

## **Biore Candle 2.1: Inovasi Lilin Aromaterapi Anti-Tomcat Dari Limbah Minyak Jelantah Dan Sereh**

**Mifdhal Kholis Ramadan, Faqih Ahmadeansyah, Sulthan Khalid Syafieq**

MA Swasta Tahfidzul Qur'an Nurul Azmi, Medan, Indonesia

Email : miukara.23@gmail.com, qisyah1711@gmail.com, sulthankhalid130609@gmail.com

Corresponden Email : miukara.23@gmail.com

### **Abstrak**

Permasalahan limbah minyak jelantah dan material bekas serta tingginya populasi hama Tomcat (*Paederus fuscipes*) di lingkungan permukiman memerlukan solusi inovatif yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan minyak jelantah dan material bekas sebagai bahan baku pembuatan biore candle aromaterapi serai (*Cymbopogon citratus*) yang efektif sebagai insektisida alami anti-tomcat. Metode eksperimen komparatif diterapkan dengan empat perlakuan: lilin tanpa serai (V1), dengan potongan serai (V2), bubuk serai (V3), dan minyak serai (V4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jelantah berhasil dibeningkan dengan bleaching earth 5% dan diproduksi menjadi lilin fungsional. Uji pembakaran mengungkap V4 (minyak serai) menghasilkan intensitas aroma tertinggi (skor 5.2) namun dengan laju kehilangan massa tertinggi (25 g/jam), sedangkan V2 dan V3 menunjukkan pembakaran lebih stabil (5 g/jam). Uji efektivitas anti-tomcat membuktikan V4 merupakan bentuk paling optimal yang berhasil melumpuhkan tomcat dalam 50 menit dengan efek residu terkuat. Simpulan studi ini menegaskan bahwa biore candle minyak serai dalam wadah daur ulang berpotensi sebagai solusi terintegrasi pengendalian tomcat yang ramah lingkungan, estetis, dan berbasis ekonomi sirkular.

**Kata Kunci:** *Biore candle, minyak jelantah, serai, anti-tomcat, daur ulang*

### **Abstract**

*The problems of used cooking oil waste, scrap materials, and the high population of Tomcat beetles (Paederus fuscipes) in residential areas require innovative and sustainable solutions. This study aims to utilize used cooking oil and scrap materials as raw materials for producing lemongrass (Cymbopogon citratus) aromatherapy biore candles that are effective as natural anti-tomcat insecticides. A comparative experimental method was applied with four treatments: candles without lemongrass (V1), with lemongrass pieces (V2), lemongrass powder (V3), and lemongrass oil (V4). The results showed that used cooking oil was successfully clarified using 5% bleaching earth and processed into functional candles. Combustion tests revealed that V4 (lemongrass oil) produced the highest aroma intensity (score 5.2) but with the highest mass loss rate (25 g/hour), while V2 and V3 showed more stable combustion (5 g/hour). Anti-tomcat effectiveness tests proved that V4 was the most optimal form, successfully immobilizing tomcat beetles within 50 minutes with the strongest residual effect. This study concludes that lemongrass oil biore candles in recycled containers have potential as an integrated solution for tomcat control that is environmentally friendly, aesthetic, and based on circular economy principles.*

**Keyword:** *Biore candle, used cooking oil, lemongrass, anti-tomcat, recycling*

## **PENDAHULUAN**

Permasalahan hama Tomcat (*Paederus fuscipes*) terus menjadi gangguan kesehatan masyarakat, di mana serangga ini menyebabkan dermatitis kontak yang disebut *Paederus dermatitis* melalui toksin pederin (Nugroho, 2022). Sementara itu, solusi pengendalian yang ada masih terbatas pada insektisida

kimia yang kurang ramah lingkungan (Ahmad, 2020), sehingga mendesak untuk dikembangkan metode pengendalian yang efektif, aman, dan berkelanjutan (Khoirunnisa, 2023).

