

Uji Antirayap ekstrak metanol daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) terhadap rayap *Coptotermes curvignathus*

Nurliza Khairani, Avidlyandi, Irfan Gustian, Khafit Wiradimafan, Arif Juliari Kusnanda, dan Morina adfa*

Didaftarkan: [28 Desember 2024]

Direvisi: [29 Desember 2024]

Terbit: [31 Desember 2024]

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas termitisida ekstrak metanol daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) terhadap rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren menggunakan metode *no-choice test* dan penentuan komponen kimia menggunakan GC-MS. Hasil uji aktivitas termitisida diperoleh persentase kematian rayap meningkat seiring dengan naiknya konsentrasi ekstrak yang diberikan. Konsentrasi ekstrak 20% dapat menyebabkan kematian rayap mencapai 100% pada hari ke-7. Hasil analisis komponen kimia dengan GC-MS terdapat 70 puncak, 56 puncak diantaranya dapat dideteksi sebagai senyawa tentatif, berdasarkan *similarity* data MS dengan bank data NIST. Komponen utamanya ekstrak metanol daun ruku-ruku adalah *methyl palmitate* (16,24%), *methyl linolenate* (20,23%), *14-methyl pentadecanoic acid methyl ester* (11,38%), *eugenol* (8,69%), dan *methyl eugenol* (6,20%). Komponen kimia dari ekstrak daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) yang diduga memiliki aktifitas antirayap diantaranya adalah *eugenol*, *methyl eugenol*, *palmitic acid*, *patchouli alcohol*, β -*caryophyllene*, dan *patchoulane*.

PENDAHULUAN

Rayap dikenal sebagai serangga yang sangat merugikan karena dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan serta perabotan yang terbuat dari kayu. Rayap juga termasuk kedalam hama bagi para petani karena rayap menyerang tanaman berkayu seperti tanaman sawit. Beberapa spesies rayap berpotensi menjadi organisme perusak dan menyebabkan kerugian ekonomis [1]. Salah satu jenis rayap yang paling sering ditemukan dan merugikan bagi masyarakat adalah jenis rayap *Coptotermes curvignathus*. Rayap jenis ini mampu merusak konstruksi dan komponen bangunan dengan cara melewati liang liang kembara dan mampu menerobos pondasi bangunan [2].

Salah satu cara pengendalian hama rayap dengan cara menggunakan pestisida sintetik, yang telah terbukti berhasil dalam pengendalian hama rayap, namun juga memiliki efek negatif bagi manusia dan lingkungan [3]. Oleh sebab itu diperlukan alternatif pengendalian rayap yang lebih ramah lingkungan dari bahan alam yang dikenal dengan biopestisida atau pestisida botani yang berasal dari tumbuhan atau tanaman obat.

Penelitian sebelumnya melaporkan kemampuan daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) sebagai pembunuh hama. Minyak atsiri tanaman ruku-ruku memiliki sifat *mosquitocidal* terhadap 3 jenis nyamuk yang berbeda [4]. Minyak atsiri ruku-ruku juga dilaporkan dapat membunuh serangga dari spesies *Sitophilus orzyae* (L.) dengan nilai LC_{50} sebesar $0.376 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ [5]. Penelitian lain melaporkan efek rodentisida daun ruku ruku terhadap tikus sawah yang diamati terhadap pengaruh perilaku tikus percobaan. Setelah pemberian pakan mengandung daun ruku-ruku, perilaku tikus yang istirahat (46,64%),

menggigil (15,06%), menyusur lantai (13,87%), menggigiti kandang (8,39%), menggigit tempat makan/ minum (6,75%), gerakan salto berulang (5,79%), kurang nafsu makan (1,86%), tidak aktif bergerak (0,98%), dan keluar darah pada mata/ hidung (0,66%) (6). Tanaman ruku-ruku memiliki bau yang khas dan digunakan sebagai bumbu masak oleh beberapa etnik di Indonesia. Tanaman ruku-ruku juga digunakan sebagai obat tradisional untuk menurunkan gula darah dan kolesterol. Tanaman ruku-ruku mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, glikosida, terpenoid, steroid, flavonoid, tanin dan saponin (7).

Berdasarkan penelusuran pustaka, belum ditemukan informasi aktivitas antirayap ekstrak daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*). Dari informasi sebelumnya, ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) berpotensi untuk diamati kemampuannya dalam menghambat perkembangan rayap. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan uji antirayap ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) terhadap rayap *Coptotermes curvignathus*.

