematian 100% ada salah satu perlakuan. Dihitung berdasarkan rumus yang digunakan oleh Sinaga (2009) sebagai berikut:

$$M = \frac{b}{a+b} \times 100$$

keterangan :

M = Mortalitas (%)
 a = Bahan uji *Bemisa tabaci* Genn., yang hidup
 b = Bahan uji *Bemisa tabaci* Genn., yang mati

Bila terdapat kematian pada hama yang telah diuji tersebut pada perlakuan kontrol maka dapat di koreksi menggunakan rumus berikut :

$$MS = \frac{M_p + M_k}{100 - M_k} \times 100$$

Keterangan :

MS = Persentase mortalitas sebenarnya

Mp = Persentase mortalitas perlakuan

Mk = Persentase mortalitas kontrol

Untuk pengamatan gambaran perubahan morfologi yang mewakili setiap konsentrasi ekstrak diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x, 40x, dan 100x, kemudian dilakukan pengambilan gambar dan dianalisis apakah terjadi perubahan morfologi sebelum atau setelah pemberian ekstrak buah maja.

3.5.2 Intensitas Serangan Pada Tanaman

Pengamatan intensitas serangan hama kutu putih dimulai dari 4 minggu setelah infestasi hama pada tanaman dengan pengamatan secara morfologi daun cabai apakah ada kerusakan atau tidak akibat hama kutu putih tersebut dan dianalisis secara deskriptif.

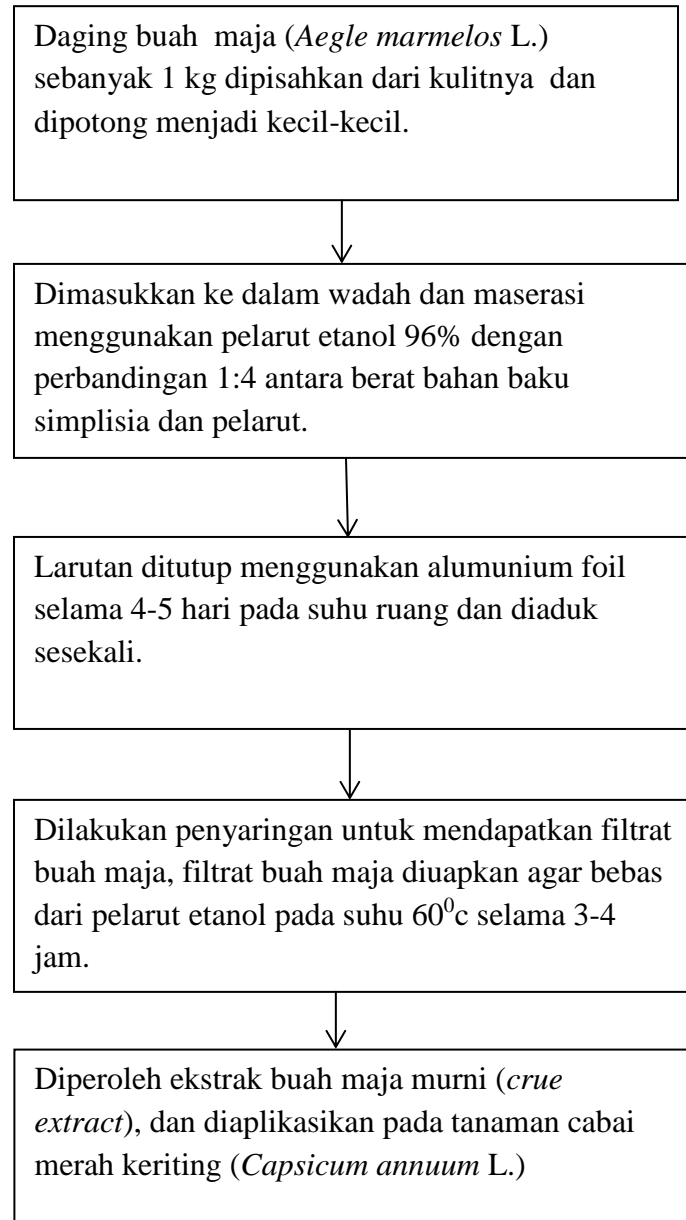
3.6 Teknik Analisis Data

Untuk mengetahui potensi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai insektisida nabati, data jumlah kematian kutu putih dianalisis dengan *One Way* ANOVA program aplikasi SPSS versi 22. Sebelumnya dianalisis dengan uji normalitas dan uji homogenitas. Dengan uji normalitas dapat diketahui bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Berbeda dengan uji homogenitas untuk mengetahui apakah setiap perlakuan dalam penelitian tersebut berasal dari variasi yang sama. Untuk mengetahui beda pengaruh perlakuan dari masing- masing konsentrasi dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil α 5% (BNT). Dan dilakukan analisis probit dengan cara

menetapkan nilai LC_{50} (Marthaen *et al.*, 2016). LC_{50} merupakan konsentrasi yang mampu membunuh 50% dari jumlah terhadap kutu putih yang diuji.