Lokasi Pondok Pesantren Tahfidzul Qur'an Nurul Azmi yang terletak di jalan Rawe IX Kelurahan Tangkahan Kecamatan Medan Labuhan, memiliki lokasi berdampingan dengan anak sungai dan sawah. Hal ini menciptakan kondisi lingkungan yang lembap dan mendukung siklus hidup serangga, termasuk hama Tomcat. Area semacam ini merupakan habitat ideal bagi tomcat karena menyediakan sumber kelembaban yang konstan serta keberadaan serangga kecil atau larva yang menjadi mangsa alaminya (Nugroho, 2022). Aktivitas santri yang sering dilakukan pada malam hari, semakin meningkatkan risiko atraksi dan kontak dengan serangga ini. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi pengendalian yang tidak mengganggu aktivitas solusi ganda yang sangat potensial yaitu tidak hanya sebagai pengusir alami berkat senyawa bioaktif *sitronellal* dan *geraniol* yang efektif mengusir serangga (Felipe, 2022), tetapi juga berfungsi sebagai belajar mengajar serta ramah terhadap lingkungan sekitar. Diperlukan metode insektisida yang tidak mencemari lingkungan (Ahmad, 2020).



Gambar 1. Hama Tomcat dan Efek Negatifnya

Hama Tomcat merupakan serangga dari keluarga *Staphylinidae* yang menjadi ancaman kesehatan masyarakat di kawasan tropis, termasuk Indonesia. Dalam konteks pengendalian yang ramah lingkungan, sereh (*Cymbopogon citratus*) menawarkan sumber aromaterapi yang dapat menciptakan lingkungan nyaman sekaligus protektif. Kombinasi fungsi ini menjadikan sereh sebagai kandidat ideal untuk dikembangkan menjadi lilin aromaterapi yang menghasilkan aroma menenangkan, dan agen pembasmi tomcat (Kumar, 2021) (Andriani, 2023).

Di sisi lain, masalah lingkungan turut diperparah oleh tingginya volume limbah domestik dan industri, di mana limbah minyak jelantah dan material bekas (seperti kaleng dan logam) menempati porsi yang signifikan. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia memperkirakan timbunan limbah minyak jelantah dapat mencapai 3 juta kiloliter per tahun, yang sering kali dibuang langsung ke lingkungan sehingga mencemari tanah dan perairan (Sari, 2021). Sementara itu, limbah material bekas seperti kaleng dan logam termasuk dalam kategori limbah anorganik yang berpotensi mencemari lingkungan (Prasetya, 2023).

Potensi daur ulang limbah menawarkan solusi yang menjanjikan, dimana minyak jelantah dapat berfungsi sebagai bahan baku lilin alternatif yang ekonomis dan berkelanjutan. Penelitian oleh Fatimah (2022) menunjukkan bahwa minyak jelantah melalui proses filtrasi dan pemurnian dapat dicampur dengan parafin untuk menghasilkan lilin yang memenuhi standar bakar, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku fosil. Material bekas seperti kaleng kemasan dan kayu bekas menawarkan peluang sebagai medium daur ulang kreatif. Pemanfaatan material bekas ini tidak hanya mengatasi masalah akumulasi limbah anorganik, tetapi juga mentransformasi benda tak bernilai menjadi wadah lilin yang estetis dan unik. Sinergi antara pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar lilin dan material bekas sebagai wadahnya menciptakan sebuah produk biore candle yang sepenuhnya mengusung prinsip ekonomi sirkular, dari hulu hingga hilir (Prasetya, 2023).

Kajian literatur mengungkap bahwa pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku lilin telah cukup banyak diteliti, terutama dalam konteks substitusi parsial terhadap parafin untuk menekan biaya produksi. Demikian pula, penelitian mengenai efektivitas sereh sebagai insektisida alami terhadap berbagai serangga telah banyak didokumentasikan, dimana senyawa bioaktif seperti *sitronellal* dan

*geraniol* diakui sebagai komponen aktif utama. Namun, tinjauan mendalam menunjukkan adanya celah penelitian yang signifikan yaitu mayoritas studi terdahulu mengeksplorasi ketiga elemen tersebut limbah jelantah, material bekas, dan sereh secara terpisah, tanpa melakukan integrasi yang komprehensif dalam satu produk fungsional yang utuh.

Berdasarkan identifikasi celah pengetahuan tersebut, kebaruan ilmiah dari penelitian ini terletak pada integrasi tiga pilar keberlanjutan secara simultan. Pertama, pengembangan lilin aromaterapi yang tidak hanya memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan bakar, tetapi juga mengolah material bekas menjadi wadah estetik, menciptakan sebuah produk daur ulang yang lengkap. Kedua, eksplorasi komparatif terhadap tiga bentuk sediaan sereh yang berbeda (potongan, bubuk, dan minyak esensial) dalam konteks lilin aromaterapi, yang belum pernah dilakukan secara khusus untuk menguji efektivitasnya terhadap hama tomat. Ketiga, investigasi mengenai efek neurotoksik dan residu dari pembakaran lilin aromaterapi sereh terhadap viabilitas tomat, yang memberikan perspektif baru dalam pengembangan insektisida ambient yang ramah lingkungan. Sinergi ketiga aspek inilah yang membentuk orisinalitas dan kontribusi ilmiah dari penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi kebaruan ilmiah, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan untuk menginvestigasi: (1) karakteristik fisikokimia dan estetika biore candle hasil formulasi minyak jelantah, parafin, dan berbagai bentuk sediaan sereh; (2) pengaruh bentuk sediaan sereh (potongan, bubuk, minyak esensial) terhadap kualitas nyala api, intensitas aroma, dan laju pembakaran lilin; serta (3) efektivitas biore candle aromaterapi sereh dalam menekan aktivitas dan melumpuhkan hama tomat, termasuk identifikasi bentuk sediaan mana yang paling optimal sebagai insektisida alami.

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan penelitian ini adalah untuk memproduksi dan mengkarakterisasi biore candle aromaterapi dari minyak jelantah dan material bekas dengan penambahan berbagai bentuk sediaan sereh, menganalisis pengaruh bentuk sediaan sereh terhadap kualitas nyala, intensitas aroma, dan laju kehilangan massa lilin, serta menguji efektivitas dan membandingkan kinerja ketiga bentuk sediaan sereh sebagai agen anti-tomat alami.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 dengan lokasi penelitian di Pondok Pesantren Nurul Azmi. Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari minyak jelantah, bleaching earth, parafin, sereh segar, sumbu, dan wadah lilin. Alat-alat yang diperlukan meliputi panci, termometer, timbangan, corong, blender kecil, pisau, talenan, stopwatch, dan toples. Prosedur penelitian dengan tipe eksperimental komparatif yang terdiri dari empat perlakuan ini dirancang dengan replikasi minimal satu lilin per perlakuan, dimana setiap lilin disiapkan dengan ukuran 35 gram yang terdiri dari komposisi 50% parafin (17,5 gram) dan 50% minyak jelantah (17,5 ml). Konsentrasi sereh yang digunakan ditetapkan sebesar 10 gram untuk lilin berukuran 35 gram, dimana semua bahan dicampur dan diproses menggunakan peralatan yang telah disiapkan.

Pembeningan minyak jelantah sebanyak 500 ml dengan menggunakan bleaching earth 5% (25 ml) dilakukan untuk mengurangi warna, bau, dan kotoran. Pertama, minyak jelantah disaring untuk menghilangkan partikel sisa makanan. Minyak dipanaskan hingga suhu 90–110°C selama 15 menit sambil diaduk untuk menguapkan air dan bau ringan. Selanjutnya, bleaching earth sebanyak 5% dari berat minyak ditambahkan dan diaduk rata selama 15 menit. Setelah didinginkan, minyak disaring hingga diperoleh hasil yang jernih, lalu disimpan dalam wadah tertutup pada suhu kamar.

Pembuatan lilin aromaterapi dimulai dengan pelelehan 35 gram parafin menggunakan metode double-boiler hingga mencair sempurna. Kemudian, minyak jelantah yang telah dibeningkan sebanyak 35 ml ditambahkan ke dalam parafin cair dan diaduk hingga tercampur homogen. Bahan serai disiapkan sesuai variasi perlakuan: untuk V1 tidak digunakan serai, untuk V2 digunakan 20 gram potongan serai

ukuran 2 cm, untuk V3 digunakan 20 gram serai yang telah diblender menjadi serbuk halus, sedangkan untuk V4 digunakan 20 gram minyak serai hasil ekstraksi. Proses pencampuran dilakukan dengan menambahkan 1,5 cm pewarna crayon dan bahan serai sesuai perlakuan ke dalam campuran dasar, kemudian diaduk cepat agar terdispersi merata. Adonan lilin yang telah tercampur rata dituang ke dalam wadah yang telah dipasang sumbu di posisi tengah, dibiarkan mengeras, dan akhirnya sumbu dipotong sesuai tinggi wadah.

Disiapkan 3 uji cepat yang mudah yaitu intensitas aroma, burn time dan laju massa, serta uji anti-tomcat serai. Uji intensitas aroma dilakukan melalui panel organoleptik yang melibatkan 10 orang panelis. Setiap lilin dinyalakan terlebih dahulu selama 5 menit sebelum dievaluasi. Panelis kemudian diminta untuk memberikan skor intensitas aroma pada skala 1-6 dengan kriteria 1 untuk aroma sangat lemah dan 6 untuk aroma sangat kuat. Seluruh proses diulang untuk semua replikasi yang tersedia, dan skor dari setiap panelis untuk masing-masing lilin dicatat secara detail untuk selanjutnya dianalisis nilai rata-rata dan standar deviasinya.

Uji burn time dan laju kehilangan massa diawali dengan penimbangan massa setiap lilin dalam satuan gram sebelum pengujian. Lilin kemudian dinyalakan dan dibiarkan menyala terus menerus selama periode standar 60 menit atau hingga padam dengan sendirinya. Waktu pembakaran total dicatat apabila lilin dibakar hingga habis, atau dihentikan secara paksa setelah 60 menit. Setelah pembakaran, lilin ditimbang kembali untuk menghitung massa yang terbangun dan laju kehilangan massa dalam gram per jam. Prosedur yang sama dilaksanakan untuk semua replikasi yang tersedia.

Uji anti-tomcat serai dilakukan dengan menyiapkan empat variasi lilin aromaterapi serai, yaitu lilin tanpa serai, dengan potongan serai, bubuk serai, dan minyak serai. Lilin-lilin tersebut kemudian dinyalakan dalam wadah terpisah yang telah dilabeli, lalu dimasukkan tiga ekor tomcat yang telah diadaptasikan sebelumnya ke dalam setiap wadah. Observasi terhadap kondisi serangga dilakukan setiap 10 menit selama 60 menit. Data yang terkumpul dianalisis dengan menghitung waktu rata-rata hingga tomcat tidak bergerak. Efektivitas antar perlakuan kemudian dibandingkan berdasarkan hasil analisis data tersebut.

Pembuatan wadah lilin dari bahan bekas, alat dan bahan yang digunakan meliputi wadah minuman kaleng bekas, rantai sepeda motor bekas, bola tenis meja, kayu bekas, tutup pipa, potongan hollow baja ringan bekas, lem kuat, cat, serta peralatan pendukung seperti gerinda, gunting logam dan kuas. Proses pembuatan dimulai dengan rantai sepeda motor bekas yang dipotong dan dibentuk sesuai pola, kemudian direkatkan secara bertahap. Bola tenis meja direkatkan sebagai kepala pada ujung rangkaian rantai, lalu seluruh perakitan disatukan dengan potongan hollow baja ringan bekas hingga terbentuk siluet orang yang duduk di atas kursi. Struktur tersebut kemudian direkatkan pada papan kayu bekas yang berfungsi sebagai dasar, sementara tutup pipa dipasang sebagaiudukan lilin dengan perekatan yang kokoh. Tahap terakhir melibatkan pengecatan seluruh permukaan struktur untuk memperkuat estetika dan melindungi material dari korosi.

