

**EFEKTIVITAS FORMULASI *SPRAY* BIOINSEKTISIDA KOMBINASI
EKSTRAK KULIT JERUK NIPIS *Citrus aurantifolia* DAN SERAI WANGI
Cymbopogon nardus L., TERHADAP MORTALITAS LALAT RUMAH
*Musca domestica***

INDIRA DJILOI

H041201059



Optimization Software:
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EFEKTIVITAS FORMULASI *SPRAY* BIOINSEKTISIDA KOMBINASI
EKSTRAK KULIT JERUK NIPIS *Citrus aurantifolia* DAN SERAI WANGI
Cymbopogon nardus L., TERHADAP MORTALITAS LALAT RUMAH
*Musca domestica***

INDIRA DJILOI
H041201059

Karya Ilmiah

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Biologi

pada



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

KARYA ILMIAH**EFEKTIVITAS FORMULASI SPRAY BIOINSEKTISIDA KOMBINASI
EKSTRAK KULIT JERUK NIPIS *Citrus aurantifolia* DAN SERAI WANGI
Cymbopogon nardus L., TERHADAP MORTALITAS LALAT RUMAH
*Musca domestica*****INDIRA DJILOI**
H041201059

Karya Ilmiah,



Program Studi Biologi
Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar
2024

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,Optimization Software:
www.balesio.comM.Si.
97022001Mengetahui,
Ketua Program Studi,Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
NIP 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, karya ilmiah berjudul "Efektivitas Formulasi *Spray Bioinsektisida Kombinasi Ekstrak Kulit Jeruk Nipis Citrus aurantifolia* dan Serai Wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap Mortalitas Lalat Rumah *Musca domestica*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. Syahribulan, M.Si.sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka karya ilmiah ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya ilmiah ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa karya ilmiah ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 07-03-2024



INDIRA DJILOI
NIM H041201059



Optimization Software:
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah Rabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT., atas segala rahmat serta nikmat iman, kesehatan dan kesempatan yang senantiasa diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya ilmiah dengan judul **“Efektivitas Formulasi *Spray Bioinsektisida Kombinasi Ekstrak Kulit Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* dan Serai Wangi *Cymbopogon nardus L.*, terhadap Mortalitas Lalat Rumah *Musca domestica*”***. Salawat serta salam juga tidak henti tcurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., sebagai suri tauladan bagi seluruh umat manusia. Karya ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban penulis untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi di Universitas Hasanuddin.

Penulis tidak sedikit menemukan hambatan dalam penyusunan karya ini, namun berkat kerja keras dan dukungan dari berbagai pihak karya tulis ini dapat diselesaikan. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada Ayahanda Adaha T. Djiloi, Ibunda Wahida Jalla serta adikku Ahmad Dzaky Djiloi atas segala pengorbanan, dukungan dan doa yang senantiasa dipanjatkan sehingga penulis dapat melewati masa-masa yang sulit dalam menempuh pendidikan. Selain itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada;

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
 2. Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
 3. Bapak Dr. Khaeruddin, M.Si., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
 4. Ibu Dr. Syahribulan, M.Si., selaku Wakil Dekan Bidang Kemitraan Riset dan Inovasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin sekaligus Dosen Pembimbing Tim PKM-K Mammuno Flies yang telah membimbing penulis hingga berhasil meraih medali pada PIMNAS-36.
 5. Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc., selaku Ketua Departemen Biologi yang senantiasa mendukung prestasi penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Biologi.
 6. Bapak Drs. Munif S. Hassan, M.S., dan Ibu Mustika Tuwo, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberi dukungan dan saran terkait persoalan akademik penulis.
 7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Biologi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan pengalaman berharga selama penulis menempuh Departemen Biologi.
- Saad, S.Hut, M.Si., Ph.D., selaku Direktur Transformasi Inovasi Pembelajaran Universitas Hasanuddin sekaligus Dosen Start-Up Universitas Hasanuddin yang senantiasa memberikan inspirasi kepada penulis dalam pengembangan diri.



9. Seluruh rekan-rekan Biotropic 2020 yang senantiasa saling mendukung untuk menuntaskan pendidikan di Biologi.
10. Tim PKM-K Mammuno Flies (Rivaldi Pratama, Irjayanti, Muh. Afdal dan Nurul Fitriyani) yang telah berjuang bersama untuk meraih gelar di PIMNAS-36 dan senantiasa mendukung penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
11. Rekan-rekan UKM Start-Up Universitas Hasanuddin (Kabinet Akselerasi, Kabinet Resolusi dan Rumah Olah) yang menjadi tempat penulis belajar mengeksplorasi hal-hal baru dan berkesan dalam hidup penulis.
12. Rekan-rekan Respect, khususnya Respect-UH dan X-Heroes yang senantiasa mendorong dan mendukung setiap pencapaian penulis.
13. Kawan-kawan terbaik penulis (Ashriyah, Asti, Wilda, Ardiyah, Vemy, Inna, Dilla, Dinza dan Adiatna) yang selalu menghibur dan mendukung penulis di kegiatan akademik maupun non-akademik dengan tulus.
14. Seluruh Asisten Praktikum, rekan KKN Gel.110 Macege dan civitas akademika Universitas Hasanuddin yang telah menjadi bagian dalam perjuangan penulis untuk menyelesaikan Pendidikan di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan serta kesalahan dalam penulisan karya ilmiah ini. Oleh karena itu, izinkan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Penulis,

Indira Djiloi



Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

INDIRA DJILOI. **Efektivitas Formulasi *Spray* Bioinsektisida Kombinasi Ekstrak Kulit Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* dan Serai Wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap Mortalitas Lalat Rumah *Musca domestica*** (dibimbing oleh Syahribulan).

