

SKRIPSI

**UJI REPELENSI DAN ANTIFEEDANT MINYAK ATSIRI
Eucalyptus globulus Labill. PADA BEBERAPA DOSIS
TERHADAP LARVA *Tenebrio molitor* L.
(COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)**

***REPELLENCY AND ANTIFEEDANT TEST OF
Eucalyptus globulus* Labill. ESSENTIAL OIL AT SEVERAL
DOSAGES ON *Tenebrio molitor* L. LARVAE
(COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)**



**SALAHUDIN ALFAIZ
05081282126051**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

SALAHUDIN ALFAIZ, Repellency and Antifeedant Test of *Eucalyptus globulus* Labill. Essential Oil at Several Dosages on *Tenebrio molitor* L. Larvae (Coleoptera : Tenebrionidae) (Supervisor by **ARINAFRIL**).

Yield loss in stored products due to pest infestation is one of the problems that can often reduce the quality and quantity of stored products (grains, cereals, etc.). *Tenebrio molitor* is one of the most common pests found in stored products. An alternative to control pest that attack stored products can be done by utilizing essential oils from *Eucalyptus globulus* plants. *E. globulus* has secondary metabolic compounds that have toxic, antifeedant, and repellency effects on insects. This study aims to determine the impact of *E. globulus* essential oil application on *T. molitor* larvae.

The location of this study was at PERUM BULOG South Sumatra Regional Division from July to December 2024. The study was used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 1 control, which was repeated 4 times. The dosages were used 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, and 3.5%. The application method is done with the help of filter paper formed into a round, inserted into the dosing solution and applied to the olfactometer arm.

The results showed that 3% and 3.5% dosages showed the highest repellency with a value of 60%. The highest antifeedant effect was observed at the 3.5% application dosages with an FDI value of 72.71%. The highest average mortality value against *T. molitor* was at the 3.5% application dosages with a mortality percentage value of 90%. The LD₅₀ value was decrease with the LD₅₀ value on day 15 is 1.25 %/10 g. Probit analysis showed the fastest increase in mortality occurred at dosages of 1.5% to 2%.

Based on this study, the best application dosages are 3.5% because it has the highest repellency value (60%), the highest antifeedant (72.71%) and the highest mortality (90%). In future studies it is recommended to test *E. globulus* essential oil with the same dosages but on different test insects.

Keywords: FDI; Repellent; *Eucalyptus oil*

RINGKASAN

SALAHUDIN ALFAIZ, Uji Repelensi dan Antifeedant Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus* Labill. pada Beberapa Dosis Terhadap Larva *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae) (Dibimbing oleh **ARINAFRIL**).

Kehilangan hasil pada produk yang disimpan didalam gudang akibat serangan hama merupakan salah satu masalah yang seringkali dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produk yang disimpan (biji-bijian, sereal, dan sebagainya). *Tenebrio molitor* merupakan salah satu hama yang umum ditemukan pada produk yang disimpan. Alternatif pengendalian serangga yang menyerang produk yang disimpan dapat dilakukan dengan memanfaatkan minyak atsiri dari tanaman *Eucalyptus globulus*. *E. globulus* mempunyai senyawa metabolik sekunder yang memiliki efek toksik, antifeedant, dan repelensi terhadap serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak pengaplikasian minyak atsiri *E. globulus* terhadap larva *T. molitor*.

Lokasi dilakukannya penelitian ini adalah di PERUM BULOG Divisi Regional Sumatera Selatan pada bulan Juli sampai Desember 2024. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 1 kontrol, yang diulang sebanyak 4 kali. Dosis yang digunakan adalah 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%. Metode aplikasi dilakukan dengan bantuan kertas saring yang dibentuk bulat, dimasukkan kedalam larutan dosis dan diaplikasikan pada lengan olfaktometer.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dosis 3% dan 3,5% menunjukkan repelensi tertinggi dengan nilai yaitu 60%. Efek antifeedant tertinggi teramati pada dosis aplikasi 3,5 % dengan nilai FDI 72,71%. Nilai rata-rata mortalitas tertinggi terhadap *T. molitor* berada pada dosis aplikasi 3,5% dengan nilai persentase mortalitas yaitu 90%. Nilai LD₅₀ semakin hari akan menurun dengan nilai LD₅₀ pada hari ke-15 adalah 1,25 %/10 g. Analisa probit menunjukkan peningkatan kematian tercepat terjadi pada dosis 1,5% hingga 2%.

