

**EFEKTIVITAS SEDIAAN SPRAY BIOINSEKTISIDA DARI  
KOMBINASI EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi L.*) DAN EKSTRAK KULIT  
JERUK NIPIS(*Citrus aurantifolia*)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**NADIYA MAISURA  
NIM. 190704026**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM – BANDA ACEH  
2023 M/1445 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS SEDIAAN SPRAY BIOINSEKTISIDA DARI  
KOMBINASI EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa  
bilimbi L.*) DAN EKSTRAK KULIT JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*)**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Memperoleh Gelar Sarjana (S1)  
dalam Ilmu Kimia

Oleh:

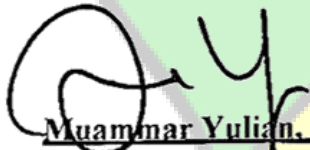
**NADIYA MAISURA**

**NIM. 190704026**

**Mahasiswa Program Studi Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui untuk Dimunaqasyah Oleh:

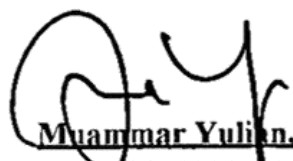
**Pembimbing I,**

  
**Muammar Yulian, M.Si.**  
**NIDN.2030118401**

**Pembimbing II,**

  
**Reni Silvia Nasution, M.Si.**  
**NIDN.2022028901**

Mengetahui,  
**Ketua Program Studi,**

  
**Muammar Yulian, M.Si.**  
**NIDN.2030118401**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS SEDIAAN SPRAY BIOINSEKTISIDA DARI  
KOMBINASI EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa  
bilimbi L.*) DAN EKSTRAK KULIT JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*)**

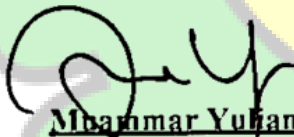
**SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)  
dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal: Kamis/27 Juli 2023  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Mhammar Yulfan, M.Si.  
NIDN.2030118401

Sekretaris,



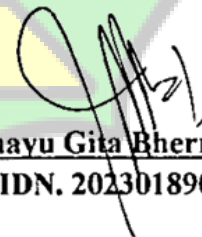
Reni Silvia Nasution, M.Si.  
NIDN.2022028901

Penguji I,



Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.  
NIDN.2027118603

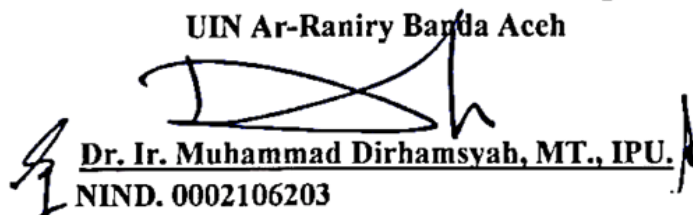
Penguji II,



Bhayu Gita Bhernama, M.Si  
NIDN. 2023018901

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU.  
NIND. 0002106203

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Efektivitas Sediaan Spray Bioinsektisida dari Kombinasi Ekstrak Daun Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)


Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 13 Agustus 2023  
Yang Menyatakan

  
Nadiya Maisura

METERAI TEMPEL  
407F4AJX010649029

## ABSTRAK

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Program Studi : Kimia  
Judul : Efektivitas Sediaan Spray Bioinsektisida dari Kombinasi Ekstrak Daun Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)  
Tanggal Sidang : 27 Juli 2023  
Jumlah Halaman : 68  
Pembimbing I : Muammar Yulian, M.Si.  
Pembimbing II : Reni Silvia Nasution, M.Si.  
Kata Kunci : Bioinsektisida, Daun Belimbing Wuluh, Kulit Jeruk Nipis, Lembing batu.

Bioinsektisida merupakan insektisida berbahan dasar dari tumbuhan yang digunakan untuk mengendalikan serangga. Penggunaan tanaman sebagai insektisida lebih aman karena dapat terurai oleh lingkungan dan tidak berdampak negatif bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas sediaan *spray* bioinsektisida dari kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap lembing batu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental sediaan *spray* bioinsektisida dibuat dengan variasi kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis 25%, 50%, 75%, 100%, dan 100% ekstrak masing-masing tanpa kombinasi. Identifikasi senyawa metabolit sekunder menggunakan GC-MS, pengujian mortalitas lembing batu dengan menggunakan kontrol negatif dan kontrol positif. *Spray* dengan konsentrasi 25% membutuhkan waktu mortalitas 11,64 menit, konsentrasi 50%: 10.64 menit, konsentrasi 75%: 8.17 menit, konsentrasi 100%: 5.16 menit untuk mortalitas lembing batu. Sehingga dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa *spray* kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis memiliki pengaruh yang kuat terhadap daya mortalitas lembing batu. *Spray* dengan konsentrasi 100% paling efektif dalam membasmi lembing batu. Kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis dapat berfungsi sebagai komponen aktif dalam bioinsektisida.

## ABSTRACT

*Name* : Nadiya Maisura  
*NIM* : 190704026  
*Study Program* : Chemistry  
*Title* : *The Effectiveness of Combination Bioinsecticide Spray Preparations Starfruit Leaf Extract (Averrhoa bilimbi L.) and Lime Peel Extract (Citrus aurantifolia)*  
*Date Of Session* : 27 July 2023  
*Number of Page* : 68  
*Advisor I* : Muammar Yulian, M.Si.  
*Advisor II* : Reni Silvia Nasution, M.Si.  
*Keywords* : *Bioinsecticide, Starfruit Leaf, Lime Peel, Stone Javelin.*

*Bioinsecticides is plant-based insecticides used to control insects. Using plants as insecticides is safer because they can be decomposed by the environment and can not put a negative impact on the environment. The point of this study is to determine the effectiveness of a bioinsecticide spray preparation from a combination of starfruit leaf extract (Averrhoa bilimbi L.) and lime peel (Citrus aurantifolia) againts stone javelin. This study use an experimental method of bioinsecticide spray preparations made with various combinations of starfruit leaf extract and lime peel extract 25%, 50%, 75%, 100%, and 100% extract each without any combination. Identification of secondary metabolites by using GC-MS, testing of stone javelin mortality using negative controls and positive controls. Spray with a concentration of 25% required a mortality time of 11.64 minutes, 50% concentration: 10.64 minutes, 75% concentration: 8.17 minutes, 100% concentration: 5.16 minutes for stone javelin mortality. So from this test it can be concluded that the spray combination of starfruit leaf extract and lime peel has a strong effect on the mortality of stone javelin. Spray with a concentration of 100% is the most effective in eradicating stone javelins. The content of secondary metabolites in belimbing wuluh leaf extract and lime peel extract can function as active components in bioinsecticides.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillah Rabbil'alamin*, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT., karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis bisa menyusun sebuah skripsi yang berjudul **“Efektivitas Sediaan Spray Bioinsektisida dari Kombinasi Ekstrak Daun Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)”** ini tepat pada waktunya. Shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, sebagai suri teladan bagi seluruh umat manusia.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban tertulis untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Kelancaran penulis dalam membuat dan menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada orang tua dan keluarga penulis yang telah senantiasa memberikan rasa sayang, didikan, materi, serta doa yang selalu dipanjatkan kepada Allah SWT., untuk penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muammar Yulian, M.Si, selaku Ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, sekaligus Dosen Pembimbing I.
3. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku Dosen Penguji I dalam Sidang Munaqasyah Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Ibu Bhayu Gita Bhername, M.Si., selaku Dosen Penguji II dalam Sidang Munaqasyah Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam

Negeri Ar-Raniry.

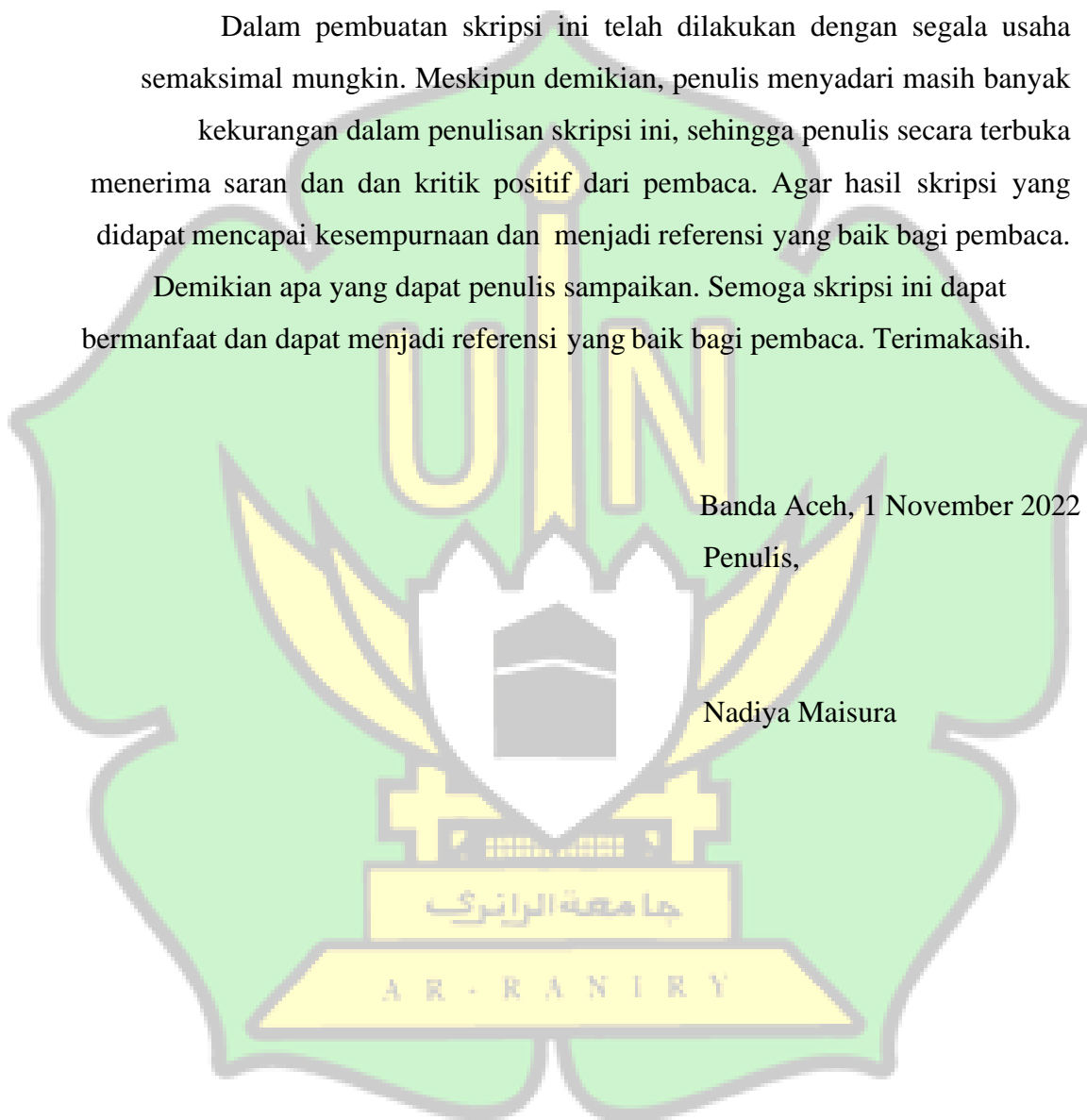
6. Seluruh Ibu/Bapak dosen Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini.
8. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam pembuatan skripsi ini telah dilakukan dengan segala usaha semaksimal mungkin. Meskipun demikian, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga penulis secara terbuka menerima saran dan dan kritik positif dari pembaca. Agar hasil skripsi yang didapat mencapai kesempurnaan dan menjadi referensi yang baik bagi pembaca. Demikian apa yang dapat penulis sampaikan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi referensi yang baik bagi pembaca. Terimakasih.

Banda Aceh, 1 November 2022

Penulis,

Nadiya Maisura

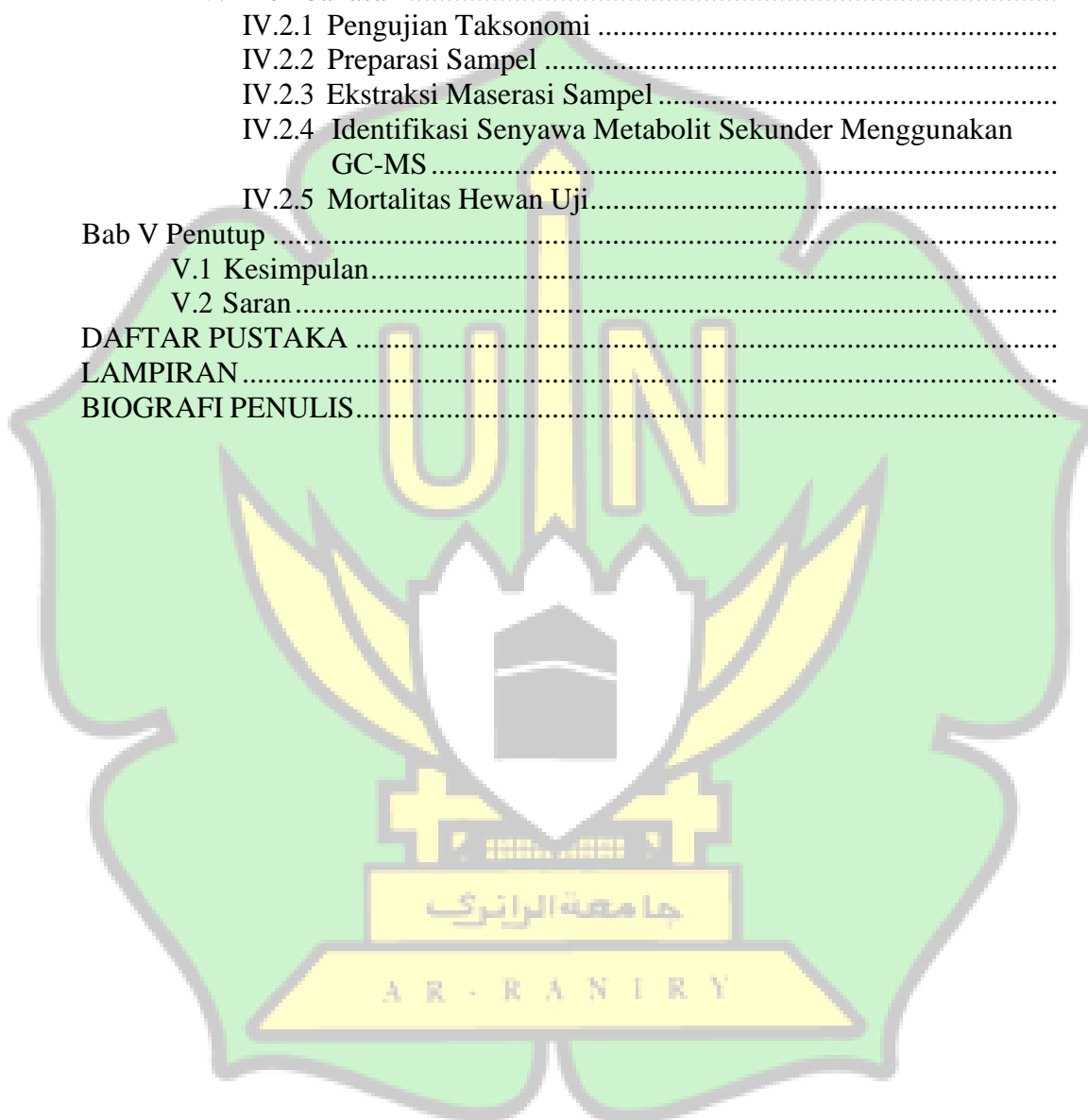




## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
Bab I Pendahuluan .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	4
I.3 Tujuan.....	4
I.4 Manfaat.....	4
I.5 Batasan Masalah.....	4
Bab II Tinjauan Pustaka .....	6
II.1 Belimbing Wuluh.....	6
II.1.1 Taksonomi dan Morfologi Belimbing Wuluh.....	6
II.1.2 Kandungan Senyawa Kimia pada Belimbing Wuluh .....	7
II.2 Jeruk Nipis.....	8
II.2.1 Taksonomi dan Morfologi Jeruk Nipis .....	8
II.2.2 Kandungan Senyawa Kimia pada Kulit Jeruk Nipis.....	9
II.3 Bioinsektisida.....	10
II.4 Lembing batu.....	10
II.5 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (GC-MS)</i> .....	12
Bab III Metodologi .....	13
III.1 Waktu dan Tempat .....	13
III.2 Alat dan Bahan .....	13
III.3 Prosedur Kerja.....	13
III.3.1 Pengambilan Sampel .....	13
III.3.2 Uji Taksonomi .....	13
III.3.3 Preparasi Sampel .....	13
III.3.4 Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis .....	14
III.3.5 Preparasi Sampel Untuk Pengujian GC-MS.....	14
III.3.6 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Menggunakan GC-MS .....	14
III.3.7 Pembuatan <i>Spray</i> dari Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis.....	15
III.3.8 Pengkondisian Hewan Uji .....	15
III.3.9 Uji Efektivitas Bioinsektisida.....	15
Bab IV Hasil Dan Pembahasan .....	16
IV.1 Data Hasil Pengamatan .....	16