Latar Belakang. Pengendalian lalat rumah *Musca domestica* sangat penting dilakukan untuk mencegah penularan penyakit dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Penggunaan bioinsektisida dengan memanfaatkan senyawa aktif dari tumbuhan merupakan alternatif pengendalian serangga yang perlu dikembangkan karena tidak meninggalkan residu yang berbahaya bagi lingkungan dan organisme non target. Tanaman yang berpotensi sebagai insektisida adalah jeruk nipis dan serai wangi. Kombinasi keduanya diyakini memberi efek yang lebih terhadap mortalitas lalat rumah. Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* mengandung metabolit sekunder berupa saponin, flavonoid dan minyak atsiri, sedangkan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., mengandung senyawa sitronelal dan geraniol yang bersifat racun bagi serangga. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan ekstrak serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica*. **Metode.** Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yaitu kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan 3 kali ulangan. Analisis data dilakukan dengan uji *One Way Anova*. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan ekstrak serai wangi *Cymbopogon nardus* L., dapat membunuh lalat rumah. Rata-rata kematian *M. domestica* terendah terdapat pada konsentrasi 5% yaitu sebanyak 26 ekor dan kematian tertinggi terdapat pada konsentrasi 20% yaitu sebanyak 39 ekor. **Kesimpulan.** Temuan ini menunjukkan potensi pengembangan *spray* bioinsektisida kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi sebagai agen pengendalian lalat rumah yang ramah lingkungan dan efektif.

Kata kunci: bioinsektisida; jeruk nipis; lalat; serai wangi



ABSTRACT

INDIRA DJILOI. **Effectiveness of Bioinsecticide Spray Formulation Combination of Lime Peel Extract *Citrus aurantifolia* and *Citronella Cymbopogon nardus* L., on Mortality of *Musca domestica* House Flies** (supervised by Syahribulan).

Background. Controlling the house fly *Musca domestica* is very important to prevent disease transmission and improve the quality of public health. The use of bioinsecticides that utilize active compounds from plants is an alternative insect control that needs to be developed because it does not leave residues that are harmful to the environment and non-target organisms. Plants that have potential as insecticides are lime and citronella. The combination of the two is believed to have a greater effect on house fly mortality. Lime *Citrus aurantifolia* contains secondary metabolites in the form of saponins, flavonoids and essential oils, while citronella *Cymbopogon nardus* L., contains citronellal and geraniol compounds which are toxic to insects. **Aim.** This study aims to evaluate the effectiveness of the combination of *Citrus aurantifolia* lime peel extract and *Cymbopogon nardus* L. citronella extract on the mortality of *Musca domestica* houseflies. **Method.** This type of research is experimental research using a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments, namely a combination of lime peel extract and citronella with concentrations of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% with 3 replications. Data analysis was carried out using the One Way Anova test. **Results.** The research results showed that a combination of *Citrus aurantifolia* lime peel extract and *Cymbopogon nardus* L. citronella extract could kill houseflies. The lowest average *M. domestica* mortality was at a concentration of 5%, namely 26 individuals, and the highest mortality was at a concentration of 20%, namely 39 individuals. **Conclusion.** These findings show the potential for developing a bioinsecticide spray combining lime peel extract and citronella as an environmentally friendly and effective house fly control agent.

Key words: bioinsecticide; lime; fly; citronella



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Teori	4
BAB II METODE PENELITIAN	11
2.1 Tempat dan Waktu	11
2.2 Alat dan Bahan	11
2.2.1 Bahan	11
2.2.2 Alat	11
2.3 Jenis Penelitian	11
2.4 Prosedur Penelitian	11
2.4.1 Determinasi Tanaman	11
2.4.2 Preparasi Sampel	11
2.4.3 Pengujian	12
2.4.4 Analisis	12
2.4.5 Uji	13
2.4.6 Analisis	13
2.4.7 Analisis	13



2.6 Teknik Analisis Data	13
2.7 Alur Kerja Penelitian.....	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	15
3.1 Hasil.....	15
3.1.1 Hasil Uji Taksonomi Kulit Jeruk Nipis dan Serai Wangi.....	15
3.1.2 Hasil Ekstraksi Kulit Jeruk Nipis dan Serai Wangi	15
3.1.3 Hasil Uji Efektivitas Bioinsektisida.....	16
3.2 Pembahasan.....	17
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	21
4.1 Kesimpulan	21
4.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	25



