

**EKSPLORASI POTENSI LIMBAH ORGANIK DALAM PENGEMBANGAN
SPRAY ANTI LALAT DENGAN TEKNOLOGI *ADVANCED
CONTROLLED RELEASE***

RIVALDI PRATAMA

H041 20 1034



Optimization Software:
www.balesio.com

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

2024

**EKSPLORASI POTENSI LIMBAH ORGANIK DALAM PENGEMBANGAN
SPRAY ANTI LALAT DENGAN TEKNOLOGI *ADVANCED CONTROLLED
RELEASE***

RIVALDI PRATAMA
H041 20 1034

Karya Ilmiah

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Biologi

Pada



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

KARYA ILMIAH

**EKSPLORASI POTENSI LIMBAH ORGANIK DALAM PENGEMBANGAN
SPRAY ANTI LALAT DENGAN TEKNOLOGI *ADVANCED CONTROLLED
RELEASE***

RIVALDI PRATAMA

H041201034

Karya Ilmiah,

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

Mengesahkan,



Optimization Software:
www.balesio.com

s Akhir

.Si.

7022001

Mengetahui,
Ketua Program Studi



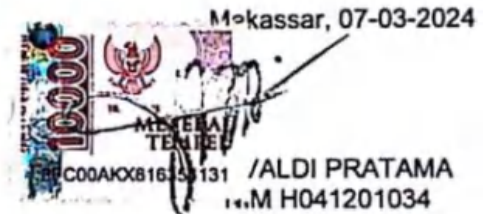
Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
NIP 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, karya ilmiah berjudul "Eksplorasi Potensi Limbah Organik dalam Pengembangan *Spray* Anti Lalat dengan Teknologi *Advanced Controlled Release*" 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 skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi 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 skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 07-03-2024



C00AKX81635131 /ALDI PRATAMA
i.e.M H041201034



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan *Alhamdulillahirabbil'alamin*, jika seandainya lautan dijadikan tinta dan pepohonan menjadi kalam untuk mencatat segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, maka tidaklah cukup meskipun ditambah dengan tujuh kali banyaknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini.

Karya ilmiah dengan judul **Eksplorasi Potensi Limbah Organik dalam Pengembangan Spray Anti Lalat dengan Teknologi *Advanced Controlled Release*** disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan karya ilmiah ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan karya ilmiah ini.

Selama proses perwujudan karya ilmiah ini tidak terlepas dari doa dan dukungan untuk penulis. Ucapan terima kasih yang teramat dalam kepada semua pihak yang terlibat dengan penuh suka cita memberikan semangat, motivasi dan bantuan selama proses pencapaian gelar sarjana. Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada keluarga terkhusus Ibunda tercinta Fitriani dan Ayahanda tercinta Saharuddin serta Wawan Hidayat, Syahruni Saputri, dan Muh. Rezki Febrian yang senantiasa setulus hati memberikan doa, kasih penulisng, semangat, dan dukungan yang besar kepada penulis dalam menyelesaikan studi.

Dengan segenap kerendahan hati penulis ucapkan salam hormat dan beribu ucapan terima kasih yang sebesarnya kepada Ibu Dr. Syahribulan, M.Si. selaku pembimbing utama, mentor, yang telah penulis anggap seperti orang tua kedua di kampus, yang telah mengajari penulis dalam memaknai kehidupan dengan penuh filosofi, yang telah banyak meluangkan waktu kepada penulis dalam memberikan bimbingan, motivasi dan pengetahuan yang berharga selama penulis kuliah sampai dalam penyusunan karya ilmiah ini, Beliau yang telah mengajarkan penulis bahwa "*Keberhasilan muncul melalui doa yang sungguh-sungguh dan usaha yang tak kenal lelah*". Dalam proses penelitian karya ilmiah ini, penulis banyak mendapatkan halangan dan hambatan, terima kasih karena Ibu Syahribulan selalu memberikan solusi agar karya ilmiah ini dapat selesai dengan baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:



miruddin, M.Sc. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
am, Universitas Hasanuddin serta seluruh staf yang telah
s dalam hal akademik dan administrasi.

a Litaay, M.Sc. selaku Ketua Departemen Biologi beserta staf
didik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
anuddin. Terima kasih atas saran dan bantuan yang telah

penulis selama menimba ilmu.

3. Bapak Dr. Slamet Santosa, M.Si. Selaku dosen Penasehat Akademik. Terima kasih atas bimbingan, serta segala perhatian dalam pengembangan akademik penulis.
4. Kapada Ibu Shinta Dewi Sugiharti Tikson, SE. M.Mgt. yang telah bersedia menjadi pendamping dalam kegiatan KBMK dan P2MW, terima kasih telah mengajarkan ilmu baru dalam dunia bisnis dan manajemen, terima kasih telah memberikan banyak motivasi dan doa hingga penulis dapat menorehkan prestasi membanggakan selama masa kuliah. Terima kasih telah selalu meyakinkan bahwa penulis bisa melakukan apapun dan meraih apapun.
5. Kepada sahabat penulis Melati Reski Wulandari, Hasnawati, Nurul Amalia, Rahmawati, Dodi Setiawan, dan Ardiansa. Terima kasih atas dukungan, ketulusan, dan kehadiran setia dalam setiap langkah penulis. Doa dan harapan terbaik selalu menyertai kalian, seperti kalian selalu ada untukku. Semoga ikatan persahabatan kita tetap abadi, bersinar terang, dan membawa kebahagiaan dalam setiap langkah perjalanan hidup kita.
6. Kepada tim Program Kreativitas Mahasiswa-Kewirausahaan (PKM-K) Mammuno Flies (Indira Djiloi, Irjayanti, Muh. Afdal, dan Nurul Fitrayani), tim PKM-K Sipakario (Muh. Ahlul Nasar M., Muh. Zulkifli, Irjayanti, dan Maghira Maulania), tim Kompetisi Bisnis, Manajemen, dan Keuangan (KBMK) Pa'kanre dan Mata Magnet Ikan, tim Program Pengembangan Mahasiswa Wirausaha (P2MW) Pa'kanre dan Leafyco, serta tim ON-MIPA Universitas Hasanuddin, terima kasih atas dedikasi, kebersamaan, semangat, dan kerja kerasnya untuk berjuang hingga akhir sehingga setiap program dapat terlaksana dengan baik dan menorehkan prestasi membanggakan bagi universitas. Tetap nyalakan semangat kewirausahaan dan menginspirasi dengan inovasi yang luar biasa.
7. Kepada Om dan Tante (Adhy, Irma, Syamsia, Asia, Hasbulla, Sulaiman, Parida, dan Ismail), Kakek dan Nenek (Size, Alm. Sagena, Alm. Supu, dan Alm. Lawiah), Adik Sepupu (Ayu, Dini, Aqilah, Hafidz, Dian, Arsyl, Rehan), terima kasih atas segala kasih penulisng, doa, inspirasi, dan nasehat yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan, dalam setiap pencapaian yang penulis dapat, kalian selalu ada sebagai sumber kebahagiaan dan kebanggaan penulis. Kalian adalah panutan, teladan yang kuat, dan pilar kekuatan yang selalu memberikan arah dan keyakinan.
8. Terima kasih kepada Angkatan 2020 (Biotropic) telah mau belajar, tumbuh, dan berkembang bersama-sama. Kedepannya tetap saling menginspirasi untuk menjadi versi terbaik dari diri kita sendiri. Terima kasih, Angkatan 2020 (Biotropic) karena telah menjadi bagian tak terpisahkan dari perjalanan luar biasa ini.



ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dengan segenap penghargaan yang tak terbandung hingga tak terhingga untuk semua pihak yang mendukung dan terlibat dalam lahir penyusunan karya ilmiah ini, semoga segala budi dan lah diberikan menjadi amal jariah serta mendapat imbalan yang lah Subhanahu Wa Ta'ala, semoga di masa yang akan datang

karya ilmiah ini bisa berguna dan bermanfaat sebagai referensi tambahan bagi banyak orang, *Aamiin Allahumma Aamiin*.

Penulis,

Rivaldi Pratama



Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

RIVALDI PRATAMA **Eksplorasi Potensi Limbah Organik dalam Pengembangan Spray Anti Lalat dengan Teknologi *Advanced Controlled Release*** (Dibimbing oleh Syahribulan)

Latar Belakang. Lalat rumah merupakan serangga vektor penyebab berbagai penyakit *foodborne diseases* dan telah menyebabkan kerugian multisektoral sehingga memerlukan upaya pengendalian yang efektif dan efisien. **Tujuan.** Penelitian ini mengeksplorasi potensi ekstrak alami dari *agro-industrial waste* seperti limbah kulit jeruk nipis, serbuk kayu jati putih, dan daun serai wangi untuk digunakan sebagai pengusir hama lalat rumah yang diformulasikan dalam sediaan spray menerapkan sistem pelepasan terkontrol dengan variasi konsentrasi gliserol dan kitosan. Penelitian ini merupakan penelitian *esperimental*. **Metode.** Metode ekstraksi menggunakan maserasi dengan pelarut etanol 70%. Hasil ekstraksi diformulasikan dalam sediaan spray, kemudian dilakukan uji efektivitas *repellent* lalat. **Hasil.** Hasil ekstraksi limbah kulit jeruk nipis, serbuk kayu jati putih, dan daun serai wangi diperoleh hasil rendemen berturut-turut 10,53%, 6,78%, dan 8,04%. Hasil evaluasi fisik sediaan formula F2 dengan konsentrasi ekstrak kulit jeruk nipis 20%, serbuk kayu jati putih 5%, daun serai wangi 15%, gliserin 10%, kitosan 4% paling disukai relawan. Hasil persentase daya tolak lalat masing-masing formulasi yaitu formula F1 (ekstrak kulit jeruk nipis 10%, serbuk kayu jati putih 10%, daun serai wangi 5%, gliserin 5%, kitosan 2%) 66,74%, formula F2 (ekstrak kulit jeruk nipis 20%, serbuk kayu jati putih 5%, daun serai wangi 15%, gliserin 10%, kitosan 4%) 87,66%, formula F3 (ekstrak kulit jeruk nipis 5%, serbuk kayu jati putih 20%, daun serai wangi 10%, gliserin 15%, kitosan 8%) 52%. **Kesimpulan.** Temuan menunjukkan bahwa formula F2 memiliki daya tolak lalat terbaik. Selain itu, penelitian ini mengevaluasi kinerja umur simpan formulasi dan efek pelepasan terkontrol. Tidak ada perubahan sediaan formulasi selama masa simpan 6 bulan di suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) dan penyemprotan pada permukaan media menunjukkan terbentuknya film tipis dengan sifat adhesi yang sangat baik. Namun, efek pelepasan terkontrol hanya bertahan 7 jam pada kondisi suhu ruang.

Kata kunci: *Lalat Rumah; Repellent; Agro-Industrial Waste-Derived; Advanced Controlled Release System*



ABSTRACT

RIVALDI PRATAMA **Exploring the Potential of Organic Waste in the Development of Anti-Fly Spray with Advanced Controlled Release Technology**
(Supervised by Syahribulan)