IV.1.1 Hasil Uji Taksonomi Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis .....	16
IV.1.2 Hasil Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis .....	17
IV.1.3 Hasil Identifikasi Senyawa Kimia pada Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis .....	17
IV.1.4 Hasil Uji Efektivitas Bioinsektisida .....	19
IV.2 Pembahasan .....	20
IV.2.1 Pengujian Taksonomi .....	20
IV.2.2 Preparasi Sampel .....	20
IV.2.3 Ekstraksi Maserasi Sampel .....	20
IV.2.4 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Menggunakan GC-MS .....	22
IV.2.5 Mortalitas Hewan Uji .....	24
Bab V Penutup .....	27
V.1 Kesimpulan .....	27
V.2 Saran .....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28
LAMPIRAN .....	35
BIOGRAFI PENULIS .....	55



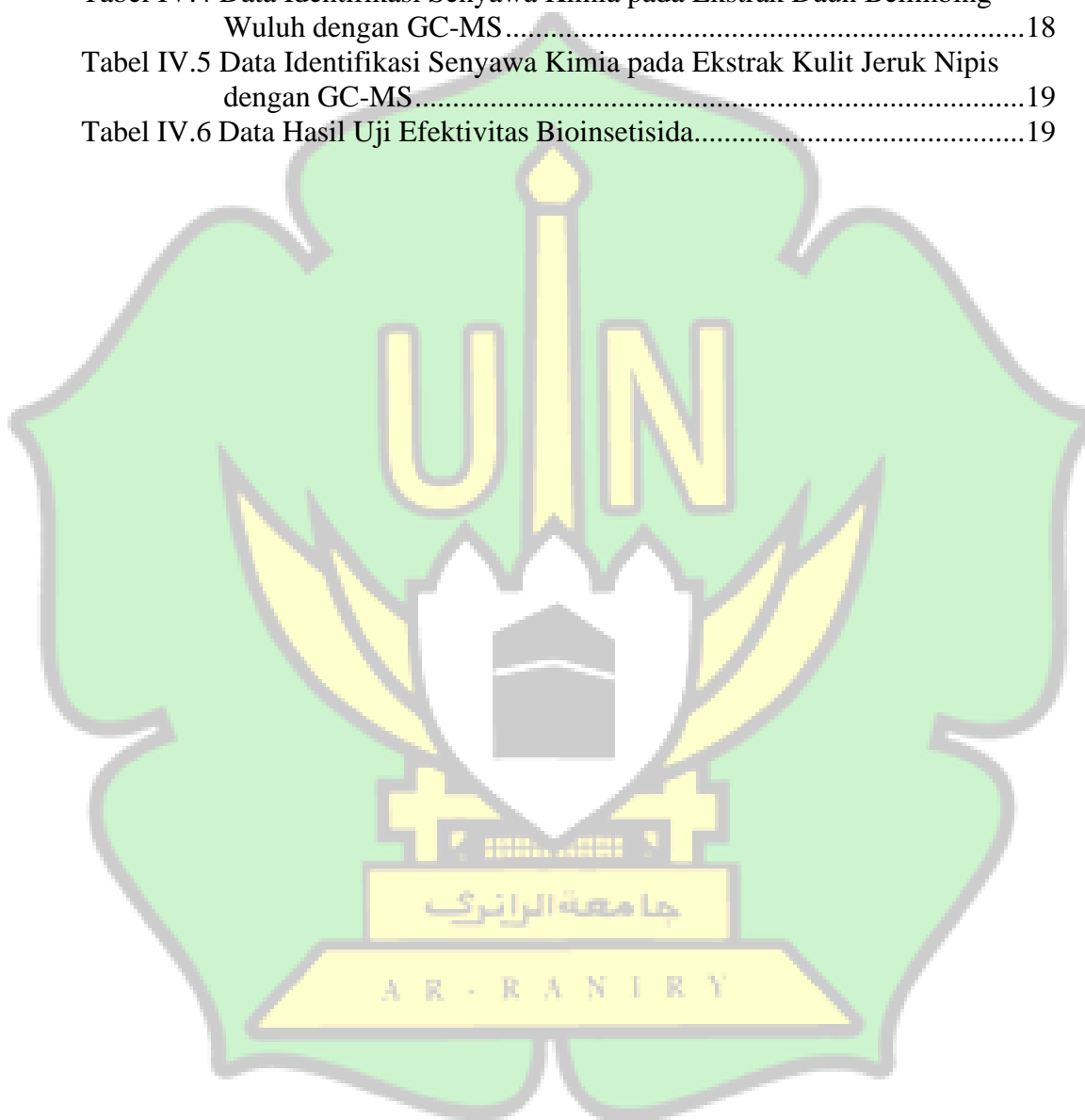
## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Daun belimbing wuluh .....	6
Gambar II.2	Jeruk Nipis.....	8
Gambar II.3	Lembing batu.....	11
Gambar IV.1	Kromatogram Ekstrak Daun Belimbing Wuluh.....	17
Gambar IV.2	Kromatogram Ekstrak Kulit Jeruk Nipis.....	18
Gambar IV.3	Preparasi Sampel GC-MS .....	22



## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Hasil Klasifikasi Tanaman Belimbing Wuluh .....	16
Tabel IV.2 Hasil Klasifikasi Tanaman Jeruk Nipis.....	16
Tabel IV.3 Hasil Persentase Rendemen Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis .....	17
Tabel IV.4 Data Identifikasi Senyawa Kimia pada Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dengan GC-MS.....	18
Tabel IV.5 Data Identifikasi Senyawa Kimia pada Ekstrak Kulit Jeruk Nipis dengan GC-MS.....	19
Tabel IV.6 Data Hasil Uji Efektivitas Bioinsetisida.....	19



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian .....	35
Lampiran 2. Diagram Alir Skema Percobaan Penelitian .....	36
Lampiran 3. Perhitungan Rendemen Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis .....	40
Lampiran 4. Hasil Identifikasi Senyawa .....	43
Lampiran 5. Foto Dokumentasi Penelitian .....	47
Lampiran 8. Hasil Uji Taksonomi Tanaman Belimbing Wuluh dan Tanaman Jeruk Nipis .....	52



# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Pestisida adalah bahan kimia yang baik mengusir, mengendalikan, atau menolak hama. Ada banyak jenis pestisida, termasuk fungisida untuk mengendalikan jamur, herbisida untuk mengendalikan gulma, rodentisida untuk membunuh hewan pengerat, akarisisida untuk membunuh tungau, bakterisida untuk membunuh bakteri, dan insektisida untuk membunuh serangga. Sebagian besar pestisida termasuk dalam kategori insektisida, yang meliputi zat seperti *dietiltoluamida* (DEET), karbamat, piretroid, organoklorin, dan organofosfat. Insektisida paling berbahaya untuk mengendalikan vertebrata adalah organofosfat (Kusumastuti, 2014). Paparan organofosfat dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan sejumlah dampak negatif bagi kesehatan, antara lain gangguan sistem hormon, kegagalan organ, bahkan kematian. Kontak jangka pendek dengan organofosfat dapat mengiritasi kulit atau selaput mata (Pamungkas, 2016).

Selain organofosfat, penggunaan organoklorin juga telah dilarang di Indonesia bahkan di dunia. Pestisida organoklorin merupakan *Persistent Organic Pollutants* (POPs) yang berbahaya bagi kesehatan manusia karena sulit terurai, memiliki efek jangka panjang, dan terbioakumulasi dalam rantai makanan. Ini bisa berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan karena bahan kimia ini telah dikaitkan dengan penyakit seperti kanker, alergi, dan kerusakan sistem saraf. Mereka juga dapat mengganggu sistem endokrin, yang dapat merusak sistem kekebalan tubuh dan sistem reproduksi. Asetilkolin terakumulasi sebagai akibat dari pestisida ini. Gejalanya dari sakit kepala hingga kelumpuhan dan kejang otot (Agustin dan Muhartono, 2018). Oleh karena itu, digunakanlah insektisida yang mudah didegradasi dan tingkat toksisitas yang tergolong rendah yaitu insektisida dari tumbuhan.

Insektisida yang komponen utamanya berasal dari unsur tumbuhan antara lain daun, buah, biji, akar, batang, atau ranting disebut bioinsektisida. Komponen tersebut memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai pencegah, pembunuh, pengikat, dan penghambat pertumbuhan organisme pengganggu. Komponen

aktif bioinsektisida nabati adalah senyawa organik yang diperoleh dari tanaman yang memiliki golongan metabolit sekunder yang mengandung molekul bioaktif seperti fenolik, terpenoid, alkaloid, dan senyawa kimia lainnya (Latumahina dkk, 2021).

Bioinsektisida telah digunakan untuk waktu yang sangat lama untuk membasmi serangga. Hal ini disebabkan karena tanaman mengandung zat yang berbahaya bagi serangga. Senyawa organik dapat terdegradasi secara alami dan tidak memiliki efek buruk terhadap lingkungan, penggunaan tanaman herbal sebagai insektisida lebih aman (Alexander dkk, 2022). Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida adalah belimbing wuluh.

Belimbing wuluh merupakan salah satu sumber daya Indonesia yang dapat membantu mengatasi masalah serangga pengganggu tersebut. *Averrhoa bilimbi* atau dikenal juga dengan belimbing wuluh merupakan tanaman yang tumbuh subur hampir di setiap daerah namun belum dibudidayakan dengan baik. Tumbuhan ini termasuk golongan tumbuhan *tree of life* yang berarti semua bagiannya dapat dimanfaatkan (Fitranillah dkk, 2020). Buah belimbing wuluh biasanya digunakan sebagai penyedap masakan ataupun produk olahan lainnya seperti asinan, manisan, dan sale. Bunganya umumnya dimanfaatkan sebagai obat batuk, sariawan, dan malaria. Batangnya juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Daunnya juga dapat digunakan sebagai obat gatal, bengkak, rematik serta luka pada kulit (Astuti, 2017). Selain itu, daun belimbing wuluh mempunyai daya hambat pertumbuhan hama dikarenakan terdapat komponen kimia aktif yaitu senyawa flavonoid, fenol, dan steroid. Bahan aktif tersebut mampu menghambat pertumbuhan organisme dan merusak membran sel sehingga dapat menghambat pertumbuhannya (Soleha dkk, 2019). Kondisi demikian menjadikan daun belimbing menjadi salah satu bahan yang digunakan untuk membasmi serangga.

Selain daun belimbing wuluh, jeruk nipis juga dapat dimanfaatkan sebagai bioinsektisida pembasmi hama. Menurut Nisa dan Diah (2016), limonene yang merupakan kandungan dalam kulit jeruk nipis berpotensi untuk digunakan sebagai insektisida. Limonoid, saponin, dan minyak atsiri adalah beberapa metabolit sekunder yang ditemukan dalam ekstrak daun jeruk nipis. Ketiga

metabolit sekunder ini merupakan turunan terpenoid yang dapat memerangi hama serangga secara bersamaan. Rasa pahit pada kulit jeruk dikarenakan adanya kandungan limonoid didalamnya. Ekstrak daun jeruk nipis mengandung komponen limonene sebagai minyak atsirinya. Limonene memiliki efek menolak, sehingga serangga menghindari bau minyak atsiri ini dan mereka menghindari tanaman yang telah diberi ekstrak daun jeruk (Kasi, 2012).

Zulkahfi, dkk (2017), dalam penelitiannya mengenai ekstrak daun belimbing wuluh digunakan untuk memberantas rayap tanah (*Coptotermes sp.*). Diperoleh bahwa serangan rayap dapat dikendalikan dengan menggunakan pelarut etanol 96% pada konsentrasi ekstrak 6%. Setelah 7 hari pengamatan rata-rata nilai mortalitas sebesar 52,73%, dan setelah 11 hari sebesar 100%.

Selain itu, Kasi (2012), dalam penelitiannya mengenai pengaruh ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai bioinsektisida terhadap walang sangit yang menyerang padi. Pada penelitian ini, ekstrak daun jeruk nipis dapat mematikan rata-rata 9 dari 10 hama walang sangit dengan konsentrasi 250 g/L pada tanaman padi. Dalam penelitian Saleh (2017), mengenai efektivitas ekstrak kulit jeruk nipis sebagai insektisida nabati terhadap nyamuk *aedes aegypti*. Pada penelitian ini, persentase rata-rata kematian nyamuk pada konsentrasi 15% yaitu sebesar 25%, konsentrasi 30% yaitu sebesar 45%, dan konsentrasi 60% yaitu sebesar 62%.

Bioinsektisida berbasis semprot dinilai sangat praktis dan mudah diaplikasikan. Selain itu, dibandingkan dengan pestisida lain, bioinsektisida ini membunuh serangga lebih cepat. Ini agar bahan aktif semprotan dapat mengikat protein dan merusak sistem saraf serangga. Selain itu, dibandingkan dengan sediaan gelung dan tikar, bioinsektisida dengan formulasi semprot lebih aman karena tidak mengalami pembakaran dan tidak melepaskan bahan kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia.

Bioinsektisida dalam bentuk *spray* dinilai sangat praktis dan mudah diaplikasikan. Selain itu, dibandingkan dengan pestisida lain, bioinsektisida ini membunuh serangga lebih cepat. Ini dikarenakan bahan aktif berbentuk *spray* dapat mengikat protein yang merusak sistem saraf serangga dengan cepat. Selain itu, bioinsektisida dengan sediaan *spray* tidak melalui proses pembakaran



sehingga lebih aman dan tidak mengganggu kesehatan manusia jika dibandingkan dengan sediaan *coil* dan *mat* elektrik (Alexander dkk, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, penulis telah melakukan penelitian mengenai efektivitas *spray* bioinsektisida dari ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) pada lembing batu (*Scotinophora coarctata*) sebagai hewan uji.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini apakah sediaan *spray* bioinsektisida dari kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) efektif sebagai mortalitas hama?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas sediaan *spray* bioinsektisida dari kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai mortalitas hama.

## **I.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bahwa daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat digunakan sebagai bioinsektisida.
2. Dapat menambah wawasan atau memperluas pengetahuan tentang manfaat *spray* bioinsektisida dari ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).

## **I.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) diambil di sekitar kota Banda Aceh dan Aceh Besar.

2. Variasi konsentrasi ekstrak yang digunakan diantaranya: 25%, 50 %, 75%, 100 % dari kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan ekstrak kulit jeruk nipis(*Citrus aurantifolia*), 100% ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*), dan 100% ekstrak kulit jeruk nipis(*Citrus aurantifolia*).
3. Pengujian mortalitas terhadap lembing batu (*Scotinophora coartata*).



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Tanaman Belimbing Wuluh

#### II.1.1 Taksonomi dan Morfologi Belimbing Wuluh

Taksonomi belimbing wuluh sebagai berikut:

- Kerajaan : *Plantae*  
Divisi : *Magnoliophyta*  
Kelas : *Magnoliopsida*  
Bangsa : *Oxalidales*  
Suku : *Oxalidaceae*  
Marga : *Averrhoa*  
Jenis : *Averrhoa bilimbi L.*  
Sinonim : *Averrhoa obtusangulata stokes*, *Averrhoa obtusangulo stokes*  
(Wahyuni dkk, 2016).



Gambar II.1 Daun belimbing wuluh

Sumber : (Dokumen pribadi penulis, 2023)

Belimbing wuluh merupakan pohon menahun, tinggi 5-10 m. Akar tunggang berwarna coklat. batang dengan diameter sekitar 30 cm, permukaan bergelombang dan tidak rata, serta cenderung kasar dan bergelombang. Cabang muda berwarna coklat muda dan memiliki kecenderungan percabangan yang menanjak ke atas. Rambutnya lembut beludru (Wahyuni dkk, 2016).

Daun majemuk menyirip ganjil dan terdiri dari 21-45 pasang anak daun. Daun bertangkai pendek dengan permukaan halus, urat daun menyirip, bentuk

lonjong sampai bulat telur, pangkal membulat, tepi rata, ujung runcing, dan semburat hijau dengan panjang 2-10 cm dan lebar 1-3 cm, tekstur permukaan halus dengan tulang daun menyirip berwarna hijau serta hijau muda dipermukaannya (Wahyuni dkk, 2016).

### **II.1.2 Kandungan Senyawa Kimia pada Daun Belimbing Wuluh**

Daun belimbing wuluh kaya akan sejumlah senyawa kimia yang ampuh menggagalkan serangan hama serangga. Alkaloid, flavonoid, fenolat, terpenoid, saponin, dan tanin adalah beberapa dari senyawa tersebut (Zulkahfi dkk, 2017). Senyawa terpenoid berpotensi menghambat enzim asetilkolinesterase, yang dapat membunuh serangga. Penumpukan asetilkolin dan kerusakan selanjutnya pada mekanisme penghantaran impuls otak akan terjadi akibat aktivitas enzim yang dihambat. Asetilkolin dipecah menjadi asetil ko-A dan kolin oleh enzim asetilkolinesterase. Hal ini menyebabkan kelumpuhan otak, kejang otot, dan kematian (Ekayani dkk, 2021).