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perlakuan kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi	12
Tabel 2. Hasil klasifikasi tanaman jeruk nipis	15
Tabel 3. Hasil klasifikasi tanaman serai wangi	15
Tabel 4. Persentase rendemen ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi	15
Tabel 5. Hasil uji efektivitas bioinsektisida terhadap <i>M. Domestica</i>	16
Tabel 6. Hasil uji <i>One Way Anova</i> kematian <i>M. domestica</i>	17



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Siklus hidup lalat rumah <i>Musca domestica</i>	5
Gambar 2. Jeruk nipis <i>Citrus aurantifolia</i>	6
Gambar 3. Serai wangi <i>Cymbopogon nardus</i> L	7
Gambar 4. Diagram alur kerangka berpikir	10
Gambar 5. Skema alur penelitian.....	14
Gambar 6. Grafik mortalitas <i>M. domestica</i> akibat bioinsektisida.....	17
Gambar 7. Preparasi sampel kulit jeruk nipis dan serai wangi.....	30
Gambar 8. Maserasi sampel kulit jeruk nipis dan serai wangi.....	30
Gambar 9. Evaporasi larutan ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi	31
Gambar 10. Formulasi <i>spray</i> ekstrak kulit jeruk nipis dan serai wangi.....	31
Gambar 11. Hasil pengujian kombinasi ekstrak pada lalat rumah.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir ekstraksi kulit jeruk nipis dan serai wangi	25
Lampiran 2. Diagram alir formulasi <i>spray</i> bioinsektisida	26
Lampiran 3. Perhitungan rendemen ekstrak	27
Lampiran 4. Perhitungan konsentrasi ekstrak	28
Lampiran 5. Data hasil penelitian	29
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tekanan terhadap sistem kesehatan masyarakat adalah jumlah penduduk yang sangat tinggi akibat angka pertumbuhan yang tinggi. Tingginya kepadatan penduduk meningkatkan risiko terjadinya penularan berbagai macam penyakit. Analisis *World Health Organization* (WHO) terkait tingkat mortalitas (kematian), jumlah orang sakit (insiden) dan efek pandemi berkaitan dengan degradasi lingkungan dan sanitasi. Lingkungan yang kotor menjadi habitat untuk perindukan berbagai vektor penyakit (Nanda dkk., 2024). Menurut Permenkes Nomor 374 Tahun 2010 tentang Pengendalian Vektor, vektor adalah *arthropoda* yang dapat menularkan, memindahkan dan/atau menjadi sumber penular penyakit terhadap manusia. Salah satu vektor penyakit yang paling dekat dengan habitat manusia adalah lalat (Purnama, 2015; Rusadi dan Anwar 2022). Lalat rumah *Musca domestica* merupakan spesies lalat yang paling umum ditemukan di dunia. Habitatnya berupa tempat lembab, benda organik, tinja dan kotoran hewan serta secara alami menguraikan/mendaur ulang bahan organik (Subaharan dkk., 2021).

Musca domestica diketahui bertindak sebagai vektor mekanis penularan berbagai penyakit seperti tifus abdominalis, kolera, disentri, tuberkulosis, serta tripanosomiasis (Sumantri, 2017; Fahmi dkk., 2022) karena dapat menularkan virus, bakteri, jamur protozoa dan parasit metazoa (Macovei dkk., 2008; Tsagaan dkk., 2015; Awache dan Farouk, 2016; Subaharan dkk., 2021). Spesies ini dapat mentransmisikan virus polio dan virus *Coxsackie* serta sejumlah bakteri seperti *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella* sp., *Listeria* sp., *Yersinia pseudotuberculosis*, *Shigella* sp., *Escherichia coli*, dan *Vibrio* sp. Penularan terjadi dari penderita atau dari bahan tercemar (makanan atau minuman) kepada orang sehat melalui perantara bagian tubuh lalat, misalnya melalui *proboscis*, tungkai atau kaki (Yolanda, 2017; Gustina dkk., 2021). *M. domestica* juga dilaporkan membawa bakteri yang resisten terhadap antibiotik seperti *Pseudomonas* yang resisten terhadap *ticarcilin* dan *Staphylococcus* yang resisten terhadap *metisilin* yang merupakan ancaman besar terhadap layanan kesehatan (Hau dkk., 2020).

Pengendalian populasi lalat yang semakin mengancam aktivitas manusia dapat dilakukan secara fisik-mekanik, biologi dan kimia. Pengendalian secara fisik-mekanik berfokus pada penghalang fisik dan perangkap dengan memasang kasa, perangkap (*flytrap*) atau kipas listrik untuk mencegah lalat masuk ke dalam suatu ruangan. Pengendalian secara biologi melibatkan manipulasi bahan-bahan penarik lalat jantan yang telah dimandulkan menggunakan *cobalt* (Co). Pengendalian secara kimia melibatkan penggunaan insektisida yang efektif. Saat ini, cakupan pengendalian yang luas serta memerlukan biaya yang mahal (Nur, 2016; Gustina dkk., 2021).