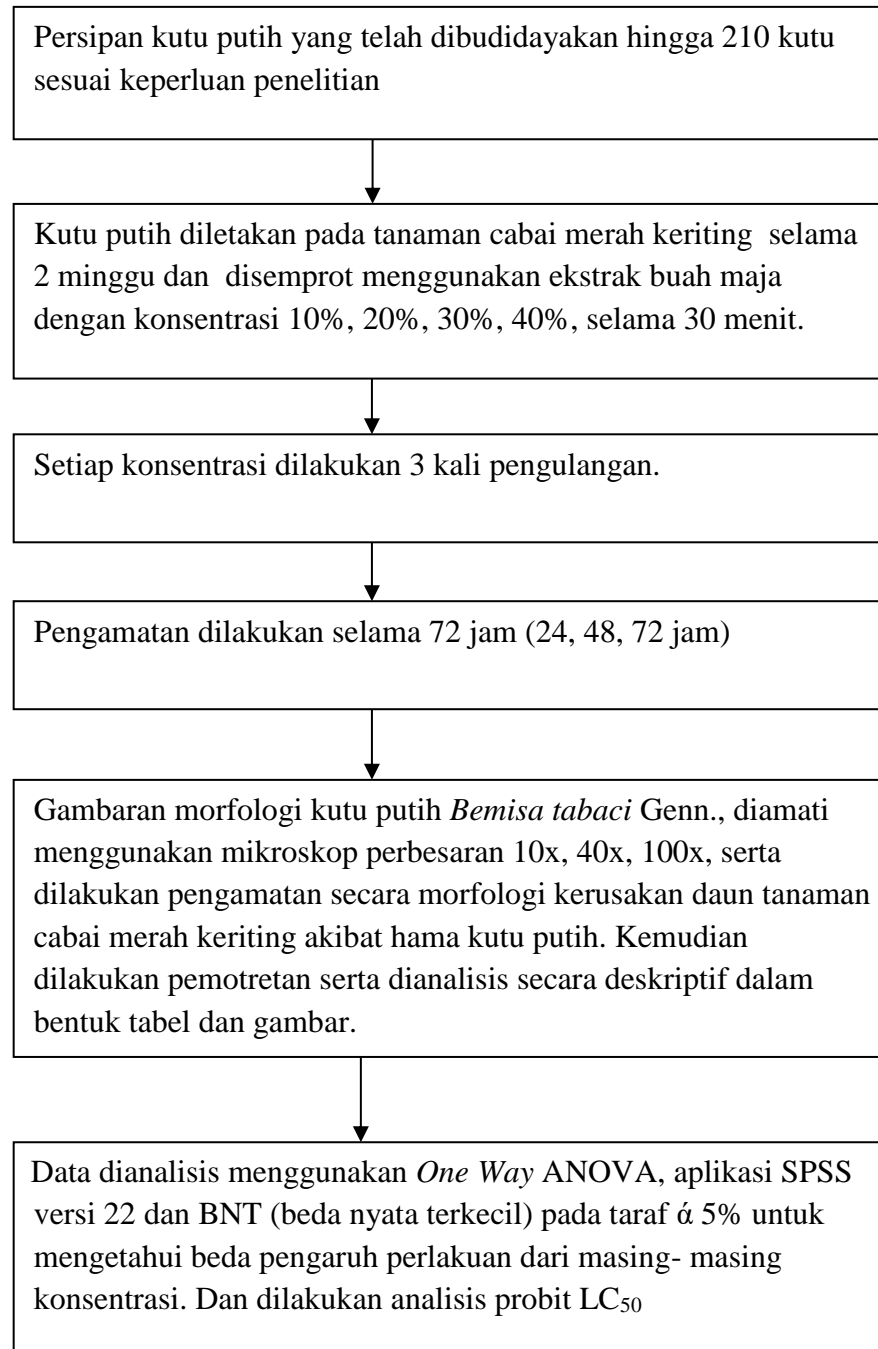
3.7. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Pembuatan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.)



Gambar 11. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.)