Background. House flies are insect vectors that cause various foodborne diseases and have caused multi-sectoral losses, requiring effective and efficient control efforts. **Aim.** This research explores the potential of natural extracts from agro-industrial waste such as lime peel waste, white teak wood powder, and citronella leaves to be used as a house fly repellent which is formulated in a spray preparation using a controlled release system with varying concentrations of glycerol and chitosan. This research is experimental research. **Method.** The extraction method uses maceration with 70% ethanol solvent. The extraction results are formulated in a spray preparation, then the effectiveness of the fly repellent is tested. **Results.** The results of the extraction of lime peel waste, white teak wood powder, and citronella leaves obtained yields of 10.53%, 6.78%, and 8.04% respectively. The results of the physical evaluation of the F2 formula preparation with a concentration of 20% lime peel extract, 5% white teak wood powder, 15% citronella leaves, 10% glycerin, 4% chitosan were most liked by volunteers. The results of the percentage of fly repellent power for each formulation are formula F1 (lime peel extract 10%, white teak wood powder 10%, citronella leaves 5%, glycerin 5%, chitosan 2%) 66.74%, formula F2 (extract lime peel 20%, white teak wood powder 5%, citronella leaves 15%, glycerin 10%, chitosan 4%) 87.66%, formula F3 (lime peel extract 5%, white teak wood powder 20%, leaves citronella 10%, glycerin 15%, chitosan 8%) 52%. **Conclusion.** The findings showed that the F2 formula had the best fly repellent power. In addition, this study evaluated the formulation's shelf life performance and controlled release effect. There was no change in the formulation during the 6 month shelf life at room temperature ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) and spraying on the surface of the media showed the formation of a thin film with excellent adhesion properties. However, the controlled release effect only lasted 7 hours at room temperature conditions.

Keywords: House Fly; Repellent; Agro-Industrial Waste-Derived; Advanced Controlled Release System



Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Waktu dan Tempat Penelitian	2
1.5 Teori	2
1.5.1 Hama Lalat Rumah	2
1.5.2 Pengendalian Vektor	5
1.5.3 Jati Putih <i>Gmelina arborea</i> Roxb	6
1.5.4 Jeruk Nipis <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	7
1.5.5 Serai Wangi <i>Cymbopogon nardus</i> L.	9
1.5.6 Teknologi <i>Advanced Controlled Release</i>	11
BAB 2 METODE PENELITIAN	13
2.1 Alat dan Bahan	13
2.1.1 Alat	13
2.1.2 Bahan	13
2.1.3 Penelitian	13
2.1.4 Analisis	13
2.1.5 Ekstrak dan Ekstraksi Bahan Baku	13
2.1.6 Uji Aktivitas Ekstrak <i>Musca domestica</i> di Laboratorium	13



2.3.3 Rancangan Formulasi	14
2.3.4 Evaluasi Fisik Sediaan <i>Spray</i>	14
2.3.5 Pengujian Anti Lalat Sediaan <i>Spray</i>	15
2.3.6 Perhitungan Persentase <i>Repellent</i>	14
2.3.7 Uji Efek <i>Advanced Controlled Release</i> Sediaan	15
2.3.8 Analisis Data	16
BAB 3 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
3.1 Hasil Ekstraksi	17
3.2 Hasil Uji Stabilitas Sediaan	17
3.2.1 Pengamatan Organoleptik	17
3.2.2 Pengamatan Kejernihan	18
3.2.3 Pengamatan Homogenitas	18
3.2.4 Pengamatan pH	19
3.2.5 Pengamatan Viskositas	19
3.3 Pengamatan Efektivitas <i>Repellent</i> Lalat	20
3.4 Hasil Pengamatan <i>Advanced Controlled Release System</i>	22
3.5 Hasil Uji <i>Repeated Measure ANOVA</i>	23
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	24
4.1 Kesimpulan	24
4.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	31



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Lalat Rumah <i>Musca domestica</i>	3
Tabel 2. Klasifikasi <i>Gmelina arborea</i> Roxb	6
Tabel 3. Klasifikasi <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	8
Tabel 4. Klasifikasi <i>Cymbopogon nardus</i> L.	10
Tabel 5. Susunan Senyawa Kimia Minyak Serai Wangi	11
Tabel 6. Rancangan Formula Sediaan <i>Spray</i> Anti lalat	14
Tabel 7. Hasil Ekstraksi Kulit Jeruk Nipis	17
Tabel 8. Hasil Ekstraksi Serbuk Kayu Jati Putih	17
Tabel 9. Hasil Ekstraksi Daun Serai Wangi	17
Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik	18
Tabel 11. Hasil Pengamatan Kejernihan	18
Tabel 12. Hasil Pengamatan Homogenitas	19
Tabel 13. Hasil Pengamatan pH	19
Tabel 14. Hasil Pengamatan Viskositas	19
Tabel 15. Data Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara dalam Kotak Uji	20
Tabel 16. Hasil Uji Efektivitas <i>Repellent</i> Lalat	20
Tabel 17. Hasil Uji <i>Repeated Measure</i> ANOVA	23



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lalat Rumah <i>Musca domestica</i>	3
Gambar 2. Morfologi Lalat Rumah <i>Musca domestica</i>	4
Gambar 3. Siklus Hidup Lalat Rumah <i>Musca domestica</i>	5
Gambar 4. Morfologi Pohon Jati Putih (<i>Gmelina arborea</i> Roxb.)	7
Gambar 5. Bagian-bagian Tanaman Jeruk Nipis	8
Gambar 6. Tanaman Serai Wangi <i>Cymbopogon nardus</i> L.	10
Gambar 7. Persentase <i>M. domestica</i> yang <i>knockdown</i> pada Variasi Formula selama Pemaparan 30 Menit	21
Gambar 8. Hasil Pengamatan Partikel Menggunakan Mikroskop Cahaya	22
Gambar 9. Grafik Laju Penguapan Sediaan	23
Gambar 10. Sortasi Bahan Baku Pembuatan <i>Spray</i> Anti Lalat	31
Gambar 11. Pengeringan Bahan Baku dan Pembuatan Simplisia	31
Gambar 12. Ekstraksi Maserasi dan Penyaringan Maserat	32
Gambar 13. Proses Penguapan Pelarut Menggunakan Evaporator	32
Gambar 14. Pengenceran Maserat Kental	33
Gambar 15. Penambahan Bahan Penyusun dan Homogenisasi	33
Gambar 16. Proses Pengemasan Formula dalam Sediaan <i>Spray</i>	34
Gambar 17. Pengujian Efek <i>Repellent</i> Hama Lalat Rumah	35
Gambar 18. Pengujian Mutu Fisik dan Kimia Sediaan <i>Spray</i> serta Pengujian <i>Advanced Controlled Release</i>	35



