

Bioaktivitas Empat Tepung Daun Sebagai Insektisida Nabati terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus*

*Bioactivity of Four Types of Leaf Powder as Botanical Insecticides against the Subterranean Termite *Coptotermes curvignathus**

Azwana^{1*} & Jamilah Nasution²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Medan Area, Indonesia

Disubmit: 30 Juni 2026; Direview: 01 Juli 2026; Disetujui: 24 Juli 2026

*Corresponding Email: azwananst@gmail.com

Abstrak

Rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren merupakan hama yang sulit dikendalikan karena hidup secara tersembunyi di dalam tanah dan material berkayu. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas tepung daun sirsak, kemangi, serai wangi, dan cengkeh sebagai insektisida nabati terhadap *Coptotermes curvignathus*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor yang terdiri atas 13 perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan mencakup kontrol serta empat jenis tepung daun dengan dosis 20, 30, dan 40 g per 100 g pakan berupa pelepah kelapa sawit lapuk. Setiap unit percobaan menggunakan 10 ekor kasta rayap pekerja. Parameter yang diamati meliputi mortalitas, dan morfologi, konsumsi pakan, dosis Lethal Dosis dan LT Lethal Time (LD_{50}), dan waktu Lethal Dosis dan LT Lethal Time (LT_{50}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung daun sirsak, serai wangi, dan cengkeh dosis 40 g per 100 g pakan menghasilkan mortalitas 100% pada 3 hari setelah aplikasi. Tepung daun cengkeh dosis 40 g memberikan respons terbaik dengan mortalitas awal sebesar 42,86% dan konsumsi pakan terendah sebesar 0,7%. Daun cengkeh juga menghasilkan LD_{50} terendah, yaitu 11,06 g per 100 g pakan, dan LT_{50} tercepat, yaitu 1,94 hari. Dengan demikian, tepung daun cengkeh merupakan bahan paling prospektif untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati terhadap *Coptotermes curvignathus*. Efektivitasnya masih perlu dikonfirmasi melalui bioasai terstandar karena mortalitas kontrol relatif tinggi.

Kata Kunci: Bioaktivitas; Dosis Letal; Metabolit Sekunder; Mortalitas; Penghambatan Makan

Abstract

Coptotermes curvignathus Holmgren ground termite is a pest that is difficult to control because it lives hidden in soil and woody materials. This study aims to evaluate the effectiveness of soursop leaf flour, basil, citronella, and cloves as a plant-based insecticide against *Coptotermes curvignathus*. The study used a complete two-factor randomized design consisting of 13 treatments and three replicates. The treatment included control and four types of leaf meal with doses of 20, 30, and 40 g per 100 g of feed in the form of weathered palm fronds. Each experimental unit used 10 worker termite castes. The parameters observed included mortality, and morphology, feed consumption, Lethal Dose and LT Lethal Time (LD_{50}), and Lethal Dose time and LT Lethal Time (LT_{50}). The results showed that soursop leaf flour, citronella, and cloves at a dose of 40 g per 100 g of feed resulted in 100% mortality at 3 days after application. Clove leaf flour at a dose of 40 g provided the best response with an initial mortality of 42.86% and the lowest feed consumption of 0.7%. Clove leaves also produce the lowest LD_{50} , which is 11.06 g per 100 g of feed, and the fastest LT_{50} , which is 1.94 days. Thus, clove leaf flour is the most prospective ingredient to be developed as a vegetable insecticide against *Coptotermes curvignathus*. Its effectiveness still needs to be confirmed through standardized bioassays because control mortality is relatively high.

Keywords: Antifeedant Activity; Bioactivity; Lethal Dose; Mortality; Secondary Metabolites.

How to Cite: Azwana & Nasution, J. (2026). Bioaktivitas Empat Tepung Daun Sebagai Insektisida Nabati terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus*. *Journal of Natural Sciences*. 7 (2): 189-200



PENDAHULUAN

Rayap berperan penting sebagai dekomposer bahan lignoselulosa dan membantu daur hara. Namun, pada ekosistem budidaya, rayap dapat menjadi hama ketika menyerang akar, batang, pangkal pelepah, bibit perkebunan, dan material berkayu. Salah satu spesies yang merugikan adalah rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren yang banyak ditemukan di kawasan tropis Asia Tenggara. Spesies ini dikenal menyerang tanaman kehutanan dan perkebunan. Interaksi kimia antara tumbuhan dan rayap ditunjukkan oleh kemampuan ekstrak bagian tumbuhan dalam memengaruhi ketertarikan, aktivitas makan, dan mortalitas *Coptotermes curvignathus* (Ayu *et al.*, 2023; Arinana *et al.*, 2024).