3.7.2. Uji Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai Insektida Nabati Kutu Putih (*Bemisa tabaci* Genn.)



Gambar 12. Diagram Alir Uji Efektivitas Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai Insektisida Nabati Kutu Putih *Bemisa tabaci* Genn.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi 40% ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) efektif dalam membunuh hama kutu putih dengan persentase mortalitas sebesar 86,6% hampir sama dengan insektisida kimia berbahan dasar anntus dengan nilai mortalitas sebesar 90%.
2. Ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder seperti tanin, saponin, flavonoid, terpenoid, dan juga alkaloid.
3. Nilai LC_{50} 72 jam ekstrak buah maja terhadap kutu putih yaitu 28% dapat dikatakan sebagai toksik terhadap hama.
4. Serangan hama *Bemisa tabaci* Genn., mengakibatkan daun- daun menjadi melengkung, keriting, dan belang-belang kekuningan (klorosis).

5.2. Saran

Saran dari peneliti yang telah dilakukan yaitu perlunya dilakukan penelitian dengan bahan tanaman maja yang berbeda seperti menggunakan bagian daun, akar, batang atau bunga untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanita, E.C. Lina., dan Darnetty. 2019. Aktivitas Insektisida Ekstrak Air Campuran Buah Piper aduncum dan Daun Teprosia vogelii terhadap *Crocidolomia pavonana* F (*Lepidoptera: Crambidae*). *Jurnal Proteksi Tanaman* 3(1): 34-46.
- Agastya, Julianto, R.P., dan Marwoto. 2020. Review: *Pengaruh Pemanasan Global terhadap Intensitas Serangan Kutu Kebul (Bemisia tabaci Genn) dan Cara Pengendaliannya pada Tanaman Kedelai*. *Buana Sains*, 20 (1) 99- 110.
- Agnetha, A. 2008. Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* sp.. Skripsi Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Ahdiyah, I., Purwani, KI. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Mangkokan (*Nothopanax scutellarium*) sebagai Larvasida Nyamuk *Culex* sp, *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2): 2337-3520.
- Alif, S.M. 2017. *Kiat Sukses Budidaya Cabai Keriting*, Yogyakarta: Bio Genesis. Cet.I.viii hal;142.
- Alif. 2017. *Kiat Sukses Budidaya Cabai merah* . Genesis. Yogyakarta. Hal 158.
- Amrilla, K., Edi, M.J., Mukminah. 2022. Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Buah Maja (*Aegle marmelos*) sebagai Insektisida Alami dalam Mengendalikan Walang Sangit (*Leptocorisa acuta*) di Desa Rancak Lombok Tengah *Jurnal MultidisiplinMadani* (MUDIMA) Vol.2, No.2, 2022: 567-574.
- Andrianto, B.S., R. Rustam., dan A. Sutikno. 2016. Uji Dosis Tepung Buah Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap Mortalitas Hama *Sitophilus oryzae* L. pada Beras di Penyimpanan. *Jom Faperta* 3(1): 1-10.
- Angela, M.S., Mukhtar, I.P., Syahrial, O. 2017. Hubungan Antara Populasi Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) dan Kejadian Penyakit Kuning pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*L.) *Jurnal Agroekoteknologi* Vol.5.No.4, (110): 847- 854-847.

- Annisa. 2017. *Penetapan Kadar β -Karoten Pada Beberapa Jenis Pepaya (Genus *Carica*) Dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis*. KTI. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta.
- Anisah, Tri, W., Sukei. 2018. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Larvasida Larva Lalat Rumah (*Musca domestica*). *Jurnal Vektor Penyakit*. (Online). Vol 12. No 1.
- Anonim. 2016. Agrikultur Budidaya Tanaman. <https://agritani.id/sukses-budidaya-cabe-keriting-berbuah-lebat/> dipetik pada 10 Januari 2018.
- Apriliyanto, Eko., et al. 2019. *Intensitas serangan hama pada beberapa jenis terung dan pengaruhnya terhadap hasil*. Politeknik Banjarnegara : Banjarnegara.
- Arfianto, F. 2018. Pengendalian hama kutu putih (*Bemisa tabaci*) Pada buah sirsak Menggunakan Pestisida Nabati Ekstrak Serai (*Cymbopogon nardus* L.) *Jurnal Daun*, Vol. 5 No. 1: 17-26.
- Asruddin, Abd.Wahid. 2023. Efektivitas Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Terhadap Pengendalian larva *Plutella xylostella* L. (*Lepidoptera* : *Plutellidae*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) e.*J.Agrotekbis* 11(2) : 265-274.
- Atika, R.D., Santoso, J., dan A.B. Riyanta. (2021). Perbandingan Uji Metabolit Sekunder Pada Ekstrak Buah, Kulit, dan Daun Maja Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Insan Cendekia*. 8 (1): 39-48.
- Aulia, A, F. 2022. Studi Pengujian Gugus Fungsi (FT-IR) Biopolimer Dri kulit Singkong Untuk Meningkatkan Viskositas Air Formasi Sebagai Bahan Alternatif Dalam Mengatasi Water Coning. *Skripsi*.
- Azizah, A., Adnan, M. R., dan Su'udi, M. 2018. Potensi Serbuk Gergaji Kayu Sengon Sebagai Insektisida Botani. *Jurnal Biosains*, 4(2): 113.
- Azka, M.U, Sama, I.T, Hasan, Z. 2023. Uji Potensi Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Ilmiah SAINS ALAMI* (Known Nature) Vol: 6 No.: 1 Hal 01–7.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi 2017. *Outlook Teknologi Kesehatan Teknologi Untuk Industri Bahan Baku dan Obat Herbal Proyeksi 2035 Edisi*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