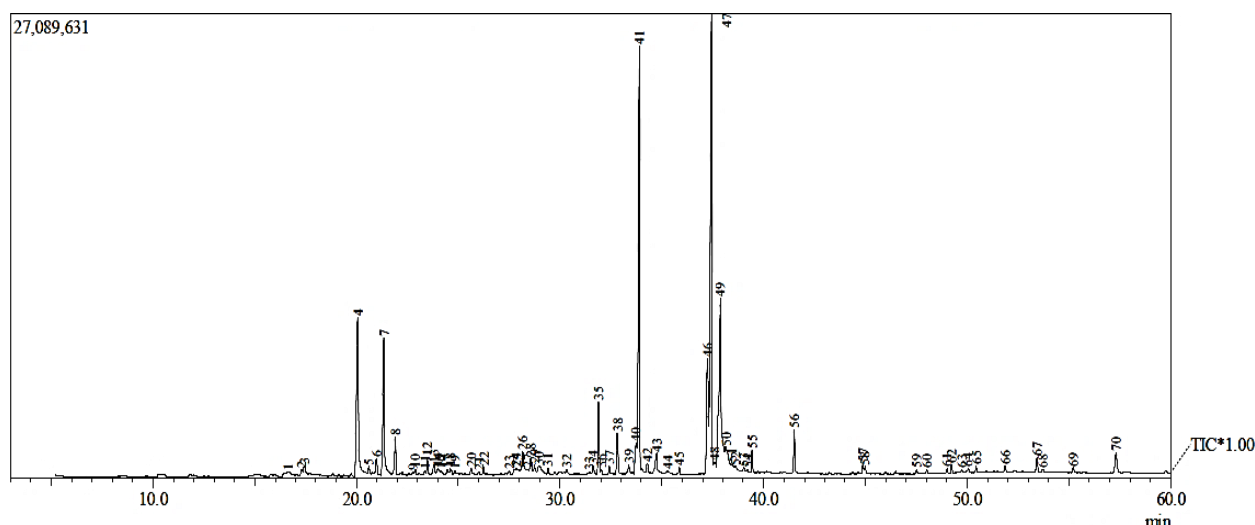
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*)

Daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) segar sebanyak 900 g dimaserasi menggunakan 4,2 liter pelarut metanol selama 4 hari didalam botol gelap dan diremaserasi sebanyak 4 kali menghasilkan ekstrak pekat metanol daun ruku-ruku sebanyak 121,71 gram dengan persentase rendemen sebesar 13,53%.

Analisis komponen kimia

Analisis komponen yang terkandung didalam ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) dilakukan menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrofotometer* (GC-MS) dan memperlihatkan 70 puncak dengan waktu retensi yang berbeda-beda yang menunjukkan 70 komponen kimia yang terkandung pada ekstrak daun ruku-ruku (Gambar 1). Hasil analisis GC-MS pada sampel daun ruku-ruku dibandingkan dengan referensi spektrum massa NIST, willey 229 Library dan Pestied Library.



Gambar 1. Kromatogram GC ekstrak metanol daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*).

Tabel 1. Komponen kimia tentatif penyusun ekstrak metanol daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) berdasarkan data GC-MS

No. Puncak	Komponen kimia	BM (gr/mol)	RT (menit)	Area (%)
1	Tetrabutyl ammonium chloride	277	16,649	0,71
2	p-Anisaldehyde	136	17,300	0,32
3	2,6,11 Trimethyl dodecane	212	17,443	0,38
4	Eugenol	206	20,058	8,69
5	α -Copaene	204	20,615	0,27
6	Beta elemene	204	20,989	0,65
7	Methyl eugenol	178	21,334	6,20
8	β-Caryophyllene	204	21,896	1,43
9	Tidak teridentifikasi	-	22,775	0,13
10	Tidak teridentifikasi	-	22,885	0,25
11	Palmityl chloride	-	23,364	0,24
12	1- Chlorohexadecane	260	23,475	0,57
13	α -Humulene	204	23,798	0,65
14	Tidak teridentifikasi	-	23,990	0,33
15	Delta-guaiene	204	24,067	0,15
16	β -bisabolene	204	24,165	0,24
17	Aromadendrene	204	24,483	0,33
18	β -Sesqui phellandrene	204	24,598	0,38
19	Tidak teridentifikasi	-	24,829	0,19
20	Dodecanoic acid	200	24,645	0,42
21	Tidak teridentifikasi	-	26,011	0,17
22	Tidak teridentifikasi	-	26,246	0,30
23	Allo-Aromadendrene	204	27,500	0,19
24	Caryophyllene oxide	220	27,830	0,48
25	Tidak teridentifikasi	190	27,908	0,34
26	1-Naphthalenol	398	28,169	1,32
27	Cholesta-8,24-dien-3-ol, 4-methyl-, (3.beta.,4.alpha.)	398	28,417	0,38
28	Patchouli alcohol	222	28,564	0,85
29	Nonadecane	268	28,738	0,40
30	Patchoulane	236	28,950	0,85
31	14-methyl Pentadecanoic Acid methyl ester	270	29,410	0,17
32	Myristic acid	228	30,326	0,17
33	α-Limonene dioxide	168	31,445	0,14
34	Isopropyl myristate	270	31,621	0,37

35	1,2- Epoxy hexadecane	240	31,895	2,04
36	6,10-Dimethyl undecan-2-one	198	32,027	0,19
37	Tidak teridentifikasi	-	32,416	0,27
38	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	296	32,818	1,33
39	2-Hexyl-1 -decanol	242	33,390	0,35
40	Oleyl alcohol	268	33,730	1,23
41	Methyl palmitate	270	33,901	16,24
42	4,5-Dimethyl-2 hepten-3-ol	142	34,280	0,44
43	Palmitic acid	256	34,747	1,17
44	12-Methyl tetradecanoic acid	256	35,287	0,17
45	Methyl stearate	298	35,859	0,27
46	9,12-Hexadecadienoic Acid, methyl ester	206	37,241	4,81
47	Methyl linolenate	292	37,443	20,23
48	7,10,13-Hexadecatrienoic acid,metil ester	264	37,592	0,64
49	14-methyl Pentadecanoic acid methyl ester	270	37,868	11,38
50	Hexadecanal diallyl acetal	338	38,153	2,64
51	2,6 dimethyl-7-octen-3-ol	156	38,450	0,52
52	Tidak teridentifikasi	-	38,616	0,66
53	9,12-octadecadienoic acid	292	39,027	0,42
54	Tetradecanoic acid, 12-methyl, methyl ester	256	39,192	0,24
55	Tetrahydroionone	196	39,428	0,77
56	Methyl arachidate	326	41,503	1,36
57	Methyl behenate	354	44,890	0,36
58	Di-n- octyl phthalate	390	44,987	0,25
59	Eicosane	282	44,522	0,15
60	Methyl tetracosanoate	382	48,021	0,14
61	Hexatriacontane	506	49,014	0,14
62	Squalene	410	49,239	0,27
63	Tidak teridentifikasi	-	49,735	0,14
64	17- Pentatriacontene	490	50,047	0,21
65	Tidak teridentifikasi	-	50,442	0,18
66	Tidak teridentifikasi	-	51,865	0,21
67	Tidak teridentifikasi	-	53,437	0,58

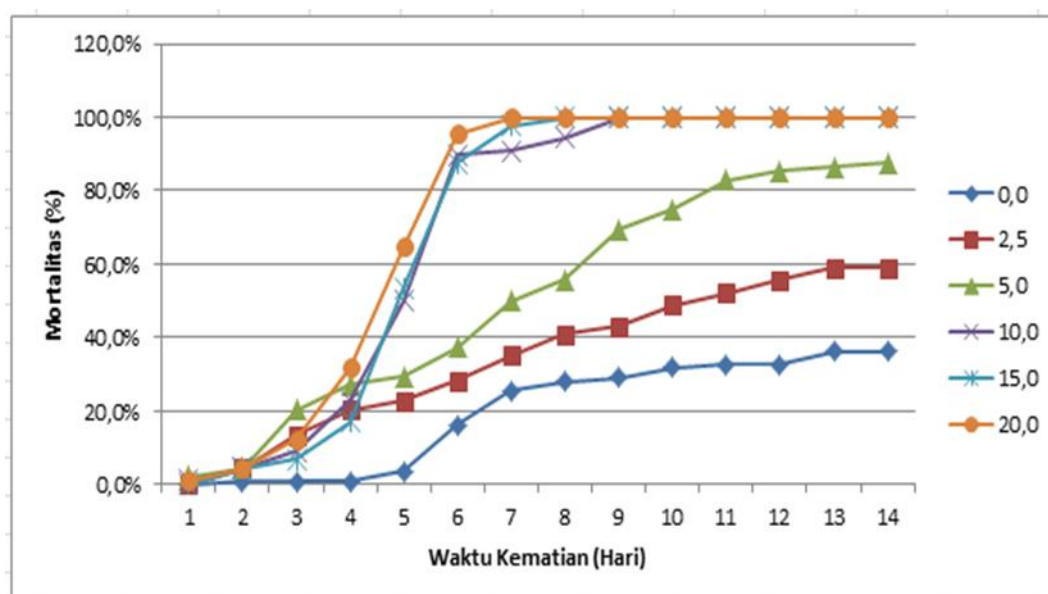
68	Cholesteryl Myristate	596	53,722	0,16
69	Tidak teridentifikasi	-	-	-
70	Tetratetracontane	619	57,323	1,03

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa komponen kimia penyusun ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) yang memiliki luas area lebih dari 6% yang muncul pada puncak nomor 41 senyawa *methyl palmitate* (16,24%), puncak 47 senyawa *methyl linolenate* (20,23%), puncak 49 senyawa *14-methyl pentadecanoic acid methyl ester* (11,38%), puncak 4 senyawa *eugenol* (8,69%) dan puncak 7 senyawa *methyl eugenol* (6,120%). Selain ke-lima senyawa tersebut terdapat juga senyawa minor penyusun ekstrak metanol daun ruku-ruku yang terdiri dari golongan ester, asam lemak, hidrokarbon, dan sesquiterpen. Didukung oleh penelitian sebelumnya yang telah melaporkan *eugenol*, dan *methyl eugenol* sebagai kandungan utama dari tanaman ruku-ruku (5).

Aktivitas Antirayap Ekstrak Metanol Daun Ruku-Ruku (*Ocimum tenuiflorum*)

Terhadap Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Hasil uji aktifitas antirayap ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) dalam membunuh rayap (termitisida) *Coptotermes curvignathus* menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun ruku-ruku pada berbagai konsentrasi uji dapat menurunkan kualitas hidup rayap uji. Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa persentase kematian rayap pada setiap perlakuan ekstrak metanol berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi yang diberikan, semakin besar konsentrasi ekstrak metanol daun ruku-ruku maka tingkat persentase kematian *C. curvignathus* semakin meningkat pula.



Gambar 2. Aktivitas Termitisida Ekstrak Metanol Daun Ruku-Ruku (*Ocimum tenuiflorum*) Terhadap Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Uji antirayap pada penelitian ini menggunakan 1 kontrol negatif dan 5 konsentrasi uji ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*). Pada Gambar 2 terlihat bahwa kontrol yang digunakan pada hari pertama sampai hari keempat belas menunjukkan kematian rayap yang rendah (30%). Berbeda dengan 5 variasi konsentrasi uji (2,5%, 5%, 10%, 15% dan 20%), pada konsentrasi 20% menyebabkan kematian rayap mencapai 100% pada hari ke 5. Pada konsentrasi 15% kematian rayap mencapai 100% pada hari ke 7 dan pada konsentrasi 10% kematian rayap mencapai 100% pada hari ke 9 dan pada konsentrasi 2,5% dan 5% tidak mencapai 100% bahkan hingga hari ke 14, akan tetapi telah mencapai 59,1% dan 87,5%. Hal ini telah menunjukkan daun ruku-ruku berpotensi sebagai termitisida, karena pada konsentrasi paling rendah telah membunuh lebih dari 50% rayap akumulasi pada hari ke-14.

Kematian pada rayap disebabkan oleh metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*). Berdasarkan hasil analisis GC-MS ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) tentatif mengandung senyawa *eugenol* (8,69%) dan *methyl eugenol* (6,20%). Senyawa *eugenol* telah dilaporkan sangat efektif sebagai termitisida untuk mengendalikan hama rayap *Coptotermes formosanus* (8). Pada penelitian lainnya dilaporkan bahwa senyawa *eugenol* sangat berpotensi sebagai pengendali dan penarik rayap, hal ini dikarenakan senyawa *eugenol* dapat menjadi racun bagi rayap (9). Senyawa *eugenol* dan *methyl eugenol* juga telah dilaporkan juga mempunyai efek racun kontak terhadap *Sitophilus zaemais* (10).

Pada konsentrasi tertentu daun ruku-ruku dapat menjadi racun, akan tetapi tidak langsung menunjukkan gejala kematian terhadap rayap dikarenakan racun tersebut bersifat *slow action*. Dari data GC-MS ekstrak daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) juga mengandung *palmitic acid* (1,17%) dan *patchouli alcohol* (0,85%). *Palmitic acid* dapat berperan aktif untuk membunuh rayap dengan cara membunuh protozoa pada sistem pencernaan rayap (11). *Patchouli alcohol* juga diduga berperan aktif dalam membunuh rayap, sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *Patchouli alcohol* aktif dalam membunuh rayap, rayap mengalami kejang-kejang dalam beberapa menit, menjadi lumpuh, dan mati dalam jangka waktu 1 jam, dari penelitian yang telah dilakukan semua rayap akan mati dalam jangka waktu 72 jam setelah pemberian *Patchouli alcohol* dengan dosis sebesar 50 mg (12).

Senyawa metabolit sekunder lainnya yang memiliki aktifitas antirayap yang terkandung minor pada ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) seperti senyawa β -*caryophyllene*, dan *patchoulane* dari golongan sesquiterpen (13-14). Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa sesquiterpen berperan sebagai antifeedant terhadap rayap tanah *Reticulitermes speratus* Kolbe (15).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Ekstrak metanol daun ruku-ruku memiliki aktivitas termitisida terhadap rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Pada konsentrasi 20% dapat menyebabkan

kematian rayap 100% pada hari ke 7. Senyawa yang diduga dapat membunuh rayap pada ekstrak metanol daun ruku-ruku adalah *eugenol*, *methyl eugenol*, *palmitic acid*, *patchouli alcohol*, β -*caryophyllene*, dan *patchoulane*.

- Hasil analisis dari GC-MS ekstrak metanol daun ruku-ruku (*O. tenuiflorum*) terdapat 70 komponen kimia penyusun, 56 puncak diantaranya dapat dideteksi berdasarkan *similarity* dengan data MS pada bank data NIST. Komponen senyawa kimia utama yaitu *methyl palmitate* (16,24%), *methyl linolenate* (20,23%), *14-methyl pentadecanoic acid methyl ester* (11,38%), *eugenol* (8,69%), dan *methyl eugenol* (6,120%).

PROSEDUR PENELITIAN

Ekstraksi daun ruku-ruku

Daun ruku-ruku segar yang diambil dari kawasan pantai tapak paderi Kota Bengkulu, kemudian sampel segar dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 900 gr dan dimasukkan kedalam 2 botol gelap, kemudian ditambahkan pelarut metanol kedalam masing-masing botol 2,1L. Hasil maserasi disaring dan pelarut diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 45-50°C hingga diperoleh ekstrak pekat metanol dari ruku-ruku. Kemudian sampel ruku-ruku dimaserasi kembali sebanyak 4 kali atau hingga maserat yang didapat tidak berwarna lagi.

Uji aktivitas anti rayap

Metode yang digunakan untuk uji aktivitas termitida adalah metode *no-choice test*. Kertas saring umpan yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas saring Whatman no. 3 (diameter 90 mm). Perbandingan rasio massa ekstrak dan massa kertas saring yang digunakan adalah 0% (Kontrol negatif), 2,5%, 10%, 15%, dan 20% (b/b). Pada tahapan pertama kertas saring dikeringkan menggunakan oven selama 30 menit pada suhu 60°C lalu kertas saring dimasukkan kedalam desikator selama 5 menit dan kemudian ditimbang. Ekstrak daun ruku-ruku dilarutkan menggunakan pelarut metanol, kemudian larutan yang dihasilkan ditetesi pada kertas saring umpan, untuk kelompok kontrol diberi perlakuan yang sama seperti yang telah dilakukan yaitu hanya ditetesi dengan pelarut metanol kemudian didiamkan selama 46 jam sampai pelarut menguap, kemudian kertas saring yang telah didiamkan ditimbang, lalu kertas saring dimasukkan kedalam cawan petri dan ditambahkan 20 ekor rayap pekerja dan juga 2 ekor rayap prajurit kedalamnya. Cawan petri ditutup lalu disimpan di tempat yang gelap pada suhu ruangan serta setiap hari di kontrol kelembabannya. Angka kematian rayap diamati setiap hari selama 14 hari dan dihitung jumlah akumulatifnya pada hari ke-14. Persentase kematian rayap dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kematian Rayap} = (\text{Jumlah rayap mati} / \text{jumlah rayap uji}) \times 100\% \quad (16)$$

DEKLARASI

Para Penulis tidak memiliki konflik dalam hal penulisan dan pendanaan.

PERSANTUNAN

N.K. berterimakasih kepada pembimbing utama Ibu M.A atas dukungan pendanaan 50% dari riset ini yang didanai dari dana penelitian mandiri ibuk M.A.

INFORMASI TENTANG PENULIS

Penulis Rujukan:

Nurliza Khairani, Avidlyandi, Irfan Gustian, Khafit Wiradimafan, dan Morina adfa.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Bengkulu Jalan W.R. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu.

Arif Juliari Kusnanda

Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang. Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Sumatera Barat

PUSTAKA

1. Aflah UN.; Subekti N.; Susanti RS. Pengendalian rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren menggunakan ekstrak daun *Avicennia marina*. *Life Science*, **2021**, *10*(1): 1-1. DOI: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i1.47164>
2. Savitri A.; Martini M.; Yulawati S. Keanekaragaman jenis rayap tanah dan dampak serangan pada bangunan rumah di perumahan kawasan mijen kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, **2016**, *4*(1):100-5. DOI : <https://doi.org/10.14710/jkm.v4i1.11653>
3. Zulkahfi Z.; Suparmin S.; Suparmin S.; Arif A. Pengendalian serangan rayap tanah *Coptotermes* sp. menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Hasanuddin Student Journal*, **2017**, *1*(1):1-8. DOI: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jt/issue/view/247>
4. Ragavendran K.; Selvakumaran J.; Muthukanagavel M.; Alharbi NS.; Thiruvengadam M.; Mutheeswaran S.; Ignacimuthu S.; Ganesan P. Chemical composition and mosquitocidal properties of essential oil from Indian indigenous plants *Ocimum tenuiflorum* L. and *Ocimum americanum* L. against three vector mosquitoes. *Experimental Parasitology*, **2024**, *258*: 108709. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2024.108709>
5. Bhavya ML.; Chandu AG.; Devi SS. *Ocimum tenuiflorum* oil, a potential insecticide against rice weevil with anti-acetylcholinesterase activity. *Industrial Crops and Products*, **2018**, *126*: 34-39. DOI: doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.043
6. Sinaga, C.N.L.; Marayani, C.T.; Mukhtar, I.P. Uji efikasi Rodentisida Nabati Daun Ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) terhadap tikus sawah (*Rattus argentiventer* Robb & Kloss). *Jurnal Agroekoteknologi*. **2017**. *5* (2), 434-443. DOI: <https://doi.org/10.32734/joa.v5i2.2576>
7. Marriane dan Kasmirul, R.S.. Uji efek antibakteri minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, **2006**, *18* (2), 39-42. DOI: -
8. Xie Y.; Yang Z.; Cao D.; Rong F.; Ding H.; Zhang D. Antitermitic and antifungal activities of eugenol and its congeners from the flower buds of *Syzygium aromaticum* (clove). *Industrial Crops and Products*, **2015**, *77*: 780-786. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.044>

9. Indrayani Y.; Muin M.; Yoshimura T. Crude extracts of two different leaf plant species and their responses against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. *Nusantara Bioscience*, **2016**, 8(2): 226-231. DOI: <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080215>
10. Huang Y.; Ho SH.; Lee HC.; Yap YL Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, **2002**, 38(5), 403-412. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00042-X)
11. Setiawati MR.; Ufah N.; Hindersah R.; Suryatmana P. Peran mikroba dekomposer selulolitik dari sarang rayap dalam menurunkan kandungan selulosa limbah pertanian berselulosa tinggi. *Soilrens*, **2019**, 17(2): 1-8. DOI:-
12. Zhu BC.; Henderson G.; Yu Y.; Laine RA. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **2003**, 51(16): 4585-4588. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0301495>
13. Minh PTH.; Tuan NT.; Van NTH.; Bich HT.; Lam DT. Chemical composition and biological activities of essential oils of four asarum species growing in Vietnam. *Molecules*, **2023**, 28(6): 2580. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28062580>
14. Al-Snafi AE. A review on *Cyperus rotundus* A potential medicinal plant. *IOSR Journal of Pharmacy*, **2016**, 6(7): 32-48. DOI:-
15. Ashitani T.; Kusumoto N.; Borg-Karlson AK.; Fujita K.; Takahashi K. Antitermite activity of β -caryophyllene epoxide and episulfide. *Zeitschrift für Naturforschung C*, **2013**, 68(7-8):302-306. DOI: <https://doi.org/10.1515/znc-2013-7-807>
16. Adfa M.; Yoshimura T.; Komura K.; Koketsu M. Antitermite activities of coumarin derivatives and scopoletin from *Protium javanicum* Burm. f. *Journal of Chemical Ecology*, **2010**, 36: 720-726. DOI: [10.1007/s10886-010-9807-1](https://doi.org/10.1007/s10886-010-9807-1)