

Bioinsektisida Minyak Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) dalam Mengendalikan Semut Hitam (*Crematogaster* sp)

The Bioinsecticide of The Essential Oil of Citronella (Cymbopogon citratus) Against Black Ants (Crematogaster sp)

Muhamad Agus Wibowo^{*)}, Sri Wahyuni, Puji Ardiningsih, Afghani Jayuska
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Tanjungpura

Article info

Keywords

Bioinsecticide,
Cymbopogon citratus,
Crematogaster sp.,
Essential oil

Article history

Received 25-10-2023
Accepted 09-09-2024

^{*)}Corresponding author

m.agus.wibowo@chemistry.untan.ac.id

ABSTRACT

The essential oil of *Cymbopogon citratus* has the potential as a natural bioinsecticide in safe pest control. This research aimed to determine the chemical content and activity of the essential oil of *C. citratus* from Punggur village, Kubu Raya district, in killing black ants. This research was conducted in two stages: (i) Distillation of citronella oil and its characterization by IR and GC-MS, and (ii) bioinsecticide test of the oil on black ants (*Crematogaster* sp). The distillation results gave a yield of 0.43%, which contained 47 compounds with 7 main compounds namely beta-Myrcene (9.98%), iso-geranial (7.25%), linalool (2.04%), geranyl acetate (2.39%), geranic acid (1.07%), citral (Z)-(14.97%), and citral (E)-(4.71%). Characterization with IR showed that there were absorption wavelengths of 3500 cm⁻¹ (C-OH), 3086 cm⁻¹ (C-H alkenes), 2920 cm⁻¹ (C-H alkanes), 2856 cm⁻¹ and 2748 cm⁻¹ (C-H aldehyde), 1716 cm⁻¹ and 1674 cm⁻¹ (C=O). The anti-ant activity test using various concentrations gave an LCM100 value of 1% and an LC50 of 0.016%. From the results of the study, it can be concluded that the essential oil of citronella leaves is a bioinsecticide against *Crematogaster* sp.

Article info

Kata kunci

Bioinsecticide,
Cymbopogon citratus,
Crematogaster sp.,
Minyak atsiri

Riwayat artikel

Received 25-10-2023
Accepted 09-09-2024

^{*)}Corresponding author

m.agus.wibowo@chemistry.untan.ac.id

ABSTRAK

Minyak atsiri *Cymbopogon citratus* berpotensi sebagai bioinsektisida alami dalam pengendalian hama yang aman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan kimia dan aktivitas minyak atsiri *C. citratus* dari Desa Punggur, Kabupaten Kubu Raya, dalam membunuh semut hitam. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap: (i) Distilasi minyak serai wangi dan karakterisasinya dengan IR dan GC-MS, serta (ii) uji bioinsektisida minyak tersebut pada semut hitam (*Crematogaster* sp). Hasil distilasi menghasilkan rendemen 0,43%, yang mengandung 47 senyawa dengan 7 senyawa utama yaitu beta-Myrcene (9,98%), iso-geranial (7,25%), linalool (2,04%), geranyl asetat (2,39%), asam geranic (1,07%), citral (Z) (14,97%), dan citral (E) (4,71%). Karakterisasi dengan IR menunjukkan adanya panjang gelombang serapan pada 3500 cm⁻¹ (C-OH), 3086 cm⁻¹ (C-H alkana), 2920 cm⁻¹ (C-H alkana), 2856 cm⁻¹ dan 2748 cm⁻¹ (C-H aldehida), 1716 cm⁻¹ dan 1674 cm⁻¹ (C=O). Uji aktivitas anti-semut

menggunakan berbagai konsentrasi memberikan nilai LCM100 sebesar 1% dan LC50 sebesar 0,016%. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa minyak atsiri daun serai wangi merupakan bioinsektisida terhadap *Crematogaster* sp.

PENDAHULUAN

Semut hitam (*Crematogaster* sp) merupakan salah satu insekta yang kadang bersifat menguntungkan dan merugikan bagi tanaman (Muliastari & Bawazir, 2018; Sataral *et al.*, 2020). Sifat menguntungkan semut hitam bagi tanaman seperti perannya dalam mengendalikan hama penyerang tanaman (Sataral *et al.*, 2020). Dalam penelitiannya, Sataral *et al.* (2020) menyebutkan bahwa keberadaan semut hitam pada tanaman kakao dapat mengendalikan hama penggerek buah kakao yang dapat menurunkan produksi kakao. Sifat merugikan semut hitam bagi tanaman karena semut hitam mampu menghambat pertumbuhan tanaman dan merusak tanaman (Anjos *et al.*, 2022). Kemampuannya dalam merusak tanaman karena semut hitam dapat bersimbiosis dengan kutu daun yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, sehingga dapat mendatangkan hama pada tanaman (Anjos *et al.*, 2022; Duque-Gamboa *et al.*, 2021). Disamping itu, semut hitam merupakan hama tanaman yang bersifat mengganggu petani dalam proses pemanenan buah (Sultana *et al.*, 2021). Pada pohon langsung, semut hitam oleh petani disebut hama karena dapat menghambat para petani dalam pemanenan buah langsung (Apriyanto *et al.*, 2019). Keberadaan semut hitam dianggap sebagai pengganggu hal ini karena gigitan dari semut hitam akan mengakibatkan rasa gatal dan menyebabkan merah pada kulit manusia (Falah, 2017). Pada tumbuhan rambutan, semut hitam juga dapat mengganggu petani dalam pemanenan buah (Sultana *et al.*, 2021). Karena potensinya sebagai pengganggu tanaman, maka perlu dicarikan upaya pengendaliannya.

Penggunaan insektisida sintetis dalam menanggulangi hama semut hitam seperti fipronil sering digunakan oleh para petani (Ningsih & Wahyuni, 2016). Namun penggunaan insektisida sintetis dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan, baik udara, tanah dan air (Wowu *et al.*, 2021). Penggunaan pembasmi hama sintetis juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan pada petani, konsumen, dan kerusakan lingkungan (Kardinan *et al.*, 2020). Adanya sisi negatif pemanfaatan pestisida sintesis, maka perlu dilakukan upaya pencarian insektisida alami yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Dadang & Prijono, 2013; Kardinan *et al.*, 2020).

Minyak atsiri serai dapur (*Cymbopogon citratus*) merupakan bahan alami yang berpotensi sebagai bahan pembunuh semut hitam karena aktivitasnya sebagai anti-serangga (Plata-Rueda *et al.*, 2020; Sufyan *et al.*, 2018). Prasetyo *et al.* (2013) menyatakan bahwa minyak atsiri daun serai dapur dapat membunuh larva hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.) dengan konsentrasi formula terbaik 1,5%. Penelitian Plata-Rueda *et al.* (2020) menunjukkan bahwa minyak atsiri dari daun serai dapur dapat menghambat pertumbuhan kumbang kacang tanah. Hasil penilaian dari Sufyan *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa minyak atsiri serai dapur memiliki aktivitas anti rayap. Potensi aktivitas anti-serangga dari minyak serai ini karena beberapa senyawa yang terdapat di dalamnya diantaranya adalah E-sitral, Z-sitral, 1- β -pinena, geraniol asetat, trans-carena, sitronelal, gama-isogeraniol, 6,6-dimetil pinane (Sufyan *et al.*, 2018). Penelitian dengan mengaplikasikan serai dapur dengan beberapa konstituen tambahan seperti jahe dan bawang putih menunjukkan bahwa serai dapur memiliki aktivitas repelan terhadap semut didalam pengujian (Khan & Sawardekar, 2018).

METODE

Destilasi Minyak Serai Dapur

Disiapkan daun serai dapur yang telah berumur kurang lebih 6 bulan diambil dan dipotong dengan ukuran 2-7 cm. Sebanyak 118 Kg daun serai dapur dimasukkan kedalam alat destilasi uap dan didistilasi selama 4 jam pada suhu 100°C selama 4 jam. Kondensat dikumpulkan dan dipisahkan hingga diperoleh minyak atsiri yang terpisah dari air. Terhadap minyak yang diperoleh kemudian ditambah sedikit Na₂SO₄ anhidrat lalu

didekantir hingga diperoleh minyak bebas air. Minyak atsiri bebas air yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan instrument kromatografi GC-MS (Gass Cromatografy - Mass Spektrometri) (Shimadzu-QP2010S) dan Spektro-fotometri IR (Shimadzu) (Wibowo *et al.*, 2023). Rendemen dan massa jenis dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat minyak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Preparasi Konsentrasi Sampel Uji

Dibuat sampel uji minyak serai dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%, dan 0,001% dengan volume masing-masing 4 mL. Pembuatan konsentrasi larutan uji dilakukan secara bertingkat dengan melarutkan minyak atsiri menggunakan pelarut aquades (Ningsih & Wahyuni, 2016).

Uji Bioaktivitas Anti-semut

Semut (*Crematogaster* sp) yang digunakan dikoleksi dari pohon langsung di Desa Punggur Kecil. Sebanyak 20 ekor semut dimasukkan kedalam gelas dan disemprot dengan larutan sampel. Setelah itu diamati jumlah kematian semut pada menit ke-0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Percobaan dilakukan terhadap seluruh konsentrasi sampel uji dengan empat kali pengulangan (Ningsih & Wahyuni, 2016).

Tingkat mortalitas dari hama semut (*Crematogaster* sp) dalam penelitian ini dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah Semut yang Mati}}{\text{Jumlah Semua Semut}} \times 100\%$$

Analisis Data

Penghitungan nilai LC₅₀ dari percobaan ini dilakukan menggunakan probit. Terhadap data yang diperoleh dilakukan uji menggunakan metode one-way anova dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan uji menggunakan LSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Destilasi Daun Serai Dapur

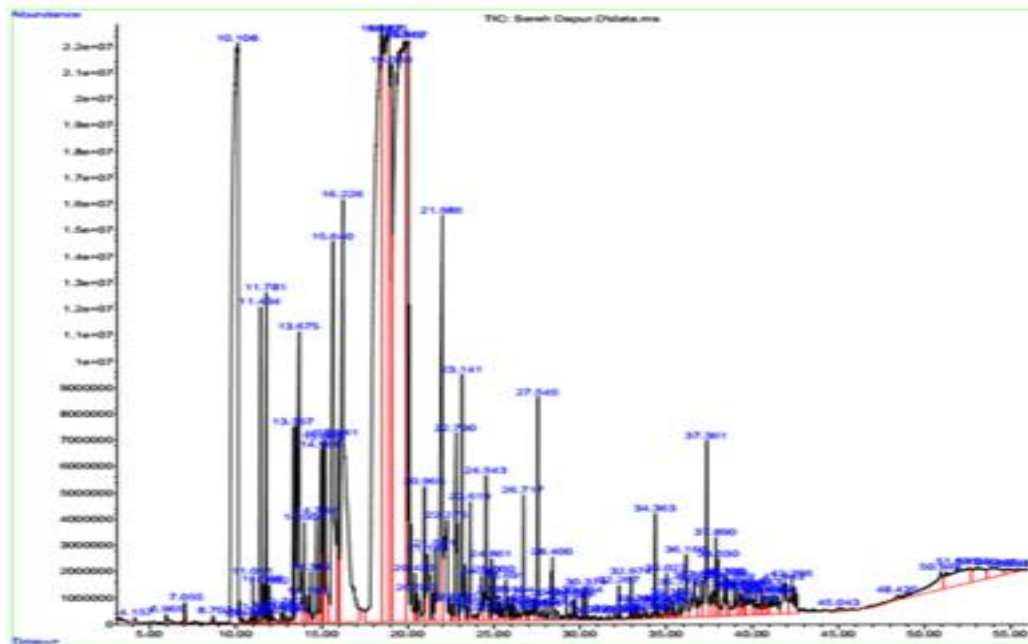
Daun serai dapur yang digunakan berasal dari Desa Punggur Kecil, Kabupaten Kubu Raya. Metode yang digunakan berupa destilasi uap, destilasi sampel dilakukan selama 4 jam, hingga diperoleh minyak atsiri. Destilasi terhadap 118 Kg daun serai dapur, diperoleh minyak atsiri berwarna kuning tua dengan bau khas serai sebanyak 508 mL (rendemen sebesar 0,43%) (Tabel 1). Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu, rendemen hasil sebanyak 0,43% tergolong tinggi. Penelitian Sufyan dkk. melaporkan bahwa dengan menggunakan destilasi uap rendemen minyak atsiri daun serai dapur yang dihasilkan sebesar 0,12%, sedangkan penelitian Zaituni dkk. memberikan rendemen sebesar 0,3% (Sufyan *et al.*, 2018; Zaituni *et al.*, 2016).

Kandungan Kimia Minyak Serai Dapur

Minyak atsiri daun serai dapur (*Cymbopogon citratus*) hasil destilasi uap yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan metode GC-MS (Gass Cromatografy-Mass Spektrometri) dan Spetrofotometri infra-red. Analisis minyak atsiri degan GC-MC menunjukkan terdapat 118 dengan 7 senyawa utama yaitu senyawa Z-citral (14,97%), beta myrcene (9,98%), isogeranial (5,31%), E-citral (4,71%), linalool (2,04%), geranil asetat (2,39%), dan asam geranik (1,07%) (Gambar 1).

Tabel 1. Hasil Destilasi Minyak Atsiri Daun Serai Dapur

Keterangan	Hasil
Massa Sampel	118 Kg
Rendemen	0,43%
Volume minyak	508 ml
Warna minyak	Kuning
Aroma minyak	Aroma Khas Serai



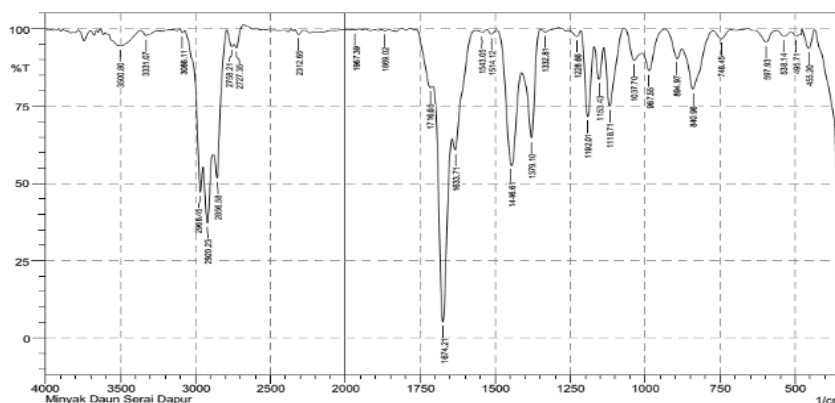
Gambar 1 Kromatogram GCMS minyak serai dapur

Keberadaan senyawa citral, myrcene, linalool, geraniol asetat, dan asam geraniol pada analisis GC-MS diperkuat oleh hasil pada analisis IR (Gambar 2). Berdasarkan hasil spektra IR minyak atsiri daun serai dapur menunjukkan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3500 cm^{-1} dan 3331 cm^{-1} dengan bentuk pita melebar yang menunjukkan adanya gugus OH. Gugus C-H alkena ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang 3086 cm^{-1} , sedangkan C-H alkana ditunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 2920 cm^{-1} . Keberadaan gugus aldehida ditunjukkan adanya serapan C=O pada bilangan gelombang 1674 cm^{-1} , dan diperkuat adanya serapan pada 2858 cm^{-1} dan 2748 cm^{-1} yang merupakan ciri khas serapan C-H aldehid. Serapan tajam dengan intensitas kuat pada 1716 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi rentangan gugus C=O karbonil. Keberadaan gugus C=C ditunjukkan oleh adanya serapan pada bilangan gelombang 1633 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1037 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O. Keberadaan gugus C-H (alkana, alkena, aldehida), C=O (aldehida dan karbonil), C=C, dan OH pada spektra IR memperkuat bukti adanya senyawa-senyawa utama citral, myrcene, linalool, geraniol asetat, dan asam geraniol pada minyak atsiri daun serai dapur (Tabel 2).

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Radünz *et al.* yang menyatakan bahwa senyawa utama minyak serai dapur adalah alfa citral dan beta citral (Radünz *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Trang *et al.* menunjukkan bahwa citral sebagai senyawa utama serai dapur adalah citral dan beta citral (Duong Thu Trang *et al.*, 2020). Penelitian Plata-Raude *et al.* mendapatkan senyawa utama dari minyak atsiri serai dapur berupa nerolidol dan citral (Plata-Rueda *et al.*, 2020). Perbedaan komponen senyawa serai dapur diduga disebabkan karena faktor lokasi tanaman, panen optimal dan umur sampel (Agustina & Jamilah, 2021).

Tabel 2. Karakterisasi serapan FTIR minyak serai dapur

Gugus	Serapan (Cm^{-1})	Keterangan
-OH	3500; 3331	Streching
=C-H	3086	Streching
-C-H	2920, 2856,	
	2748	Streching
-C=O	1716; 1674	Streching
-C=C-	1633	Streching
-C-O	1037	Streching



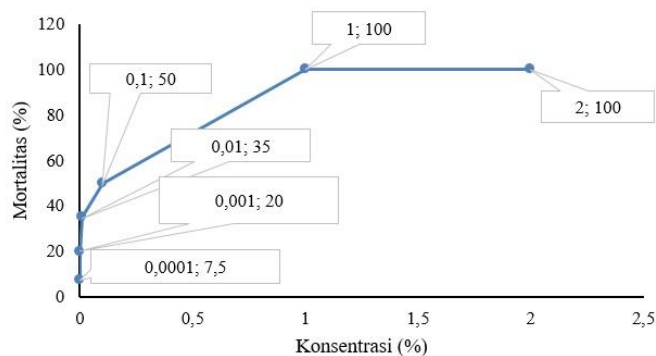
Gambar 2. Spektra IR minyak serai dapur

Uji Bioaktivitas

Uji aktivitas anti-serangga minyak atsiri serai dapur terhadap semut hitam dengan variasi konsentrasi minyak atsiri sebesar 100%, 75%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%, dan 0,0001% (Tabel 3). Hasil uji bioaktivitas menunjukkan pada konsentrasi uji 100% hingga 1% semua semut uji mati (100% semut mati) setelah 1 jam pemberian minyak atsiri dan tergolong memiliki aktivitas yang sangat kuat, mortalitas ≥ 95 (Mulyati *et al.*, 2015). Penurunan jumlah semut yang mati terjadi pada konsentrasi sampel uji dibawah 1%. Pada konsentrasi sampel uji 0,1%, 0,01%, 0,001% dan 0,0001% prosentase kematian semut hitam secara berturut-turut adalah 75%, 50%, 35%, 20%, dan 7,5%. Hasil uji anti-serangga menunjukkan bahwa konsentrasi sampel sebesar 1%, merupakan konsentrasi minimum sampel yang dapat membunuh 100% semut hitam (memiliki aktivitas sangat kuat) (Gambar 3). Analisis probit terhadap data kematian semut berbanding konsentrasi dilakukan untuk menentukan nilai LC₅₀. Dari analisis probit diperoleh nilai LC₅₀ dari sampel adalah 0,061%.

Hasil uji analisis one-way anova tingkat kematian semut terhadap konsentrasi sampel menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antara konsentrasi uji 100%, 75%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, dan 1%, dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Sedangkan analisis one way anova pada konsentrasi 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%, dan 0,0001% menunjukkan adanya perbedaan nyata dari seluruh konsentrasi uji dengan tingkat signifikansi $< 0,05$.

Kemampuan minyak serai dapur dalam membunuh semut hitam diduga karena adanya senyawa dominan yang terkandung didalamnya. Penelitian Oliveira *et al.* menunjukan bahwa senyawa citral merupakan senyawa yang bersifat toksik terhadap serangga karena kemampuannya dalam membunuh ulat grayak (Oliveira *et al.*, 2018). Senyawa linalool juga mampu mengendalikan kutu pada daun persik karena bersifat toksik sedangkan senyawa geraniil asetat juga bersifat anti semut karena kemampuannya dalam membunuh semut (Amalina *et al.*, 2018; Castillo-Morales *et al.*, 2021). Sun *et al.* dalam penelitiannya tentang uji insektisida terhadap beberapa senyawa organik, menyatakan bahwa senyawa myrcene bersifat toksik terhadap dua serangga uji yaitu *T. castaneum* dan *L. bostrychophila* (Sun *et al.*, 2020). Penelitian Pan *et al.* menunjukan bahwa senyawa asam geraniik mampu membunuh kutu pada daun (Pan *et al.*, 2022).



Gambar 3. Grafik uji bioaktivitas minyak serai dapur

Tabel 3. Uji Aktivitas anti-semut minyak serai dapur

No	Sampel	Mortalitas Semut				Jam, Menit, Detik
		1	2	3	4	
K-	Aquades	0	0	0	0	01;00;00
K+	Fipronil	20	20	20	20	00;00;08
1	100%	20	20	20	20	00;00;16
2	75%	20	20	20	20	00;00;19
3	50%	20	20	20	20	00;00;23
4	25%	20	20	20	20	00;00;29
5	20%	20	20	20	20	00;03;3
6	15%	20	20	20	20	00;05;42
7	10%	20	20	20	20	00;08;27
8	5%	20	20	20	20	00;11;52
9	4%	20	20	20	20	00;13;29
10	3%	20	20	20	20	00;14;45
11	2%	20	20	20	20	00;17;38
12	1%	20	20	20	20	00;18;11
13	0,1%	11	9	9	11	01;00;00
14	0,01%	8	8	6	6	01;00;00
15	0,001%	5	4	4	3	01;00;00
16	0,0001%	2	3	1	0	01;00;00

KESIMPULAN

Minyak atsiri serai dapur memiliki aktivitas anti semut yang tergolong sangat kuat, dengan konsentrasi minimumnya sebesar 1% dan LC50 sebesar 0,061%. Bioaktivitas anti semut dari minyak atsiri daun serai dapur diakibatkan adanya senyawa dominan didalamnya yaitu citral, linalool, beta myrcene, geranil asetat dan asam geranik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terselenggara atas dana DIPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., & Jamilah, M. 2021. Kajian Kualitas Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.) pada CV AB dan PT. XYZ Jawa Barat. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(1): 63-71. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i1.681>
- Amalina, N. R., Subagiya, S., & Sulisty, A. 2018. Respon Populasi Kutu Daun Persik Terhadap Pemberian Beberapa Jenis Ekstrak Kulit Jeruk pada Cabai. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 20(1): 13. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v20i1.26314>
- Anjos, D. V., Tena, A., Viana-Junior, A. B., Carvalho, R. L., Torezan-Silingardi, H., Del-Claro, K., & Perfecto, I. 2022. The effects of ants on pest control: a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289(1981): <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1316>
- Apriyanto, Hadi, U. K., & Soviana, S. 2019. Keragaman Jenis Semut Pengganggu Di Permukiman Bogor. *Jurnal Kajian Veteriner Desember*, 3(2): 213-223.
- Castillo-Morales, R. M., Serrano, S. O., Villamizar, A. L. R., Mendez-Sanchez, S. C., & Duque, J. E. 2021. Impact of *Cymbopogon flexuosus* (Poaceae) essential oil and primary components on the eclosion and larval development of *Aedes aegypti*. *Scientific Reports*, 11(1): 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03819-2>
- Dadang, & Prijono, D. 2013. Pengembangan teknologi formulasi insektisida nabati untuk pengendalian hama sayuran dalam upaya menghasilkan produk sayuran sehat. *Jurnal*

- Ilmu Pertanian Indonesia, 16(2): 100-111.
- Duong Thu Trang, Hoang, T. K. Van, Nguyen, T. T. M., Cuong, P. Van, Dang, N. H., Dang, H. D., & Da, T. N. Q. N. T. D. 2020. Essential Oils of Lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) Induces Apoptosis and Cell Cycle Arrest in A549 Lung Cancer Cells. *BioMed Research International*, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2020/5924856>
- Duque-Gamboa, D. N., Clavijo, A. A., Posso-Terranova, A., & Toro-Perea, N. 2021. Mutualistic interaction of aphids and ants in pepper, *capsicum annum* and *capsicum frutescens* (Solanaceae). *Revista de Biologia Tropical*, 69(2): 626-639. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.43429>
- Falah, A. 2017. Wawasan Al-Qur'an Tentang Lebah dan Semut. Institut Perguruan Tinggi Ilmu Al-Qur'an.
- Kardinan, A., Rizal, M., & Maris, P. 2020. Pengaruh Insektisida Nabati Kamandrah Dan Akar Tuba Terhadap Wereng Batang Coklat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2): 93-98. <https://doi.org/10.31186/jipi.22.2.93-98>
- Khan, N., & Sawardekar, S. S. 2018. Study of *Cymbopogon Citratus* (Lemon grass) Application for its Insecticidal Property - "Ants" and its Use in Preservation Methodology. *International Journal of Science and Research*, 8: 1014-1015.
- Muliasari, A. A., & Bawazir, M. F. 2018. Pengendalian Semut Hitam (*Dolichoderus Thoracicus*) pada Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.) di Kebun Bangelan PTPN XII Malang Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 18(3): 104-111. <https://doi.org/10.25047/jii.v18i3.1237>
- Mulyati, S., Jayuska, A., & Ardiningsih, P. 2015. Aktivitas Minyak Atsiri Daun Lada (*Piper nigrum* L.) terhadap Rayap *Coptotermes* sp. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(3): 100-106.
- Ningsih, S. U., & Wahyuni, D. 2016. Efektivitas Ekstrak Serai (*Cymbopogon nardus*) Sebagai Insektisida Alami dalam Mengendalikan Semut Hitam (*Dolichoderus thoracicus*) Secara Penyemprotan. *Al-Tamimi Kesmas*, 469(3): 319-323. <https://doi.org/10.7868/s0869565216210155>
- Oliveira, E., Alves, D., Carvalho, G., Oliveira, B., Smail, A., & Bertolucci, S. K. 2018. Toxicity of *Cymbopogon flexuosus* essential oil and citral for *Spodoptera frugiperda*. *Ciência e Agrotecnologia*, 42: 408-415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1413-70542018424013918>
- Pan, S., Li, W., Qin, Y., Yang, Z., Liu, Y., Shi, Z., Qu, C., Luo, C., & Yang, X. 2022. Discovery of Novel Potential Aphid Repellents: Geranic Acid Esters Containing Substituted Aromatic Rings. *Molecules*, 27(18): <https://doi.org/10.3390/molecules27185949>
- Plata-Rueda, A., Martínez, L. C., Rolim, G. da S., Coelho, R. P., Santos, M. H., Tavares, W. de S., Zanuncio, J. C., & Serrão, J. E. 2020. Insecticidal and repellent activities of *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil and its terpenoids (citral and geranyl acetate) against *Ulomoides dermestoides*. *Crop Protection*, 137: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105299>
- Prasetyo, H. D., Susila, I. W., & Sumiartha, K. 2013. Efikasi Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon citratus* L.) terhadap Hama Ulat Daun Kubis (*plutella xylostella* L.) di Laboratorium. *Journal of Tropical Agroecotechnology*.
- Radünz, A. L., Radünz, M., Bizollo, A. R., Tramontin, M. A., Radünz, L. L., Mariot, M. P., Tempel-Stumpf, E. R., Calisto, J. F. F., Zaniol, F., Albeny-Simões, D., Rezende, R. S., & Magro, J. D. 2024. Insecticidal and repellent activity of native and exotic lemongrass on Maize weevil. *Brazilian Journal of Biology*, 84: 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1519-6984.252990>
- Sataral, M., Robika, H. H., & Masese, Z. A. 2020. Pengendalian Hayati Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*) Menggunakan Semut Hitam (*Dolichoderus thoracicus*). *Celebes Agricultural*, 1(1): 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.52045/jca.v1i1.17>

- Sufyan, Jayuska, A., & Destiarti, L. 2018. Bioaktivitas Minyak Atsiri Serai Dapur (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) Terhadap Rayap (*Coptotermes curvignathus* sp). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3): 47-55.
- Sultana, S., Notarianto, N., & Kusuma, A. V. C. 2021. Pengendalian Hama Semut Hitam pada Pohon Rambutan Parakan dengan Memanfaatkan Ampas Kopi. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(2): 113-121. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.52643/jir.v12i2.1869](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.52643/jir.v12i2.1869)
- Sun, J., Feng, Y., Wang, Y., Li, J., Zou, K., Liu, H., Hu, Y., Xue, Y., Yang, L., Du, S., & Wu, Y. 2020. Investigation of Pesticidal Effects of *Peucedanum terebinthinaceum* Essential Oil on Three Stored-Product Insects. *Rec. Nat. Prod*, 14(3): 177-189. <https://doi.org/http://doi.org/10.25135/rnp.149.19.05.1287>
- Wibowo, M. A., Rendi, Warsida, Ardiningsih, P., & Jayuska, A. 2023. Characterization of The essential oil of Eucalyptus Leaves (*Melaleuca leucadendra*) from Pontianak City and Its Activity Against *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmu Dasar*, 24(2): 121-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/jid.v24i2.33592>.
- Wowu, H. D., Agastya, I. M. I., & Marwoto, M. 2021. Aplikasi Fipronil Sebagai Insektisida dan ZPT Pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiate*. L). *Buana Sains*, 21(2): 35-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.33366/bs.v21i2.3219>
- Zaituni, Z., Khathir, R., & Agustina, R. 2016. Penyulingan Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon Citratus*) Dengan Metode Penyulingan Air-Uap. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 1(1): 1009-1016. <https://doi.org/https://doi.org/10.17969/jimfp.v1i1.1085>