- Bagariang, W., E. Tauruslina., U. Kulsum., T. Murniningtyas., H. Suyanto., Surono., N.A. Cahyana dan D. Mahmuda. 2020. Efektifitas Insektisida Berbahan Aktif Klorantraniliprol terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith). *Jurnal Proteksi Tanaman* 4(1) : 29-37.
- Bahar, K., Mondal, S., Suresh, P. 2019. Ulasan Menarik tentang (*Aegle marmelos* L.) (*Apel Emas*). *Farmakog J.*;11(2):20724.
- Bakri, Saiful. 2020. “Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Terhadap Produktivitas Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)” hal 3, no.1.
- Bare, Yohanes, Maria, H., Gabriella, C.K., dan Mansur, S. 2020. “The Potential Role of 6-Gingerol and 6-Shogaol as ACE Inhibitors in Silico Study.” *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 8(2): 210.
- Balaffif, R.A.R., Andayani, Y., Gunawan. E.R.2013. Analisis Senyawa Triterpenoid Dari Hasil Fraksinasi Ekstrak Air Buah Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) *Chem. Prog.*6 (2):56-61.
- Beasley, M. M., E. J. Bartelink, L. Tailor, & R. M. Miller. 2014. Comparison of transmission FTIR, ATR, and DRIFT spectra: implications for assessment of bone bioapatite diagenesis. *Journal of Archaeological Science* 46: 16-22.
- Cahyadi, R. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Artemia salina* Leach Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BST). *Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.*
- Castro, C., Zuluaga R, Putaux JL, Caroa G, Mondragon I, Ganan P. 2011. *Structural characterization of bacterial cellulose produced by gluconacetobacter swingsii sp from Colombian agroindustrial wastes.* *Carbohydr Polym.* 84: 96–102
- Chavda, N., Mujapara, A., Mehta, SK., Dodia PP. 2012. Primary Identification Of Certain Phytochemical Constituents of *Aegle marmelos* L.) *Corr.* Responsible for Antimicrobial Acticity Againts Selected Vegetable And Clinical Phatogen. *International Journal of Physical and Social Sciences*, 2(6) : 194.
- Chen, A., Viljoen A. 2023. Genetic Mapping, Candidate Gene Identification and Marker Validation for Host Plant Resistance to the Race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Using *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* *Pathogens* 2023, 12(6), 820.
- Darmawansyah, dan Saripah Ulpah., Januari 2021 *Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Keriting (Capsicum annum L.) dengan Aplikasi. Berbagai Insektisida dan POC D.I GROW Liquid Organic Fertilizer JOM – Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur* Vol. 1 No.1.

- Dewi, R., Andadari, L. and Maharani, K.E. 2017) ‘Tinjauan Bioekologi dan Pengendalian Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.), *Prosiding Seminar Nasional PEI*, pp. 40–45.
- Dian Y, Siregar I, Heryanto R, Riyadhi A, Lestari TH. Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia Valensi* 2015;1(2):103–116.
- Eko, M., Defrianto, Ani, Q.C., Citra, D. P. 2023. Pemanfaatan Ampas Tebu dan Ampas Sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.) Ditinjau Dari Intensitas Penyiraman Air Teh. *Jurnal Jernih* vol.01 No.1.
- Evifania, R. D., Apridamayanti, P., & Sari, R.2020. Uji parameter spesifik dan nonspesifik simplisia daun sengan (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Cerebellum*, 6 (1), 17–20.
- Fahim, TK., Zaidul, IS., Bakar, MA., Salim, UM., Awang, MB., Sahena, F., Jalal, KC., Sharif, KM., Sohrab, MH. 2014. *Particle formation and micronization using non-conventional techniques review*. *Chemical Engineering and Processing:Process Intensification*. Dec 31:86:47-52.
- Fariantika, A., Rahayu. S.E., & Dharmawan. A., 2019). Uji Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Mortalitas dan Penghambatan Makan Spodoptera litura. *Jurnal Ilmu Hayat*, 3 (2), 31-37
- Fatmawati, I. 2015. Efektivitas Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Corr.) sebagai Bahan Pembersih Logam Besi. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*. Vol. 9 (1): 81-87.
- Funayama, S. and Terashima, I. 2006. *Effect of Eupatorium Yellow Vein Virus Infection on Photosynthetic Rate, Chlorophyll Content and Chloroplast Structure in Leaves of Eupatorium makinoi During Leaf Development. Functional Plant Biology*. P.165-175.
- Gafur, M.A., Isa, I., & Bialangi, N. 2013. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dari Daun Jamblang (*Syzygium cumini*). *Jurnal. Universitas Negeri Gorontalo*.
- Hadi, H.N., Nurchayati, Agus, S., Tristi, I.D.K. 2020. *Identifikasi Keanekaragaman Hama Kutu Putih (Mealybug) Pada Tanaman Singkong Di Kecamatan Wongsorejo Dan Kalipuro*. *BIOSENSE* Vol. 03No. 01, Juni ISSN : 2622 - 62861.
- Hadi, H. M., Tarwotjo, U., & Rahardian, R. 2009. *Biologi Insecta Entomologi*. Jakarta: Graha ilmu.