Alkaloid berperan sebagai racun perut atau keracunan lambung dalam mortalitas hama. Senyawa tersebut menyebabkan organ pencernaan serangga terganggu. Selain itu, zat flavonoid dan alkaloid menghambat reseptor perasa di daerah mulut larva, mencegah rangsangan rasa mereka dan mencegah mereka mengenali makanannya, yang menyebabkan larva mati kelaparan. Selain tiga hormon utama yang terdapat pada serangga seperti hormon otak, hormon edison, dan hormon pertumbuhan, alkaloid juga menghambat pertumbuhan larva. Kurangnya perkembangan hormon mencegah larva mengalami metamorfosis (Ekayani dkk, 2021).

Glikosida triterpen dan sterol, atau saponin, adalah zat aktif permukaan dengan tekstur sabun yang dapat menyebabkan keracunan pada serangga dan dapat menghambat respirasi serangga. Salah satu golongan saponin yang mengandung nitrogen adalah bahan kimia alkaloid yang terbuat dari ekstrak tumbuh-tumbuhan. Asetilkolin dan sistem saraf serangga dipengaruhi oleh aksi banyak alkaloid dengan adanya senyawa kimia dengan gugus nitrogen (Lestari dkk, 2014).

Salah satu fungsi tanin pada tumbuhan adalah melindungi tumbuhan tersebut dari gangguan hewan lain. Tanin juga disebut antinutrien. Tanin terdiri dari dua jenis, yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Keduanya terdapat pada tumbuhan, namun yang paling dominan pada tumbuhan adalah tanin terkondensasi. Daun belimbing wuluh muda memiliki kandungan tanin yang tinggi yaitu 10,92%. Sementara tanin terhidrolisis dibuat oleh esterifikasi asam fenolik dan gula (glukosa), tanin terkondensasi diproduksi oleh proses polimerisasi (kondensasi) antara flavonoid. Beberapa buah dan tanaman memiliki rasa sepat dan pahit karena tanin. (Hidjrawan, 2018).

## II.2 Jeruk Nipis

### II.2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Jeruk Nipis

Taksonomi tanaman jeruk nipis sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
  - Divisi : *Spermatophyta*
  - Subdivisi : *Angiospermae*
  - Kelas : *Dicotyledonae*
  - Ordo : *Rutales*
  - Famili : *Rutaceae*
  - Genus : *Citrus*
  - Sinonim : *Limonia aurantifolia, Citrus javanica, Citrus notissima*
- (Mawaddah, 2021).



Gambar II.2 Jeruk Nipis

Sumber : (Dokumen pribadi penulis, 2023)

## II.2.2 Kandungan Senyawa Kimia pada Kulit Jeruk Nipis

Jeruk nipis merupakan salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri, dan sebagian besar mengandung terpen, seskuiterpen alifatik, turunan hidrokarbon teroksigenasi dan hidrokarbon aromatik. Komposisi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri yang dihasilkan dari kulit buah tanaman genus *Citrus* antara lain limonene, sitronella, geraniol,  $\beta$ -caryophyllene dan  $\alpha$ -terpineol. Jeruk nipis juga termasuk bahan kimia yang dapat berperan sebagai racun hama tanaman, seperti saponin, flavonoid, sitronella, dan senyawa steroid. Kulit jeruk nipis menyengat, memiliki aroma yang unik, dan kaya akan minyak atsiri. Pestisida nabati berbahan dasar minyak atsiri dapat digunakan untuk mengendalikan hama (Yudiawati, 2019).

Senyawa kimia yang dikenal sebagai memiliki efek insektisida adalah flavonoid. Flavonoid memengaruhi sistem saraf di sejumlah organ utama serangga, menyebabkan masalah saraf yang mengganggu pernapasan dan bahkan mengakibatkan kematian. Senyawa terpenoid mengandung zat yang disebut saponin. Kulit jeruk nipis positif mengandung saponin. Karena sterol sendiri merupakan zat yang berfungsi sebagai hormon prekursor *ecdysone*, saponin ini memiliki kemampuan untuk mengikat sterol bebas di saluran pencernaan makanan, yang menyebabkan penurunan jumlah sterol bebas dalam tubuh serangga dan mengganggu proses molting. Selain itu, saponin dapat membunuh sel darah merah dan beracun bagi hewan berdarah dingin (Saleh dkk, 2017).

Limonene yang berpotensi sebagai pestisida terdapat pada kulit jeruk nipis. Limonoid, saponin, dan minyak atsiri merupakan metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak kulit jeruk nipis. Ketiga metabolit sekunder ini, yang berasal dari molekul terpenoid, memerangi hama serangga secara bersamaan. Limonoid jeruk, yang memberikan rasa pahit pada jeruk, merupakan *antifeedant* yang ditemukan dalam ekstrak kulit jeruk nipis. Ekstrak kulit jeruk mengandung komponen limonene sebagai minyak atsirinya. Limonene memiliki efek menolak. Serangga menghindari bau minyak atsiri ini, oleh karena itu mereka tidak akan memakan tanaman yang telah diberi ekstrak kulit jeruk nipis (Kasi, 2012).

### II.3 Bioinsektisida

Salah satu contoh biopestisida adalah bioinsektisida, yang digunakan untuk mengendalikan hama seperti tungau atau serangga. Bioinsektisida nabati adalah pestisida yang komponen utamanya berasal dari bagian tumbuhan seperti daun, buah, biji, akar, batang, atau ranting. Komponen ini memiliki kemampuan untuk membunuh, mengikat, menolak, dan menghambat pertumbuhan organisme pengganggu. Komponen aktif bioinsektisida nabati adalah bahan kimia organik yang dihasilkan secara alami dari tumbuhan. Tumbuhan ini memiliki golongan metabolit sekunder yang disebut fenolat, terpenoid, alkaloid, dan senyawa kimia lain yang bersifat bioaktif (Latumahina dkk, 2021).

Senyawa bioaktif tersebut akan berdampak pada sistem pernapasan, otot, sistem saraf, reproduksi, keseimbangan hormon, dan perilaku berupa zat pematik anti makanan (Latumahina dkk, 2021). Insektisida kimia tidak memiliki beberapa keunggulan yang dimiliki oleh bioinsektisida, seperti sifat cepat terdegradasi secara alami, tingkat toksisitas yang relatif rendah, dan bahan baku insektisida nabati yang mudah diakses dan harga terjangkau (Kasi, 2012). Menurut Latumahina (2021), kekurangan biopestisida nabati diantaranya, bahan aktif mudah terurai sehingga tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama, daya kerja relatif lambat sehingga perlu penerapan yang lebih sering dibandingkan pestisida kimia, tingkat toksisitas yang rendah menyebabkan biopestisida tidak langsung mematikan hama sasaran.

### II.4 Lembing Batu

Taksonomi dan morfologi lembing batu sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Animalia</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Hemiptera</i>
Famili	: <i>Pentatomide</i>
Genus	: <i>Scotinophara</i>
Spesies	: <i>Scotinophora coarctata</i>

(Harahap dkk, 2020).

Lembing batu merupakan hama serangga yang menyerang tanaman budidaya terutama tanaman padi. Lembing batu yang biasanya disebut kepinding mampu hidup  $\pm$  3 bulan. Lembing batu dapat ditemukan di saat terang bulan atau dapat sorotan cahaya yang terang. Lembing batu tertarik pada ultraviolet karena cahaya tersebut diabsorpsi oleh alam terutama daun (Harahap dkk, 2020).



Gambar II.3 Lembing batu (*Scotinophora coarctata*)

Sumber : (Dokumen pribadi penulis, 2023)

### **Lembing Batu sebagai Vektor**

Salah satu hama yang dapat menurunkan produksi tanaman padi adalah lembing batu (*Scotinophora coarctata*). Serangan hama ini pada fase vegetatif mengakibatkan jumlah anakan yang lebih sedikit dan pertumbuhan tanaman yang terbatas. Pada saat tanaman mencapai fase generatif, ia tidak akan berproduksi secara maksimal. Jika populasi lembing batu banyak maka dapat membunuh dan menyebabkan fusio pada tumbuhan mencapai 8,5 ekor per rumpun (Sumini dan Novianto, 2021). Penyebab lain yang dapat mempengaruhi distribusi, aktivitas, dan perkembangan lembing batu antara lain kelembaban tanah, kualitas udara, dan habitat serangga. Kelembaban akan mempengaruhi penguapan cairan tubuh serangga, preferensi untuk hidup, serta tempat persembunyian tambahan. Aktivitas lembing batu seringkali sangat dipengaruhi oleh respons terhadap cahaya (Azizah dkk, 2022).



#### **II.4 Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (GC-MS)**

*Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry* (GC-MS) adalah suatu metode yang mengkombinasikan kromatografi gas dan spektrometri massa yang bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel (Pratiwi dkk, 2022). Kromatografi gas digunakan untuk mencari zat yang mudah menguap dalam kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah jika dipanaskan. Sementara spektrometri massa digunakan untuk membuat molekul bermuatan dan menghitung berat molekul dan rumus molekul (Hotmian dkk, 2021).

Karena kepekaannya yang besar, metode GC-MS dapat memisahkan antara berbagai bahan kimia yang telah digabungkan bersama dan dapat memeriksa berbagai macam molekul bahkan pada tingkat atau konsentrasi rendah (Candraningrat dkk, 2021). Suatu zat harus memiliki sifat volatil agar dapat diperiksa dengan GC-MS, jika senyawa tersebut sulit menguap maka dilakukan derivatisasi terlebih dahulu (Pratiwi dkk, 2022).

Prinsip kerja kromatografi gas berkaitan dengan titik didih senyawa yang dianalisis dan perbedaan interaksi analit dengan fase diam dan fase gerak. Senyawa dengan titik didih tinggi memiliki waktu retensi yang lama. Waktu retensi yang lebih lama juga diamati untuk senyawa yang melekat lebih erat pada permukaan fase diam dalam fase cair. Setiap molekul komponen yang telah dipisahkan menggunakan sistem kromatografi gas ditemukan menggunakan spektrometri massa. Sampel analisis dikenai injeksi berkas elektron dalam spektrometri massa, dan hasilnya dikuantifikasi sebagai spektrum fragmen ion positif. Fragmen-fragmen tersebut disusun berdasarkan massa (Utami dkk, 2022).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi yaitu Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry pada bulan April 2023 sampai bulan Juli 2023.

#### **III.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya gelas ukur, timbangan analitik, pipet tetes, *rotary evaporator*, batang pengaduk, corong, kertas saring, botol semprot, plastik, corong pisah, dan wadah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ekstrak daun belimbing wuluh, ekstrak kulit jeruk nipis, Etanol 96% ( $C_2H_5OH$ ), Aquades ( $H_2O$ ), Natrium tiosulfat ( $Na_2SO_4$ ) anhidrat, dan lembing batu.

#### **III.3 Prosedur Kerja**

##### **III.3.1 Pengambilan Sampel**

Pengambilan bahan sampel daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dilakukan di daerah Lampeuneurut kecamatan Darul Imarah kabupaten Aceh Besar, Aceh. Pengambilan bahan sampel kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dilakukan di daerah Cot Mesjid, kecamatan Lueng Bata, Kota Banda Aceh, Aceh.

##### **III.3.2 Uji Taksonomi**

Dilakukan pengujian taksonomi daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

##### **III.3.3 Preparasi Sampel Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis**

Dilakukan preparasi sampel daun segar belimbing wuluh dengan cara dibersihkan dan dikering anginkan, kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan mesh 50 sehingga menjadi serbuk (Krisman dkk, 2016).

Langkah yang sama juga dilakukan pada preparasi kulit jeruk nipis.

### **III.3.4 Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis**

Sebanyak 500 g serbuk simplisia dimaserasi dengan 2500 mL etanol 96%. Serbuk daun belimbing wuluh yang sudah dicampurkan pelarut kemudian ditutup dengan hati-hati dan terlindung dari sinar matahari dan dibiarkan selama kurang lebih 3×24 jam agar proses ekstraksi dapat berlangsung. Menggunakan corong dengan kertas saring kasar di dalamnya, filtrat dan residu dipisahkan. Filtrat yang diperoleh diuapkan dalam rotary evaporator pada suhu 70 °C hingga ekstrak mengental (Zarwinda dkk, 2022). Langkah yang sama dilakukan untuk pembuatan ekstrak kulit jeruk nipis.

### **III.3.5 Preparasi Sampel Untuk Pengujian GC-MS**

Ekstrak kental daun belimbing wuluh diambil satu spatula dilarutkan kembali dengan etanol pa sebanyak 10 mL. Kemudian ditambahkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk menarik air, digojok dan didiamkan selama 30 menit di dalam corong pisah, diambil larutan di lapisan atas (Mirsyah dkk, 2022). Dilakukan perlakuan yang sama untuk ekstrak kulit jeruk nipis.

### **III.3.6 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Menggunakan GC-MS**

GC-MS dengan tipe “ Claurus SQ 8S” yang memiliki kolom kapiler HP-5MS ukuran 60 mm × 200 m × 0,33 m, fase diam: 5% *two phenyl*, 95% *two methyl, polysiloxane*. Diinjeksikan 2µl sampel ekstrak daun belimbing. Gas pembawa (fasa gerak) yang digunakan berupa gas helium. Laju aliran konstan 1 ml/menit dengan rasio pemisahan 10:1, 250°C untuk injektor dan 280°C untuk sumber ion. Oven diprogram untuk memanaskan dengan laju 10°C/menit dari 110°C (isotermal selama 2 menit) hingga 200°C (5°C/menit), berhenti setelah 9 menit pada 280°C (isotermal pada 280°C) (Umarudin, 2019).

### III.3.7 Pembuatan Spray dari Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

Pembuatan spray dari ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi dengan menggunakan aquades pada labu ukur 10 mL, diantaranya:

No.	Konsentrasi	Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	Ekstrak Kulit Jeruk Nipis
1.	25%	1,25 mL	1,25 mL
2.	50 %	2,5 mL	2,5 mL
3.	75 %	3,75 mL	3,75 mL
4.	100%	5 mL	5 mL
5.	100%	10 mL	-
6.	100%	-	10 mL

(Budiarto dkk, 2020).

### III.3.8 Pengkondisian Hewan Uji

Hewan uji (lembing batu) dimasukkan ke dalam wadah dengan panjang  $\pm$  13 cm, lebar  $\pm$  13 cm, dan tinggi  $\pm$  25 cm masing-masing 5 ekor dan diberi makan berupa bulir padi yang masih hijau serta air dalam wadah kecil (Krisman dkk, 2016).

### III.3.9 Uji Efektivitas Bioinsektisida

Penyemprotan untuk pengujian efektivitas bioinsektisida pada lembing batu dilakukan menggunakan *spray* dengan konsentrasi yang berbeda-beda, diantaranya: konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% untuk *spray* kombinasi ekstrak. Kemudian dilakukan pengujian menggunakan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh 100% dan ekstrak kulit jeruk nipis 100% tanpa kombinasi. Penyemprotan kontrol positif berupa produk komersial merk baygoniton dan kontrol negatif berupa aquadest. Tiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dan tiga kali penyemprotan (Budiarto dkk, 2020).