## **HASIL**

Berdasarkan dokumentasi visual proses pembenihan minyak jelantah, dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan bleaching earth 5% berhasil meningkatkan kualitas minyak secara signifikan. Secara visual, minyak yang awalnya berwarna gelap dan keruh akibat kandungan pigmen dan partikel koloid, berubah menjadi lebih jernih dan berwarna cokelat terang setelah melalui proses pemanasan dan filtrasi.



Gambar 2. Hasil Uji Pembeningan Minyak Jelantah

Hasil implementasi formula lilin yang terdiri dari parafin 35 g dan minyak jelantah yang telah dibeningkan 35 g. Penambahan serai sebesar 20 g kecuali sampel V1 sebagai kontrol tanpa serai dapat disimpulkan bahwa formulasi ini berhasil menghasilkan lilin aromaterapi yang memenuhi standar fungsional dan estetika.

Berdasarkan pengamatan terhadap nyala api dari keempat variasi lilin aromaterapi serai, dapat disimpulkan bahwa penambahan serai dalam berbagai bentuk tidak hanya mempengaruhi aroma tetapi juga karakteristik pembakarannya. V1 tanpa serai menunjukkan nyala yang kecil dan redup. Sebaliknya, V2 dengan potongan serai menampilkan nyala yang cukup besar dan lebih terang.



Gambar 3. Uji Nyala Api Biore Candle

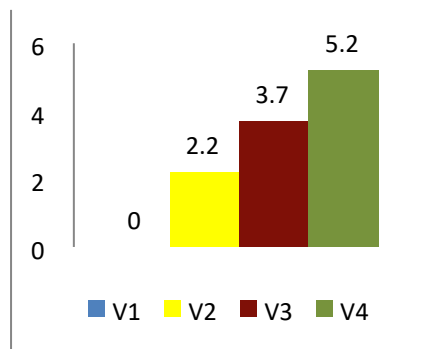
Sementara itu, V3 (bubuk serai) dan V4 (minyak serai) menunjukkan performa terbaik dengan nyala yang lebih stabil, terang, dan merata.

Tabel 1. Hasil Pengujian Burn Time dan Laju Kehilangan Massa Lilin

No.	Sampel	Massa Uji (g)			Waktu	
		Sebelum	Sesudah	Terbuang	Pembakaran	Kehilangan Massa
1	V1	194	193	1	60 menit	1
2	V2	54	52	2	60 menit	2
3	V3	55	53	2	60 menit	2
4	V4	207	205	2	60 menit	2

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh sampel lilin (V1-V4) menunjukkan waktu pembakaran yang konsisten selama 60 menit dengan karakteristik kehilangan massa yang berbeda. Lilin kontrol (V1) tanpa serai mencatat laju kehilangan massa terendah sebesar 1 g/jam. Sementara itu, ketiga variasi lilin dengan serai (V2-V4) menunjukkan laju kehilangan massa yang seragam sebesar 2 g/jam, meskipun memiliki massa awal yang berbeda-beda.





Gambar 4. Grafik Skor Uji Intensitas Aroma Serai pada Biore Candle

Berdasarkan hasil uji intensitas aroma yang dilakukan oleh 10 panelis, terlihat perbedaan yang jelas dalam persepsi aroma dari keempat variasi lilin. V1 (kontrol tanpa serai) secara konsisten dinilai sebagai “Tidak Tercium” (TT) oleh semua panelis dengan skor rata-rata intensitas aroma 0,0. V2 (potongan serai) mayoritas mendapat penilaian "Lemah" (L) dan "Cukup Lemah" (CL) dengan skor rata-rata intensitas aroma 2,2. Sebaliknya, V3 (bubuk serai) secara dominan dinilai "Cukup Kuat" (CK) dengan skor rata-rata intensitas aroma 3,7. V4 (minyak serai) mendapatkan penilaian tertinggi dengan skor rata-rata intensitas aroma 5,2.



Gambar 5. Uji Anti-Tomcat Menggunakan Biore Candle

Telah dilakukan observasi kondisi tomcat terhadap empat variasi lilin serai. Hasil observasi ini selama 60 menit menunjukkan perbedaan respons tomcat yang sangat mencolok terhadap setiap perlakuan. Pada menit ke-10, ketiga variasi lilin serai telah membuat tomcat menjadi "sedikit aktif", sementara pada V1 tomcat masih "aktif". Efek mematikan tercepat ditunjukkan oleh V2 (Potongan Serai) dan V4 (Minyak Serai) pada menit ke-50, lebih cepat dibandingkan V3 (Bubuk Serai) yang mencapai kondisi yang sama pada menit ke-60. Ketika lilin dimatikan pada akhir observasi, terlihat efek residual dimana tomcat pada V2 dan V3 menunjukkan sedikit pemulihan ("sedikit bergerak"), sementara pada V4 tomcat tetap dalam kondisi "lemas".

Tabel 2. Hasil Observasi Kondisi Tomcat terhadap Empat Variasi Lilin Serai

Menit	V1	V2	V3	V4
0	aktif	aktif	aktif	aktif
10	aktif	sedikit aktif	sedikit aktif	sedikit aktif
20	2 lemas, 1 aktif	sedikit bergerak	2 lemas, 1 aktif	2 lemas, 1 sedikit aktif
30	lemas	sedikit bergerak	mulai lemas	lemas
40	lemas	mulai tidak bergerak	lemas	mulai tidak bergerak

50	lemas	tidak bergerak	mulai tidak bergerak	tidak bergerak
60	lemas	tidak bergerak	tidak bergerak	tidak bergerak
Lilin dimatikan	sedikit aktif	sedikit bergerak	sedikit bergerak	lemas



Gambar 6. Wadah Bekas untuk Biore Candle

Pembuatan wadah lilin atau biore candle dari bahan-bahan bekas ini merupakan implementasi nyata dari prinsip daur ulang dan pemanfaatan ulang (*reuse*) yang berorientasi pada kelestarian lingkungan. Proses kreatif yang melibatkan berbagai material limbah seperti rantai sepeda motor, kaleng minuman, dan kayu bekas, tidak hanya mentransformasi benda tak terpakai menjadi produk fungsional-estetis, tetapi juga mengurangi beban sampah anorganik. Teknik perakitan yang diterapkan, mulai dari pembentukan siluet hingga pengeleman dan pengecatan, menunjukkan pendekatan handicraft yang mengutamakan ketahanan struktur dan visual. Hasil akhir yang diperoleh bukan sekadar wadah lilin, melainkan sebuah karya seni yang mengandung nilai *eco-art*.

## PEMBAHASAN

Perubahan visual minyak jelantah yang menjadi lebih jernih membuktikan efektivitas *bleaching earth* dalam mengadsorpsi zat warna dan pengotor.

Penambahan serai pada formulasi lilin menunjukkan pengaruh signifikan terhadap aroma dan karakteristik pembakaran. V1 menunjukkan pembakaran kurang optimal karena tidak adanya senyawa volatil tambahan. V2 menampilkan nyala lebih terang diduga karena pelepasan minyak atsiri. V3 dan V4 menunjukkan performa terbaik berkat luas permukaan bubuk yang besar serta tingginya konsentrasi minyak atsiri.

Konsistensi laju kehilangan massa pada V2–V4 mengindikasikan bahwa penambahan serai memberikan pengaruh yang setara terhadap konsumsi bahan bakar lilin. Peningkatan laju pembakaran diduga karena kandungan volatil dalam serai. Meskipun menurunkan efisiensi, keberadaan aroma terapi dan efek anti-tomcat memberikan nilai tambah fungsional.

Perbedaan intensitas aroma menunjukkan bahwa efektivitas pelepasan aroma meningkat seiring bentuk sediaan serai yang lebih halus dan terkonsentrasi. Minyak serai (V4) merupakan bentuk paling efektif dalam menghasilkan intensitas aroma optimal.