- Handayani, S., Wirasutisna, K. R., & Insanu, M. 2017. *Penapisan Fitokimia dan Karakterisasi Simplisia Daun Jambu Mawar (Syzygium jambos alston). Jf Fik Unam.*
- Handayani, V., Syarif, R. A., Ahmad, A. R., & Amdar, A. A. 2023. Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam gaertn.*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 10(2), 59- 62.
- Hasyim, A., setiawati., hudayya, W., luthfy, A. 2016, „Sinergisme Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua*”, *J. Hort.* , vol. 26, no. 2, pp. 257–266.
- Hasyim, A., Setiawati, W., dan Liferdi, L. 2016. Kutu Kebul *Bemisia tabaci* Gennadius (*Hemiptera: Aleyrodidae*) Penyebar Penyakit Virus Mosaik Kuning pada Tanaman Terung. *Jurnal Iptek hortikultura* Vol. 17 (12) : 12 21.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Marhaeni, L. S., Lukman, L. 2017. Bioaktivitas Enam Ekstrak Tumbuhan Untuk Pengendalian Hama Tungau Kuning Cabai *Polyphagotarsonemus* Latus Banks (Acari : Tarsonemidae) Di Laboratorium. *Journal Hort*, 27(2), 217–230.
- Hidayat, T., Dinata, K., Ishak, A., dan Ramon, E. 2022. Identifikasi hama tanaman cabai merah dan teknis pengendaliannya di kelompok tani Sari Mulyo Desa Sukasari Kecamatan Air Periukan Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. *Jurnal Agrica Ekstensia*. 16(1): 19-27.
- Hidayat, P., Kurniawan HA, Afifah L, Triwidodo H. 2017. Siklus hidup dan statistik demografi kutukebul (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipe B dan non-B pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Entomologi Indonesia* 4:143–151.
- Hudzaifah. 2014. *Proses Pemasakan Pada Cabai Besar (Capsicum annum L.) Terhadap Kadar Vitamin C dan Provitamin A (β-Karoten)*. KTI. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Imroatun, H., Ganea, Q.A., Maria, E.S. 2022. Analisa Kadar Vitamin C dan β-Karoten Pada Cabai Merah Keriting Segar (*Capsicum annum* L.) dan Cabai Merah Olah Dengan Metode Spektrofotometer UV- 1 VIS) Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kalimantan Timur, Samarinda. *Journal Duta Pharma* Vol. 2 No. 2
- Istiqomah. 2013. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piperis retrofracti fructus*). *Skripsi*. UIN Jakarta.