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**IV.1 Data Hasil Pengamatan**

**IV.1.1 Hasil Uji Taksonomi Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis**

Berikut tabel hasil uji taksonomi pada sampel daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis yang telah dilakukan pada Laboratorium Biologi Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.1 Hasil Klasifikasi Tanaman Belimbing Wuluh

Klasifikasi	Hasil
Kingdom	Plantae
Super divisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Genus	Averrhoa
Spesies	<i>Averrhoa bilimbi</i> L
Nama Lokal	Belimbing Wuluh

Tabel IV.2 Hasil Klasifikasi Tanaman Jeruk Nipis

Klasifikasi	Hasil
Kingdom	Plantae
Super divisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Sapindales
Familia	Rutaceae
Genus	Citrus
Spesies	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle, orth.
Nama Lokal	Jeruk Nipis

#### IV.1.2 Hasil Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis

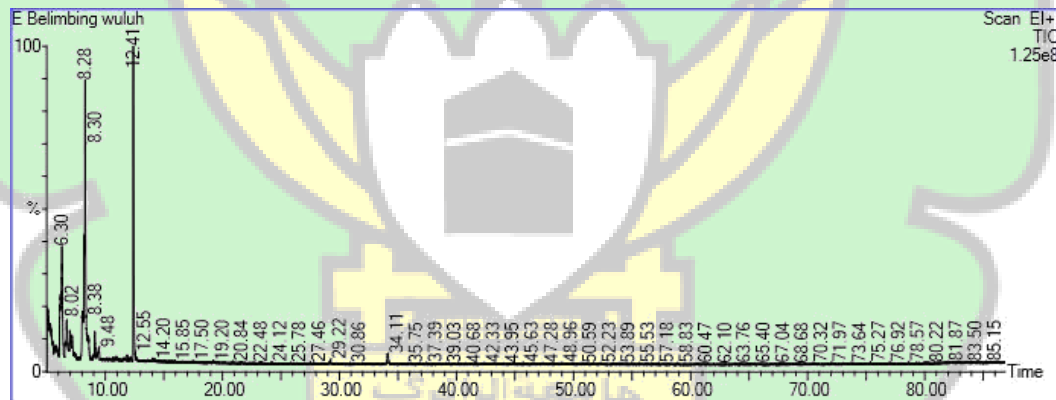
Berikut hasil tabel hasil data proses ekstraksi dari 500 g daun belimbing wuluh dan 500 g kulit jeruk nipis dengan proses maserasi dapat dilihat pada tabel IV.3 berikut:

Tabel IV.3 Hasil persentase rendemen ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis

Nama sampel	Berat Sampel	Berat Ekstrak	Rendemen
Daun belimbing wuluh	500 g	72,0805 g	12,0134 %
Kulit jeruk nipis	500 g	72,5682 g	14,5136 %

#### IV.1.3 Hasil Identifikasi Senyawa Kimia pada Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis

Gambar IV.1 berikut menampilkan kromatogram identifikasi komponen kimia dalam ekstrak daun belimbing wuluh:



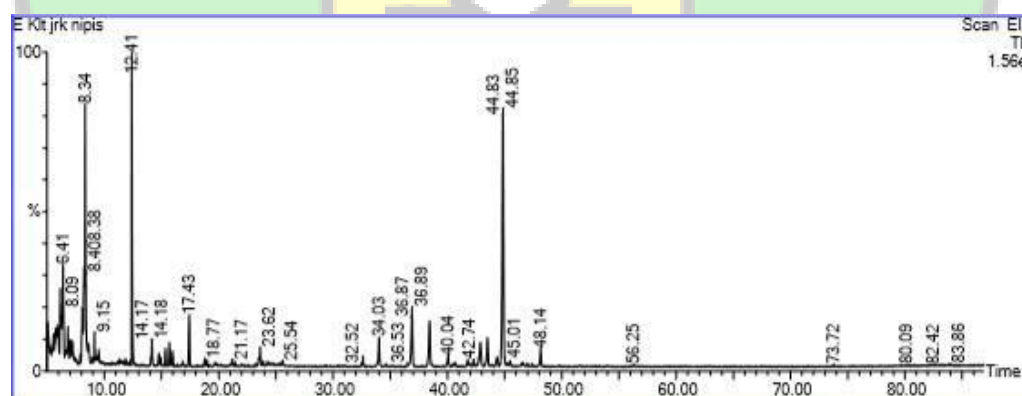
Gambar IV.1 Kromatogram ekstrak daun belimbing wuluh

Tabel IV.4 di bawah ini mencantumkan data senyawa hasil identifikasi bahan kimia ekstrak daun belimbing wuluh dengan GC-MS:

Tabel IV.4 Data identifikasi senyawa kimia pada ekstrak daun belimbing wuluh dengan GC-MS

No.	RT	Compound Name	Area %
1.	5.104	N-Formyl-2-amino-2-methylpropanal	0.229
2.	5.501	6-Aminohexanamide, N-methyl-N-[4-(1-	0.071
3.	5.653	1,3-Dioxan-4-one, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-(1-	0.100
4.	5.764	Pyrrolidine, 1-(1-oxo-2,5-octadecadienyl)-	0.423
5.	6.301	Butanoic acid, ethyl ester	11.374
6.	6.715	1-Ethoxypropan-2-yl acetate	2.785
7.	6.995	2-Hexenoic acid, (E)-	1.972
8.	7.158	2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-octyl-	1.359
9.	8.040	Ethylbenzene	2.028
10.	8.081	N,N-Dibenzyl-1-(benzylthio)-3,4,4-trichloro-2-	1.019
11.	8.145	.psi.,.psi.-Carotene, 3,4-didehydro-1,2-	1.148
12.	8.285	trans-1-Ethoxy-1-butene	17.810
13.	8.524	1-Methyl-3,6-diazahomoadamantan-9-one,	2.302
14.	9.119	1-Butanol, 3-methyl-, acetate	1.118
15.	10.952	AB-005	0.110
16.	12.405	1,3-Butadiene, 1,4-dimethoxy-, (E,E)-	10.925
17.	12.160	Glycylglycylglycylglycine	0.186
18.	12.405	1,3-Butadiene, 1,4-dimethoxy-, (E,E)-	10.925
19.	14.062	1-(2,4-Dihydroxyphenyl)-2-(3,5-	0.112
20.	15.107	2-Chloro-6-fluorophenol, 2-methylpropyl ether	0.108

Gambar IV.2 berikut menampilkan kromatogram identifikasi komponen kimia dalam ekstrak kulit jeruk nipis:



Gambar IV.2 Kromatogram ekstrak kulit jeruk nipis

Tabel IV.5 di bawah ini mencantumkan data senyawa hasil identifikasi bahan kimia ekstrak kulit jeruk nipis dengan GC-MS:

Tabel IV.5 Data identifikasi senyawa kimia pada ekstrak kulit jeruk nipis dengan GC-MS

No.	RT	Compound Name	Area %
1.	5.875	Propanoic acid, 2-(1-ethoxyethoxy)-, ethyl	0.752
2.	5.956	2-Amino-2-ethyl-1,3-propanediol	1.022
3.	6.166	Triethyl borate	2.327
4.	6.411	Butanoic acid, ethyl ester	4.620
5.	6.633	1-Ethoxypropan-2-yl acetate	0.256
6.	6.826	Oxazolidine, 3-methyl-	1.238
7.	7.228	Hexanoic acid, 4-pentenyl ester	0.790
8.	8.086	Ethylbenzene	2.515
9.	8.343	4H-Pyran-4-one, tetrahydro-	8.053
10.	8.565	p-Xylene	0.248
11.	8.647	Cyclopentene, 1-ethenyl-3-methylene-	0.762
12.	9.154	1-Butanol, 3-methyl-, acetate	0.772
13.	11.361	Propanedioic acid, dimethyl ester	0.216
14.	12.411	1,3-Butadiene, 1,4-dimethoxy-, (Z,Z)-	12.411
15.	36.893	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-	3.572
16.	38.445	cis-à-Bergamotene	2.937
17.	42.875	à-Guaiene	1.840
18.	43.500	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,	1.692
19.	44.854	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-	14.589
20.	48.139	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-	48.139

#### IV.1.4 Hasil Uji Efektivitas Bioinsektisida

Hasil uji efektivitas bioinsektisida dari ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis dapat dilihat pada tabel IV.7 berikut:

Tabel IV.6 Data hasil uji efektivitas bioinsektisida (lama waktu yang dibutuhkan untuk mortalitas) terhadap lembing batu

Perlakuan	Replikasi (menit)			Jumlah (menit)	Rata-rata (menit)
	I	II	III		
Kontrol negatif (-)	20.00	20.00	20.00	60	20
Kontrol positif (+)	02.32	02.45	02.39	7.16	2.38
25%	12.43	11.08	11.42	34.93	11.64
50%	11.15	10.54	10.23	31.92	10.64
75%	08.20	08.18	08.13	24.51	8.17
100%	05.10	05.23	05.16	15.49	5.16
100 % ekstrak daun belimbing wuluh	06.00	06.44	06.20	18.64	6.21
100% ekstrak kulit jeruk nipis	08.47	08.25	08.14	24.86	8.28



## **IV.2 Pembahasan**

### **IV.2.1 Pengujian Taksonomi**

Penelitian ini dimulai dengan melakukan uji taksonomi pada daun belimbing wuluh dan jeruk nipis yang akan digunakan sebagai sampel pada penelitian ini. Pengujian taksonomi bertujuan untuk mengidentifikasi tanaman dengan mengklasifikasinya agar membuktikan tanaman yang digunakan sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian taksonomi dilakukan di Laboratorium Biologi Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Hasil pengujian tersebut diperoleh bahwa benar tanaman yang digunakan adalah tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Dapat dilihat pada tabel IV.1 dan IV.2. Pengambilan sampel dilakukan melalui teknik sampling yaitu berdasarkan teknik *purposive sampling*. Sampel diambil di daerah kota Banda Aceh dan Aceh Besar secara acak.

### **IV.2.2 Preparasi Sampel**

Daun belimbing wuluh yang diperoleh dikering anginkan selama 7×24 jam. Pengerinan bertujuan untuk mencegah jamur dan kerusakan bahan, yang dapat mengubah komposisi senyawa kimianya. Sinar matahari langsung harus dihindari selama proses pengeringan karena dapat mengoksidasi komponen kimia yang ada dan mengubah komposisinya (Indarto dkk, 2019). Sampel dikeringkan, kemudian digiling menjadi bubuk. Menurut Purwandari dkk, (2018), mengklaim bahwa tujuan penggilingan sampel adalah untuk mengurangi ukuran atau luas permukaannya. Efisiensi ekstraksi mungkin dipengaruhi oleh ukuran sampel yang diekstraksi. Ukuran sampel yang besar mengurangi jumlah kontak antar komponen selama pemisahan. Serbuk simplisia yang dihasilkan memiliki warna hijau, tekstur halus, dan memiliki aroma khas daun belimbing wuluh.

### **IV.2.3 Ekstraksi Maserasi Sampel**

Serbuk simplisia yang diperoleh ditimbang sebanyak 500 g untuk diekstraksi. Ekstraksi bertujuan untuk mengekstrak komponen kimia yang terkandung dalam simplisia. Pemisahan dengan cara ekstraksi didasarkan pada perpindahan massa komponen padat ke dalam pelarut, dimana perpindahan

tersebut dimulai pada lapisan antar muka dan bercampur ke dalam pelarut (Purwandari dkk, 2018). Pada penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah etanol 96%. Fakta bahwa etanol sebagian besar tidak beracun jika dibandingkan dengan aseton dan metanol, mudah diakses, efektif, ramah lingkungan, dan memiliki tingkat ekstraksi yang tinggi, menjadi alasan untuk menggunakannya (Hakim dan Saputri, 2020). Hasil ekstrak yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh konsentrasi etanol yang digunakan. Menurut Widyastuti dan Asngad (2020), mengklaim bahwa semakin rendah kepolaran pelarut yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi etanol, sehingga meningkatkan kemampuan pelarut untuk mengekstraksi senyawa yang kurang polar.

Maserasi merupakan teknik ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan merendam zat yang akan diekstraksi, komponen yang diinginkan dapat diekstraksi atau diikat dari larutan atau padatan dengan menggunakan prosedur maserasi. Dalam percobaan ini, perendaman dilakukan 3x24 jam. Perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel menyebabkan kerusakan pada dinding dan membran sel selama proses perendaman, sehingga sangat menguntungkan untuk mengisolasi senyawa alam. Akibatnya, metabolit sekunder dalam sitoplasma akan larut dalam pelarut organik, dan ekstraksi akan lancar akibat waktu perendaman yang disesuaikan. Protoplasma dan zat di dalam sel dapat membesar ketika pelarut memasuki sel (Yulianingtyas dan Kusmartono, 2016).

Tahapan selanjutnya, disaring ekstrak daun belimbing wuluh tersebut sehingga menghasilkan residu berupa sampel padatan dan filtrat berupa ekstrak yang bercampur dengan pelarut. Filtrat yang diperoleh dipisahkan ekstrak dengan pelarutnya dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 70°C dengan kecepatan 60 rpm sehingga diperoleh ekstrak kental dari daun belimbing wuluh. Prinsip kerja *rotary evaporator* adalah menguapkan pelarut hasil ekstraksi dan hanya menyisakan senyawa yang terekstrak (Reo dkk, 2017). Ekstrak yang diperoleh dari ekstraksi maserasi daun belimbing wuluh ialah 72,0805 g dan diperoleh hasil rendemen sebesar 12,0134%. Langkah yang sama juga dilakukan untuk ekstraksi maserasi dari kulit jeruk nipis. Ekstrak yang diperoleh dari ekstraksi maserasi kulit jeruk nipis ialah 72,5682 g dan diperoleh hasil rendemen sebesar 14,5136%.

#### IV.2.4 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Menggunakan GC-MS

Identifikasi senyawa metabolit sekunder dengan menggunakan GC-MS. *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GC-MS) adalah teknik kromatografi gas yang digunakan bersama dengan spektrometri massa. Saat dipanaskan, kromatografi gas digunakan untuk mencari zat yang mudah menguap dalam kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah. Sedangkan spektrometri massa digunakan untuk membuat molekul bermuatan dan memastikan berat molekul dan rumus. Untuk mengidentifikasi metabolit sekunder pada tanaman, kromatografi gas dapat membaca bahan kimia pada konsentrasi terendah dan menghasilkan hasil berupa kromatogram dan spektra massa (Hotmian dkk, 2021). Preparasi sampel dilakukan terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengujian. Sebelum sampel diinjeksikan ke dalam GC-MS, terjadi proses yang disebut preparasi sampel. Tujuan preparasi sampel adalah untuk mengurangi jumlah pengotor yang akan mengganggu hasil (Widayanti, 2020).



Gambar IV.3 Preparasi sampel GC-MS  
Sumber : (Dokumen pribadi penulis, 2023)

Gambar IV.2 menunjukkan hasil identifikasi metabolit sekunder ekstrak daun belimbing wuluh menggunakan GC-MS; puncaknya hampir identik. Satu jenis komponen kimia tertentu ditunjukkan oleh setiap puncak. Tinggi puncak dapat digunakan untuk menentukan jumlah komponen atau konsentrasi dalam satuan persentase komponen. Ketinggian puncak setara dengan persen konsentrasi komponen terhadap semua komponen yang ada. *Retention time* (RT), yaitu lamanya waktu yang dibutuhkan setiap komponen untuk melewati kolom pemisahan pada instrumen GC-MS, dinyatakan dengan angka yang tertera pada masing-masing sampel. Nilai RT hampir identik, menunjukkan bahwa komponen-

komponen ini memiliki berat molekul yang sama, tetapi jenis komponennya berbeda (Mirsyah dkk, 2022).

Hasil identifikasi ekstrak daun belimbing wuluh dapat dilihat pada tabel IV.4. *N-Formyl-2-amino-2-methylpropanal* merupakan komponen dari senyawa piridin ( $C_{10}H_{14}N_2$ ) yang tergolong dalam senyawa alkaloid. Piridin termasuk dalam alkaloid yang dapat digunakan sebagai insektisida. Alkaloid digunakan oleh tumbuhan sebagai penolak hama, perangsang tumbuhan, dan pengatur hormon (Masturah, 2016). *6-Aminohexanamide*, *N-methyl-N-[4-(1-* termasuk komponen karbamat. Dibandingkan dengan organofosfat, karbamat adalah pestisida yang kurang berbahaya bagi mamalia tetapi jauh lebih efektif dalam membunuh serangga. (Ananto dkk, 2017). Bahan aktif yang termasuk golongan karbamat diantaranya karbaril dan metomil yang telah dilarang penggunaannya. Aldicarb, carbofuran, dan carbaryl adalah tiga insektisida karbamat yang paling sering digunakan. Pestisida organofosfat berkembang lebih dahulu sebelum insektisida karbamat. Dibandingkan dengan insektisida organofosfat, insektisida karbamat biasanya kurang berbahaya bagi mamalia tetapi masih sangat efektif membunuh serangga. Enzim achE dihambat dan mengalami karbamilasi, yang merupakan proses yang sama untuk toksisitas organofosfat seperti pada toksisitas karbamat (Hartini, 2014).

*2H-Pyran-2-one*, *tetrahydro-6-octyl-* merupakan senyawa kumarin golongan fenil- propanoid yang memiliki cincin lakton lingkaran enam. Efek biologis kumarin termasuk meningkatkan produksi pigmen kulit, memengaruhi aktivitas enzim, pengencer darah, menunjukkan aktivitas karsinogen dan anti mikroba (Isnawati dkk, 2018). Menurut Hussain, dkk (2018), senyawa kumarin sangat fitotoksik dan kinerjanya dalam mengendalikan serangga, hama dan pengelolaan gulma telah menunjukkan hasil yang efektif. *Psi.,psi.-Carotene*, *3,4-didehydro-1,2-* merupakan senyawa karotenoid golongan tetraterpenoid. Karotenoid dapat digunakan sebagai penyembuhan demam ringan, sakit tenggorokan ringan, antioksidan, pelembab alami, dan sebagai pengusir serangga alami (Kurniati, 2021). Komponen *1-(2,4-Dihydroxyphenyl)-2-(3,5-* termasuk senyawa kalkon golongan flavonoid. Senyawa Kalkon memiliki aktivitas biologis seperti bakterisida, antihelminik, insektisida, antifeedant, serangga, antivirus, dan

fototoksik (Diaz dkk, 2016).