Golongan insektisida piretroid dan organofosfat (OP) telah digunakan secara luas untuk mengendalikan *M. domestica* (Freeman dkk., 2019; Scott, 2017). Piretroid memodulasi saluran natrium dan bekerja pada sistem saraf pusat organisme target, sementara OP berikatan dengan asetilkolinesterase, juga mengganggu fungsi saraf organisme (Sparks dan Nauen, 2015). Akan tetapi, penggunaan insektisida kimia jangka panjang untuk mengendalikan populasi lalat menimbulkan resisten lalat terhadap insektisida tersebut. Resistensi tersebut terjadi melalui peningkatan detoksifikasi dan modifikasi lokasi target (Ahmadi dan Khajehali, 2020; Ahmadi dkk., 2020; Ahmadi dkk., 2022). Selain itu, paparan beberapa bahan kimia yang diformulasikan dalam pembuatan insektisida sintetik bersifat toksik dan mengandung residu yang sulit terurai di alam serta berbahaya bagi organisme non-target, manusia dan lingkungan (Ahyanti dkk., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan insektisida ramah lingkungan untuk meminimalkan risiko terhadap lingkungan dan manusia serta memperluas jangkauan pengendalian hama dengan cara relatif aman.

Ekstrak tumbuhan sebagai biopestisida merupakan pengembangan produk dan teknologi ramah lingkungan sebagai alternatif untuk insektisida kimia. Tumbuhan mengandung metabolit sekunder yang dapat menghambat berbagai jalur biokimia serangga. Golongan senyawa tumbuhan yang dapat berfungsi sebagai insektisida nabati diantaranya adalah flavonoid, alkaloid, steroid, terpenoid, dan minyak atsiri (sitral, eugenol) (Kardinan, 2007). Senyawa flavonoid dapat menyebabkan kelemahan pada sistem saraf dan kerusakan pada spirakel, sehingga serangga tidak dapat bernafas (Savitri, 2008; Yulistyana dkk., 2021; Rusadi dan Anwar, 2022). Minyak atsiri (*Essential Oil* EO) dapat digunakan sebagai *repellent* lalat rumah (Aliah dkk., 2016) karena mengandung senyawa turunan yang dapat merangsang kemoreseptor atau sensor pada indra penciuman sehingga tidak disukai oleh serangga (Yuliani dan Satuhu, 2012; Fahmi dkk., 2022). Berbagai EO mengandung komponen kimia yang memiliki efek insektisida terhadap lalat rumah, seperti *monoterpenoid*, antara lain *limonene*, *myrcene*, *terpineol*, *linalool*, dan *pulegone* (Coats dkk., 1991; Ahmadi dkk., 2022). Aktivitas toksik EO disebabkan oleh efek gabungan dari berbagai komponen, dengan atau tanpa aksi toksik individu yang signifikan terhadap serangga. Masing-masing EO mengandung komponen kompleks yang jika digabungkan satu sama lain, dapat menimbulkan efek acuh tak acuh, aditif, sinergis, atau antagonis.

Pengendalian serangga dengan insektisida nabati saat ini cenderung beralih dari ekstrak tunggal menjadi ekstrak campuran. Kombinasi ekstrak tumbuhan secara sinergis dapat meningkatkan efektivitas senyawa terhadap hama yang resisten maupun rentan. Selain itu, kombinasi ekstrak sebagai insektisida nabati dapat memanfaatkan bahan baku, terutama untuk komponen yang bersifat konsentrasi yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan (Savitri, 2022). Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* adalah salah satu tanaman yang memiliki aktivitas biologis sebagai insektisida, larvasida, dan repelen. Pada *Citrus aurantifolia* berupa alkaloid, kumarin, flavonoid, terpen, limonoid, dan minyak atsiri (Basana 2022). Minyak atsiri jeruk nipis *Citrus aurantifolia* mengandung sifat insektisida yang kuat



terhadap spesies *Aedes aegypti*, *Callosobruchis maculatus* dan *Camponotus nearcticus* (Adusei-Mensah dkk., 2014; Olonisakin, 2014; Sarma dkk., 2019, Alabi dkk., 2023). Minyak atsiri daun *Citrus aurantifolia* juga telah diuji aktivitas ovisidal, larvasida, dan dewasanya terhadap *Aedes aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas ovisida tertinggi (nilai LC_{50} 4,84 ppm pada 72 jam), diikuti oleh aktivitas larvasida (nilai LC_{50} 87,02 ppm pada 24 jam) (Sarma dkk., 2019). Serai wangi *Cymbopogon nardus* L., juga merupakan tanaman yang memiliki banyak kandungan, misalnya minyak atsiri. Sitronelol dan geraniol adalah komponen mayor dari minyak atsiri ekstrak serai wangi. Serai wangi mengandung geraniol sebesar 12-18% dan sitronelol sebesar 11-15%. Kedua senyawa tersebut merupakan bahan aktif yang tidak disukai dan sangat dihindari oleh serangga (Basana 2022). Kombinasi EO dari *C. nardus* dan *Ocimum americanum* pada proporsi tertentu terhadap *Anopheles gambiae* dapat mengenai nilai tingkat kematian yang mencapai setidaknya 98% (Balbone, 2022).