Berdasarkan penelitian ini dosis aplikasi terbaik adalah 3,5% karena memiliki nilai repelensi tertinggi (60%), antifeedant tertinggi (72,71%) dan mortalitas tertinggi (90%). Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji minyak atsiri *E. globulus* dengan dosis yang sama, akan tetapi pada serangga uji yang berbeda

Keywords: FDI, Daya tolak, Minyak kayu putih

SKRIPSI

**UJI REPELENSI DAN ANTIFEEDANT MINYAK ATSIRI
Eucalyptus globulus Labill. PADA BEBERAPA DOSIS
TERHADAP LARVA *Tenebrio molitor* L.
(COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)**

***REPELLENCY AND ANTIFEEDANT TEST OF
Eucalyptus globulus* Labill. ESSENTIAL OIL AT SEVERAL
DOSAGES ON *Tenebrio molitor* L. LARVAE
(COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**



**SALAHUDIN ALFAIZ
05081282126051**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI REPELENSI DAN ANTIFEEDANT MINYAK ATSIRI
Eucalyptus globulus Labill. PADA BEBERAPA DOSIS
TERHADAP LARVA *Tenebrio molitor* L.
(COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)

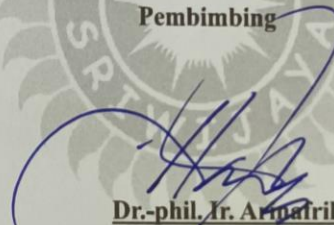
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Salahudin Alfaiz
05081282126051

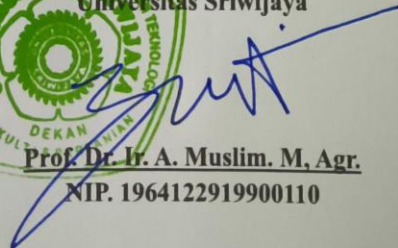
Indralaya, Desember 2024
Pembimbing


Dr.-phil. Ir. Armatril
NIP. 196504061990031003

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya




Prof. Dr. Ir. A. Muslim. M, Agr.
NIP. 1964122919900110

Skripsi dengan judul "Uji Repelensi dan Antifeedant Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus* pada Beberapa Dosis Terhadap Larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)" oleh Salahudin Alfaiz telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr.-phil. Ir. Arinafril
NIP 196504061990031003

Ketua Panitia (.....)

2. Oktaviani, S.P., M.Si
NIP 199810312023212005

Sekretaris Panitia (.....)

3. Prof. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S.
NIP 196205181987032002

Ketua Penguji (.....)

4. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si
NIP 196510201992032001

Anggota Penguji (.....)

Indralaya, Desember 2024

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP 196510201992032001



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salahudin Alfaiz

Nim : 05081282126051

Judul : Uji Repelensi dan Antifeedant Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus* Labill.
pada Beberapa Dosis Terhadap Larva *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera :
Tenebrionidae)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang diamati di dalam laporan skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2024



Salahudin Alfaiz
05081282126051

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 10 Agustus 2003 di Desa Suka Menang, Kecamatan Gelumbang, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak ke-dua dari dua bersaudara, lahir dari pasangan Habib dan Aisyah. Pendidikan yang ditempuh penulis dimulai dari SD Negeri 21 Gelumbang. Setelah tamat dari SD penulis melanjutkan pendidikan ke SMP N 1 Gelumbang, selanjutnya penulis melanjutkan ke SMAN 1 Gelumbang. Pada tahun 2021, penulis lulus dari SMA dan mengikuti Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Melalui seleksi tersebut, ia diterima sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, dengan program studi Proteksi Tanaman

Pada tahun ajaran 2023/2024 penulis tercatat menjabat sebagai Ketua Department Bidang Akademi dan Prestasi HIMAPRO (Himpunan Mahasiswa Proteksi). Penulis pernah menjadi bagian anggota BO KURMA dan berhasil menjadi sekretaris manajer di bidang KOMINFO. Penulis juga tercatat sebagai asisten Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada semester ganjil 2023/2024.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Repelensi dan Antifeedant Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus* Labill. pada Beberapa Dosis Terhadap Larva *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae)” Sholawat serta Salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw., keluarga, dan sahabatnya hingga akhir zaman. Skripsi ini di susun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pertanian pada program hama penyakit tumbuhan di Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan telah memberikan dukungan pada penelitian ini.