- Izzati, Fauzia. 2018. "Capsaicinoids dari *Capsicum* sp. Dan Penggunaannya Sebagai Riot Control Agent." *BioTrends* 9 No.2.
- Jelita, S. F., Setyowati, G. W., Ferdinand, M., Zuhrotun, A., Megantara, S. 2020. Uji Toksisitas Infusa *Acalypha Simensis* Dengan Metode Brine Shrip Lethality Test (Bslt). *Jurnal Farmaka*, 18(1), 14–22.
- Jimenez M. P. and Meneses M. B. 2017. Morphological and molecular identification of *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: *Pseudococcidae*) in Costa Rica. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2017; 5(2): 1211- 1218.
- Koch, R.1876. *Etiologi penyakit antraks, berdasarkan sejarah evolusi Bacillus anthracis*. Kontribusi terhadap biologi tumbuhan 2:277–310
- Kumar, D, A., V. Palanichamy, and S. M. Roopan. 2014. Green synthesis of silver nanoparticles using *Alternanthera dentate* leaf extract at room temperature and their antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta A. Mol. and Bio. Spect.*, 127, 168–171.
- Kumoro, A. C., Hasan, M., Singh, H. 2009. *Effects of solvent properties on the Soxhlet extraction of diterpenoid lactones from Andrographis paniculata leaves*.
- Kurniawan, F.P . 2021. *Ekstraksi Crude Tanin Dari Kulit Buah Maja Dengan Metode Sonikasi .Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik UPN Jatim. Hal. 59-62.
- Lady, Y., H.D. dan Pranoto, M.E. 2020. Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta indica*). *Jurnal Farmasi Tinctura*. 1, 2 (Jun. 2020), 45-54.
- Manikome, N. 2021. *Metarhizium sp*. *Journal of Science and Technology*, 1(2), 142–152.
- Marianah, L. 2020. Serangga Vektor dan Intensitas Penyakit Virus pada Tanaman Cabai Merah Insect Vector and Virus Disease Intensity on Red Chili Plants. Volume 1, Number 2, Oktober Agrihumanis: *Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies*, pp. 127-134.
- Marthaen, LS., Aprianto, F., Hasyim, A., Lukman, L. 2016. Potensi Campuran *Spodoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus (seNPV) dengan insektisida botani untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua* (Hubner) (*Lepidoptera : Noctuidae*) di Laboratorium, *J. Hort*. Vol 26, no.1, pp. 999-1010.
- Mesy, M., Moralita, C.1., Linda, A. 2023. *Violita Characteristics and Functions of Alkaloid Compounds as Antifungals in Plants jurnal Serambi Biologi*. I Vol. 8 No. 2 pp. 231-236.

- Montgomery, Douglas C. 2009. *Statistical Quality Control: A Modern Introduction* (6th ed). Asia: John Wiley & Sons, Inc.
- Mustikasari, K., & Aryani, D. 2010. Skrining fitokimia ekstrak metanol biji kalangkala (*Litsea angulata*). *Jurnal Sains Dan Terapan Kimia*.
- Muyonga, J.H. 2004. Extraction and Physicochemical Characterization on Nile Perch (*Lates niloticus*) Skin and Bone Gelatin. *Food Hydrocolloids*. 18 (4): 581-592.
- Niky, E, A., 2016. *Identifikasi Jenis-Jenis Tanaman Inang Yang Berpotensi Untuk Digunakan Sebagai Tanaman Perangkap Imago dan Telur Bamisia tabaci Genn.*
- Nurhasanah., Harlia., & Adhitiyawarman. 2014. Uji Bioaktivitas Daun Maja (*Crescentia cujete*) Sebagai Anti Rayap. *Jurnal Kimia*. 3(3): 43-45.
- Pambudi, A., N. Farid., dan H. Nurdiansah. 2017. Analisa Morfologi & Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorbansi Suara. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 441-444.
- Parwanti, Y. 2019. Uji Efektivitas Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai insektisida Nabati Kutu Daun (*Aphis gossypii glover*) Pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Skripsi*
- Perdana, Sukma. 2016. *Hubungan Letak Geografis, Geologis Dan Luas Wilayah Dengan Sumber Daya Di Indonesia*”, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru Dan Tenaga Kependidikan. Hal , 1–4.
- Pramono, S.2019. ‘Pengendalian Penyebaran Virus Kuning Keriting Cabai (*Pepper Yellow Curl Leaf Virus*)’, *Seminar Nasional dan Kongres PFI XXV*, (1), pp. 1–6.
- Purwandari, D. Nur, and R. Sari, 2022 .“Effect of Probiotic *Bacillus subtilis* Endospore on The Immune System of Leukocytes Respiratory Burst Activity (RBA) in Grouper (*Epinephelus coioides*) *Jurnal Biota* Vol. 8 No. 1.
- Putri, Santi, D. dan Musti, H. 2020. October Inovation Of Banana Skin Waste Perocessingas Liquid Organic Fertilizerfor Soybean Plant Growth (*Glycine max* L.) *Jurnal of Food Crop and Applied Agriculture (JFCAA)* Vol. 2 No.12 .
- Rajkumar, G. Jayasinghe, M.R. 2021. Comparative Analytical Study of Phytochemicals in Selected Antidiabetic Medicinal Plant Seeds in Sri Lanka. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 8 (3).
- Rauf, A., Abduchalek, B., dan Pudjianto. 2017. Kutu putih Singkong, *Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero* (Hemiptera:Pseudococcidae): Persebaran geografi