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Musca domestica atau lalat rumah merupakan salah satu serangga vektor yang membawa berbagai macam penyakit *foodborne diseases*, seperti disentri, kolera, tifus, diare, dan virus penyakit gastrointestinal. *Musca domestica* juga merupakan vektor mekanik penyakit parasit usus seperti cacing nematoda pada manusia. Cacing nematoda yang ditularkan oleh lalat telah menginfeksi 24% populasi dunia atau lebih dari 1,5 juta manusia, mengakibatkan penurunan produktivitas harian, menghambat pertumbuhan, menimbulkan gangguan kognitif, malnutrisi, dan mortalitas (Dita dkk., 2022). Lalat rumah juga menyebabkan kerugian di berbagai sektor seperti industri *food and beverage* (F&B), pariwisata, dan peternakan. Gangguan lalat di berbagai sektor tersebut memberikan kesan kondisi lingkungan yang tidak higienis dan sehat. Pada industri peternakan, misalnya ternak sapi dan ayam petelur, lalat rumah dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil produksi serta mampu menularkan virus dan bakteri penyakit pada hewan ternak (Djenaar dkk, 2019).

Permasalahan tersebut merupakan isu multisektoral yang memerlukan upaya pengendalian yang efektif dan efisien. Pengendalian hama lalat rumah umumnya dilakukan dengan penggunaan insektisida sintetik. Namun, insektisida sintetik mengandung senyawa kimia yang berpotensi menimbulkan dampak negatif berbahaya seperti kematian pada organisme non target, munculnya hama sekunder, dan mencemari lingkungan (Anggraini dan Khabibi, 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain untuk mengendalikan hama lalat rumah yang tidak menimbulkan efek samping yang merugikan. Solusi alternatif yang dapat dijadikan opsi yaitu penggunaan insektisida nabati berbahan dasar ekstrak senyawa alami. Beberapa bahan alami yang dapat menjadi opsi untuk pembuatan insektisida nabati yaitu limbah serbuk gergaji kayu jati putih *Gmelina arborea* Roxb, kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle, dan daun serai wangi *Cymbopogon nardus* L.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah total limbah serbuk gergaji kayu mencapai angka 407 ribu Ton per tahun sehingga berpotensi besar menimbulkan pencemaran lingkungan. Begitupun dengan jeruk nipis dan daun serai wangi, dilansir dari data Kementerian Pertanian, diketahui bahwa jumlah produksi jeruk nipis pertahun mencapai 40,44 Ton/Ha dan serai wangi mencapai 49 Ton/Ha, sehingga limbah kulit jeruk nipis dan daun serai wangi yang dihasilkan pun sangat besar. Hal tersebut berkorelasi dengan fakta bahwa jeruk nipis dan serai wangi



semut, kecoa, dan lalat buah (Rahmawati dkk., 2018). Daun serai wangi memiliki kandungan zat aktif berupa antraquinon, dan minyak atsiri yang memiliki efek sebagai *repellent* hama lalat rumah dan disinfektan alami (Clara dkk., 2022).

Berdasarkan permasalahan kerusial tersebut, maka peneliti tertarik untuk menggabungkan dan menguji ketiga bahan tersebut untuk dijadikan sebagai kandidat *spray repellent* hama lalat rumah. Sediaan cair dalam kemasan *spray* dipilih untuk memudahkan penggunaan produk tanpa keterbatasan ruang serta meminimalisir risiko bahaya yang ditimbulkan dalam sediaan lain seperti risiko kebakaran akibat sediaan lilin. Selain itu, untuk mengoptimalkan potensi *spray* sebagai *repellent* hama lalat rumah maka peneliti mengembangkan inovasi teknologi formulasi yaitu *Advanced Controlled Release* sehingga bersifat antiredeposisi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas ekstrak limbah serbuk gergaji kayu jati putih *Gmelina arborea* Roxb, kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle, dan daun serai wangi *Cymbopogon nardus* L. sebagai *repellent* hama lalat rumah *Musca domestica*.
2. Untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia dari sediaan *spray* yang diformulasikan dari limbah serbuk gergaji kayu jati putih *Gmelina arborea* Roxb, kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle, dan daun serai wangi *Cymbopogon nardus* L.
3. Untuk mengetahui karakteristik *advanced controlled release system* dari produk *spray* anti lalat rumah *Musca domestica* dari limbah serbuk gergaji kayu jati putih *Gmelina arborea* Roxb, kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle, dan daun serai wangi *Cymbopogon nardus* L.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas limbah serbuk gergaji kayu jati putih *Gmelina arborea* Roxb, kulit jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle, dan daun serai wangi *Cymbopogon nardus* L. sebagai *repellent* hama lalat rumah dengan teknologi *advanced controlled release* sehingga dapat dijadikan kandidat produk *spray* anti lalat multifungsi yang aman dan ramah lingkungan.

1.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2023-Oktober 2023. Bertempat di Laboratorium Botani Departemen Biologi, Laboratorium Biokimia Departemen Kimia, dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium Kimia Analisa dan Organik, Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan.



manusia dan aktivitasnya. Lalat merupakan jenis serangga berordo Diptera. Lalat berordo Diptera yang banyak ditemukan di Indonesia yaitu Subordo Cyclorhapha yang memiliki ciri antena aristaform, memiliki 3 segmen dan terdapat arista dengan palpus 1 segmen (Sukmawati dkk., 2019). Berikut merupakan klasifikasi lalat rumah *Musca domestica*.