Pengembangan suatu formulasi secara signifikan dapat bermanfaat untuk meningkatkan stabilitas bahan aktif selama distribusi dan masa penyimpanan, memudahkan penanganan dan aplikasi produk, melindungi senyawa aktif dari kondisi lingkungan yang merugikan dan meningkatkan aktivitas senyawa aktif dalam formula dengan meningkatkan kontak dan interaksi dengan hama sasaran (Nuryanti dkk., 2022). Formulasi bioinsektisida dalam sediaan *spray* memiliki efektivitas dan keamanan yang cenderung lebih baik dibandingkan sediaan *coil/bakar* yang meninggalkan residu (Alexander dkk., 2022). Oleh karena itu, formulasi insektisida nabati dan pengujian bioaktivitas dari beberapa minyak atsiri urgen dilakukan untuk memberikan alternatif strategi pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk meneliti tentang "Efektivitas Formulasi *Spray* Bioinsektisida Kombinasi Ekstrak Kulit Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* dan Serai Wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap Mortalitas Lalat Rumah *Musca domestica*".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah formulasi *spray* bioinsektisida kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., efektif terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas formulasi kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica*.



an

elitian ini adalah sebagai berikut:

ektivitas kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah.

2. Menambah wawasan terkait efektivitas ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica* sebagai pengembangan produk insektisida nabati yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

1.5 Teori

1.5.1 Lalat Rumah *Musca domestica*

Epidemiologi penyakit menular umumnya disebabkan oleh *Diptera* yang berperan besar terhadap penularan bakteri dan parasit karena kemampuannya menampung mikroorganisme patogen. Siklus hidup parasit tidak akan selesai dan patogen tidak dapat hidup tanpa adanya vektor. Lalat merupakan salah satu serangga ordo *Diptera* yang merupakan vektor yang mengancam kesehatan masyarakat. Saat ini telah ditemukan 60.000-100.000 spesies lalat. Lalat rumah *Musca domestica* merupakan serangga yang paling banyak tersebar di seluruh dunia khususnya di wilayah tropis (Wahyuni dkk., 2021). Spesies ini mendominasi sekitar 90% dari seluruh lalat yang tinggal di habitat manusia di seluruh dunia (Nmorsi dkk., 2006; Hassan dkk., 2021). Berikut adalah taksonomi lalat rumah *Musca domestica* (Yusuf dkk., 2021):

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Diptera
 Famili : Muscidae
 Genus : *Musca*
 Spesies : *Musca domestica*

Musca domestica hidup dan berkembang biak pada media berupa feses, sampah, tumbuhan busuk dan tempat lembab yang mengandung agen penyakit. Lalat rumah telah diidentifikasi sebagai vektor mekanis yang menularkan lebih dari seratus penyakit pada manusia dan hewan yang disebabkan oleh protozoa, bakteri, virus dan patogen yang diangkut melalui feses, mulut, air liur, usus dan permukaan tubuh lalat (Attaullah dkk., 2020) dan ditularkan ke manusia ketika lalat hinggap pada makanan dan memuntahkan makanannya atau regurgitasi yang secara alami dilakukan sebelum menelan makanan (Wahyuni dkk., 2021). Patogen utama yang ditularkan oleh *M. domestica* adalah bakteri enterik termasuk *Escherichia coli*, *Vibrio cholera* dan *Bacillus anthracis* penyebab penyakit enterik seperti kolera dan antraks; *Salmonella typhi* penyebab demam tifoid; patogen dari genus *Shigella* penyebab disentri basiler dan agen yang berhubungan dengan diare (Cadavid-Sanchez, 2015; Rossetin dkk., 2021).

Musca domestica memiliki panjang tubuh 6-8 mm dengan warna keabu-abuan. Kepala, dada dan perut. Kepalanya berbentuk setengah bola jumbo dan antena kecil. Bagian dada (toraks) terdiri atas tiga segmen, yaitu *prothorax*, *mesothorax* dan *metathorax*, setiap segmen mempunyai sepasang sayap. Terdapat sepasang sayap pada *mesothorax* dan sepasang sayap pada *metathorax* (Marshall, 2006). Perut (abdomen) terdiri atas sepuluh



segmen (Hassan dkk., 2021). Tipe mulut lalat adalah '*sponging*' yaitu mulut yang disesuaikan untuk menghisap makanan cair atau semi cair seperti spons. Bagian mulut lalat digunakan sebagai alat penghisap makanan yang disebut dengan labium. Pada ujung labium terdapat labella yang menghubungkan antara labium dengan rongga tubuh (*haemocoele*). Meskipun memakan makanan cair, lalat juga dapat menggunakan makanan padat dengan mengubahnya menjadi cair dengan cara meludah dan memuntahkannya (Hassan dkk., 2021).