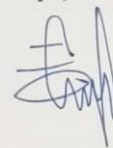
Ucapan terimakasih ini penulis tujukkan kepada:

1. Bapak Habib dan Ibu Aisyah selaku kedua orang tua penulis yang telah sepenuh hati dalam membesarkan, mendidik, memberikan semangat dan dukungan kepada penulis
2. Bapak Dr.-phil. Ir. Arinafril selaku pembimbing skripsi yang selalu senantiasa membimbing, memotivasi, membuka pikiran, dan memberikan wawasan kepada penulis selama penelitian & pembuatan makalah skripsi berlangsung.
3. Seluruh bapak/ibu dosen tenaga pendidik yang ada di lingkungan Program Studi Proteksi Tanaman Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang telah diberikan
4. Bapak Ramonda (Bos Monda), Kak Refa, Kak Risky, Kak Ridho, Kak Totok, Kak Bobot dan semua yang ada di Komplek Pergudangan 8 Ilir Palembang yang telah menerima, membimbing selama di BULOG.
5. Teman-teman seperjuangan selama pelaksanaan skripsi di BULOG yaitu Darma dan Dwiki.
6. Teman yang kebersamai penulis dalam menyusun laporan skripsi ini Bella, Tiyas, Safira.

7. Seluruh anggota grup Protektor 21 yang telah menemani penulis dalam pelaksanaan skripsi.
8. Seluruh teman di angkatan 2021 Proteksi Tanaman yang telah bersama selama penulisan skripsi.
9. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Terlepas dari itu semua penulis menyadari masih banyak memiliki kekurangan, penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan pihak lain yang berkepentingan.

Indralaya, Desember 2024



Salahudin Alfaiz
05081282126051

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Klasifikasi Eucalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	3
2.2 Tanaman Eucalyptus.....	4
2.3 Potensi Minyak Atsiri <i>E. globulus</i>	4
2.4 Klasifikasi <i>T.molitor</i>	5
2.5 Siklus Hidup	5
2.5.1 Telur	5
2.5.2 Larva	6
2.5.3 Pupa.....	7
2.5.4 Imago	7
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	9
3.1 Waktu dan Tempat.....	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Rancangan Penelitian	9
3.4 Cara Kerja.....	9
3.4.1 Pemeliharaan Larva <i>T. molitor</i>	9
3.4.2 Pengenceran Minyak Atsiri <i>E. globulus</i>	10
3.4.3 Pembuatan Olfaktometer	10

3.4.4 Pengaplikasian Minyak Atsiri <i>E. globulus</i>	10
3.4.5 Pengamatan	11
3.5 Parameter	11
3.5.1 Indeks Repelensi	11
3.5.2 Mortalitas <i>T. molitor</i>	11
3.5.3 Indeks Antifeedant	12
3.5.4 Nilai LD ₅₀ (%/10 gram).....	12
3.6 Analisa Data	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Hasil.....	13
4.1.1 Mortalitas	13
4.1.2 Indeks Repelensi	13
4.1.3 Indeks Antifeedant	14
4.1.4 LD ₅₀ (%/10 gram).....	14
4.1.5 Analisa Probit.....	15
4.2 Pembahasan	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN.....	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daun <i>Eucalyptus globulus</i>	3
Gambar 2.2 Telur <i>T. molitor</i>	6
Gambar 2.3 Larva <i>T. molitor</i>	6
Gambar 2.4 Pupa <i>T. molitor</i>	7
Gambar 2.5 Imago <i>T. molitor</i>	7
Gambar 4.1 Mortaliats larva <i>T. molitor</i> selama 15 hari setelah aplikasi.....	13
Gambar 4.2 Grafik probit pada hari ke-15 setelah aplikasi	16