Gambar 1. Lalat Rumah *Musca domestica*
(Sumber: Sukmawati dkk., 2019)

Tabel 1. Klasifikasi Lalat Rumah *Musca domestica*

Kingdom	:	Animalia
Phylum	:	Arthropoda
Kelas	:	Hexapoda
Ordo	:	Diptera
Famili	:	Muscidae
Genus	:	<i>Musca</i>
Species	:	<i>Musca domestica</i>
Sumber	:	Integrated Taxonomic Information System, 2024

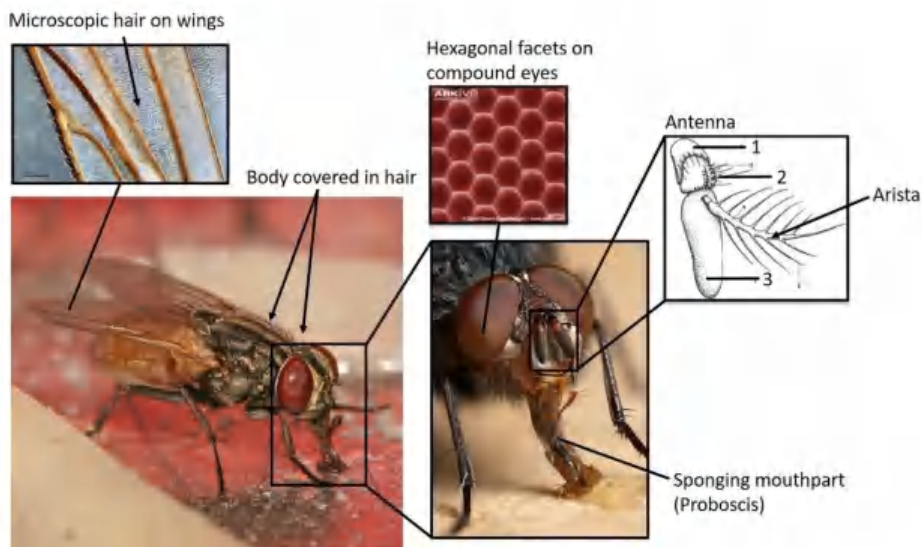
Populasi lalat yang berlebihan tidak hanya meresahkan pekerja perkebunan, tetapi juga menimbulkan masalah kesehatan masyarakat bila terdapat di lingkungan hidup manusia. Dalam satu kali siklus hidup, dari telur hingga dewasa membutuhkan waktu 8 sampai 10 hari pada suhu 30°C (Garmini dan Purnama, 2019). Hal ini perlu diperhatikan untuk daerah tropis, karena lalat berkembang biak secara cepat dan Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang sangat mendukung bagi perkembangan lalat. Sinar, temperatur, kelembaban, air, makanan dan tempat perindukan merupakan faktor utama yang mempengaruhi aktivitas lalat (Fitriana dan Mulasari, 2021).

Keberadaan lalat merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting. Lalat termasuk vektor mekanis (*mechanical transport*). Karena lalat dapat menyebarkan bakteri yang menempel pada kaki, bulu, penulisp dan badan yang disebarkan saat lalat hinggap. Lalat yang terkontaminasi bakteri dapat menyebarkan yang dihindgapinya. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh kontaminasi mikroba patogen antara lain diare, tifus, kolera, dan (Cahyanti, 2020; Zega *et al.*, 2021).

Musca domestica menyebar hampir di semua benua dengan semua iklim di berbagai lingkungan dari desa sampai kota. Ini berhubungan erat dengan manusia tetapi *M. domestica* dapat beradaptasi dengan baik untuk



mendapat makanan dari sampah (Tan dan Machrumnizar, 2017). Meskipun lalat rumah tidak menggigit, kontrol terhadap *Musca domestica* tetap sangat penting untuk dikontrol karena sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia di seluruh dunia. Kerugian terpenting yang berkaitan dengan *Musca domestica* adalah serangga ini sangat mengganggu dan secara tidak langsung menjadi transmisi potensial dari patogen-patogen (virus, bakteri, jamur, protozoa dan nematoda). Organisme patogen tersebut menempel pada lalat dari sampah, kotoran, muntahan dan sumber lainnya, lalu dipindahkan ke makanan manusia atau hewan sangat mendukung peranan mereka sebagai vektor mekanik. Organisme patogen yang sering disebarkan melalui lalat rumah adalah *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Chlamydia*, dan masih banyak spesies yang dapat menimbulkan penyakit. *Musca domestica* paling sering dikaitkan dengan kejadian diare dan shigellosis, demam tifoid, disentri, tuberculosis dan cacing parasit (Arif dan Lestari, 2019; Daramusseng *et al.*, 2021; Harnani *et al.*, 2021).



Gambar 2. Morfologi Lalat Rumah *Musca domestica*

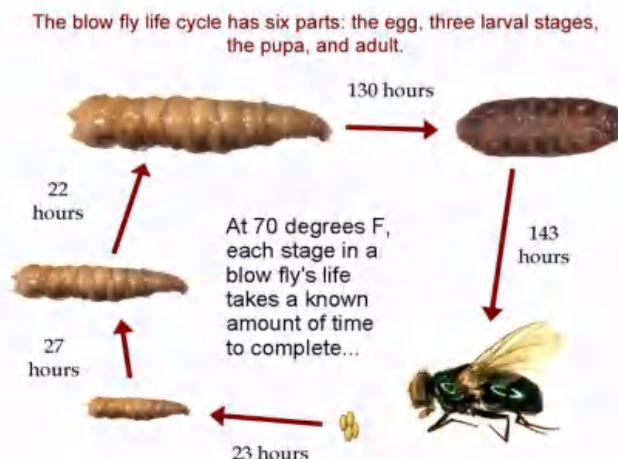
(<https://wiki.nus.edu.sg/display/TAX/Musca+domestica+-+Common+Housefly>)

Berbagai upaya pengendalian lalat yang bertujuan untuk menurunkan populasi lalat telah banyak dikembangkan, baik yang bersifat fisik, biologis, kimiawi dan mekanis (Andiarsa, 2018; Sebayang dan Sinaga, 2021). Pengendalian secara kimia dengan menggunakan insektisida menjadi salah satu upaya pemberantasan yang digunakan oleh masyarakat karena mampu memberantas (Melygustina, 2021). Hanya saja penggunaan insektisida yang buruk bagi serangga non target, manusia, dan lingkungan, resistensi (Sataral dan Lamandasa, 2021) sehingga dibutuhkan dari bahan organik untuk mengurangi risiko bahaya yang penggunaan insektisida kimia.