Pengendalian rayap masih banyak menggunakan termitisida sintetis. Meskipun efektif, penggunaannya berisiko meninggalkan residu, mencemari lingkungan, dan memengaruhi organisme nontarget. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah insektisida nabati berbahan tumbuhan. Tumbuhan menghasilkan metabolit sekunder, seperti minyak atsiri, fenolik, terpenoid, alkaloid, dan asetogenin, yang dapat berperan sebagai racun kontak, fumigan, penolak, atau penghambat makan. Pemanfaatannya masih menghadapi kendala berupa komposisi bahan aktif yang bervariasi, mudah menguap, dan kurang stabil selama penyimpanan (Gupta *et al.*, 2023; Ayllón-Gutiérrez *et al.*, 2024).

Beberapa penelitian telah membuktikan aktivitas antirayap dari bahan tumbuhan. Ekstrak kayu teras *Calophyllum inophyllum* dan ekstrak daun *Cinnamomum parthenoxylon* dilaporkan meningkatkan mortalitas serta menurunkan konsumsi pakan *Coptotermes curvignathus* (Widiyaningrum *et al.*, 2023; Azis & Hut, 2026). Minyak atsiri tumbuhan juga menunjukkan aktivitas termitisida terhadap *Odontotermes assamensis* (Pandey *et al.*, 2012). Ekstrak dan minyak atsiri cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang kaya eugenol diketahui memiliki efek toksik dan penolak terhadap rayap (Simangungsong & Dirhamsyah, 2022; Musfirah, 2024; Chantarapitak *et al.*, 2025). Selain itu, ekstrak akar kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) dilaporkan memengaruhi ketertarikan dan mortalitas *Coptotermes curvignathus* (Arinana *et al.*, 2024).

Sebagian besar penelitian tersebut menggunakan ekstrak atau minyak atsiri yang memerlukan pelarut dan proses penyulingan. Penelitian ini menggunakan tepung daun yang lebih sederhana dalam pembuatannya dan berpotensi memanfaatkan biomassa

lokal. Kajian yang membandingkan tepung daun sirsak (*Annona muricata*), kemangi (*Ocimum basilicum*), serai wangi (*Cymbopogon nardus*), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) pada kondisi pengujian yang sama masih terbatas. Penelitian ini bertujuan membandingkan pengaruh jenis dan dosis tepung daun terhadap mortalitas dan konsumsi pakan *Coptotermes curvignathus* serta mengestimasi LD₅₀ dan LT₅₀. Peningkatan dosis diduga meningkatkan mortalitas dan menurunkan konsumsi pakan, dengan bioaktivitas tertinggi diperkirakan berasal dari daun cengkeh.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Februari 2026 di Laboratorium Proteksi, Universitas Medan Area. Rayap diperoleh dari pelepah kelapa sawit lapuk di lahan pertanian, Universitas Medan Area.

Preparasi Tepung Daun

Masing-masing daun sebanyak 5 kg dicuci, ditiriskan, dan dipotong berukuran sekitar 2–3 cm. Bahan dikeringanginkan selama kurang lebih tiga hari tanpa paparan langsung sinar matahari, kemudian ditumbuk dan diayak hingga berukuran 200 mesh. Tepung disimpan dalam wadah tertutup sampai digunakan. Untuk meningkatkan keterulangan, penelitian berikutnya perlu melaporkan kadar air akhir, rendemen tepung, lama penyimpanan, suhu penyimpanan, serta profil senyawa aktif.

Parameter Pengamatan

1. Persentase mortalitas rayap

Mortalitas rayap diamati dengan menghitung jumlah individu yang mati pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan mulai 1 hari setelah aplikasi (HSA) dengan interval 24 jam hingga akhir periode pengamatan atau sampai mortalitas mencapai 100%. Persentase mortalitas dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{Mortalitas} = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

M = persentase mortalitas rayap (%);

a = jumlah rayap yang mati;

b = jumlah rayap yang masih hidup.



2. Perubahan morfologi dan tingkah laku rayap

Perubahan morfologi dan tingkah laku *Coptotermes curvignathus* Holmgren diamati mulai 1 HSA dengan interval 24 jam. Pengamatan tingkah laku meliputi aktivitas pergerakan dan respons makan, sedangkan perubahan morfologi meliputi perubahan warna, bentuk, dan kekakuan tubuh rayap. Hasil pengamatan dicatat secara deskriptif pada setiap perlakuan.