Hasil identifikasi metabolit sekunder pada ekstrak kulit jeruk nipis menggunakan GC-MS dapat dilihat pada gambar IV.3 puncak yang relatif hampir bersamaan. Pada tabel IV.5 menunjukkan komponen yang terkandung dalam ekstrak kulit jeruk nipis. Salah satunya *4H-Pyran-4-one, tetrahydro-* yang memiliki kelimpahan 8,053% merupakan kumarin yang termasuk dalam golongan Flavonoid menyebabkan masalah saraf pada berbagai organ penting serangga dengan cara menyerang sistem saraf, seperti pernapasan dan menyebabkan kematian (Saleh dkk, 2017). Selain itu, *Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-*, dan *Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-*, termasuk dalam senyawa limonen turunan terpenoid. Limonene memiliki efek menolak. Serangga menghindari bau minyak atsiri ini, oleh karena itu mereka tidak akan memakan tanaman yang telah diberi ekstrak kulit jeruk nipis (Kasi, 2012).

#### **IV.2.5 Mortalitas Hewan Uji**

Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan ekstrak kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang sudah dikombinasikan dalam bentuk *spray* dengan pengenceran menggunakan aquades dalam labu takar 10 mL dengan konsentrasi yang bervariasi, konsentrasi yang dibuat diantaranya, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Kontrol negatif (-) berupa aquadest tanpa penambahan larutan, dan kontrol positif (+) berupa produk komersial merk baygoniton yang memiliki bahan aktif *dimehypo* 500 g/L. Dari tabel IV.6 dapat dilihat bahwa perlakuan kontrol negatif tidak memperlihatkan mortalitas setelah 20 menit penyemprotan. Sedangkan kontrol positif memperlihatkan mortalitas yang membutuhkan waktu rata-rata 2,38 menit setelah penyemprotan. Insektisida dengan bahan aktif *dimehypo* merupakan insektisida dengan cara kerja sebagai racun kontak, namun dapat juga menjadi racun sistemik apabila masuk ke dalam tubuh serangga dalam bentuk pekat yang larut dalam air dan berwarna kemerahan (Sianipar dkk, 2020).

*Spray* dengan konsentrasi 25% membutuhkan waktu rata-rata 11.64 menit untuk mortalitas lembing batu, setelah tiga kali penyemprotan lembing batu tidak langsung terjadi reaksi dari pengaruh ekstrak yang disemprotkan. Reaksi terjadi lebih dari 5 menit setelah penyemprotan dan setelah lembing batu memakan padi

yang sudah terkontaminasi dengan ekstrak ketika disemprot. *Spray* dengan konsentrasi 50% membutuhkan waktu rata-rata 10.64 menit, setelah tiga kali penyemprotan terjadi reaksi dari pengaruh ekstrak sekitar 5 menit setelah penyemprotan dan setelah lembing batu memakan makanannya. *Spray* dengan konsentrasi 75% membutuhkan waktu rata-rata 8.17 menit untuk mortalitas lembing batu, reaksi dari pengaruh ekstrak yang telah disemprotkan sebanyak tiga kali terjadi pada kurang dari 5 menit. sedangkan *spray* dengan konsentrasi 100% dari kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis merupakan konsentrasi paling efektif dalam membasmi lembing batu yang membutuhkan waktu rata-rata 5.16 menit untuk mortalitas lembing batu. Reaksi yang terjadi ketika lembing batu mengalami pengaruh *spray* yang telah disemprotkan adalah lembing batu tidak bergerak normal dan tidak beterbangan lagi seperti sebelum disemprotkan. Jadi, *spray* dengan kombinasi konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% tetap mengalami mortalitas, hanya saja membutuhkan waktu yang lebih lama sesuai dengan konsentrasi yang digunakan.

Menurut Fitranillah, dkk (2020), sistem saraf serangga akan menjadi kurang aktif lebih cepat dengan adanya konsentrasi bioinsektisida yang tinggi. Oleh karena itu, tingkat kematian untuk menghilangkan lembing batu meningkat dengan meningkatnya konsentrasi larutan. Kemudian dilakukan pengujian untuk melihat daya mortalitas paling bagus dari ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan membuat larutan *spray* 100% ekstrak daun belimbing wuluh dan 100% ekstrak kulit jeruk nipis masing-masing botol *spray*. Dilakukan langkah yang sama seperti pengujian sebelumnya dengan tiga kali pengulangan dan tiga kali penyemprotan. Dari tabel IV.7 dapat dilihat bahwa 100% ekstrak daun belimbing wuluh membutuhkan waktu rata-rata 6.21 menit untuk mortalitas lembing batu, sedangkan 100% ekstrak kulit jeruk nipis membutuhkan waktu rata-rata 8.28 menit. Jadi, daya mortalitas ekstrak daun belimbing wuluh lebih tinggi dibandingkan ekstrak kulit jeruk nipis.

Mortalitas lembing batu menggunakan insektisida baygoniton berbahan aktif *dimehypo* lebih tinggi dibandingkan dengan pelakuan dengan kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis, ini dikarenakan cara kerja dari

keduanya. Baygoniton yang digunakan sebagai pembanding diketahui memiliki cara kerja sebagai racun kontak, sehingga jika senyawa tersebut bersentuhan langsung dengan bagian tubuh lembing batu maka akan mati. Pestisida yang bersifat racun kontak masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikula atau dinding tubuh serangga. Sedangkan insektisida dari daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis ini merupakan racun perut. Racun perut bekerja efektif apabila senyawa dari kombinasi bioinsektisida tersebut masuk ke dalam saluran pencernaan lembing batu melalui proses makanan yang dikonsumsi (Sianipar dkk, 2020).

Komponen piridin dalam ekstrak daun belimbing wuluh menyebabkan aktivitas biologis seperti toksik penghambat makan dengan menurunkan laju konsumsi dan efisiensi pencernaan serta metabolisme dimana pengaruhnya terlihat pada lamanya mortalitas lembing batu (Asikin dkk, 2021). Komponen karbamat menghambat enzim achE, yang menghasilkan karbamilasi. Asetilkolin mengikat reseptor muskarinik dan nikotinik di sistem saraf pusat dan perifer ketika enzim dihambat. Semua bagian tubuh mengalami gejala keracunan akibat hal ini (Ananto dkk, 2017). Kumarin merupakan senyawa yang dapat merusak sel dengan membentuk pori-pori pada dinding sel sehingga merubah struktur dan fungsi membran yang menyebabkan meningkatnya transmembran dan kebocoran asam amino dan isi sitoplasma lainnya sehingga sel-sel akan menyusut dan hancur yang menyebabkan kematian sel (Widodo dkk, 2012). Komponen kalkon dalam ekstrak daun belimbing wuluh juga bertindak sebagai penghambat enzim yang menjadi penyebab utama mortalitas lembing batu (Diaz dkk, 2016).

Menurut Saleh, dkk (2017), komponen kumarin ekstrak kulit jeruk nipis dapat mempengaruhi sistem saraf organ esensial banyak serangga, menyebabkan masalah saraf yang meliputi kesulitan bernapas bahkan kematian. Komponen limeonen juga berfungsi sebagai penolak. Serangga tidak menyukai aroma minyak esensial kulit jeruk nipis (Kasi, 2012). Limonen dapat mempengaruhi saraf sensorik (menerima rangsangan dari luar tubuh) dari sistem saraf perifer (saraf yang berada diluar sistem saraf pusat) dan menjadi racun pernapasan (fumigasi) dan mematikan bagi lembing batu (Sari dkk, 2016).

## **BAB V**

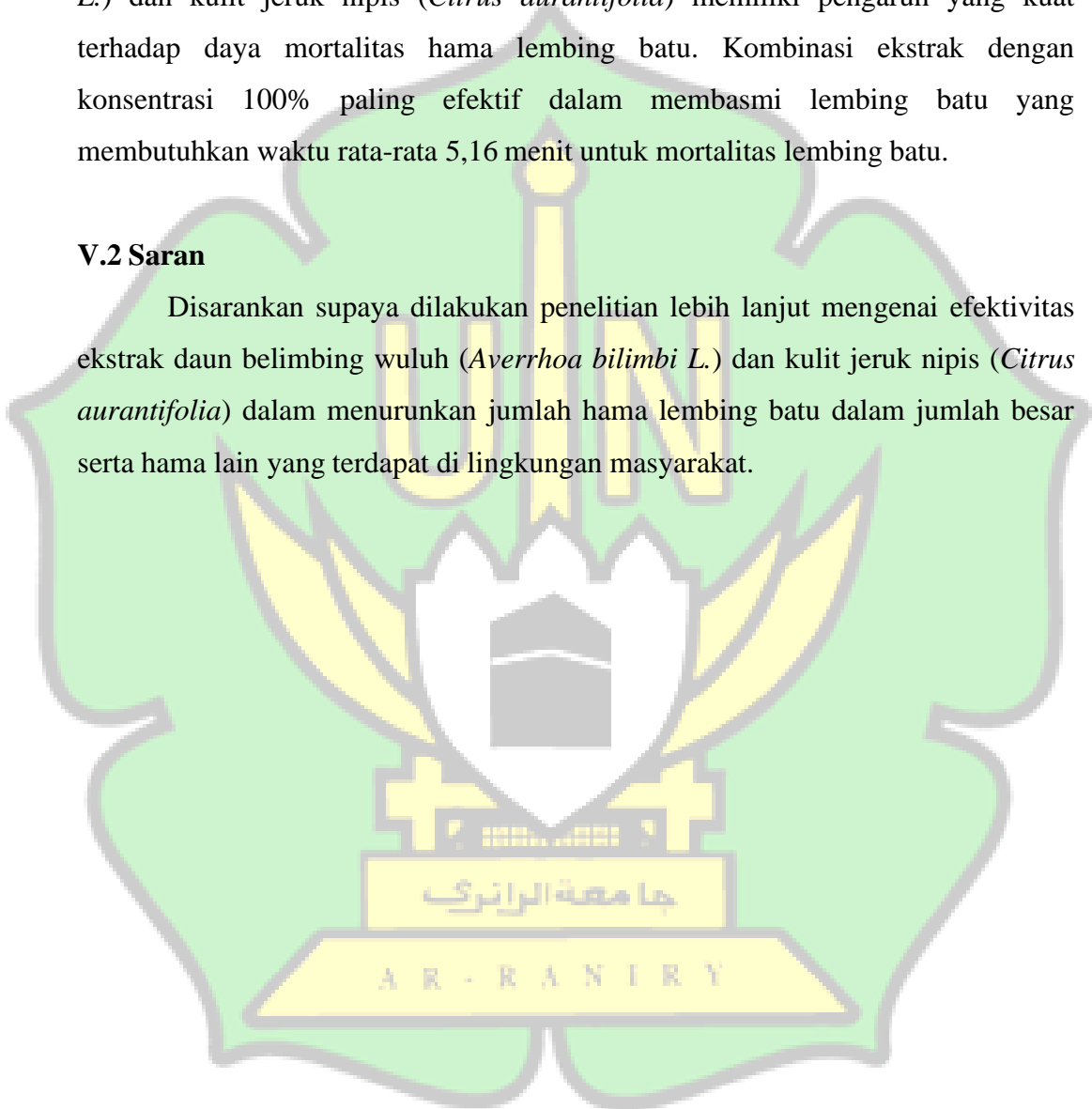
### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki pengaruh yang kuat terhadap daya mortalitas hama lembing batu. Kombinasi ekstrak dengan konsentrasi 100% paling efektif dalam membasmi lembing batu yang membutuhkan waktu rata-rata 5,16 menit untuk mortalitas lembing batu.

#### **V.2 Saran**

Disarankan supaya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menurunkan jumlah hama lembing batu dalam jumlah besar serta hama lain yang terdapat di lingkungan masyarakat.





## DAFTAR PUSTAKA

- Agatha, V., Kurnia, C., & Sugiaman, Vinna, K. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Bakteri *Prevotella Intermedia*. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 33(2), 16173. <https://doi.org/10.24198/jkg.v33i2.33226>
- Agustin, R., & Muhartono. (2018). Dampak Penggunaan Pestisida Organoklorin terhadap Risiko Kanker Payudara. *J Agromedicine*, 5(1), 433–437.
- Alexander, Sari, M. P., & Susilowati, R. P. (2022). Insektisida Nabati dalam Bentuk Aerosol Terhadap Mortalitas *Aedes aegypti*. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 28(2), 186–192.
- Ananto, A. D., Mudasir, M., & Armunanto, R. (2017). Desain Senyawa Turunan Karbamat Sebagai Insektisida Baru Menggunakan Metoda In Silico. *Elkawnie*, 3(1), 21–34. <https://doi.org/10.22373/ekw.v3i1.1527>
- Asikin, S., Izhar, D., Balai, K., Pertanian, P., Rawa, L., Karet, J. K., Tabat, L., Selatan, K., & Korespondesni, A. (2021). Efektivitas ekstrak gulma rawa sebagai bahanbioinsektisida untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jurnal Agrikultura*, 32(2), 85–92.
- Arifah, F., Hestningsih, R., & Rahadian, R. (2016). Preferensi Kecoa Amerika *Periplaneta Americana* (L.) (Blattaria , Blattidae) Terhadap Baiting Gel. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(4), 289–297.
- Astuti, I. P. (2017). *Averrhoa bilimbi* L., *Averrhoa carambola* L. Forma acidis dan *Averrhoa carambola* L. forma dulcis: Belimbing Tua Koleksi Bersejarah Di Kebun Raya. *Warta Kebun Raya*, 15(1), 19–24. <https://doi.org/10.1201/9780203025901.ch15>
- Budiarto, R., Wilma, S., Biya, D. N., & Widjanarko, A. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Tanaman Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) dan Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Insektisida Alami Terhadap Hama Walang Sangit (*Leptocorisa acuta* T.) Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Gerbang Etam*, 14(2), 50–64.
- Diaz, T. C., Grana, E., Reigosa, M. J., & Sanchez-Moreiras, A. M. (2016). Biological Activities and Novel Applications of Chalcones. *Planta Daninha*,

34(3), 607–616. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340300022>

Diva Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode Gc-MS Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Dan Klinik. *Jurnal Kimia*, 15(1), 12–19.

<https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i01.p03>

Ekayani, M., Juliantoni, Y., & Hakim, A. (2021). Uji Efektivitas Larvasida dan Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Losio Antinyamuk Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(4), 1261–1270.

<https://stp-mataram.e-journal.id/JIP/article/view/802>

Fitranillah, F., Susilawaty, A., & Syarifuddin, N. (2020). Uji Daya Tolak Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Lalat Rumah (*Musca domestica*). *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 6(1), 20–25.

Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, 6(1), 177–180. <https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1641>

Hartini, E. (2014). Kontaminasi Residu Pestisida Dalam Buah Melon (Studi Kasus Pada Petani Di Kecamatan Penawangan). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), 96–102.

Hasim, Arifin, Yupi, Y., Andrianto, D., & Faridah, Didah, N. (2019). Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Antioksidan dan Antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86. <https://doi.org/10.17728/jatp.4201>

Hayati, I., & Nopitasari, H. (2020). Uji Efektivitas Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus Limon*) Dan Jeruk Lemon (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Mortalitas Kutu Kepala (*Pediculus humanus capitis*). *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 7(1), 1–9.

Hidjrawan, Y. (2018). Identifikasi Senyawa Tanin pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurusan Teknik Industri*, 4(2), 78–82.

- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, & Tallei, T. (2021). Analisis GC-MS (Gas chromatography-Mass Spectrometry) Ekstrak Metanol dari Umbi Rumpuk Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Pharmacon*, 10(2), 849–856. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34034>
- Hussain, M. I., Qamar Abbas, S., & Reigosa, M. J. (2018). Atividades e novas aplicações das cumarinas enquanto metabólitos secundários. *Planta Daninha*, 36, 1–13. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100016>
- Indarto, I., Narulita, W., Anggoro, B. S., & Novitasari, A. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Binahong Terhadap *Propionibacterium Acnes*. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1), 67–78. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v10i1.4102>
- Isnawati, A., Mudahar, H., & Kamilatunisah. (2018). Isolasi dan Identifikasi Seyawa Kumarin Dari Tanaman *Artemia Annus* (L). *Media Litbang Kesehatan*, 18(3), 107–118.
- Kasi, P. D. (2012). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Hama Walang Sangit (*Leptocoris oratorius*) Pada Tanaman Padi. *Jurnal Dinamika*, 03(1), 12–18.
- Krisman, Y., Ardiningsih, P., & Syahbanu, I. (2016). Aktivitas Bioinsektisida Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Kecoak (*Periplaneta americana*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(3), 1–7.
- Kurniati, F. (2021). Potensi Bunga Marigold (*Tagetes erecta* L.) sebagai Salah Satu Komponen Pendukung Pengembangan Pertanian. *Media Pertanian*, 6(1), 22–29. <https://doi.org/10.37058/mp.v6i1.3010>
- Kusumastuti, N. H. (2014). Penggunaan Insektisida Rumah Tangga Antinyamuk Di Desa Pangandaran, Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Widyariset*, 17(3), 417–424.
- Latumahina, F. S., Mardiatmoko, G., Tjoa, M., & Wattimena, C. M. A. (2021). *Penggunaan Biopestisida Nabati, Untuk Pengendalian Hama Tanaman Kehutanan (Peluang Pengembangan Kelompok Tani)*. Penerbit: Adab. <https://books.google.co.id/books?id=x3ETEAAAQBAJ>
- Lebang, M. S., Taroreh, D., & Rimbing, J. (2016). Efektifitas Daun Sirsak (*Anona muricata* L) dan Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) dalam Pengendalian

- Hama Walang Sangit (*Leptocorisa acuta* T) pada Tanaman padi. *Jurnal Bios Logos*, 6(2). <https://doi.org/10.35799/jbl.6.2.2016.13792>
- Lestari, M. S., Himawan, T., Abadi, A. L., Doktor, P., Pertanian, I., Pertanian, F., Brawijaya, U., Brawijaya, U., & Kimia, J. (2014). Potensi Ekstrak Piper Methysticum (Piperaceae) sebagai Insektisida Botani untuk Pengendalian Hama *Plutella xylostella*. *Sains Dan Matematika*, 3(1), 26–32.
- Masturah, R. (2016). *Pemanfaatan Ekstrak Tembakau dari Limbah Putung Rokok Sebagai Bio-Pestisida Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*)*.
- Maulida, V., Sari, S. G., & Banjarnahor, L. (2022). Uji Pengaruh Pestisida Nabati Menggunakan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) Terhadap Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*). *Bioscientiae*, 19(2), 93–101.
- Mawaddah, N. (2021). *Pembuatan Sampo Anti Kutu Rambut Dari Ekstrak Daun Jeruk Nipis*. Makassar, UIN Alauddin.
- Mirsyah, M., Marzuki, I., & Gala, S. (2022). Identifikasi Komponen Kimia Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia cattapa*) Berdasarkan Perbandingan Metode Ekstraksi. *Al-Kimia*, 10(1), 70–83. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v10i1.25457>
- Nisa, R. F., & Diah, K. B. (2016). Pengaruh Bioinsektisida Ekstrak Kulit Jeruk Nipis Terhadap Kematian Hama Ulat Grayak dan Biomassa Tanaman Sawi Hijau. *Journal of Science*, 9(2), 21–23.
- Onasis, A., Sinaga, J., Aulya, M. S., Inayati, N., Yunus, R., Helilusiatiningsih, N., Supryatno, A., Zen, S., & others. (2022). *Dasar-Dasar Entomologi Kesehatan*. PT Global Eksekutif Teknologi. <https://books.google.co.id/books?id=B0ehEAAAQBAJ>
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia. *Bioedukasi*, 14(1), 27–31.
- Pratiwi, D., Nisa, D. Q., Martina, E., Iduljana, I., Rahmawati, N. D., & Anggraini, S. (2022). Analisis Senyawa Paracetamol (Acetaminophen) dalam Sampel Urin Menggunakan Metode Kromatografi dan Spektrometri. *Jurnal Health Sains*, 3(4), 1–8.
- Purwandari, R., Subagiyo, S., & Wibowo, T. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), 66–71.

<https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.3104>

- Putri, E. S. (2017). Efektivitas Daun Citrus *hystrix* dan Daun *Syzygium polyanthum* Sebagai Zat Penolak Alami *Periplaneta americana* (L.). *Universitas Negeri Semarang*, 1(1), 1–7.
- Reo, A. R., Berhimpon, S., & Montolalu, R. (2017). Secondary Metaboliti of *Gorgonia*, *Paramuricea clavata*. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(1), 42–48.
- Riandi, L. R., Fahrimal, Y., Prawitasari, S., & Hasibuan, B. (2020). Efektivitas Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Sebagai Repellent Alami *The Effectiveness of Leaves of Starfruit (Averrhoa bilimbi L.) as Natural Repellent*. 6(1), 562–571.
- Saleh, M., Susilawaty, A., Syarfaini, S., & Musdalifah, M. (2017). Uji Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Sebagai Insektisida Hayati Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(1), 30–36.
- Sari, V., Jayuska, A., & Harlia. (2016). Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) Terhadap Rayap *Coptotermes* sp. *JKK*, 5(1), 8–16.
- Sianipar, M. S., Suganda, T., & Hadyarrahan, A. (2020). Effect of *Anredera cordifolia* (Ten) Steenis Leaves Ethanol Extract in suppressing Brown PlantHopper (*Nilaparvata lugens* Stal.) Populations on Rice Plant. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 3(2), 42. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v3i2.29448>
- Soleha, F., Munandar, K., & Herrianto, E. (2019). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 1–10.
- Umarudin, S. (2019). Identifikasi Dan Analisa Senyawa Kimia Ekstrak Daun Miana (*Coleus blumei*). *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(4), 24–27.
- Utami, P. R., Chairani, C., & Ilhamdi, I. (2019). Interaksi Ekstrak Etanol Daun Petai Cina (*Leucaena leucocephala folium*) Dan Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara Invitro. *JurnalKesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 6(2), 186–192.

- Utami, Y. P., Kristiyanti, A. M. D., & Imrawati. (2022). Optimasi Waktu Penyulingan Terhadap Kadar dan Karakteristik Minyak Atsiri Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.Smith). *Jurnal Katalisator*, 7(2), 205–212.
- Wahyuni, D. K., Ekasari, W., Witono, J. R., & Purnobasuki, H. (2016). *Toga Indonesia*. Surabaya, Airlangga University Press.  
<https://books.google.co.id/books?id=guZwDwAAQBAJ>
- Wahyuni, D., Makomulamin, & Sari, N. P. (2021). *Buku Ajar Entomologi Dan Pengendalian Vektor*. Yogyakarta, CV Budi Utama.  
<https://books.google.co.id/books?id=bFk-EAAAQBAJ>
- Widayanti, F. D. (2020). Kajian Metode Preparasi Sampel dan Deteksi Karbamazepin dan Karbamazepin-10, 11-Epoksida dalam Cairan Hayati Menggunakan KCKT. *Skripsi*, 1–27.
- Widodo, G.P. (2012). Mechanism of Action of Coumarin against *Candida albicans* by SEM/TEM Analysis. *ITB Journal of Sciences*, 44(2), 145–151.  
<https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2012.44.2.4>
- Widyastuti, H., & Asngad, A. (2020). Efektivitas Ekstrak Daun Tembelekan Dengan Penambahan Ekstrak Daun Serai Wangi Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk. *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek) Ke-5*. 626–629.
- Yana, S., Rahayu, R., & Mairawita. (2018). Toksisitas dan Repelensi Minyak Sereh Dapur terhadap Kecoa Jerman (*Blattella germanica* L.). *Jurnal Metamorfosa*, 5(2), 219–223.
- Yudiawati, E. (2019). Efektifitas Insektisida Nabati (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Larva *Spodoptera exigua* Hubner. (Lepidoptera, Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Sains Agro*, 4(2), 1–7.  
<http://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/saingro/index>
- Yulianingtyas, A., & Kusmartono, B. (2016). Optimasi Volume Pelarut dan Waktu Maserasi Pengambilan Flavonoid Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.). *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 58–64.
- Zarwinda, I., Elfariyanti, Adriani, A., & Agustina, M. (2022). Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Dari Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Blimbi* L.) Kombinasi Gel Lidah Buaya (*Aloe Vera*). *Jurnal Kedokteran*

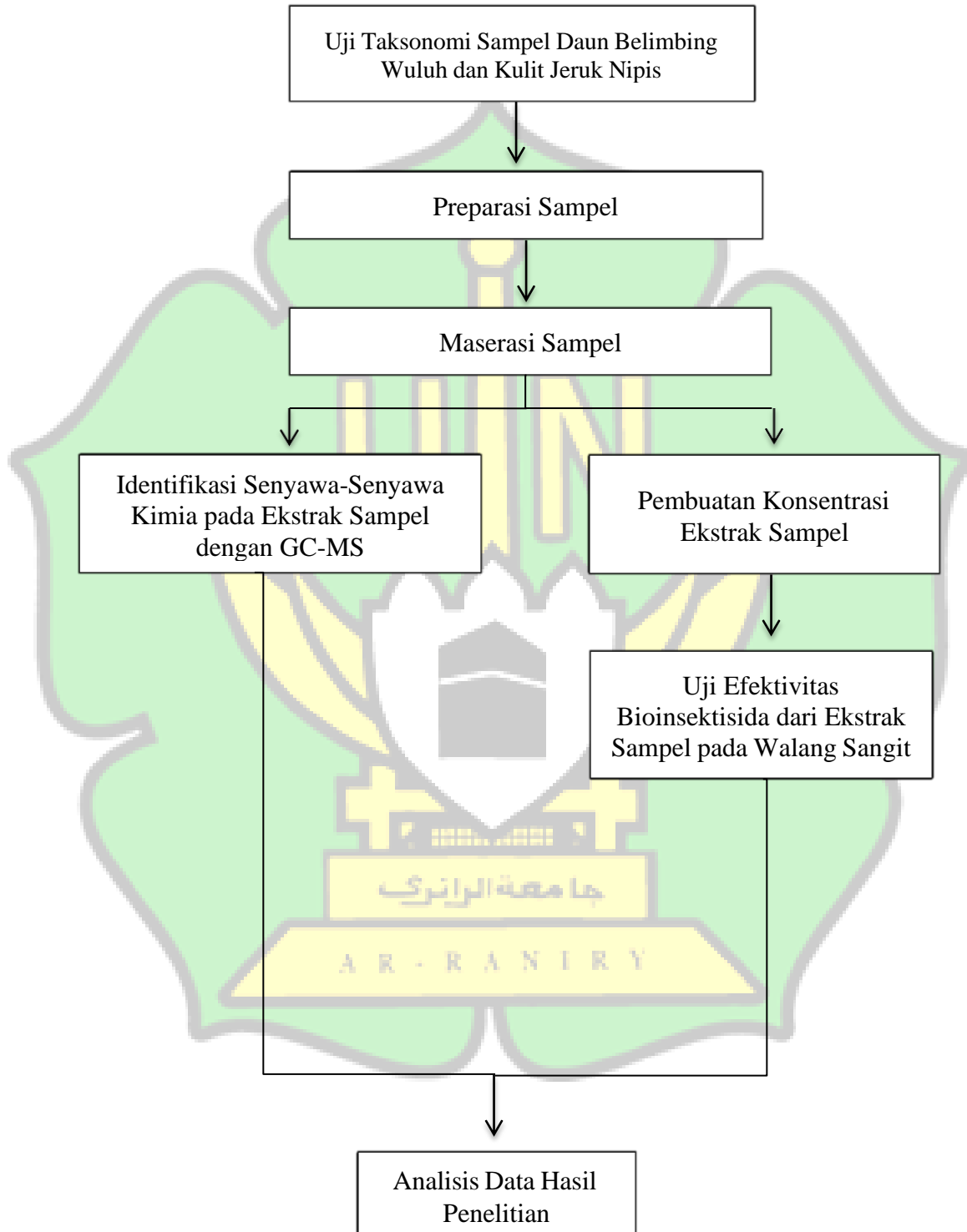
*Dan Kesehatan, Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*,9(3), 321–330.

Zulkahfi., Suparmin, Suterayani., & Arif, Astuti. (2017). Pengendalian Serangan Rayap Tanah *Coptotermes sp.* Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *Hasanuddin Student Journal*, 1(1), 1-8.



## LAMPIRAN

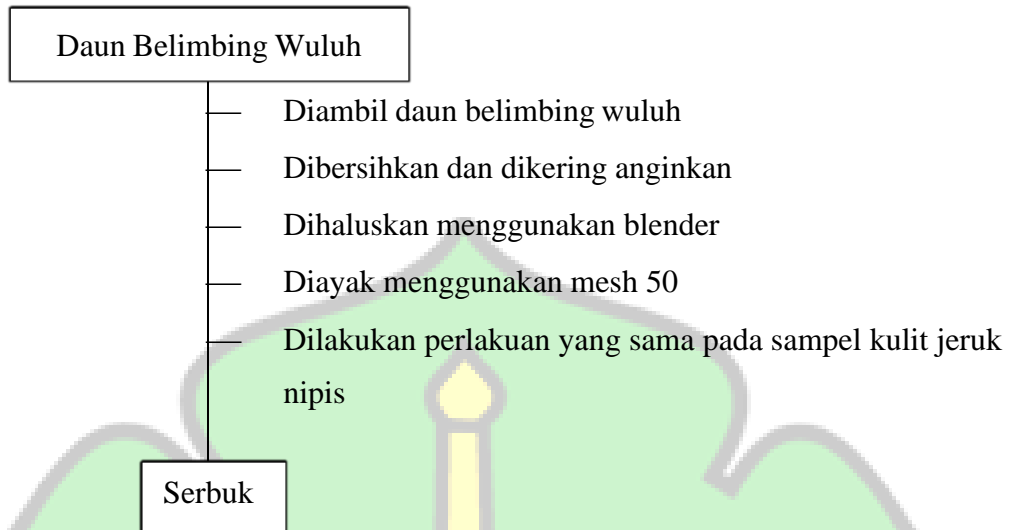
### Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



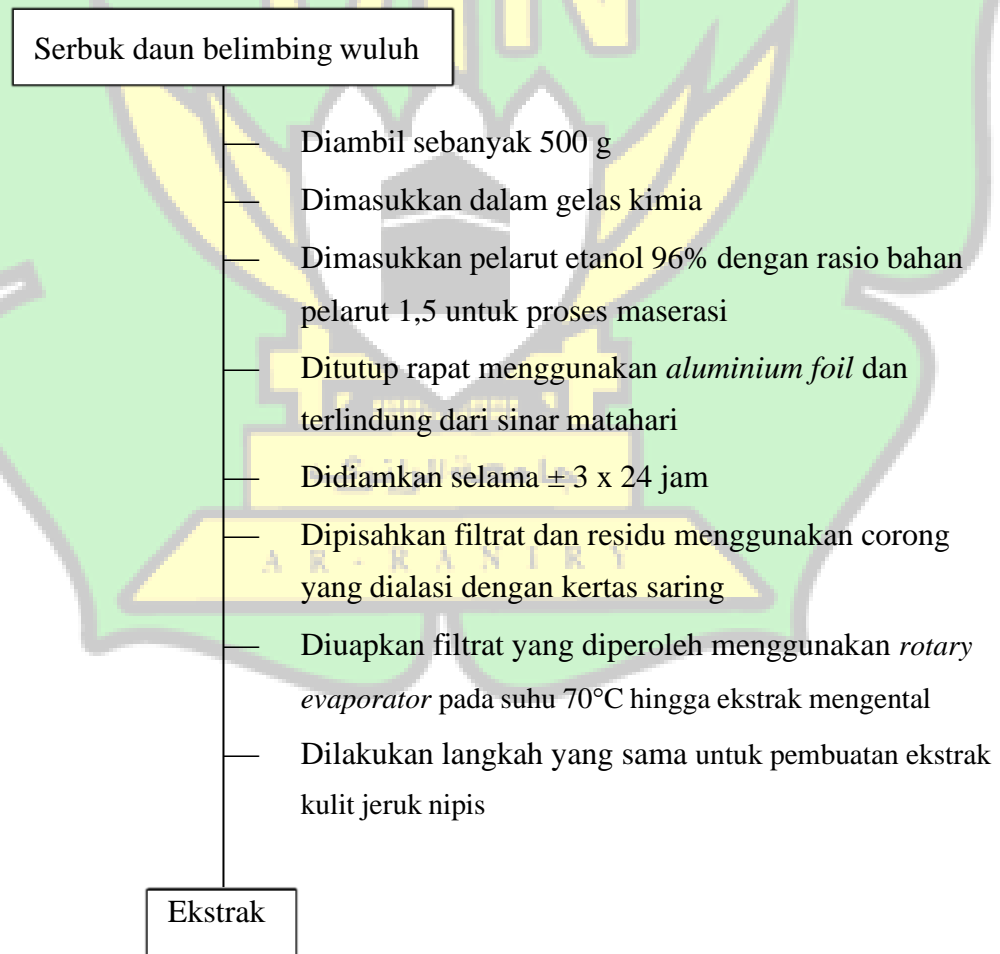


## Lampiran 2. Diagram Alir Skema Percobaan Penelitian

### 2.1 Preparasi Sampel Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis



### 2.2 Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis



### 2.3 Preparasi Ekstrak Sebelum Uji GC-MS

Ekstrak daun belimbing wuluh

- Diambil 1 spatula dan dilarutkan kembali dengan etanol p.a sebanyak 10 mL
- Ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , dikocok dan didiamkan selama  $\pm 30$  menit dalam corong pisah
- Diambil larutan dilapisan atas
- Dilakukan perlakuan yang sama untuk ekstrak kulit jeruk nipis