Optimization Software:
www.balesio.com

Metamorfosis lalat melalui tahap-tahap: telur menjadi larva atau belatung lalu menjadi pupa dan akhirnya dewasa. Lalat umumnya berkembang dalam jumlah besar dalam kotoran unggas di bawah kandang ayam, dan ini merupakan masalah serius yang membutuhkan kontrol. Pengendalian lalat rumah sangat penting untuk kesehatan manusia dan kenyamanan di banyak daerah di dunia. Kerusakan yang paling penting berkaitan dengan serangga ini adalah gangguan dan kerusakan secara tidak langsung yang dihasilkan oleh transmisi potensial lebih dari 100 patogen yang terkait dengan lalat ini (Tan dan Machrumnizar, 2017; Wulandari, 2018; Lestari et al., 2020;).



Gambar 3. Siklus Hidup Lalat Rumah *Musca domestica*
(https://www.qgastore.com/?category_id=2964886)

1.5.2 Pengendalian Vektor

Pengendalian adalah semua usaha yang dilakukan untuk menurunkan/menekan populasi atau densitas vektor dengan maksud untuk mencegah penyakit yang ditularkan vektor atau gangguan-gangguan yang diakibatkan oleh vektor. Menurut Wahyuni dkk. (2017) secara garis besar pengendalian vektor terbagi 2 yaitu:

1.5.2.1 Pengendalian Alami

Berbagai faktor ekologi berperan dalam pengendalian vektor secara alami seperti:

1. Adanya gunung, laut, danau dan sungai yang merupakan rintangan bagi penyebaran serangga.
2. Ketidakkampuan beberapa spesies serangga untuk mempertahankan hidupnya di ketinggian tertentu dari permukaan laut.

(musim, curah hujan, angin), suhu udara, serta kelembaban dapat menimbulkan gangguan pada beberapa spesies serangga.

Pengendalian Buatan

Pengendalian buatan yang umum dilakukan dalam mengendalikan vektor terbagi menjadi dua yaitu:

1. Pengendalian mekanis, pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan dengan memodifikasi atau manipulasi lingkungan. Misalnya



pembersihan dan pemeliharaan sarana fisik tempat istirahat serangga atau 3M dll.

2. Kimia, pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan insektisida. Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Menurut Nadeak dkk (2017), ada beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida seperti: ovisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium telur, larvasida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium larva, dan adultisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium dewasa.
3. Fisik, pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan pemanas, pembeku, serta penggunaan alat listrik lain untuk penyinaran cahaya dan pengadangan angin yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga.
4. Biologi, pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan makhluk lain yang merupakan musuh alami lalat. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, virus yang dapat digunakan sebagai pengendali larva lalat.

1.5.3 Jati Putih *Gmelina arborea* Roxb

Gmelina arborea Roxb adalah salah satu jenis pohon cepat tumbuh yang diintroduksi ke Indonesia yang secara umum dikenal dengan nama jati putih, jenis ini merupakan salah satu anggota dari famili Verbenaceae. Jati putih (*Gmelina arborea* Roxb) merupakan salah satu jenis tanaman yang dikembangkan untuk pembangunan hutan tanaman, jenis ini merupakan pohon eksotik yang pertumbuhannya cepat, teknik penanamannya tidak sulit dan mempunyai nilai ekonomi yang cukup baik. Kayunya dipakai untuk berbagai keperluan khususnya untuk pembuatan bahan konstruksi, pertukangan, kayu lapis, korek api, peti kemas dan bahan kerajinan kayu lainnya (Kolobani dan Kitu, 2018).

Pohon jati putih berukuran sedang dengan tinggi dapat mencapai 30 sampai 40 meter, berbatang silindris dengan diameter rata-rata 60 cm, kadang-kadang dijumpai pohon yang berdiameter 140 cm di hutan alam. Kulit halus atau bersisik dengan warna coklat muda atau abu-abu, ranting halus licin atau berbulu halus, warna bunga kuning terang mengelompok dalam tandan besar (30-350 bunga per tandan). Jati Putih *Gmelina arborea* Roxb Diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi *Gmelina arborea* Roxb.

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Lamiales
Famili	:	Verbenacea
Genus	:	<i>Gmelina</i>
	:	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.
	:	Tjitrosoepomo, 2012



putih bersilang, bergerigi atau bercuping, berbentuk jantung x 5-18 cm. Jati putih setelah berumur 5 tahun mulai berbunga. dengan panjang 2-3,5 cm, kulit mengkilap, mesokorp lunak agak

manis. Bijinya keras seperti batu, panjangnya 1,6-2,5 cm dengan permukaan licin, satu ujung bulat dan ujung lainnya meruncing (Kolobani dan Kitu, 2018).



Gambar 4. Morfologi Pohon Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) (Achmad, 2013)

Sifat fisik dan kimia kayu jati putih adalah warna kayu yang pucat bervariasi dari kuning jerami sampai dengan putih krem dan dapat berubah menjadi coklat merah, tidak ada perbedaan warna antara kayu teras dan gubal. Kayu mudah digergaji dan diserut dengan hasil licin dan mengkilap, serat agak berpadu bervariasi dari lurus sampai ikal, jumlah serat dalam kayu 64,2% tekstur agak besar. Berat jenis antara 0,38-0,42 dimana berat jenis ini tidak dipengaruhi oleh kecepatan tumbuh (Kosasih dan Danu, 2013). Serbuk gergajian kayu jati putih mengandung senyawa polar yang berperan sebagai insektisida seperti saponin, tanin, flavonoid, fenolik, antrakuinon, steroid dan triterpene, sedangkan senyawa yang bersifat non polar seperti steroid dan triterpen yang dapat digunakan sebagai *repellent* hama serangga seperti hama lalat rumah (Kolobani dan Kitu, 2018).