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Nilai indeks repelensi minyak atsiri <i>E. globulus</i> terhadap larva <i>T.molitor</i> pada hari ke-15	14
Tabel 4.2 Nilai FDI minyak atsiri <i>E. globulus</i> terhadap larva <i>T. molitor</i> pada hari ke-15	14
Tabel 4.3 Nilai LD ₅₀ minyak atsiri <i>E. globulus</i> terhadap larva <i>T. molitor</i> selama 15 hari pengamatan.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data mentah mortalitas	25
Lampiran 2. Data persentase mortalitas	25
Lampiran 3. Data mentah indeks repelensi pada hari ke-15	26
Lampiran 4. Data perhitungan indeks repelensi.....	27
Lampiran 5. Data mentah indeks antifeedant.....	28
Lampiran 6. Data perhitungan indeks antifeedant	28

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangan adalah salah satu kebutuhan primer bagi setiap manusia untuk menopang kehidupan. Biji-bijian dan kacang-kacangan memainkan peran penting dalam mengatasi masalah kerawanan pangan karena merupakan produk makanan yang paling umum dikonsumsi dan disimpan di seluruh dunia. Dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan, berbagai teknologi penyimpanan telah dikembangkan untuk mengurangi dampak kerusakan dan hilangnya produk dalam penyimpanan (Haryadi, 2010). Munculnya hama pada produk yang disimpan merupakan masalah serius. Menurut Ahmad *et al.* (2022) kerugian akibat serangan hama pada produk yang disimpan mencapai hampir 9% di negara maju hingga hampir 20% atau lebih di negara berkembang.

Tenebrio molitor (Coleoptera : Tenebrionidae) adalah serangga yang menyebabkan kerusakan pada biji-bijian, sereal, dan produk penyimpanan lainnya dengan distribusi penyebaran hingga di seluruh dunia. Selain itu, *T. molitor* memiliki siklus hidup yang sangat bervariasi dan kompleks karena tingkat fleksibilitas dan mekanismenya yang besar untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungannya, yang bervariasi tergantung pada tahap perkembangannya. *T. molitor* sering digunakan dalam penelitian biologi sebagai spesies model untuk mendukung fakta biologis karena mudah dipelihara dan diperbanyak dengan biaya rendah (Ramli *et al.*, 2024; Garcia *et al.*, 2003).

Untuk mengendalikan hama produk yang disimpan pada umumnya dapat dilakukan dengan cara kimiawi, yaitu menggunakan insektisida sintetis atau fumigan. Namun, aplikasi fumigan pada produk yang disimpan akan berdampak negatif seperti menyebabkan kontaminasi bahan yang disimpan, memicu terbentuknya ketahanan hama, dan berpengaruh pada kesehatan manusia (Widayanti *et al.*, 2017). Sebagai alternatif pengendalian hama pada produk yang disimpan yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia, dapat dilakukan dengan memanfaatkan minyak atsiri dari tanaman. Minyak atsiri melepaskan berbagai jenis senyawa organik mudah menguap (Nematollahi *et al.*,

2018). Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah minyak katu putih. Senyawa yang paling penting dan khas dalam minyak kayu putih adalah 1,8-cineole. Keberadaan senyawa tersebut dapat membuat berbagai sifat insektisida muncul terhadap hama (Batish *et al.*, 2008).

Dalam studi Haouel *et al.* (2012) penggunaan minyak esensial eucalyptus pada dosis 78,95 μ/l udara memiliki nilai mortalitas tertinggi 100% terhadap *Bruchus lentis* setelah 18 jam terpapar *Eucalyptus camaldulensis* dan minyak esensial *Eucalyptus leucoxydon*. Sementara itu, *Callosobruchus maculatus* dan *Bruchus rufimanus* masing-masing mengalami kematian sebesar 93,33% dan 90% setelah 24 jam terpapar minyak esensial *E. camaldulensis*. Studi lain mengungkapkan bahwa penggunaan minyak esensial Eucalyptus dapat bertindak sebagai *repellent* terhadap *Sitophilus zeamais* (Rismayani *et al.*, 2022). Berdasarkan potensi minyak atsiri dalam pengendalian hama produk yang disimpan, penting dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi minyak atsiri *E. globulus* terhadap larva *T. molitor*.

1.2 Rumusan Masalah

Belum diketahuinya dampak pengaplikasian minyak atsiri *E. globulus* terhadap larva *T. molitor*.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui dampak pengaplikasian minyak atsiri *E. globulus* terhadap larva *T. molitor*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diusulkan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri *E. globulus* dapat bertindak sebagai repelensi, antifeedant, dan toksik terhadap larva *T. molitor*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk berkontribusi pada ilmu pengetahuan berupa informasi tambahan tentang penggunaan minyak atsiri *E. globulus* terhadap larva *T. molitor*.