3. Koreksi mortalitas menggunakan rumus Abbott

Apabila ditemukan kematian rayap pada perlakuan kontrol, persentase mortalitas pada perlakuan dikoreksi menggunakan rumus Abbott (Abbott, 1925; Barbosa *et al.*, 2018) sebagai berikut:

$$A1 = \frac{A - C}{100 - C} \times 100\%$$

Keterangan:

A1 = Kematian setelah koreksi

A = Kematian pada perlakuan

C = Kematian pada control

4. Persentase konsumsi pakan

Konsumsi pakan ditentukan berdasarkan perubahan bobot pelepah kelapa sawit yang diberikan kepada rayap. Pada akhir pengamatan, pakan dipisahkan dari rayap dan bahan lainnya dengan cara disaring atau diayak. Sisa pakan kemudian ditimbang untuk menentukan jumlah pakan yang dikonsumsi. Persentase konsumsi pakan dihitung menggunakan rumus:

$$B = \frac{a}{a + b} \times 100 \%$$

Keterangan:

a = bobot pakan yang dikonsumsi (g);

b = bobot pakan yang tersisa (g).

5. Analisis LD₅₀ dan LT₅₀

Nilai *Lethal Dose* 50 (LD₅₀) dan *Lethal Time* 50 (LT₅₀) ditentukan menggunakan analisis probit. LD₅₀ merupakan dosis tepung daun yang diperkirakan dapat menyebabkan kematian 50% populasi rayap uji. Dalam penelitian ini, LD₅₀ dinyatakan

dalam gram tepung daun per 100 g pakan. Sementara itu, LT_{50} merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu perlakuan untuk menyebabkan kematian 50% populasi rayap uji dan dinyatakan dalam hari. Nilai LD_{50} dan LT_{50} yang lebih rendah menunjukkan bahwa bahan yang diuji memiliki aktivitas termitisida yang lebih kuat atau bekerja lebih cepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *Coptotermes curvignathus*

Jenis dan dosis tepung daun menghasilkan pola mortalitas yang berbeda. Pada 1 HSA, mortalitas terkoreksi tertinggi diperoleh pada P12 (cengkeh 40 g), yaitu 42,86%, diikuti P9 (serai wangi 40 g; 35,71%) dan P3 (sirsak 40 g; 32,14%). Pada 3 HSA, P3, P9, dan P12 mencapai mortalitas 100%, sedangkan kemangi 40 g (P6) mencapai 81,82%. Pola tersebut mendukung adanya respons dosis pada masing-masing tumbuhan, walaupun respons tidak selalu meningkat secara linier pada seluruh waktu pengamatan. Hasil rata-rata mortalitas kematian *Coptotermes curvignathus* Holmgren dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Mortalitas *Coptotermes curvignathus* Berdasarkan Rumus Abbott

Perlakuan	1 HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA
P0	6,70 I	33,30 H	63,30 E	86,70 B
P1	7,14 H	15,00 G	36,36 D	100,00 A
P2	14,29 F	25,00 F	63,64 C	100,00 A
P3	32,14 C	65,00 B	100,00 A	100,00 A
P4	10,71 G	20,00 F	27,27 D	75,00 B
P5	17,86 E	35,00 E	63,64 C	100,00 A
P6	21,43 D	40,00 D	81,82 B	100,00 A
P7	14,29 F	35,00 E	63,64 C	100,00 A
P8	21,43 D	40,00 D	81,82 B	100,00 A
P9	35,71 B	75,00 A	100,00 A	100,00 A
P10	14,29 F	30,00 EF	81,82 B	100,00 A
P11	21,43 D	50,00 C	90,91 AB	100,00 A
P12	42,86 A	80,00 A	100,00 A	100,00 A

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang berbeda tidak nyata pada taraf 0,01 (huruf besar) berdasarkan uji Duncan

Berdasarkan Tabel 1, mortalitas *Coptotermes curvignathus* meningkat seiring dengan dosis tepung daun dan lama paparan. Pada 1 hari setelah aplikasi (HSA), mortalitas tertinggi terdapat pada P12, yaitu tepung daun cengkeh dosis 40 g per 100 g pakan, sebesar 42,86%, diikuti P9 (serai wangi 40 g) sebesar 35,71% dan P3 (sirsak 40 g) sebesar 32,14%. Pada 2 HSA, mortalitas P12 meningkat menjadi 80,00%, lebih tinggi dibandingkan P9 sebesar 75,00% dan P3 sebesar 65,00%. Perlakuan P3, P9, dan P12 mencapai mortalitas 100% pada 3 HSA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis 40 g

pada tepung daun cengkeh, serai wangi, dan sirsak memberikan aktivitas termitisida paling cepat, dengan daun cengkeh menghasilkan respons awal tertinggi.