- di Pulau Jawa dan rintisan pengendalian hayati. *J. HPT Tropika*. Vol. 17(1): 1-8.
- Rasyida, K., Kuswandi, B., Kristiningrum, N., 2014. (*Detection of Zamzam Water Purity Using Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy Technique and Chemometrics*) 2, 7.
- Ridwan, A., dan Muliani, S. 2013. Upaya menekan tingkat serangan penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao dengan memanfaatkan ekstrak buah maja. *Jurnal Agropiantae* 2 (1) : (1- 6).
- Rismayani. 2013. *Manfaat buah maja sebagai pestisida nabati untuk hama penggerek buah kakao (Conopomorpha cramerella)*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri 19.(3): (24-26.).
- Rismayani. 2013. *Manfaat Buah Maja Sebagai Pestisida Nabati Untuk Hama Penggerek Buah Kakao (Conomorpha cramerella)*. Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri, 19 (3): 87-98.
- Rosmainar, L., Widia, N., Ni, P.A., Haula, N.2018. Penentuan Kadar Vitamin C Beberapa Jenis Cabai (*Capsicum sp*). Dengan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Kimia Riset*, Volume 3 No. 1.
- Safirah, Rahma, Nur, W., Muhammad, A.K.B. 2016. Uji Efektivitas insektisida Nabati buah *Crescentia cujete* Dan bunga *Syzygium aromaticum* Terhadap Mortalitas Spodoptera litura Secara in Vitro Sebagai sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* Vol 2. Hal 265-276.
- Sari, K., Advinda, L., Anhar, A., & Chatri, M. 2022. Potential Of Red Shoot Leaf Extract (*Syzygium oleina*) as An Antifungi Against The Growth of Sclerotium rolfsii in vitro. *Jurnal Serambi Biologi*. 7(2). 163-168.
- Sari, M.P., & Susilowati, R.P. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* (L) Corr) sebagai Larvasida *Aedes aegypti* Jurnal. *Kedokteran Yarsi*. 27 (1): 1-9.
- Septariani, D.N. *et al.* 2020 ‘Pemanfaatan Minyak Serai Sebagai Bahan Aktif Nanovirusida untuk Pengendalian Penyakit Kuning pada Cabai’, PRIMA: *Journal of Community Empowering and Services*, 4(2), p. 51.
- Setyorini, S. D., dan Marwoto. 2016. Perkembangan Populasi dan Serangan Kutu Kebul pada dengan Sistem Pengairan dan Teknik Budidaya Berbeda. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang*.
- Shaffai, A.E., Mettwally, W.S.A., Mohammed, S.I.A. 2023. A comparative study of the bioavailability of Red Sea seagrass (*Enhalus acoroides* L.) Royle (*leaves, roots, and rhizomes*) as anticancer and antioxidant with preliminary

- phytochemical characterization using HPLC, FT-IR, and UPLC-ESI-TOF-MS Spectroscopi analysis. *Journal of Basic and Applied Sciences*. 12 (41): 1-12.
- Sidarlin, I.G. Swibawa, A.M. Hariri, F.X. Susilo.2020. Tingkat Serangan dan Populasi Hama Kutu Putih pada Beberapa Pertanaman Ubi Kayu (*Manihot esculanta* Crantz) di Lampung. *J.Agrotek Tropika*. Vol. 8(2): 375-381.
- Sinaga, R. 2009. *Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama Spodoptera litura (Lepidoptera : Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum L.)*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Silverstein R. M., G. C. Bassler and T. C. Morrill. 1991. Spectrometric Identification of Organic Compounds (Fifth Edition). *American Journal of Public Health*.VOL. 26, 813.
- Sridhar, N., Raghavendra, M., Prasad, M.N.V., Kiran, B.V.V.S.S., Kanthal, L.K. 2014. Screening the fruits of *Aegle marmelos* for antibacterial, Anthelmintic and Cardiotonic Properties. *International Journal of Pharma Research & Review*, 3, 48–55.
- Sudiono, S. S. Hidayat., Rusmilah, S. and Soemartono, S. 2001. Deteksi Molekuler dan Uji Kisaran Inang Virus Gemini Asal Tanaman Tomat. *Prosidi. Konggres Nasional XVI*. PFI. Bogor. 22-24 Agustus.
- Suganthy, M., Janaki., I. and Sakthivel, P. 2012. Biology of Mealy Bugs, *Paracoccus marginatus* (*Williams and Granara de Willink*) and *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) on Sunflower under Greenhouse and Laboratory. *Madras Agricultural Journal* 99(4): 371-373.
- Sukma, N.M., Dewa,A.I.P., Agung, A.C.W., I, Made, D.A., Fitria, M., NI, W.T.D., NI, P.A.M.M., dan I.W.Sudiarsa. 2020. Pembuatan Hair Tonic Berbahan Dasar Lidah Buaya Dan Analisis Dengan Fourier Transform Infrared. *Jurnal Kesehatan Indonesia*.Vol.21. No. 1:249-262.
- Sulistiyowati, H., Rahmawati, E. and Wimbaningrum, R. 2021. ‘Spatial Distribution Patterns of *Lantana camara* L. Population as Invasive Alien Species In Pringtali Savana Bandalit Resort Meru Betiri National Park’, *Jurnal Ilmu Dasar*, 22(1), p. 19.
- Sulistiyani, M., dan Huda, N. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR). *Indonesia Jurnal Chemical Science* Vol. 6.
- Sulandari, S., Rusmilah, S., S. S. Hidayat, Jumanto, H., dan Sumartono, S. 2001. Deteksi Virus Gemini pada Cabai di Daerah Istimewa Jogjakarta. *Prosidi. Konggres Nasional XVI*. PFI. Bogor. 22-24 Agustus.