DAFTAR PUSTAKA

- Acgarwal, K. K., Tripathi, A. K., Prajapati, V., & Kumar, S. .2001. Toxicity of 1,8-cineole towards three species of stored product coleopterans. *Insect Science and Its Application*, 21(2), 155–160.
- Badke, M. R., Barbieri, R. L., Cogo, S. B., Essi, L., Titonelli, N. A., Augusto, R., Felipe, L., Lopes, D., Reisdorfer, A. P., Sehnem, D., Mara, L., Schimith, M. D., Cristina, I., Sousa, A. De, Tânia, A., Sampaio, L., Franco, G. P., Piexak, D. R., Tereza, H., Emanuel, G. 2021. Natural Resources for Therapeutic Use: Evidence from Brazil. *Journal of Nursing & Health Sciences Natural*, 7(1), 24-34
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., & Kaur, S. 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256(12), 2166–2174.
- Čmiková, N., Galovičová, L., Schwarzová, M., Vukic, M. D., Vukovic, N. L., Kowalczewski, P. Ł., Bakay, L., Kluz, M. I., Puchalski, C., & Kačániová, M. 2023. Chemical composition and biological activities of *Eucalyptus globulus* essential oil. *Plants*, 12(5).
- De Tavares, W. S., De Freitas, S. S., Graef, C. F. F., De Menezes, C. W. G., De Pereira, A. I. A., De Assis Júnior, S. L., Graziotti, G. H., & Zanuncio, J. C. 2013. *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) as a guinea pig for the analysis of the toxicity of natural products. *Vie et Milieu*, 63(3–4), 193–204.
- Ebadollahi, A. 2010. Antifeedant activity of essential oils from *Eucalyptus globulus* Labill and *Lavandula stoechas* L. on *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biharean Biologist*, 5(1), 8–10.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2024. Clasification of *Eucalyptus globulus* Labill. <https://www.gbif.org/species/3176787> [Diakses tanggal 18 September 2024]
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2024. Clasification of *Tenebrio molitor* Linnaeus. <https://www.gbif.org/species/1045843> [Diakses tanggal 18 September 2024]
- Ghaly, A. E., & Alkoaik, F. N. 2009. The yellow mealworm as a novel source of protein. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(4), 319–331.
- Gosal, L., & Hosang, M. 2022. Kajian potensi minyak atsiri (*volatile organic compounds*) sebagai salah satu pengendali hama tanaman. *Jurnal Bios Logos*, 12(2), 149.
- Hikal, W. M., Baeshen, R. S., & Said-Al Ahl, H. A. H. (2017). Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*, 3(1), 1404274.
- Isman, M. B., Koul, O., Luczynski, A., & Kaminski, J. (1990). Bioactivities and azadirachtin content of neem oils. *J. Agric. Food Chem.*, 1981, 1406–1411.

- James, S. A., & Bell, D. T. 2001. Leaf morphological and anatomical characteristics of heteroblastic *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* (Myrtaceae). *Australian Journal of Botany*, 49(2), 259–269.
- Jeyasankar, A. 2012. Antifeedant, insecticidal and growth inhibitory activities of selected plant oils on black cutworm, *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(SUPPL.1),
- Jiang, H., Zhang, Y., Zhang, L., Mao, L., Zhao, Z., & Sial, M. U. 2024. Studying the phenomenon of hormesis and its effect on Insects. *Entomology and Applied Science Letters*, 11(1), 8–16.
- Luís, Â., Duarte, A., Gominho, J., Domingues, F., & Duarte, A. P. 2016. Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils. *Industrial Crops and Products*, 79, 274–282.
- Luqman, B. A., & Yuliani, Y. 2023. Efektifitas ekstrak campuran daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap mortalitas *Spodoptera litura* F. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2), 179–185.
- Mariod, A. A., Saeed Mirghani, M. E., & Hussein, I. 2017. *Tenebrio molitor* mealworm. *Unconventional Oilseeds and Oil Sources*, December, 331–336.
- Mishrm, B. B., Tripathi, S. P., & Tripathi, C. P. M. 2012. Repellent effect of leaves essential oils from *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) and *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) against two major stored grain insect pests of Coleopterons. *Journal of Nature and Science*, 10(2), 50–54.
- Morales-Ramos, J. A., Kay, S., Guadalupe Rojas, M., Shapiro-Ilan, D. I., & Tedders, W. L. 2015. Morphometric analysis of instar variation in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 108(2), 146–159.
- Mossa, A. T. H. 2016. Green Pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(5), 354–378.
- Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C., Bekele, J., & Hassanali, A. 1997. Biological activity of 1,8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *Journal of Applied Entomology*, 121(4), 237–243.
- Ong, S. Y., Zainab-L, I., Pyary, S., & Sudesh, K. 2018. A novel biological recovery approach for PHA employing selective digestion of bacterial biomass in animals. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(5), 2117–2127.
- Onyeocha, V. O. O., & Onuchukwu, A. I. 2024. A review on solvents - dilute, dissolve and disperse. *Journal of Material Sciences & Manufacturing Research*, 5(2), 1–6.
- Orwa, Colin E. Hughes, Hawaii, & Maui. 2009. *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. 1–5.