1.5.4 Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* Swingle

Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle merupakan tanaman berhabitus pohon kecil dengan cabang yang lebat tetapi tidak beraturan dan tinggi berkisar antara 1,5 sampai 5 meter. Perakaran tanaman kuat, cukup dalam, dan dapat tumbuh dengan baik pada jenis tanah. Cabang dan rantingnya berduri pendek, kaku, dan



Optimization Software:
www.balesio.com

nipis, yang dapat dilihat pada Gambar 5B, memiliki susunan bentuk jorong sampai bundar, pangkalnya bulat, dan ujungnya pipis berukuran panjang 4-8 cm dan lebar 2- 5 cm. Tepi daunnya bergelombang dan pangkalnya berpenulisp sempit (Agustin, 2023). Permukaan daunnya berwarna hijau tua mengkilap, sedangkan bagian bawahnya

berwarna hijau muda (Passaribu dkk., 2024). Buah jeruk nipis (Gambar 5C) memiliki rasa yang sangat asam, berbentuk bulat sampai bulat telur, dan berkulit tipis. Diameter buahnya sekitar 3 sampai 6 cm dan permukaannya memiliki banyak kelenjar. Buah jeruk nipis memerlukan waktu 5-6 bulan untuk berkembang. Buah yang masak pohon akan berubah warna dari hijau menjadi kuning dan jeruk akan jatuh ke tanah setelah mencapai tahap masak penuh (Nurhalita dkk., 2023).



Gambar 5. Bagian-bagian Tanaman Jeruk Nipis. Keterangan: (A) Batang jeruk nipis yang berduri; (B) Daun jeruk nipis; (C) Buah jeruk nipis; (D) Bunga jeruk nipis yang berbentuk tandan (Nurhalita dkk., 2023)

Bunga jeruk nipis (Gambar 5D) berbentuk tandan pendek, berada di ketiak daun pada pucuk yang baru merekah. Banyak bunga per tandan sekitar 1-10 kuntum. Mahkota bunga sebanyak 4-6 helai dan panjangnya sekitar 8-12 cm. Benang sarinya berjumlah antara 20 sampai 25 utas. Tangkai putiknya mudah dibedakan dengan bakal buah (Nurhalita dkk., 2023). Jeruk nipis tumbuh baik pada iklim tropis. Temperatur optimal untuk tanaman ini adalah 25 sampai 30°C dan kelembaban yang ideal adalah 70 sampai 80%. Di Indonesia, jeruk nipis dapat berbunga dan berbuah secara serentak, serta dapat berlangsung sepanjang tahun (Nurhalita dkk., 2023). Menurut Mardiana (2023), klasifikasi tanaman jeruk nipis adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi *Citrus aurantifolia* Swingle

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta
	:	Dicotyledonae
	:	Rutales
	:	Rutaceae
	:	<i>Citrus</i>
	:	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle
	:	Tjitrosoepomo, 2012



Limbah kulit jeruk nipis termasuk kedalam golongan limbah *biodegradable* yaitu limbah yang dapat diuraikan secara proses biologi baik itu secara aerob maupun anaerob. Namun akan lebih baik jika limbah ini diolah menjadi produk yang memiliki nilai guna terlebih jika memiliki nilai jual. Pada beberapa masyarakat limbah kulit jeruk nipis diolah secara sederhana menjadi mainan anak-anak, campuran pembuat kue atau pengharum ruangan. Jeruk nipis *Citrus aurantifolia* Swingle mengandung unsur-unsur senyawa kimia yang bermanfaat, salah satunya adalah senyawa d-limonen. Hasil analisis menggunakan gas *chromatography mass spectrometer* (GC-MS). menunjukkan bahwa ekstrak limonen yang berasal dari kulit jeruk mencapai sekitar 91,15%. Senyawa d-Limonene ini telah dibuktikan dalam beberapa penelitian dengan memberikan efek insektisida terhadap beberapa jenis serangga. Minyak atsiri jeruk dapat digunakan sebagai pengharum ruangan, bahan parfum, dan penambah cita rasa pada makanan (Indriyani et al., 2023).

Minyak atsiri jeruk juga bermanfaat bagi kesehatan, yaitu untuk aromaterapi. Aroma jeruk dapat menstabilkan sistem syaraf, menimbulkan perasaan senang dan tenang, meningkatkan nafsu makan, dan menyembuhkan penyakit. Manfaat bagi kesehatan tersebut karena minyak atsiri jeruk mengandung senyawa limonen yang berfungsi melancarkan peredaran darah, meredakan radang tenggorokan dan batuk, serta menghambat sel kanker. Minyak atsiri jeruk juga mengandung linalool, linalil, dan terpineol yang memiliki fungsi sebagai penenang (sedatif), serta sitronela sebagai penenang dan pengusir nyamuk (Wahyuni, S. dan Azha'ari, 2023).

1.5.5 Serai Wangi *Cymbopogon nardus* L.

Tanaman serai dipercaya berasal dari Asia Tenggara atau Sri Lanka. Tanaman ini tumbuh alami di Sri Lanka, tetapi dapat ditanam pada berbagai kondisi tanah di daerah tropis yang lembab, cukup sinar matahari dan memiliki curah hujan relatif tinggi. Saat ini, tanaman serai dapat ditanam meluas dalam kawasan tropika. Kebanyakan negara menanam serai untuk menghasilkan minyak atsirinya secara komersial dan untuk pasar lokal sebagai perisa atau rempah ratus (Gultom dkk., 2021)

Di Indonesia terdapat dua jenis tanaman serai yaitu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dan serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Tanaman serai ini banyak ditemukan di daerah Jawa yaitu di dataran rendah yang memiliki ketinggian 60-140 mdpl (Nurmawati dkk., 2022). Tanaman serai dikenal dengan nama berbeda di setiap daerah. Daerah Jawa mengenal serai dengan nama sereh atau sere. Daerah Sumatera dikenal dengan nama serai, sorai atau sanger-sange. Kalimantan serai dengan nama belangkak, senggatau atau salai. Nusa Tenggara serai dengan nama see, nau sina atau bu muke. Sulawesi serai dengan nama tonti atau sare sedangkan di Maluku dikenal dengan nama serai atau isa (Kotambunan dkk., 2020).





Gambar 6. Tanaman *Cymbopogon nardus* L. (Kotambunan dkk., 2020).