Aktivitas daun cengkeh diduga berkaitan dengan kandungan eugenol sebagai komponen utama minyak atsirinya. Andina *et al.* (2022) melaporkan bahwa minyak atsiri cengkeh pada konsentrasi 0,80–1,20% menyebabkan mortalitas lebih dari 90% pada *Macrotermes gilvus*. Chantarapitak *et al.* (2025) juga menemukan bahwa minyak atsiri cengkeh yang kaya eugenol menghasilkan toksisitas kontak dan daya tolak yang kuat terhadap *Microcerotermes crassus*. Eugenol dan komponen minyak atsiri lainnya dapat bekerja melalui kontak, fumigasi, dan gangguan pada sistem saraf serangga (Saenong, 2016). Meskipun demikian, penelitian ini tidak mengukur kadar eugenol sehingga keterkaitannya dengan mortalitas *Coptotermes curvignathus* masih berupa dugaan berdasarkan literatur.

Mortalitas pada tepung daun serai wangi diduga berhubungan dengan senyawa volatil, seperti sitronelal, geraniol, dan sitronelol, yang dapat bekerja sebagai racun kontak, fumigan, dan penolak. Sementara itu, aktivitas daun sirsak berkaitan dengan keberadaan asetogenin, terutama annonacin, yang dapat menghambat kompleks I mitokondria, mengganggu pembentukan ATP, dan menurunkan aktivitas serangga (González-López *et al.*, 2025). Perbedaan mortalitas antarperlakuan dapat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi metabolit sekunder. Kandungan tersebut juga dapat berubah akibat umur daun, kondisi pertumbuhan, pengeringan, serta lama penyimpanan bahan (Gupta *et al.*, 2023).

Hasil ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa bahan tumbuhan dapat memengaruhi mortalitas dan aktivitas makan *Coptotermes curvignathus*. Ekstrak *n*-heksana akar kayu putih menghasilkan mortalitas sebesar 3,70–24,44%, bergantung pada konsentrasi yang diberikan (Arinana *et al.*, 2024). Limonoid dari biji langsung juga dilaporkan menekan konsumsi pakan dan menghasilkan mortalitas sekitar 21,09–33,30% pada *Coptotermes curvignathus* (Eka *et al.*, 2025). Temuan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antirayap dipengaruhi oleh sumber tumbuhan, jenis senyawa, bentuk sediaan, konsentrasi, dan metode aplikasi.

Paparan tepung daun juga diikuti dan morfologi rayap. Pergerakan rayap yang semula aktif berangsur menurun, kemudian rayap tampak lemah dan pasif. Warna tubuh berubah dari putih pucat menjadi cokelat kehitaman, disertai tubuh yang kaku dan

mengerut. Perubahan tersebut mengindikasikan adanya gangguan fisiologis setelah perlakuan. Namun, karena pengamatan dilakukan secara visual tanpa analisis biokimia atau histologis, gejala tersebut belum dapat digunakan untuk menentukan mekanisme toksisitas secara langsung.

Mortalitas kontrol meningkat dari 6,70% pada 1 HSA menjadi 33,30% pada 2 HSA, 63,30% pada 3 HSA, dan 86,70% pada 4 HSA. Tingginya mortalitas kontrol menunjukkan adanya faktor lain di luar perlakuan, seperti stres pemindahan, kelembapan media, suhu, kualitas pakan, jumlah individu, atau pemisahan rayap dari koloninya. Sebagai pembanding, Arinana *et al.* (2024) menggunakan 45 rayap pekerja dan lima rayap prajurit dengan suhu $25,70 \pm 0,40$ °C serta kelembapan relatif $87,50 \pm 0,40\%$. Kondisi lingkungan yang terkendali penting karena rayap peka terhadap perubahan kelembapan dan lingkungan mikro.