Hasil observasi tomcat membuktikan bahwa aroma dari semua bentuk olahan serai efektif sebagai bahan pengusir dan neurotoksik ringan. Kecepatan V2 dan V4 dalam melumpuhkan tomcat diduga karena pelepasan sitronellal dan geraniol lebih cepat. Efektivitas V4 yang tetap “lemas” setelah lilin dimatikan menunjukkan potensi toksisitas yang lebih kuat dan persisten.

Implementasi wadah lilin dari limbah menunjukkan pendekatan *eco-art* yang memperlihatkan kreativitas sekaligus edukasi mengenai nilai tambah limbah melalui inovasi.

## SIMPULAN

Berdasarkan seluruh penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembuatan biore candle dari minyak jelantah dan parafin dengan penambahan sereh dalam berbagai bentuk berhasil menghasilkan lilin aromaterapi multifungsi yang efektif, estetis, dan ramah lingkungan. Hasil uji anti-tomcat secara khusus membuktikan bahwa ketiga variasi lilin serai (potongan, bubuk, dan minyak esensial) efektif menekan aktivitas tomcat, dengan kecepatan dan efektivitas tertinggi ditunjukkan oleh lilin minyak serai (V4) yang mampu melumpuhkan tomcat dalam 50 menit dan menunjukkan efek residu terkuat tanpa pemulihan aktivitas setelah lilin dimatikan. Temuan ini, ditambah dengan performa aroma terkuat pada V4 serta pemanfaatan kreatif wadah bekas yang menerapkan prinsip daur ulang, mengonfirmasi bahwa inovasi ini tidak hanya memberikan solusi pemanfaatan limbah, tetapi juga menawarkan produk aromaterapi yang sekaligus berfungsi sebagai pengendali hama tomcat yang alami dan berkelanjutan. Berdasarkan hasil penelitian, saran utama untuk pengembangan lebih lanjut adalah melakukan optimasi konsentrasi minyak serai serta diperlukan analisis kimia lanjutan menggunakan GC-MS untuk mengidentifikasi senyawa volatil.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, F., Zaidi, S. S., & Ansari, M. S. (2020). Ecological impacts of synthetic pesticides and its alternative management strategies. In *Pesticides in Crop Production* (pp. 1–20). Wiley.
- Andriani, S., & Septiani, N. (2023). The Potency of Lemongrass Essential Oil (*Cymbopogon citratus*) as a Natural Insect Repellent: A Review. *Journal of Tropical Biodiversity*, 8(1), jtbb76231.
- Fatimah, S., et al. (2022). Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Pembuatan Lilin Aromaterapi dengan Penambahan Essential Oil. *Jurnal Kimia Terapan*, 15(2), 45–56.
- Felipe, C. F. B., et al. (2022). Phytochemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil against *Aedes aegypti*. *Natural Product Research*, 36(5), 1350–1354.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) RI. (2022). *Laporan Statistik Pengelolaan Limbah Domestik Indonesia Tahun 2021*. Jakarta: Kementerian LHK.
- Khoirunnisa, S. N., Trisyono, Y. A., & Martono, E. (2023). The Risk of Insecticide Resistance and Its Management on Urban Pest Control. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 27(1), 1–10.
- Kumar, P., et al. (2021). Botanical insecticides and repellents: the past, present, and future. In *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control* (pp. 23–42). Academic Press.
- Nugroho, H., Listiawan, M. Y., & Hindritiani, S. (2022). *Paederus Dermatitis: An Overview of Clinical Manifestations and Management*. *Dermatology Reports*, 14(1), 9396.
- Prasetya, A., et al. (2023). Potensi Daur Ulang Limbah Logam dan Kontribusinya terhadap Pengurangan Beban Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 45–58.
- Sari, N. P., et al. (2021). Dampak Pembuangan Minyak Jelantah terhadap Kualitas Air dan Alternatif Penanganannya: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(2), 123–134.