- Park, J. Bin, Choi, W. H., Kim, S. H., Jin, H. J., Han, Y. S., Lee, Y. S., & Kim, N. J. 2014. Developmental characteristics of *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different instars. *International Journal of Industrial Entomology*, 28(1), 5–9.
- Ramli, N. H., Bozdoğan, H., & Yaakop, S. 2024. The effect of elevated CO₂ on life cycle of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Serangga 2024*, 29(1), 80–94.
- Rismayani, Rohimatun, Mardiningsih, T. L., & Rizal, M. 2022. The potential of essential oils *Eucalyptus citriodora* and *Artemisia vulgaris* against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1).
- Sari, D. K., & Cahyono, E. 2016. Isolasi 1,8-Sineol dari minyak kayuputih dan uji aktivitasnya sebagai fumigan *Sitophilus oryzae*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(1), 1–5.
- Sharma, S., Sushma, & Nishtha,. 2021. A Review on *Eucalyptus globulus* – an authentic herb. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33, 107–114.
- Sheikh, Z., Amani, A., Basseri, H. R., Kazemi, S. H. M., Sedaghat, M. M., Azam, K., Azizi, M., & Amirmohammadi, F. 2021. Repellent efficacy of *Eucalyptus globulus* and *Syzygium aromaticum* essential oils against malaria vector, *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Iranian Journal of Public Health*, 50(8), 1668–1677.
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., & Jędras, M. 2013. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor*) as European novel food. *Agricultural Sciences*, 04(06), 287–291.
- Silva, A. P. N., Chagas, C. F., de Andrade Alves, E. L., de Castro Carvalho, V., & Haddi, K. 2024. Temperature effects on the hormetic response of *Myzus persicae* after sublethal exposure to insecticides. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5(1), 1–13.
- Spang, B. 2013. Insects as food: Assessing the food conversion efficiency of the mealworm (*Tenebrio molitor*). *December*, 67.
- Subagiya, Sulistyono, A., & Nurchasanah, U. 2018. Toksisitas biji *Annona squamosa* terhadap kumbang tepung (*Tribolium castaneum*) pada tepung gandum. *Agrosains*, 20(1), 19–23.
- Sutriyono, Wulandari, M., Panggabean, F. H., Rahayu, S., & Kinanti, A. 2022. Pengaruh berbagai pestisida nabati terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan Ke-5 Tahun 2022*, 489–496. 2
- Syahrulawal, L., Torske, M. O., Sapkota, R., Næss, G., & Khanal, P. 2023. Improving the nutritional values of yellow mealworm *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae as an animal feed ingredient: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14(1), 1–18.

- Wang, Y., Shi, M., Hou, X., Meng, S., Zhang, F., & Ma, J. 2014. Adaptation of the egg of the desert beetle, *Microdera punctipennis* (Coleoptera: Tenebrionidae), to arid environment. *Journal of Insect Science*, 14(1), 1–8.
- Widiyaningrum, P., Indriyanti, D. R., Priyono, B., Asiyah, N., Lulu, P., & Putri, F. 2020. Antifeedant effect of some medicinal plant extracts against rice weevil. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(7), 953–958.