Tanaman serai wangi merupakan tanaman dengan habitus terna perenial dan disebut dengan suku rumput-rumputan. Tanaman serai wangi memiliki akar yang besar. Akarnya merupakan akar serabut yang berimpang pendek. Batang tanaman serai wangi bergerombol dan berumbi, lunak dan berongga. Isi batangnya merupakan pelepah umbi untuk pucuk dan berwarna putih kekuningan. Namun ada juga yang berwarna putih keunguan atau kemerahan. Batangnya bersifat kaku dan mudah patah serta tumbuh tegak lurus di atas tanah (Hadid dkk., 2023). Daun tanaman serai berwarna hijau tidak bertangkai. Daunnya kesat, panjang, runcing dan berbau khas. Daunnya memiliki tepi yang kasar dan tajam. Tulang daunnya tersusun sejajar. Panjang daunnya sekitar 50-100 cm sedangkan lebarnya kira-kira 2 cm. Daging daunnya tipis serta pada permukaan dan di bagian bawah daun terdapat bulu halus (Salan dan Febrialdi, 2021). Morfologi tanaman serai dapat dilihat pada Gambar 6. Menurut Nabila dan Nurmalina (2019), tanaman serai wangi memiliki kedudukan taksonomi sebagai berikut.

Tabel 4. Klasifikasi *Cymbopogon nardus* L.

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta
Kelas	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Poales
Famili	:	Poaceae
	:	<i>Cymbopogon</i>
	:	<i>Cymbopogon nardus</i> L.
	:	Tjitrosoepomo, 2012



Senyawa Kimia Serai Wangi Tanaman serai mengandung minyak atsiri yang terdiri dari aldehid isovalerik, betakariofilen, raniol, limonene, linalool, mircen, metilheptenon, neral, nerol,

sitral dan sitronellal (Clara dkk., 2022). Serai wangi mempunyai metabolit sekunder antara lain saponin, tanin, kuinon dan steroid. Selain itu tumbuhan ini mengandung kumarin dan minyak atsiri (Solekha dkk., 2022). Senyawa aktif pada serai wangi yang umumnya diambil adalah minyak atsirinya. Minyak atsiri dari daun serai rata-rata 0,7% (sekitar 0,5% pada musim hujan dan dapat mencapai 1,2% pada musim kemarau). Minyak sulingan serai wangi berwarna kuning pucat. Bahan aktif utama yang dihasilkan adalah senyawa aldehydehid (sitronelol- $C_{10}H_{16}O$) sebesar 30-45%, senyawa alkohol (sitronelol- $C_{10}H_{20}O$ dan geraniol- $C_{10}H_{18}O$) sebesar 55-65% dan senyawa-senyawa lain seperti geraniol, sitral, nerol, metal, heptonon dan dipentena (Syahputra, 2021). Menurut Mustikowati dkk. (2014), senyawa kimia dari minyak serai ada berbagai macam. Senyawa penyusun dari minyak atsiri serai dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Susunan Senyawa Kimia Minyak Serai Wangi

Senyawa Penyusun	Kadar (%)
Sitronelal	32-45
Geraniol	12-18
Sitronelol	12-15
Geraniol asetat	3-8
Sitronelol asetat	2-4
Limonena	2-5
Elemol dan terpen lain	2-5
Elemena dan adinen	2-5

(Sumber: Mustikowati dkk., 2014)

1.5.6 Teknologi *Advanced Controlled Release*

Teknologi *Advanced Controlled Release* (ACR) dalam konteks *spray* anti lalat merupakan pendekatan canggih untuk memberikan bahan aktif yang bertujuan untuk mengendalikan populasi lalat dengan cara yang terukur, efektif, dan bertahan lama. *Spray* anti lalat yang menggunakan teknologi ini dirancang untuk melepaskan bahan aktif secara terkendali, memungkinkan penggunaan yang lebih efisien dan efektif dalam menangani masalah lalat (Sari dan Abdaassah, 2017).

Keunggulan penggunaan teknologi *Advanced Controlled Release* yaitu memungkinkan formulasi bahan aktif yang dirancang untuk dilepaskan secara perlahan dan terkendali. Matriks senyawa yang digunakan untuk menyimpan bahan aktif dan mengontrol laju pelepasannya. Sistem pengendalian yang cermat memastikan bahwa bahan aktif dilepaskan dengan pola yang diatur, misalnya, dalam periode tertentu atau saat diperlukan. Faktor-faktor eksternal atau internal dapat mengatur pelepasan, seperti suhu, kelembaban, atau reaksi kimia (Rathbone, 2011).

ACR jika dibandingkan dengan teknologi lain, ACR dapat meningkatkan efektivitas karena bahan aktif dilepaskan secara bertahap, dengan umur simpan yang lebih lama. Ketahanan *spray* anti lalat dengan teknologi ini diharapkan lebih baik, mengurangi kebutuhan untuk aplikasi berulang.



Penggunaan teknologi ACR dalam *spray* anti lalat dapat memberikan kenyamanan lebih bagi pengguna karena pengurangan frekuensi aplikasi. Pelepasan terkendali memastikan efektivitas yang lebih baik dalam mengendalikan populasi lalat. Mengurangi kemungkinan resistensi lalat terhadap bahan aktif (Saifulla et al., 2019).

Penggunaan di rumah, ruang publik, dan tempat-tempat umum untuk mengontrol populasi lalat. Penggunaan dalam pertanian untuk melindungi tanaman dari gangguan lalat dan mencegah penyebaran penyakit. Di restoran, hotel, atau fasilitas umum lainnya untuk menjaga kebersihan dan kenyamanan. Teknologi *Advanced Controlled Release* memiliki potensi besar dalam mengatasi masalah lalat secara lebih efisien, sambil mempertimbangkan aspek keamanan dan lingkungan. Terus ada upaya dalam penelitian dan pengembangan untuk memperbaiki formulasi, memperpanjang ketahanan, dan meningkatkan efektivitas pengendalian populasi lalat melalui aplikasi *spray* anti lalat yang menggunakan teknologi ACR (Wu et al., 2011).