- Sumihe, G., Runtuwene, MRJ, Rorong JA. 2014. Analisis Fitokimia Dan Penentuan Nilai LC₅₀ Ekstrak Metanol Daun Liwas. *Jurnal Ilmiah Sains* 14 (2).
- Suparjo. 2008. *Saponin Peran dan Pengaruhnya Bagi Ternak dan Manusia*. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi.
- Surya, E., Armi, Muhammad, R., Jailani, Lukmanul, H., Rika, N., 2020. Tingkat Keanekaragaman Hama Serangga dan Musuh Alami (Predator) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Di Desa limpok Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biology Education* Volume 8 No. 2.
- Suseno, R., S. S. Hidayat, J. Harjosudarmono dan S. Sosromarsono. 2003. Respon Beberapa Kultivar Cabai terhadap Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai. *Prosid. Kongres Nasional XVII*. PFI. Bandung . 6-8 Agustus.
- Syahara, S dan Siregar, Y.F.2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calaburata L.*). *Jurnal Kesehatan Indonesia* .4(2):121-125.
- Taufieq, Nur Anny S, Raeni Tenriola, and Dwi Wahyuni Aprianti.2019“*Pelatihan Pembuatan Pestisida Nabati Menggunakan Buah Maja Pada Kelompok Tani Desa Bontotiro Di Kabupaten Bantaeng*” 5: 128–33.
- Thamrin M. 2013, *Tumbuhan Kirinyu Choromolaena odorata (L) (Asteraceae: Asterales) Sebagai Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura*“, Litbang Pert., 32 No. 3, 113.
- Titis, M, Fachriyah, E, dan Kusriani, D. 2013. Isolasi identifikasi dan uji aktifitas senyawa alkaloid daun binahong (*Anredera cordifolia (tenore) steenis*). Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia FSM: Universitas Diponegoro Semarang. *Skripsi* Vol 1(1): 196 – 201.
- Utami, M., Yayu,W, dan Hexa, A.H .2013. Keragaman dan Pemanfaatan Simplisia Nabati yang Diperdagangkan di Purwokerto. *Jurnal bio unsoed*.
- Wahyuni, R., Guswandi, & Rivai, H.2014.Pengaruh cara pengeringan dengan oven,kering angin dan cahaya matahari langsung terhadap mutu simplisia herba sambiloto. *Jurnal Farmasi Higea*, 6(2), 126–133.
- Walker, A., Hoy, M., and Meyerdirk., D. 2020. *Papaya mealybug (Paracoccus marginatus Williams)*.
- Wardani, N. 2015. *Kutu putih (Hemiptera:Pseudococcidae) Mealybug Invasif Baru di Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Inovasi Teknologi Pertanian. Bandar Lampung.

- Wardani, RS., Mifbakhuddin., Yokorinanti, K. 2010. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Tembelekan (*Lantana camara*) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *J Kesehat Masy Indones*,; 6(2): 30-38.
- Widia, A., Vera, O. 2023. Pengendalian Beberapa Jenis Hama Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.) Dengan Aplikasi Biopestisida Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Kelingi*. Vol 3 (2), Desember 2023 (15- 19).
- Zilhadia , Z., Kusumaningrum, F., Betha, O, S dan Supandi, S. 2018. Diferensiasi Gelatin Sapi dan Gelatin Sapi pada Gummy Vitamin C Menggunakan Metode Kombinasi Spektrokopi Fourier Transform Infrared (FT-IR) dan Pricipal Component Analysis (PCA) *Pharmaceutical Sciences and Research* , 5 (2) 90-96.