Hasil

### 2.4 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dengan GC-MS

Ekstrak daun belimbing wuluh

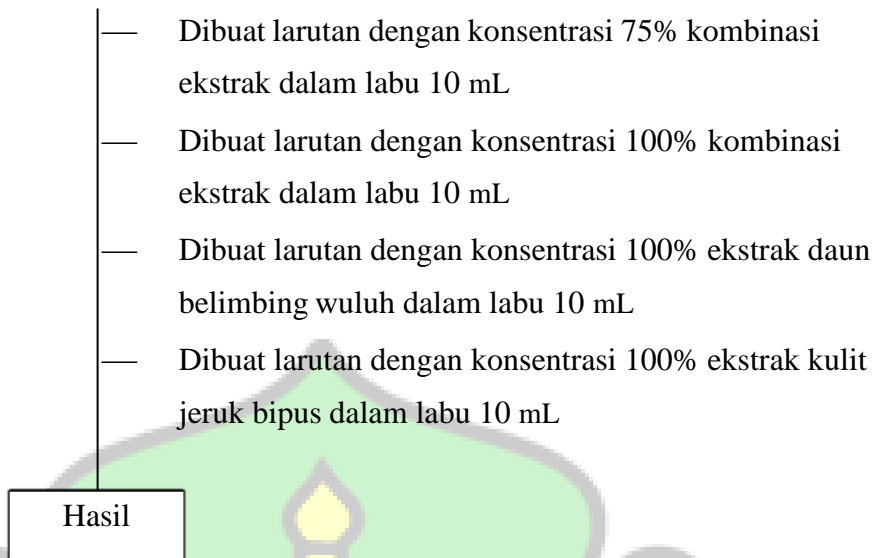
- Diambil sebanyak 2  $\mu\text{l}$  sampel ekstrak daun belimbing wuluh yang sudah dipreparasi
- Diinjeksikan ke dalam instrumen GC-MS
- Ditunggu pembentukan *peak* kromatogram komponen senyawa kimia pada ekstrak daun belimbing wuluh
- Dilakukan perlakuan yang sama untuk ekstrak kulit jeruk nipis

Hasil

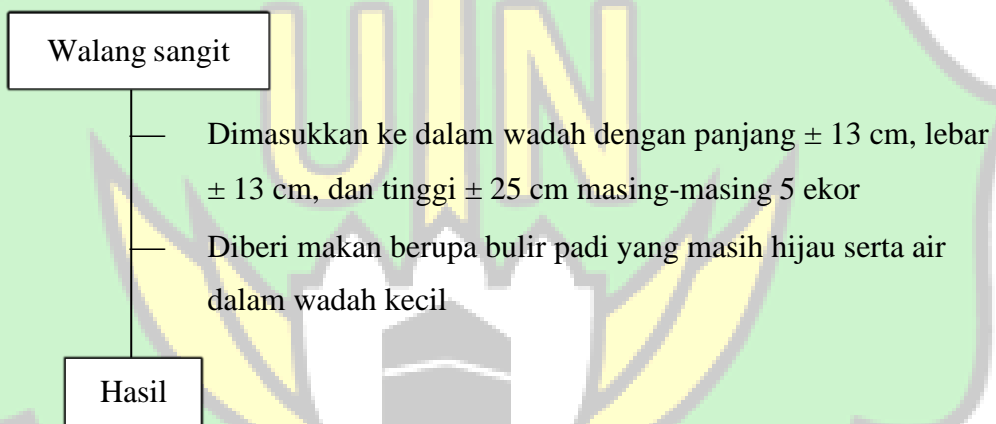
### 2.5 Pembuatan Spray dari Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

Ekstrak daun belimbing wuluh dan ekstrak kulit jeruk nipis

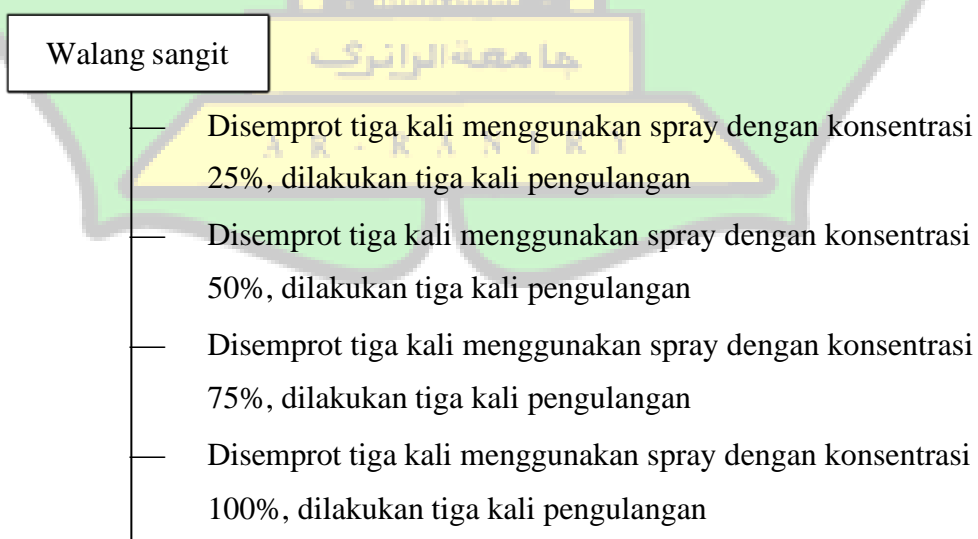
- Dibuat larutan dengan konsentrasi 25% kombinasi ekstrak dalam labu 10 mL
- Dibuat larutan dengan konsentrasi 50% kombinasi ekstrak dalam labu 10 mL



### 5.3 Pengkondisian Hewan Uji



### 5.3 Uji Efektivitas Bioinsektisida



Disemprot tiga kali menggunakan spray dengan konsentrasi 100% ekstrak daun belimbing wuluh, dilakukan tiga kali pengulangan

Disemprot tiga kali menggunakan spray dengan konsentrasi 100% ekstrak kulit jeruk nipis, dilakukan tiga kali pengulangan

Disemprot tiga kali menggunakan spray dengan kontrol positif berupa baygoniton, dilakukan tiga kali pengulangan

Disemprot tiga kali menggunakan spray dengan kontrol negatif aquadest, dilakukan tiga kali pengulangan

Hasil



### Lampiran 3. Perhitungan

#### 3.1 Rendemen Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

Tabel 3.1 Hasil persentase rendemen ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis

Nama sampel	Berat Sampel	Berat Ekstrak	Rendemen
Daun belimbing wuluh	500 g	72,0805 g	12,0134 %
Kulit jeruk nipis	500 g	72,5682 g	14,5136 %

##### 3.1.1 Perhitungan Rendemen Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{Berat Ekstrak Kental}}{\text{Berat Serbuk Simplisia}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = \frac{2,0805 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = 12,0134 \%$$

##### 3.1.2 Perhitungan Rendemen Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{Berat Ekstrak Kental}}{\text{Berat Serbuk Simplisia}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = \frac{2,582 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = 14,5136 \%$$

#### 3.2 Perhitungan Konsentrasi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

##### 3.2.1 Konsentrasi 25%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = \frac{25\% \times 10 \text{ mL}}{25\% \times 10 \text{ mL}}$$

$$V1 = \frac{100\%}{100\%}$$

$$V1 = \frac{250 \text{ mL}}{100}$$

$$= 2,5 \text{ mL}$$

Jadi, 2,5 mL ekstrak kental yang digunakan untuk konsentrasi 25%, dengan masing-masing 1,25 mL ekstrak daun belimbing wuluh dan 1,25 mL ekstrak kulit jeruk nipis.

### 3.2.1 Konsentrasi 50%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 50\% \times 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{50\% \times 10 \text{ mL}}{100\%}$$

$$V1 = \frac{500 \text{ mL}}{100}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

Jadi, 5 mL ekstrak kental yang digunakan untuk konsentrasi 50%, dengan masing-masing 2,5 mL ekstrak daun belimbing wuluh dan 2,5 mL ekstrak kulit jeruk nipis.

### 3.2.1 Konsentrasi 75%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 75\% \times 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{75\% \times 10 \text{ mL}}{100\%}$$

$$V1 = \frac{750 \text{ mL}}{100}$$

$$= 7,5 \text{ mL}$$

Jadi, 7,5 mL ekstrak kental yang digunakan untuk konsentrasi 75%, dengan masing-masing 3,75 mL ekstrak daun belimbing wuluh dan 3,75 mL ekstrak kulit jeruk nipis.

### 3.2.1 Konsentrasi 75%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 100\% \times 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{100\% \times 10 \text{ mL}}{100\%}$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ mL}}{100}$$
$$= 10 \text{ mL}$$

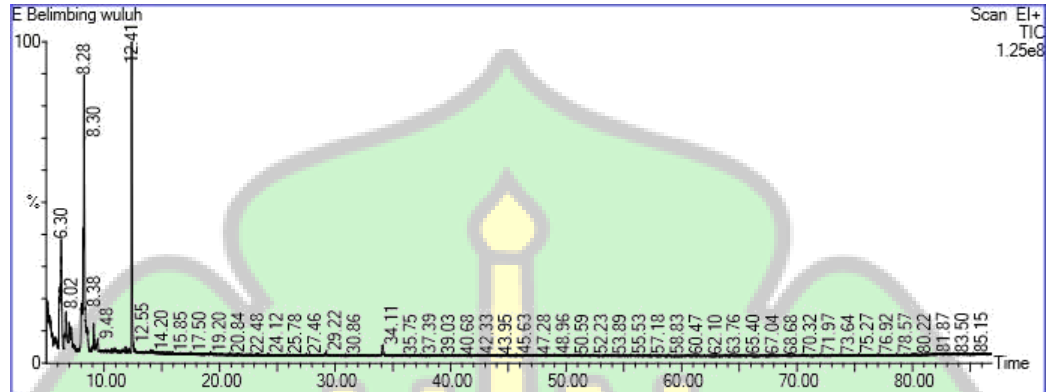
Jadi, 10 mL ekstrak kental yang digunakan untuk konsentrasi 100%, dengan masing-masing 5 mL ekstrak daun belimbing wuluh dan 5 mL ekstrak kulit jeruk nipis untuk kombinasi ekstrak. Sedangkan untuk konsentrasi ekstrak tanpa kombinasi digunakan 10 mL masing-masing ekstrak.



## Lampiran 4. Hasil Identifikasi Senyawa

### 4.1. Hasil Identifikasi Senyawa pada Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Menggunakan *Chromatography-Mass Spectrophotometry* (GC-MS)

#### 4.1.1 Kromatogram Ekstrak Daun Belimbing Wuluh



#### 4.1.2 Data Hasil Identifikasi Kandungan Senyawa Kimia pada Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

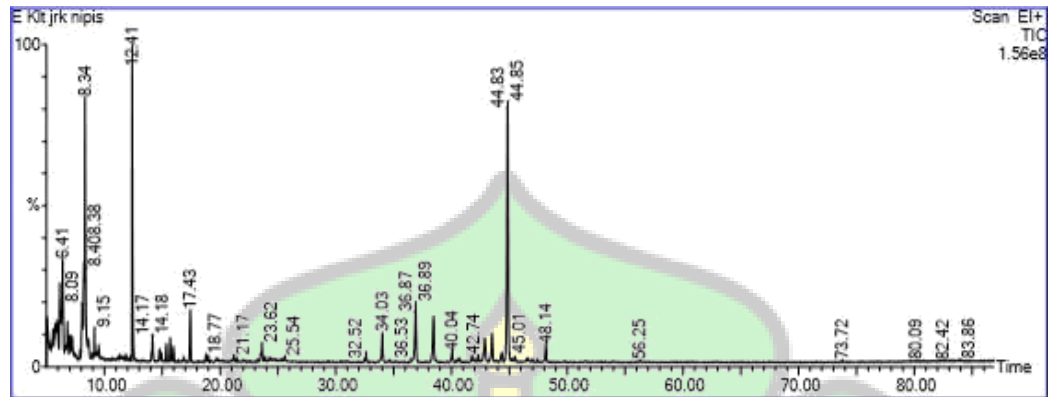
#	RT	Compound Name	Height	Area	Area %	CAS
1	5.104	N-Formyl-2-amino-2-methylpropanal	4,842,990	148,573.3	0.229	207000-26-8
2	5.139	Glycyl-L-histidyl-L-lysine acetate	3,334,816	84,713.5	0.130	72957-37-0
3	5.309	Hydrazine, butyl-	2,811,338	111,320.7	0.171	3530-11-8
4	5.501	6-Aminohexanamide, N-methyl-N-[4-(1-	1,441,446	46,087.3	0.071	124045-72-3
5	5.653	1,3-Dioxan-4-one, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-(1-	2,478,335	64,754.6	0.100	119620-06-3
6	5.764	Pyrrolidine, 1-(1-oxo-2,5-octadecadienyl)-	3,761,000	274,797.2	0.423	56666-48-9
7	5.810	Fumaric acid, 3-methylbutyl tridec-2-yn-1-yl	3,364,455	206,096.5	0.317	
8	5.857	(5á)Pregnane-3,20á-diol, 14à,18à-[4-methyl-	3,725,417	101,499.3	0.156	
9	5.915	Ni(ii)-2,7-bis[2-hydroxy-5,5-dimethyl-4,5-	1,886,805	58,844.6	0.091	
10	6.301	Butanoic acid, ethyl ester	42,786,608	7,393,446.0	11.374	105-54-4
11	6.616	1-Ethoxypropan-2-yl acetate	6,191,998	520,140.9	0.800	
12	6.715	1-Ethoxypropan-2-yl acetate	14,728,035	1,810,353.6	2.785	
13	6.919	Penicillin V	3,600,508	110,440.1	0.170	87-08-1
14	6.995	2-Hexenoic acid, (E)-	10,881,965	1,281,740.0	1.972	13419-69-7
15	7.158	2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-octyl-	9,272,114	883,554.2	1.359	7370-92-5
16	7.299	4-Thiazolemethanamine, 2-(2-	2,538,795	84,404.9	0.130	321309-35-7



		thienyl-				
17	7.328	Dasycarpidan-1-methanol, acetate (ester)	2,608,703	106,627.9	0.164	55724-48-6
18	7.386	Naphtho[1,2-b]furan-9-carboxaldehyde,	2,694,866	98,464.0	0.151	
19	7.439	Dasycarpidan-1-methanol, acetate (ester)	2,571,131	128,045.1	0.197	55724-48-6
20	7.491	12-Dimethylamino-10-oxododecanoic acid	1,952,923	56,733.9	0.087	100913-51-7
21	7.532	Ethyl 3-((2R,5S)-7-(4-chlorobenzyl)-1-oxa-7-	1,718,348	82,282.9	0.127	1465867-68-8
22	7.666	Butanamide, N-(5-methyl-3-isoxazolyl)-2-[[4-	1,027,304	49,494.3	0.076	
23	8.040	Ethylbenzene	18,625,840	1,318,143.8	2.028	100-41-4
24	8.081	N,N-Dibenzyl-1-(benzylthio)-3,4,4-trichloro-2-	18,956,752	662,435.6	1.019	
25	8.145	.psi...psi.-Carotene, 3,4-didehydro-1,2-	18,622,038	746,344.4	1.148	5085-16-5
26	8.285	trans-1-Ethoxy-1-butene	107,951,720	11,576,625.0	17.810	
27	8.524	1-Methyl-3,6-diazahomoadamantan-9-one,	9,257,346	1,496,442.6	2.302	
28	8.938	4-(6-Amino-5-nitro-pyrimidin-4-yl)piperazine-	2,085,211	137,679.3	0.212	
29	9.119	1-Butanol, 3-methyl-, acetate	10,775,490	726,506.9	1.118	123-92-2
30	9.359	.psi...psi.-Carotene, 3,4-didehydro-1,2-	2,527,097	137,644.7	0.212	5085-16-5
31	9.458	Isonicotinic acid, 2-phenylethyl ester	4,837,869	481,869.6	0.741	
32	10.164	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-	1,363,951	52,356.4	0.081	55282-12-7
33	10.689	Heptadecane, 9-hexyl-	1,659,063	64,584.5	0.099	55124-79-3
34	10.952	AB-005	1,726,483	71,217.9	0.110	895155-25-6
35	11.553	Sarreroside	1,340,924	53,930.6	0.083	
36	11.687	N,N'-Pentamethylenebis[s-3-aminopropyl	1,420,498	53,181.5	0.082	35871-54-6
37	11.868	Hexadecaneperoxoic acid, 1,1-dimethyl-3-[(1-	2,490,600	153,882.7	0.237	56712-07-3
38	12.160	Glycylglycylglycylglycine	1,930,000	120,819.8	0.186	637-84-3
39	12.405	1,3-Butadiene, 1,4-dimethoxy-, (E,E)-	121,493,960	7,101,332.0	10.925	74503-35-8
40	12.703	Benzoic acid 3-methyl-4-(1,3,3,3-tetrafluoro-	1,494,598	70,105.0	0.108	
41	14.062	1-(2,4-Dihydroxyphenyl)-2-(3,5-	1,548,668	73,054.1	0.112	
42	14.162	9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2-phenyl-1,3-	993,681	54,519.2	0.084	56700-76-6
43	15.107	2-Chloro-6-fluorophenol, 2-methylpropyl ether	1,136,262	70,218.6	0.108	
44	15.971	Corynan-17-ol, 18,19-didehydro-10-methoxy-,	1,215,957	53,938.5	0.083	56053-13-5
45	19.215	(2E,8E)-10-(Acetyloxy)-4a-hydroxy-1,1,3,6,9-	1,256,797	83,272.2	0.128	
46	29.236	1,25-Dihydroxyvitamin D3, TMS derivative	1,992,733	133,292.9	0.205	55759-94-9
47	29.750	Hexadecanoic acid, 1a,2,5,5a,6,9,10,10a-	954,145	45,449.3	0.070	77508-69-1
48	34.138	Methyl cis-cinnamate	4,402,429	560,270.4	0.862	19713-73-6
49	34.243	Clenbuterol, TBDMS derivative	1,169,503	61,647.2	0.095	
50	35.189	Clenbuterol, TBDMS derivative	783,522	53,935.9	0.083	