Mortalitas kontrol yang melebihi 20% sejak 2 HSA menjadi keterbatasan utama penelitian dan dapat menurunkan validitas bioasai. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai indikasi awal potensi termitisida tepung daun. Pengujian lanjutan perlu menggunakan jumlah rayap yang lebih besar, media dengan kelembapan terkontrol, pakan terstandar, serta analisis kandungan metabolit sekunder. Berdasarkan respons awal dan kecepatan mortalitas, tepung daun cengkeh dosis 40 g per 100 g pakan menjadi perlakuan paling prospektif untuk dikembangkan sebagai bahan termitisida nabati.

Persentase Konsumsi Pakan

Persentase konsumsi pakan *Coptotermes curvignathus* berbeda sangat nyata antarperlakuan insektisida nabati. Penambahan tepung daun menurunkan konsumsi pakan, yang diduga berkaitan dengan aktivitas penghambatan makan dan meningkatnya mortalitas rayap. Metabolit sekunder tumbuhan juga berpotensi mengganggu sistem pencernaan dan simbiosis usus yang membantu pemanfaatan selulosa. Namun, mekanisme tersebut belum diuji secara langsung dalam penelitian ini. Rata-rata persentase konsumsi pakan setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Konsumsi Pakan *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Perlakuan	Konsumsi pakan (%)
P0	2,9 A
P1	1,8 D

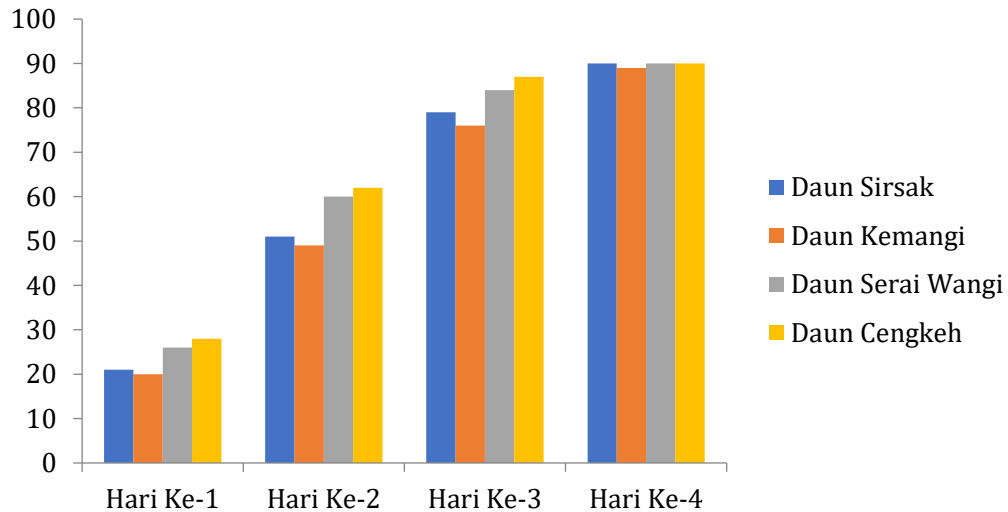


Perlakuan	Konsumsi pakan (%)
P2	2,2 C
P3	1,7 D
P4	2,4 BC
P5	1,5 E
P6	1,5 E
P7	2,7 AB
P8	1,7 D
P9	1,4 EF
P10	1,6 DE
P11	1,2 F
P12	0,7 G

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang berbeda tidak nyata pada taraf 0,01 (huruf besar) berdasarkan uji Duncan.

Berdasarkan Tabel 2, konsumsi pakan terendah terdapat pada P12, yaitu tepung daun cengkeh dosis 40 g per 100 g pakan, sebesar 0,7%, sedangkan kontrol (P0) menghasilkan konsumsi tertinggi sebesar 2,9%. Pada perlakuan daun cengkeh, konsumsi pakan menurun seiring dengan peningkatan dosis, yaitu 1,6% pada dosis 20 g, 1,2% pada dosis 30 g, dan 0,7% pada dosis 40 g. Pola tersebut menunjukkan adanya respons dosis, yaitu semakin tinggi dosis tepung daun cengkeh, semakin rendah konsumsi pakan *Coptotermes curvignathus*.

Penurunan konsumsi pakan diduga berkaitan dengan efek penghambatan makan dan tingginya mortalitas rayap. Minyak atsiri cengkeh yang kaya eugenol dilaporkan memiliki aktivitas toksik dan penolak terhadap rayap (Andina *et al.*, 2022; Chantarapitak *et al.*, 2025). Senyawa tumbuhan juga dapat menurunkan penerimaan pakan sehingga kehilangan bobot pakan menjadi lebih kecil. Fahma *et al.* (2024) menunjukkan bahwa limonoid tumbuhan mampu menekan konsumsi pakan *Coptotermes curvignathus*. Meskipun demikian, konsumsi pakan yang rendah pada P12 belum sepenuhnya membuktikan aktivitas *antifeedant* karena jumlah rayap yang hidup dan aktif makan juga menurun. Pengujian lanjutan perlu menormalisasi konsumsi pakan berdasarkan jumlah rayap hidup atau *termite-days* agar efek penghambatan makan dapat dibedakan dari efek mortalitas.



Gambar 1. Grafik Mortalitas *Coptotermes curvignathus* Holmgren Terhadap Pemberian Pestisida Nabati

Gambar 1 menunjukkan bahwa mortalitas *Coptotermes curvignathus* meningkat hingga 3 hari setelah aplikasi, dengan respons tertinggi pada tepung daun cengkeh. Aktivitas tersebut lebih kuat dikaitkan dengan eugenol sebagai komponen utama minyak atsiri cengkeh daripada flavonoid. Minyak atsiri cengkeh dilaporkan menghasilkan mortalitas lebih dari 90% pada *Macrotermes gilvus* (Andina *et al.*, 2022), sedangkan minyak cengkeh kaya eugenol menunjukkan toksisitas kontak dan daya tolak yang kuat terhadap *Microcerotermes crassus* (Chantarapitak *et al.*, 2025). Meskipun demikian, peran eugenol dalam penelitian ini masih berupa dugaan karena kandungan fitokimia tepung daun tidak dianalisis.

Peningkatan dosis tepung daun cengkeh diikuti oleh penurunan konsumsi pakan. Pola tersebut menunjukkan adanya potensi penghambatan makan, tetapi konsumsi yang rendah juga dipengaruhi oleh berkurangnya jumlah rayap hidup. Senyawa tumbuhan dapat menurunkan penerimaan pakan melalui rangsangan rasa atau aroma dan mengganggu proses fisiologis serangga (Pavela *et al.*, 2025). Aktivitas serupa dilaporkan Fahma *et al.* (2024), yaitu limonoid dari biji langsung mampu menekan kehilangan bobot pakan *Coptotermes curvignathus*. Oleh karena itu, efek penghambatan makan perlu

dikonfirmasi dengan menormalisasi konsumsi pakan berdasarkan jumlah rayap hidup atau *termite-days*.

Tepung daun sirsak juga menurunkan konsumsi pakan, yang diduga berkaitan dengan asetogenin seperti annonacin. Senyawa ini dapat menghambat kompleks I mitokondria dan menurunkan pembentukan ATP sehingga aktivitas serangga melemah (González-López *et al.*, 2025). Namun, kehilangan bobot pakan yang rendah belum dapat dipastikan sebagai efek *antifeedant* karena mortalitas, proses adaptasi, dan kondisi media pengujian turut memengaruhi aktivitas makan.

Pencernaan lignoselulosa pada rayap berlangsung melalui kerja bersama enzim endogen rayap dan mikroorganisme usus. Bakteri dan protista membantu menguraikan selulosa dan hemiselulosa serta menghasilkan metabolit yang dimanfaatkan oleh inang (Salgado *et al.*, 2024). Metabolit sekunder dalam tepung daun berpotensi mengganggu fungsi pencernaan atau keseimbangan simbiosis usus. Namun, penelitian ini tidak menganalisis enzim pencernaan maupun komunitas mikroba, sehingga mekanisme tersebut perlu dinyatakan sebagai dugaan yang memerlukan pengujian lebih lanjut.

Analisis Probit LD₅₀ dan LT₅₀

Analisis probit dilakukan untuk menentukan dosis tepung daun yang menyebabkan mortalitas 50% populasi rayap (LD₅₀) dan waktu yang diperlukan untuk mencapai mortalitas tersebut (LT₅₀). Nilai LD₅₀ dan LT₅₀ setiap jenis insektisida nabati terhadap *Coptotermes curvignathus* Holmgren disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai LD₅₀ dan LT₅₀ tepung daun terhadap *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Parameter	Sirsak	Kemangi	Serai wangi	Cengkeh
LD ₅₀ (g/100 g pakan)	14,61	13,60	16,41	11,06
LT ₅₀ (hari)	2,13	2,18	1,96	1,94

Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LD₅₀ tepung daun sirsak, kemangi, serai wangi, dan cengkeh masing-masing sebesar 14,61; 13,60; 16,41; dan 11,06 g per 100 g pakan. Nilai LD₅₀ terendah diperoleh pada daun cengkeh, yang menunjukkan bahwa bahan ini membutuhkan dosis paling kecil untuk menyebabkan mortalitas 50% *Coptotermes curvignathus*. Tingginya aktivitas daun cengkeh diduga berkaitan dengan eugenol yang memiliki aktivitas toksik terhadap rayap (Andina *et al.*, 2022; Chantarapitak *et al.*, 2025).

Nilai LT₅₀ daun sirsak, kemangi, serai wangi, dan cengkeh berturut-turut adalah 2,13; 2,18; 1,96; dan 1,94 hari. Dengan demikian, daun cengkeh memiliki waktu kerja



tercepat, meskipun selisihnya dengan serai wangi hanya 0,02 hari. Pernyataan bahwa serai wangi bekerja paling cepat perlu dikoreksi karena nilai LT_{50} terendah terdapat pada daun cengkeh. Secara umum, nilai LD_{50} dan LT_{50} yang lebih rendah menunjukkan potensi toksisitas dan kecepatan kerja yang lebih tinggi. Penelitian Chantarapitak *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak atsiri cengkeh mempercepat mortalitas dan menurunkan nilai LC_{50} serta LT_{50} pada rayap.

Meskipun beberapa perlakuan mencapai mortalitas 100%, hasil tersebut belum cukup untuk menyatakan efektivitasnya pada kondisi lapangan. Estimasi LD_{50} dan LT_{50} perlu ditafsirkan secara hati-hati karena penelitian hanya menggunakan tiga dosis, jumlah rayap terbatas, dan mortalitas kontrol tergolong tinggi. Nilai probit sebaiknya dilengkapi dengan interval kepercayaan 95%, kemiringan kurva, dan nilai kesesuaian model. Arinana *et al.* (2024) menegaskan bahwa estimasi dosis letal dipengaruhi oleh konsentrasi, jumlah individu, lama paparan, serta kondisi suhu dan kelembapan bioasai. Berdasarkan nilai LD_{50} dan LT_{50} , tepung daun cengkeh merupakan bahan yang paling prospektif di antara empat jenis daun yang diuji, tetapi efektivitasnya perlu dikonfirmasi melalui bioasai yang lebih terstandar.

Implikasi Biologis dan Pengembangan Bahan Tumbuhan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun cengkeh, sirsak, kemangi, dan serai wangi berpotensi dikembangkan sebagai sumber termitisida nabati berbasis bahan lokal. Daun cengkeh paling prospektif karena dapat diperoleh dari hasil pemangkasan atau guguran tanpa mengurangi bunga sebagai produk utama. Keempat tanaman tersebut relatif mudah dibudidayakan di pekarangan atau kebun campuran sehingga pemanfaatannya dapat meningkatkan nilai biomassa sekaligus mendukung pengendalian rayap berbasis sumber daya lokal.

Pengembangannya menjadi produk memerlukan autentikasi botani, penyimpanan spesimen voucher, standardisasi kadar air dan ukuran partikel, serta karakterisasi senyawa aktif menggunakan GC-MS atau metode kromatografi yang sesuai. Efektivitas dan keamanannya perlu dikonfirmasi melalui pengujian konsentrasi yang lebih rinci, toksisitas terhadap organisme nontarget, persistensi, serta uji semi-lapangan dan lapangan. Teknologi enkapsulasi atau formulasi pelepasan terkendali dapat digunakan untuk meningkatkan stabilitas senyawa aktif yang mudah menguap dan terdegradasi



(Ayllón-Gutiérrez *et al.*, 2024). Meskipun berasal dari tumbuhan, keamanan bahan tetap harus dibuktikan melalui pengujian toksikologi dan penilaian risiko.

SIMPULAN

Tepung daun sirsak, kemangi, serai wangi, dan cengkeh menunjukkan aktivitas termitisida terhadap *Coptotermes curvignathus* dengan tingkat efektivitas yang dipengaruhi oleh jenis bahan, dosis, dan lama paparan. Tepung daun cengkeh dosis 40 g per 100 g pakan menghasilkan respons terbaik, ditunjukkan oleh mortalitas awal tertinggi sebesar 42,86% pada 1 HSA, mortalitas 100% pada 3 HSA, konsumsi pakan terendah sebesar 0,7%, nilai LD₅₀ terendah sebesar 11,06 g per 100 g pakan, dan LT₅₀ tercepat sebesar 1,94 hari. Tepung daun sirsak dan serai wangi pada dosis 40 g juga mencapai mortalitas 100% pada 3 HSA. Dengan demikian, daun cengkeh menjadi bahan yang paling prospektif untuk dikembangkan sebagai termitisida nabati berbasis sumber daya lokal. Namun, tingginya mortalitas kontrol dan belum dilakukannya standarisasi senyawa aktif membatasi generalisasi hasil, sehingga diperlukan bioasai lanjutan dengan kondisi lingkungan terkontrol, jumlah rayap lebih besar, karakterisasi fitokimia, serta pengujian semi-lapangan dan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265–267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Arinana, Dharma, R. A., Sari, R. K., Rahmawati, A. I., Andika, R., & Nandika, D. (2024). Bioactivity of cajuput seedling n-hexane extract as an attractant for subterranean termite *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 52(1), 31–46. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2024.52.1.31>
- Ayllón-Gutiérrez, R., *et al.* (2024). Applications of plant essential oils in pest control and their encapsulation for controlled release: A review. *Agriculture*, 14(10), 1766. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101766>
- Ayu, F., Bachry, S., Sari, V., & Saputra, A. (2023). Identifikasi Spesies Rayap di Perkebunan Karet Desa Naga Beralih Kec. Kampar Utara, Kampar. *Metrik Serial Teknologi Dan Sains*, 4(1), 1-8.
- Azis, A., & Hut, S. (2026). SENYAWA FITOKIMIA SEBAGAI AGEN PENGAWET KAYU. *Feniks Muda Sejahtera*.
- Barbosa, S., Kay, K., Chitnis, N., & Hastings, I. M. (2018). Modelling the impact of insecticide-based control interventions on the evolution of insecticide resistance and disease transmission. *Parasites & vectors*, 11(1), 482.
- Chantarapitak, C., *et al.* (2025). In vitro termiticidal activity of medicinal plant essential oils against *Microcerotermes crassus*. *Insects*, 16(12), 1261. <https://doi.org/10.3390/insects16121261>
- Eka, P. M., Andi, H. A., Ajuk, S., & Yuliati, I. (2025). Antifeedant Activity Of Limonoids From The Seeds Of *Lansium Domesticum* Corr. Against Subterranean Termite *Coptotermes Curvignathus*. *Journal Of Tropical Biodiversity And Biotechnology*, 10(1).
- Fahma, W., Alimuddin, A. H., & Rudiyanasyah, R. (2024). Aktivitas Antirayap Kulit Batang dan Akar Tumbuhan Kokosan (*Lansium domesticum* cv Kokossan) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Jurnal Riset Kimia*, 15(2), 131-140.

- Gupta, I., Singh, R., Muthusamy, S., Sharma, M., Grewal, K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2023). Plant essential oils as biopesticides: Applications, mechanisms, innovations, and constraints. *Plants*, 12(16), 2916. <https://doi.org/10.3390/plants12162916>
- Musfirah, M. (2024). Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) sebagai Bahan Pengawet Alami Anti Rayap pada Kayu Gmelina arborea= Effectiveness Of Basil Leaf Extract (*Ocimum basilicum*) As A Natural Anti-Termite Preservative On Gmelina Arborea Wood, [Skripsi], Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Pandey, A., Chattopadhyay, P., Banerjee, S., Pakshirajan, K., & Singh, L. (2012). Antitermitic activity of plant essential oils and their major constituents against termite *Odontotermes assamensis* Holmgren. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 75, 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.09.004>
- Pavela, R., Kovaříková, K., & Novák, M. (2025). Botanical antifeedants: an alternative approach to pest control. *Insects*, 16(2), 136.
- Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 131-142.
- Salgado, J. F. M., Hervé, V., Vera, M. A., Tokuda, G., & Brune, A. (2024). Unveiling lignocellulolytic potential: a genomic exploration of bacterial lineages within the termite gut. *Microbiome*, 12(1), 201.
- Simangunsong, B., & Dirhamsyah, M. (2022). Identifikasi Jenis Rayap Di Dusun Sangku Desa Pancaroba Kecamatan Sungai Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*, 10(1), 54-67.
- Widiyaningrum, P., Subekti, N., Setiati, N., & Nabilah, A. R. (2023). potensi ekstrak limbah kulit petai dan kulit ubi kayu sebagai bioinsektisida pengendali serangga hama peternakan (*Alphitobius diaperinus*). *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, (2), 1-13.