Gambar 1. Siklus hidup lalat rumah *Musca domestica* (Wahyuni dkk., 2021)

Lalat mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari fase telur, larva, pupa, dan dewasa. Fase lalat dewasa lebih berbahaya dibandingkan fase larva karena kemampuannya untuk bergerak dan bersentuhan dengan hewan, manusia dan bahan-bahan yang membusuk (Abobakr dkk., 2022). Siklus hidupnya hanya dalam waktu 7-22 hari. Seekor lalat dapat bertelur 5–10 kali seumur hidupnya, terkadang berjumlah hingga 1000 telur (Hassan dkk., 2021). Telurnya berwarna putih krem, panjang 1–1,2 mm yang diletakkan pada bahan organik lembab dan menetas setelah 8-30 jam. Telur yang baru menetas disebut instar I berukuran panjang 2 mm, sangat aktif makan dan akan melepas kulit setelah 1-4 hari lalu menjadi instar II. Setelah beberapa hari, instar II akan melepas kulit menjadi instar III yang berukuran 12 mm, memakan waktu 3-9 hari. Setelah itu, larva akan menjadi pupa. Pada masa ini, jaringan tubuh larva menjadi jaringan tubuh dewasa. Proses pematangan menjadi lalat dewasa kurang dari 15 jam dan setelah itu, lalat siap untuk kawin. Umur lalat dewasa dapat mencapai 2-4 minggu (Wahyuni dkk., 2021).

1.5.2 Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia*

Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* merupakan salah satu jenis jeruk yang banyak di Indonesia. Spesies ini tergolong tumbuhan perdu dengan tinggi 0,5-1,5 m, berbatang berkayu dan berduri. Tanaman ini akan berbuah ketika usia 1-2 tahun. Buahnya berbentuk bulat dengan diameter 3,5-5 cm dan berwarna kuning-kuningan. Buah jeruk mengandung banyak vitamin C, terutama ascorbic acid, serta kumarin, karotenoid, limonoid, dan flavonoid terutama flavanone (Permadi dkk., 2021). *C. aurantifolia* digunakan sebagai repellent nyamuk (*repellent*), obat cacing, antiseptik, obat batuk,



masuk angin, pencernaan dan penambah nafsu makan (Tavallali dkk., 2021). Taksonomi tanaman jeruk nipis *Citrus aurantifolia* adalah sebagai berikut:

Regnum : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Rules
 Famili : Rutaceae
 Genus : *Citrus*
 Spesies : *Citrus aurantiifolia* (Cristm.) Swingle

Jeruk nipis telah banyak dimanfaatkan dalam bidang industri makanan, kesehatan maupun kosmetik. Pemanfaatannya terfokus pada produk olahan air perasan jeruknya, sedangkan kulit buahnya merupakan limbah tanpa pengolahan lebih lanjut. Pada tahun 2018, limbah kulit jeruk di Indonesia diperkirakan mencapai 85.323,49 ton berat kering. Andrea dkk., (2013) mengungkapkan bahwa kulit jeruk merupakan limbah agroindustri yang berpotensi dimanfaatkan karena mengandung metabolit sekunder. Tiga jenis flavonoid termasuk flavanon, flavon dan flavonol ditemukan pada buah jeruk (Tavallali dkk., 2021). Kulit jeruk nipis mengandung senyawa flavonoid yaitu naringin, hesperidin, naringenin, hesperetin, rutin, nobiletin, dan tangeretin (Choi dkk., 2007; Putri dkk., 2023).



Gambar 2. Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* (Ahyanti dkk., 2023)

Hasil penelitian Ahyanti dkk., 2023 merekomendasikan jeruk nipis sebagai salah satu bioinsektisida lalat rumah dengan efek mortalitas >90% pada dosis 25% dengan waktu kontak 30-60 menit. Semakin tinggi kandungan saponin dan flavonoid suatu tanaman maka tingkat mortalitas lalat juga semakin tinggi. Saponin berperan dalam pengendalian serangga dengan cara mengganggu penyerapan makanan, menurunkan aktivitas enzim *cholinesterase*, merusak protein dan membran sel. Turunnya permeabilitas membran sel mengakibatkan senyawa racun masuk ke dalam sel, menyebabkan metabolisme lalat terganggu. Saponin juga menghancurkan *Adenosin trifosfat* (ATP) yang menyebabkan terjadinya kematian serangga (Mugford dan Osbourn, 2012; Widodo, dkk., 2017). Sedangkan, flavonoid merupakan inhibitor yang dapat melemahkan saraf (Prabowo, 2012), memiliki kemampuan mengikat protein sehingga proses metabolisme terganggu yang



menyebabkan kematian pada serangga (Yunikawati dkk., 2013). Flavonoid juga bekerja sebagai racun kontak dan racun perut yang membunuh serangga secara perlahan akibat terhentinya aktivitas makan (Anisah dan Sukei, 2018; Kurniawan dan Ropiqa, 2021; Ahyanti dkk., 2023).

Lota dkk., (2002) menyatakan bahwa minyak kulit jeruk nipis mengandung 62 senyawa volatil. Berdasarkan aroma dan sumbernya, minyak atsiri pada kulit jeruk nipis termasuk ke dalam golongan *citrus oil* karena memiliki rasa dan aroma khas jeruk (Viuda dkk., 2008; Putri dkk., 2023). Berdasarkan hasil penelitian Abdallah dkk., (2022) ekstraksi kulit jeruk nipis *C. aurantifolia* (Christm) Swingle dengan teknik hidrodistilasi menunjukkan senyawa tertinggi yang diperoleh adalah hidrokarbon monoterpen yaitu sebesar 43,41% dengan kandungan utama d-limonen yang mencapai 18% dan β -pinene sebesar 14,37 %. Kulit buah *C. aurantifolia* juga dilaporkan mengandung limonen atau limonoid yang berpotensi sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*. Senyawa tersebut menghambat pergantian kulit pada larva dan dapat masuk ke dalam tubuh larva *Aedes aegypti* sebagai racun sehingga menyebabkan kematian (Santoso dan Purwanti, 2017; Tonang dkk., 2023).

1.5.3 Serai Wangi *Cymbopogon nardus* L

Cymbopogon nardus (L.) Rendle atau serai wangi telah lama dibudidayakan karena dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan serta memiliki aroma daun yang tajam (Susilowati dan Cheppy, 2022). Tanaman ini tumbuh hingga sekitar 50-100 cm, berdaun lebar dan pipih memanjang menyerupai alang-alang. Daunnya berwarna hijau muda hingga hijau kebiruan. Batangnya berwarna hijau dan merah keunguan serta memiliki akar serabut (Nuraida dkk., 2022; Najmah dkk., 2023). Taksonomi tanaman serai wangi adalah sebagai berikut (Kaur dkk., 2021):

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Cymbopogon</i>
Spesies	: <i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle



Tanaman serih wangi sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak atsiri (Najmah dkk., 2023). Minyak serih wangi atau *essential oil* (EO) mengandung senyawa Sitronellal (32-45%), Geraniol (12-18%), Sitronellol (12-15%), Geraniol Asetat (3-8%), Sitronellol Asetat (2-4%), L-Limonene (2-5%), Elenol dan senyawa Sekswiterpene lain (2-5%) serta senyawa Cadinene (2-5%) (Ketaren, 2008; Siskayanti dkk., 2021). Senyawa citronella dan geraniol merupakan senyawa essensial yang tidak disukai oleh hama serangga dan senyawa tersebut dapat diperoleh dari daun serta batang tanaman spesies *Cymbopogon* (Mumba dan Rante, 2020; Nurmawati dkk., 2022) yang membuat minyak ini efektif untuk dijadikan sebagai pestisida organik. Pemanfaatan minyak atsiri sebagai insektisida mendapat perhatian karena tidak bersifat toksik terhadap inang yang bukan target, murah dan bioakumulasi yang tidak berbahaya (Eden dkk., 2020).

Sifat insektisida serai wangi diketahui berasal dari senyawa Citral yang merupakan campuran geraniol dan neral, sebagai komponen utama dari EO serai wangi (Solomon dkk., 2012; Eden dkk., 2020). Selain itu, komponen minor EO serai wangi juga dapat menunjukkan efek sinergis atau antagonis pada serangga (Devi dkk., 2019). Citral dapat mengatur proliferasi sel melalui interaksi dengan radikal oksigen intraseluler dan stres oksidatif. Selain itu, citral bersama dengan komponen EO lainnya bekerja pada neuroreseptor, menghambat transduksi sinyal dan menyebabkan ketidakseimbangan hormon, kerusakan membran dan terjadinya sitotoksitas pada inang (Feroz, 2020; Manh dan Tuyet, 2020; Manh dkk., 2020). Komponen EO lainnya mungkin menargetkan lokasi yang berbeda sehingga EO dapat menyerang beberapa target secara bersamaan. Hal tersebut menyebabkan EO serai wangi menyasar sistem saraf, sistem pernafasan, sistem reproduksi dan sistem pertahanan serangga (Devi dkk., 2019; Mukarram dkk., 2021).

1.5.4 Bioinsektisida

Bioinsektisida berasal dari bahan alami seperti senyawa bioaktif tumbuhan, feromon dan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, virus, atau protozoa. Berdasarkan sifat asalnya, bioinsektisida dibedakan menjadi empat kelas utama, yakni fitokimia, pestisida mikroba, pelindung tanaman (PIP) dan feromon. Bioinsektisida tersebut telah digunakan secara efektif dalam pengendalian hama dan menghasilkan produk pertanian berkelanjutan. Produk bioinsektisida saat ini telah diproduksi dalam beragam formulasi sesuai kebutuhan dan efektivitasnya, salah satunya adalah formulasi sediaan cair. Formulasi bioinsektisida bertujuan untuk menjaga bahan aktif dalam suatu sediaan tetap stabil dan tidak mudah rusak. Selain itu, pembuatan formulasi bioinsektisida juga membantu memperpanjang masa penyimpanan, penanganan serta meningkatkan efektivitas dan keamanan dalam



serangga. Fitokimia menunjukkan pengaruhnya melalui penargetan komponen sel penting dan mempengaruhi fisiologi serangga dengan cara yang berbeda; melalui penghambatan aktivitas saluran klorida AChE dan GABA, gangguan pertukaran ion natrium-kalium dan kerja membran sel saraf, pemblokiran saluran kalsium, dan aktivasi reseptor asetilkolin nikotinat (Demirak dkk., 2022). Mekanisme masuknya racun insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran dibedakan menjadi racun perut (pencernaan), racun kontak, racun pernapasan, dan racun saraf (Alviani dkk., 2021).

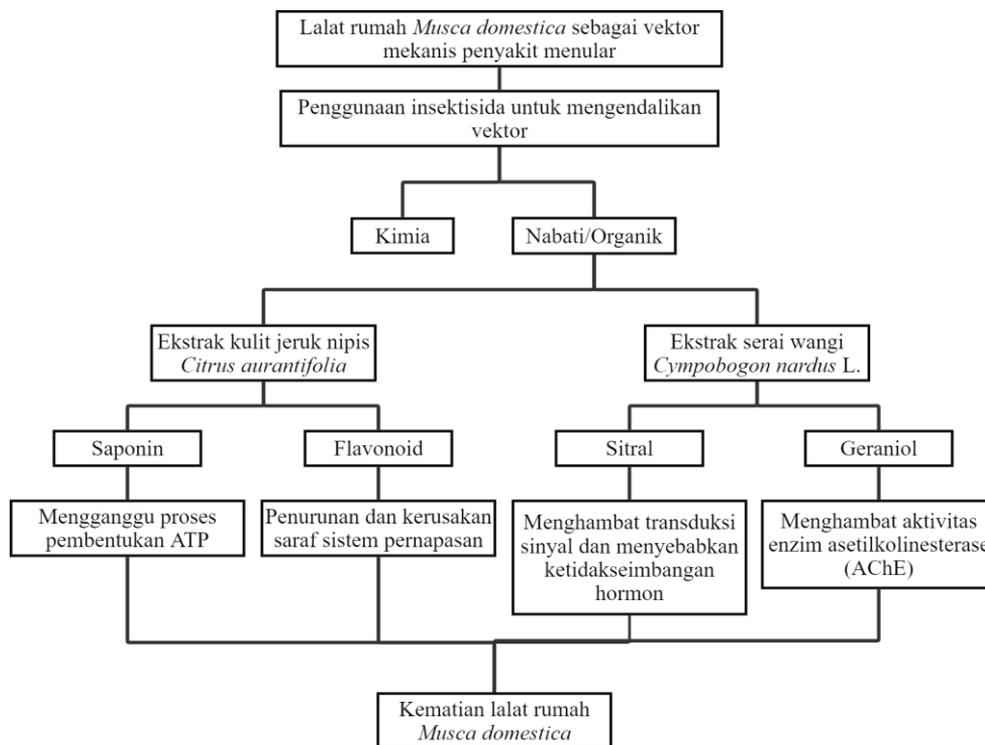
1.5.5 Kerangka Berpikir

Lebih dari 100 patogen berbahaya bagi manusia dan hewan telah ditularkan oleh lalat *Musca domestica*. Serangga ini sangat dekat dengan pemukiman dan aktivitas manusia dan berpotensi membawa agen penyakit dari sampah, limbah buangan rumah tangga dan sumber kotoran lainnya. Tingginya populasi lalat di alam dipengaruhi oleh morfologi tubuhnya yang kecil, kemampuan terbang jarak jauh serta siklus hidupnya yang singkat. *M. domestica* tidak dapat diberantas namun dapat dikendalikan hingga batas yang tidak membahayakan atau menimbulkan masalah kesehatan masyarakat. Upaya pengendalian yang dapat ditempuh untuk menanggulangi penyakit yang dapat ditularkan vektor ini adalah menggunakan insektisida.

Penggunaan insektisida sintetik yang dianggap praktis karena dapat membunuh hama target secara instan ternyata sangat berbahaya karena dapat meninggalkan residu yang berbahaya bagi lingkungan maupun organisme non target. Salah satu alternatif untuk meminimalisir penggunaan insektisida sintetik adalah menggunakan insektisida nabati yang berasal dari ekstrak bagian tumbuhan tertentu yang mengandung senyawa aktif yang berpotensi sebagai bioinsektisida. Penggunaan insektisida nabati saat ini cenderung beralih dari ekstrak tunggal menjadi campuran. Pencampuran ekstrak dapat meningkatkan efektivitas senyawa terhadap hama yang resisten maupun yang rentan. Pencampuran bahan ekstrak tumbuhan secara sinergis dapat meningkatkan efektivitasnya.

Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* mengandung metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, kumarin, karotenoid, terpen, limonoid dan minyak atsiri yang memiliki aktivitas biologis sebagai insektisida, larvasida dan repelen (Sayekti dkk., 2020; Alabi dkk., 2023). Selain itu, serai wangi juga telah terbukti memiliki aktivitas insektisida terhadap beberapa serangga termasuk lalat rumah karena mengandung minyak atsiri. Konstituen utama dalam minyak atsiri serai wangi yakni citral bersama dengan komponen lainnya bekerja pada neuroreseptor, menghambat transduksi sinyal dan menyebabkan ketidak-seimbangan hormonal, kerusakan membran serta sitotoksitas pada serangga target (Feroz, 2020; Manh anh dkk. 2020). Bagan kerangka berpikir disajikan sebagai





Gambar 4. Diagram alur kerangka berpikir

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica* dengan dua variabel yaitu variabel bebas berupa kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., dan variabel terikat berupa mortalitas lalat rumah *Musca domestica*.

1.5.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir di atas, rumusan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh pemberian kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah *Musca domestica*.

H_1 : Terdapat pengaruh pemberian kombinasi ekstrak kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* dan serai wangi *Cymbopogon nardus* L., terhadap mortalitas lalat rumah