## 4.2. Hasil Identifikasi Senyawa pada Ekstrak Kulit Jeruk Nipis Menggunakan *Chromatography-Mass Spectrophotometry* (GC-MS)

### 4.2.1 Kromatogram Ekstrak Kulit Jeruk Nipis



### 4.2.2 Data Hasil Identifikasi Kandungan Senyawa Kimia pada Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

#	RT	Compound Name	Height	Area	Area %	CAS
1	5.063	Dimethyl-[2-(5-methylcyclohexa-1,4-	8,622,492	340,309.0	0.293	
2	5.519	Triethyl borate	5,080,187	246,642.3	0.213	150-46-9
3	5.571	Triethyl borate	8,894,047	491,335.8	0.424	150-46-9
4	5.764	Triethyl borate	11,466,084	1,025,543.6	0.884	150-46-9
5	5.875	Propanoic acid, 2-(1-ethoxyethoxy)-, ethyl	10,385,539	872,288.4	0.752	37101-80-7
6	5.956	2-Amino-2-ethyl-1,3-propanediol	13,784,872	1,185,107.8	1.022	115-70-8
7	6.166	Triethyl borate	32,627,240	2,698,311.2	2.327	150-46-9
8	6.411	Butanoic acid, ethyl ester	45,347,332	5,358,476.0	4.620	105-54-4
9	6.633	1-Ethoxypropan-2-yl acetate	3,498,664	296,647.8	0.256	
10	6.826	Oxazolidine, 3-methyl-	16,189,082	1,436,131.9	1.238	27970-32-7
11	7.042	Diallyl sulfide	10,271,436	1,074,614.5	0.927	592-88-1
12	7.228	Hexanoic acid, 4-pentenyl ester (lemonen)	10,260,418	915,893.0	0.790	30563-33-8
13	8.086	Ethylbenzene	26,446,214	2,917,326.2	2.515	100-41-4
14	8.250	trans-1-Ethoxy-1-butene	46,838,340	4,571,286.5	3.942	
15	8.343	4H-Pyran-4-one, tetrahydro-	127,038,096	9,340,037.0	8.053	29943-42-8
16	8.565	p-Xylene	8,383,978	287,676.7	0.248	106-42-3
17	8.647	Cyclopentene, 1-ethenyl-3-methylene-	9,202,468	884,282.2	0.762	61142-07-2
18	9.154	1-Butanol, 3-methyl-, acetate	14,624,254	895,240.2	0.772	123-92-2
19	9.516	Benzenepropanoyl bromide	7,198,687	773,803.3	0.667	10500-29-5
20	11.361	Propanedioic acid, dimethyl ester	2,869,718	250,677.9	0.216	108-59-8
21	12.411	1,3-Butadiene, 1,4-dimethoxy-, (Z,Z)-	153,914,400	8,624,861.0	7.437	83650-30-0

22	14.086	1-(3-Hydroxy-4-methylphenyl)-1,3,3,6-	4,848,446	331,694.6	0.286	107535-11-5
23	14.179	(2R,5R)-2-Methyl-5-(prop-1-en-2-yl)-2-	12,630,303	985,585.3	0.850	54750-70-8
24	14.780	1,3,8-p-Menthatriene	5,665,559	548,823.5	0.473	18368-95-1
25	14.944	(2R,5S)-2-Methyl-5-(prop-1-en-2-yl)-2-	3,997,596	272,560.3	0.235	54750-69-5
26	15.364	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	8,970,960	745,028.1	0.642	586-62-9
27	15.691	1,3,8-p-Menthatriene	11,736,506	1,168,511.9	1.008	18368-95-1
28	15.994	(+)-3-Carene	7,569,486	730,713.1	0.630	498-15-7
29	16.858	Preg-4-en-3-one, 17 $\alpha$ -hydroxy-17 $\alpha$ -cyano-	2,558,535	299,194.5	0.258	
30	17.430	$\zeta$ -Terpinene	25,625,890	2,447,283.2	2.110	99-85-4
31	18.790	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	3,695,984	332,001.2	0.286	586-62-9
32	18.988	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	3,481,652	311,114.3	0.268	1124-20-5
33	21.206	Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-methylethenyl)-	3,618,071	425,456.4	0.367	499-97-8
34	21.474	1,3,8-p-Menthatriene	2,195,490	222,636.0	0.192	18368-95-1
35	23.529	6-Isopropenyl-3-methoxymethoxy-3-methyl-	4,231,917	307,385.1	0.265	
36	23.622	1,3,8-p-Menthatriene	8,686,339	746,579.2	0.644	18368-95-1
37	32.621	4-Carene, (1S,3R,6R)-(-)-	5,681,620	545,045.2	0.470	5208-49-1
38	34.028	$\alpha$ -Pinene	14,528,601	1,623,882.0	1.400	127-91-3
39	36.893	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-	29,087,072	4,142,481.2	3.572	118-65-0
40	38.445	cis- $\alpha$ -Bergamotene	22,732,936	3,406,191.0	2.937	18252-46-5
41	40.045	Humulene	5,778,945	786,880.0	0.678	6753-98-6
42	40.628	Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-methyl-3-methylene-	2,375,370	304,343.1	0.262	511-59-1
43	41.778	4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,	3,505,768	417,889.9	0.360	103827-22-1
44	42.286	$\alpha$ -Guaiene	3,730,756	399,346.9	0.344	88-84-6
45	42.875	$\alpha$ -Guaiene	12,037,396	2,133,971.8	1.840	88-84-6
46	43.500	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,	14,574,068	1,962,518.0	1.692	473-13-2
47	44.340	cis- $\alpha$ -Bisabolene	4,935,185	747,006.8	0.644	29837-07-8
48	44.854	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-	126,131,848	16,919,556.0	14.589	3853-83-6
49	45.484	1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6,8a-	2,628,624	258,400.6	0.223	16729-01-4
50	48.139	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-	9,183,281	1,012,446.8	0.873	22567-17-5

## Lampiran 5. Foto Dokumentasi Penelitian

### 5.1 Proses Preparasi Sampel

#### 5.1.1 Preparasi Sampel Daun Belimbing Wuluh



Gambar 5.1 Daun belimbing wuluh dikering anginkan

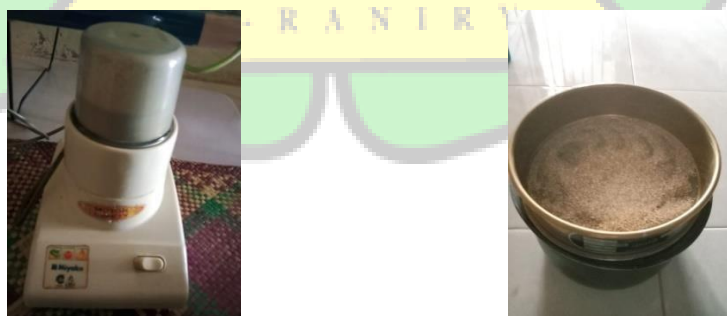


Gambar 5.2 Daun belimbing wuluh dihaluskan menjadi simplisia

#### 5.1.2 Preparasi Sampel Kulit Jeruk Nipis



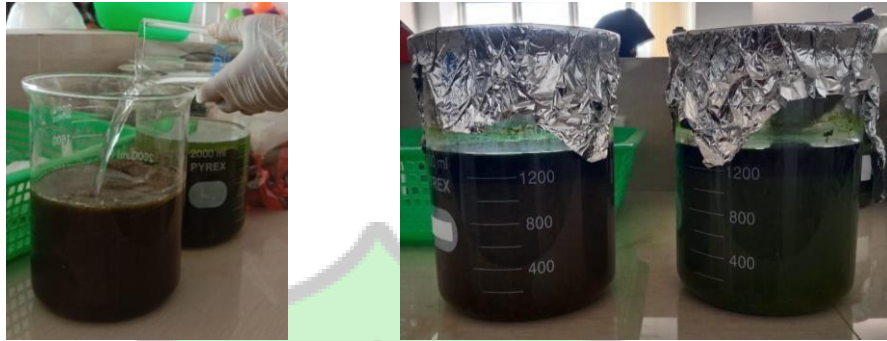
Gambar 5.3 Kulit jeruk nipis dikering anginkan



Gambar 5.4 Kulit jeruk nipis dihaluskan menjadi simplisia

## 5.2 Proses Maserasi Daun Belimbing Wuluh dan Kulit Jeruk Nipis

### 5.2.1 Maserasi Daun Belimbing Wuluh



**Gambar 5.5** Penambahan etanol dan perendaman metode ekstraksi maserasi



**Gambar 5.6** Proses penyaringan ekstrak daun belimbing wuluh



**Gambar 5.7** Proses pemisahan ekstrak dengan pelarut menggunakan *rotary evaporator*

### 5.2.2 Maserasi Kulit Jeruk Nipis



**Gambar 5.8** Penambahan etanol dan perendaman metode ekstraksi maserasi



**Gambar 5.9** Proses penyaringan ekstrak kulit jeruk nipis



**Gambar 5.10** Proses pemisahan ekstrak dengan pelarut menggunakan *rotary evaporator*

### 5.3 Proses Pembuatan Spray dari Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis



**Gambar 5.11** Proses pengenceran ekstrak daun belimbing wuluh dan kulit jeruk nipis



**Gambar 5.12** *Spray* bioinsektisida, kontrol positif dan kontrol negatif



**Gambar 5.13** Produk komersial

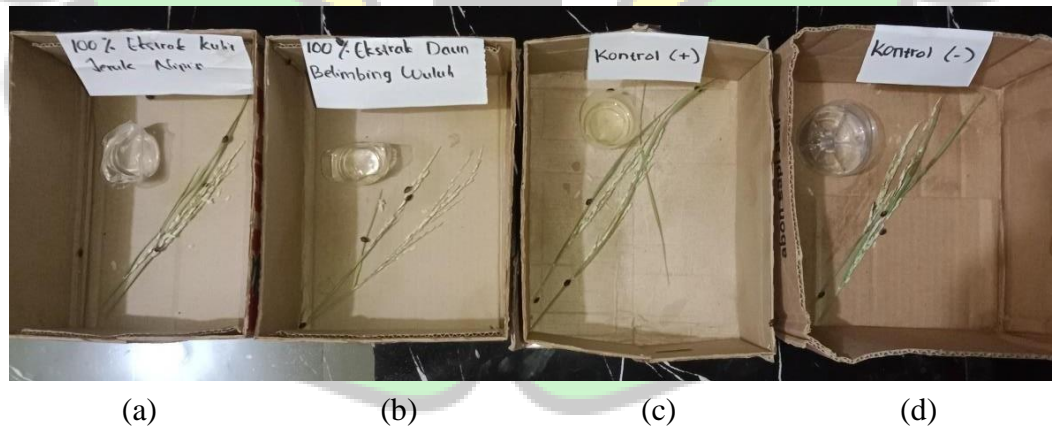
### 5.3 Proses Pengujian Efektivitas Bioinsektisida



**Gambar 5.14** Proses Pengambilan Lembing batu



**Gambar 5.15** Pengujian menggunakan *spray* dengan konsentrasi, diantaranya:  
(a) 25%, (b) 50%, (c) 70% dan (d) 100%



**Gambar 5.16** Pengujian menggunakan *spray* dengan konsentrasi, diantaranya:  
(a) 100% ekstrak daun belimbing wuluh, (b) 100% ekstrak kulit jeruk nipis, (c) kontrol positif dan (d) kontrol negatif



## Lampiran 8. Hasil Uji Taksonomi Tanaman Belimbing Wuluh dan Tanaman Jeruk Nipis



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
LABORATORIUM BIOLOGI**



Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id), Email: [biolab.arraniry@gmail.com](mailto:biolab.arraniry@gmail.com)

### SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No: B-32/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/06/2023

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan bahwa sampel yang dibawa oleh :

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Status : Mahasiswa  
Program Studi/Fakultas : Kimia / Fakultas Sains dan Teknologi  
Alamat : Kajhu, Kec. Baitussalam, Kab. Aceh Besar  
Jenis Sampel : Tumbuhan (Plantae)  
Asal Sampel : Lampeuncurut, Aceh Besar

Telah dilakukan identifikasi sampel tumbuhan (plantae) di Laboratorium Botani dengan hasil klasifikasi taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Superdivisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliopyhta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Geraniales  
Familia : Oxalidaceae  
Genus : *Averrhoa*  
Spesies : *Averrhoa bilimbi* L.

Nama Lokal : Belimbing Wuluh

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 23 Juni 2023

Mengetahui,  
Ketua Laboratorium Biologi



Arif Sardi, M.Si



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
LABORATORIUM BIOLOGI**



Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id), Email: [biolab.arraniry@gmail.com](mailto:biolab.arraniry@gmail.com)

**SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI**

No: B-33/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/06/2023

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan bahwa sampel yang dibawa oleh :

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Status : Mahasiswa  
Program Studi/Fakultas : Kimia / Fakultas Sains dan Teknologi  
Alamat : Kajhu, Kec. Baitussalam, Kab. Aceh Besar  
Jenis Sampel : Tumbuhan (Plantae)  
Asal Sampel : Lampeuneurut, Aceh Besar

Telah dilakukan identifikasi sampel tumbuhan (plantae) di Laboratorium Botani dengan hasil klasifikasi taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Superdivisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Sapindales  
Familia : Rutaceae  
Genus : Citrus  
Spesies : *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle, orth.  
Nama Lokal : Jeruk Nipis

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 23 Juni 2023

Mengetahui,  
Ketua Laboratorium Biologi

  
Arif Sardi, M.Si

جامعة الرانيري

AR-RANIRY



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
LABORATORIUM BIOLOGI**

Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syaikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id), Email: [biolab.arraniry@gmail.com](mailto:biolab.arraniry@gmail.com)



**SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI**

No: B-41/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/06/2023

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan bahwa sampel yang dibawa oleh :

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Status : Mahasiswa  
Program Studi/Fakultas : Kimia / Fakultas Sains dan Teknologi  
Alamat : Kajhu, Kec. Baitussalam, Kab. Aceh Besar  
Jenis Sampel : Tumbuhan (Plantae)  
Asal Sampel : Cot Keuceng, Aceh Besar

Telah dilakukan identifikasi sampel tumbuhan (plantae) di Laboratorium Botani dengan hasil klasifikasi taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Kelas : Insecta  
Ordo : Hemiptera  
Familia : Pentatomidae  
Genus : Scotinophara  
Spesies : *Scotinophara coarctata* (Fabricius, 1798)  
Nama Lokal : Lembing Batu

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 24 Juli 2023

Mengetahui,  
Ketua Laboratorium Biologi

  
Arif Sardi, M.Si

جامعة الرانيري

AR-RANIRY

## BIOGRAFI PENULIS

### DATA PRIBADI

Nama : Nadiya Maisura  
NIM : 190704026  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Tempat, Tanggal Lahir : Kuta Blang, 11 Agustus 2001  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat : Dsn. Suka Jaya, Desa. Jarommah Mee, Kec. Kuta Blang, Kab. Bireuen, Prov. Aceh  
Telp/Hp : 082231896582  
Email : [nadiyamaisura@gmail.com](mailto:nadiyamaisura@gmail.com)



### RIWAYAT PENDIDIKAN

2006 – 2007 : TK Harapan Bangsa  
2007 – 2012 : MIN 9 Bireuen  
2012 – 2016 : MTsN 2 Bireuen  
2016 – 2019 : MAN 3 Bireuen  
2019 – 2023 : S1 Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh