

Efektivitas Insektisida Botani dari Daun Mimba dan Wedusan sebagai Pengendalian Kepik Penghisap Kakao

(Effectiveness of Botanical Insecticides from Neem and Wedusan Leaves as Cocoa-Sucking Ladybug Control)

Irma Wardati ^{1*}, Fama Rudi Atmaja ¹, Dyah Nuning Erawati ¹, Andarula Galushasti ¹

¹ Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po. Box 164 Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember, 68121, Indonesia, Telp. (0331) 333532

E-mail: irma_wardati@polije.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: September 26, 2022

Accepted: January 24, 2023

Published: March 17, 2023

Keywords:

botanical insecticide,
cocoa-sucking ladybug,
neem leaves,
wedusan leaves

ABSTRACT

The impact of cocoa fruit-sucking ladybugs (*Helopeltis antonii* Signoret) is getting higher, resulting in control by considering costs and abundant raw materials. The study aimed to ascertain the efficiency of botanical insecticides made from neem and wedusan as controllers and their effect on the behavior of cacao fruit-sucking ladybugs. The research was carried out from May to August 2021 in Petungombo Hamlet, Sepawon Village, Plosoklaten District, Kediri Regency. This study used a Randomize Block Design Non-Factorial with the factors tested including I_0 (no insecticide), I_1 (5% neem leaf botanical insecticide), I_2 (10% wedusan leaf botanical insecticide), and I_3 (neem leaf vegetable botanical combination 5% and 10% wedusan leaf botanical insecticide). Further testing uses the Least Significant Difference test with a level of 5%. The results showed that the insecticidal substances of neem leaves and botanical insecticides of wedusan leaves were effective against ladybugs sucking cocoa fruit pods with a value of Lethal Time Fifty. The results were the fastest with a combination of the two over 111 hours and significantly affected behavioral changes classified as very low to low changes.



Copyright © 2023 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peran penting bagi perekonomian nasional, khususnya pada lapangan pekerjaan dan sumber pendapatan dalam sub-bidang non-migas (Kementerian Pertanian, 2016). Luasan lahan budidaya kakao pada tiga tahun terakhir mengalami penurunan yang drastis khususnya perkebunan rakyat. Menurut Badan Pusat Statistik (2019), pada tahun 2017 luas lahan budidaya kakao sebesar 1.615.955 ha, tahun 2018 sebesar 1.584.133 ha, serta tahun 2019 mencapai 1.574.322 ha atau penurunan yang terjadi 0,6% sampai dengan 2% luasan budidaya kakao pada perkebunan rakyat. Mastura & Nuriana (2018) menegaskan, rendahnya produksi pada daerah sentra kakao dipengaruhi oleh banyaknya tanaman berproduksi rendah, perawatan yang tidak optimal serta serangan hama dan penyakit tanaman kakao. Dampak terbesar terjadi di perkebunan rakyat, akibat meningkatnya serangan hama dan penyakit, dimana luas perkebunan

rakyat (PR) sebesar 768.769 ha atau 99,30% dari luas perkebunan kakao di Indonesia sebesar 774.195 ha (Badan Pusat Statistik, 2019).

Usaha pengembangan budidaya kakao secara luas mendapati beberapa halangan, salah satunya adalah serangan hama dan penyakit. Serangan hama dan penyakit pada tanaman kakao menjadi ancaman serius dalam pertumbuhan dan perkembangan proses budidaya tanaman kakao yang berdampak langsung pada rendahnya produksi biji kakao (Cornalia & Wattimena, 2019). Badan Pusat Statistik (2019) mencatat, terjadi fluktuasi produksi kakao di perkebunan rakyat dari tahun 2001 sampai dengan 2019. Titik puncak produksi terjadi pada tahun 2010 dengan produksi biji kakao sebesar 772.771 ton dan tahun 2019 produksi kakao mencapai 768.769 ton. Berdasarkan fluktuasi data produksi biji kakao 18 tahun terakhir, pada tahun 2019 produksi biji dapat mengalami penurunan yang cukup drastis mengingat kondisi cuaca yang tidak bisa diperkirakan serta biaya budidaya dan perawatan yang relatif tinggi.

Hama yang menjadi masalah utama pada budidaya kakao adalah kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis antonii* Signoret), penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen), dan hama kutu putih (*Planococcus lilacinus* Cockerell) (Sutomo et al., 2017). Dampak serangan hama terbesar yang mengakibatkan penurunan produksi hingga mencapai 50-60% adalah serangan hama *Helopeltis* spp. (Ambethgar, 2015). *Helopeltis* spp. Merupakan hama utama pada tanaman kakao dan jenis yang menyerang tanaman kakao diketahui ada tiga spesies yaitu *Helopeltis antonii* Signoret, *H. theivora*, dan *H. claviver* (Tapi et al., 2018).

Kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis antonii* Signoret) merupakan spesies *Helopeltis* yang paling banyak ditemui di kebun kakao baik perkebunan rakyat, swasta maupun negara. Serangan kepik penghisap buah kakao terjadi pada stadia nimfa dan imago, hal tersebut dibuktikan dengan gejala serangan yang bayak dijumpai pada pucuk dan buah muda tanaman kakao dengan cara menusukkan *stilet* (mulutnya) pada jaringan epidermis dan menghisap cairan yang berada di dalamnya (Indriati et al., 2014). Tingkat serangan kepik penghisap buah kakao mengakibatkan buah menjadi kecoklatan, mengering dan rontok (Indriati et al., 2014), keadaan buah yang terserang tetap berkembang, kulit buah mengeras dan retak, daging buah dan biji tidak dapat berkembang (Grishelda & Prizilia, 2016).

Dampak serangan kepik penghisap buah kakao yang semakin tinggi mengakibatkan pengendalian instan menjadi pilihan yaitu menggunakan insektisida sintetik. Hal buruk yang diakibatkan dari penggunaan insektisida sintetik secara terus menerus adalah kepik penghisap buah kakao akan resisten terhadap beberapa insektisida seperti insektisida lamda sihalotrin dan tiametoksam (Yuliani & Wayan Winasa, 2020), serta dampak perluasan residu pestisida terhadap lingkungan dan makhluk hidup (Türkmenoğlu & Özmen, 2021). Pengendalian dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan ekonomi atau Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menjadi strategi pengendalian kepik penghisap buah kakao (Hastuti et al., 2015). Pengendalian tersebut meliputi pengendalian kultur teknis, musuh alami, mekanis dan pestisida nabati (Ambethgar, 2015). Pengendalian dengan mempertimbangkan biaya dan bahan baku yang tersedia melimpah menjadi alternatif pengendalian yang diterapkan, salah satunya dengan memanfaatkan gulma sebagai bahan insektisida nabati (Apriliyanto & Ariabawani, 2017). Gulma wedusan (*Ageratum conyzoides* L.) merupakan gulma yang banyak ditemui tumbuh dibawah tanaman budidaya. Gulma wedusan telah banyak dimanfaatkan, hal tersebut karena pada daun wedusan mengandung senyawa organik biopestisida (Suhardjadinata et al., 2019). Pengolahan

daun wedusan menjadi ekstrak, mengandung bahan aktif flavonoid, polifenol dan saponin yang dapat menolak atau mencegah serangan hama (Poerwanto et al., 2020).

Selain gulma sebagai alternatif biopestisida, tanaman peneduh atau tanaman penangung dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Salah satunya adalah tanaman Mimba (*Azadirachta indica* Juss.) merupakan tanaman yang banyak ditanam sebagai tanaman peneduh. Potensi mimba digunakan sebagai insektisida botanik karena sifat toksid *azadirachtin* yang terkandung pada bagian daun dan biji (Mastura & Nuriana, 2018). Insektisida nabati mimba telah banyak diaplikasikan secara selektif pada serangga penghisap, seperti penggulung daun dan wereng (Suganthi et al., 2017). Penelitian yang dilakukan merupakan langkah pengujian untuk mengetahui pengaruh aplikasi insektisida nabati dalam mengendalikan kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis antonii* Signoret) pada tanaman kakao yaitu ekstrak gulma wedusan (*Ageratum conyzoides* L.) dan ekstrak mimba (*Azadirachta indica* Juss.), sehingga akan diperoleh hasil yang menjadi alternatif pengendalian kepik penghisap buah kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Dusun Petung Ombo, Desa Sepawon Kecamatan Plosoklaten Kabupaten Kediri dengan ketinggian tempat 701 meter di atas permukaan laut (mdpl), yang dilakukan mulai dari Mei 2021 sampai dengan Agustus 2021. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah daun mimba, daun wedusan, hama kepik penghisap buah kakao yang diperoleh dari perkebunan PTPN XII Ngramangkah Pawon, Kabupaten Kediri. Penelitian disusun dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial terdiri dari empat perlakuan dan enam ulangan, yang terdiri atas kontrol (I_0), insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% (I_1), insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% (I_2), dan kombinasi insektisida nabati mimba konsentrasi 5% dengan daun wedusan konsentrasi 5% (I_3).

Uji insektisida dilakukan dengan mengaplikasikan insektisida nabati pada hama kepik dilakukan 2 jam setelah pengambilan hama dari lapang. Sebelum aplikasi hama diletakkan pada tabung hama. Selanjutnya aplikasi dilakukan dengan menyemprotkan insektisida nabati secara merata sebanyak 3 kali (1 ml), sesuai masing-masing perlakuan. Penyemprotan dilakukan dengan menyelesaikan secara bersamaan setiap perlakuan yang sama. Setelah penerapan perlakuan, hama dipelihara dan diamati. Selama pemeliharaan dan pengamatan, hama kepik diberi pakan berupa buah muda kakao setiap 2 hari sekali, serta menyemprotkan *aquades* pada bagian atas tabung dengan ketinggian penyemprotan 30 cm secara merata untuk menjaga kelembapan di dalam tabung hama. Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah mortalitas hama, *lethal time fifty* (LT_{50}), dan perubahan perilaku. Data yang telah diperoleh dianalisa dengan analisis ragam (*anova*). Hasil analisis yang menunjukkan pengaruh nyata diuji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5% dan analisis probit untuk penentuan LT_{50} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan data mortalitas, waktu kematian, dan perubahan perilaku kepik penghisap buah kakao yang sesuai dengan variabel pengamatan. Data didapatkan berdasarkan pembatasan pada jam dengan tingkat kematian terkoreksi tertinggi.

Data tingkat persentase kematian hama uji (*H. antonii* Signoret) yang telah diketahui dari rentang waktu 24 sampai dengan 168 jam, selanjutnya dilakukan analisis ragam dengan taraf 1% dan 5%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan insektisida nabati berbeda nyata pada mortalitas hama uji 24 jam setelah perlakuan, dan berbeda tidak nyata pada 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 jam setelah perlakuan. Data hasil analisis ragam mortalitas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis ragam mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret

Parameter pengamatan (jam)	Hasil analisis ragam	KK (%)
Mortalitas 24	*	17,0
Mortalitas 48	ns	20,4
Mortalitas 72	ns	20,2
Mortalitas 96	ns	19,7
Mortalitas 120	ns	13,3
Mortalitas 144	ns	20,0
Mortalitas 168	ns	20,0
Perubahan perilaku	*	20,4

Keterangan: * berbeda nyata; ns berbeda tidak nyata

Hasil analisis sidik ragam yang menunjukkan berbeda nyata selanjutnya di uji lanjut dengan BNT dengan taraf 5%, yang disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada 24 jam setelah perlakuan, rerata mortalitas *H. antonii* Signoret dipengaruhi oleh perlakuan. Mortalitas *H. antonii* Signoret tertinggi dihasilkan oleh perlakuan insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10%, sebesar 26%, diikuti perlakuan insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% sebesar 10%, insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% sebesar 4%, dan kontrol sebesar 0%. Menurut Hartanto & Hutajulu (2016), senyawa aktif yang terdapat pada daun dan biji tanaman mimba adalah *azadirachtin* ($C_{35}H_{44}O_{16}$) yang berfungsi sebagai biopestisida. Hal tersebut berlandaskan dari sifat *azadirachtin* dapat berperan sebagai *ecdysone blokeratau* yaitu zat yang dapat menghambat metabolime serangga. Sedangkan Hastuti et al. (2015) menyatakan bahwa ekstrak daun gulma babadotan bersifat sebagai pemikat atau *atraktan*.

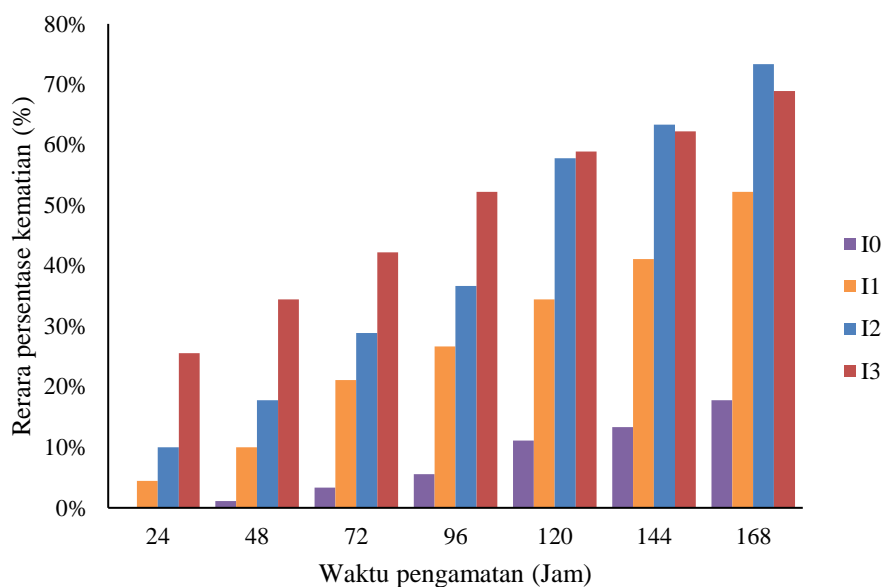
Tabel 2. Rerata mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret 24 jam

Perlakuan	Rerata mortalitas 24 jam (%)
Kontrol (I_0)	0 a
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% (I_1)	4 b
Insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% (I_2)	10 c
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% dan daun wedusan konsentrasi 10% (I_3)	26 d
BNT 5%	2,09

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT 5%

Rerata mortalitas *H. antonii* Signoret. pada pengamatan 24, 48, 72, 96, 120 jam setelah perlakuan menunjukkan bahwa insektisida nabati daun mimba + daun wedusan menghasilkan mortalitas yang cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan pada

pengamatan 144 dan 168 jam setelah perlakuan, mortalitas yang cenderung lebih tinggi terdapat pada perlakuan insektisida nabati daun wedusan (Gambar 1). Di samping itu, kematian pada kontrol juga mengalami peningkatan semakin lama waktu pengamatan. Hasil yang demikian diketahui dari masa adaptasi *H. antonii* Signoret yang meningkat setiap harinya dan umur serangga uji yang semakin berkurang. Hal tersebut dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Nelly et al. (2017), bahwa umur stadia imago *H. antonii* Signoret. pada buah kakao tidak lebih dari 13 hari.



Keterangan: I₁: insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5%; I₂: insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10%; I₃: insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10%.

Gambar 1. Rerata mortalitas *H. antonii* Signoret

Lethal Time Fifty (LT₅₀)

Analisis probit *lethal time fifty* (LT₅₀) menurut Bhosale et al. (2020), merupakan model regresi respon biner yang mengikuti kurva tingkat kematian kumulatif uji pada waktu yang menimbulkan mortalitas 50% hama uji. Hasil analisis probit LT₅₀ masing-masing insektisida nabati disajikan dalam Tabel 3.

Menurut Rahayu & Dahelmi (2021), keefektifan insektisida dalam membunuh serangga uji biasa disebut dengan istilah toksisitas, yaitu kemampuan insektisida dalam membunuh separuh dari populasi serangga uji (50%), dan dinyatakan dalam beberapa besaran, yaitu LD₅₀ (*lethal dose 50*), LC₅₀ (*lethal concentration 50*), dan LT₅₀ (*lethal time 50*). Berdasarkan pernyataan tersebut maka hasil pengujian insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% dan daun wedusan konsentrasi 10% efektif terhadap *H. antonii* Signoret karena mampu menghasilkan mortalitas hingga 50% (Roubos et al., 2014).

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan insektisida nabati yang membutuhkan waktu terpendek dalam mematikan 50% *H. antonii* Signoret adalah insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10%, dengan waktu 111 jam (4,6 hari). Selanjutnya diikuti oleh insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% dengan waktu 117 jam (4,9 hari), dan insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% dengan waktu 157 jam (6,5 hari). Namun

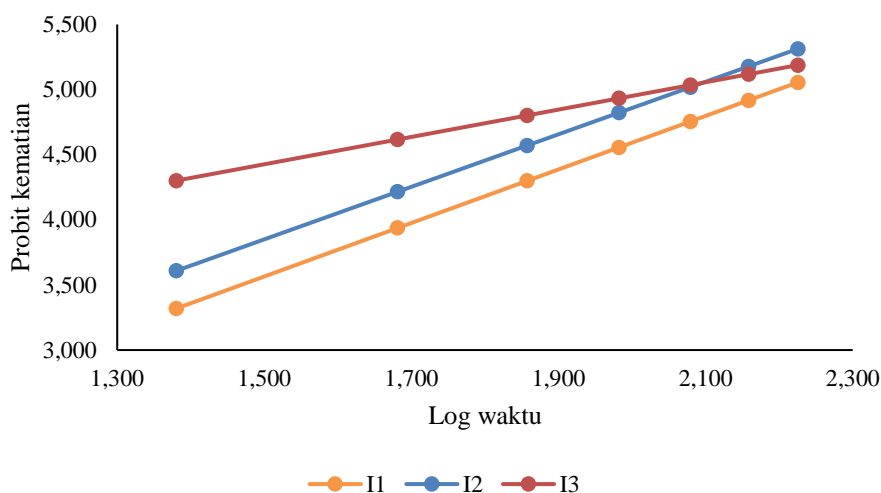
perlakuan insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% dan insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% memiliki nilai LT_{50} lebih baik dari penelitian yang dilakukan Dutta et al. (2013), yang menunjukkan bahwa aplikasi insektisida nabati daun mimba memberikan hasil LT_{50} pada *Helopeltis theivora* pada tanaman teh pada waktu 248 jam (10 hari), serta penelitian yang dilakukan Jarlina et al. (2015), ekstrak daun wedusan memberikan tingkat mortalitas 50% pada kepik hijau (famili : Hemiptera), pada 120 jam setelah aplikasi (5 hari).

Tabel 3. Persamaan regresi dan *Lethal Time Fifty* (LT_{50}) perlakuan insektisida nabati daun mimba dan daun wedusan

Perlakuan	Persamaan regresi	LT_{50} (jam)	Selang kepercayaan (jam)
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% (I_1)	$y = 0,483 + 2,005 x$	157	125 – 215
Insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% (I_2)	$y = 0,825 + 2,017 x$	117	92 – 153
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10% (I_3)	$y = 2,852 + 1,050 x$	111	70 – 180

Berdasarkan persamaan regresi (Tabel 3), maka grafik regresi (Gambar 2) menyatakan bahwa mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret yang dihasilkan oleh perlakuan insektisida nabati daun mimba + daun wedusan (I_3) memiliki nilai mortalitas yang tinggi di awal pengamatan (24 jam), namun melandai pada pengamatan-pengamatan berikutnya. Sedangkan mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret pada perlakuan insektisida nabati daun mimba (I_1) dan perlakuan insektisida nabati daun wedusan (I_2) memiliki kenaikan yang konstan pada pengamatan awal (24 jam) hingga akhir (168 jam), dengan kematian lebih tinggi pada insektisida daun wedusan.

H. antonii Signoret dapat dikatakan melakukan perubahan perilaku pada saat serangga terbang atau terjatuh pada tabung aplikasi dari pakan yang digunakan. Mengacu pada penelitian Puspita et al. (2019), *H. antonii* Signoret melakukan perubahan perilaku atau penolakan (*repellent*) apabila menjauhi dari pakan atau tempat adaptasi. Analisis ragam variabel pengamatan perubahan perilaku menunjukkan hasil bahwa perlakuan yang diterapkan mempengaruhi perubahan perilaku *H. antonii* Signoret (Tabel 1). dan selanjutnya diuji BNT dengan taraf 5% (Tabel 4).



Keterangan: I₁: insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5%; I₂: insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10%; I₃: insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10%.

Gambar 2. Persamaan regresi LT₅₀ mortalitas *H. antonii* Signoret

Tabel 4. Hasil BNT 5% perubahan perilaku *Helopeltis antonii* Signoret

Perlakuan	Rerata perubahan perilaku (%)
Kontrol (I ₀)	0 a
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% (I ₁)	16,7 b
Insektisida nabati daun wedusan konsentrasi 10% (I ₂)	19,5 bc
Insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10% (I ₃)	25,3 c
BNT 5%	6,03

Hasil uji lanjut BNT taraf 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa perubahan perilaku *H. antonii* Signoret dipengaruhi oleh perlakuan insektisida nabati, dengan hasil terbaik adalah perlakuan insektisida nabati daun mimba konsentrasi 5% + daun wedusan konsentrasi 10%, sebesar 25,3%. Menurut Utono & Gibson (2015) perubahan perilaku merupakan reaksi uji terhadap perlakuan yang diberikan berupa penolakan atau perpindahan tempat (*repellent*). Insektisida nabati berbahan daun mimba dan daun wedusan memiliki kandungan *flavonoid*. Senyawa *flavonoid* sendiri tergolong senyawa fenolik yang termasuk flavonols (Tang et al., 2020). Senyawa fenolik menurut Jabran et al. (2015) merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas alelopati. Aktivitas alelopati dapat didefinisikan sebagai tanaman yang dapat memproduksi toksik (Djazuli, 2012). Pola dasar tersebut yang membuat tanaman mimba dan wedusan khususnya pada bagian daun berpengaruh terhadap perubahan perilaku dan mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret.

Berdasarkan penggolongan perubahan perilaku oleh Utono & Gibson (2015) terdapat 6 kelas berdasarkan persentase perubahan perilaku yang terjadi (Tabel 5). Penggolongan perubahan perilaku pada *H. antonii* Signoret pada masing-masing perlakuan yaitu perlakuan

insektisida nabati daun mimba + daun wedusan dengan perubahan perilaku 25,3% masuk dalam kelas 1, dan pada tingkat penilakan terhadap perlakuan adalah rendah. Perlakuan insektisida nabati daun wedusan dan perlakuan insektisida daun mimba masing-masing dengan nilai perubahan perilaku sebesar 19,5% dan 16,7% sampai dengan kelas 2, dan pada tingkat penolakan sangat rendah terhadap perlakuan.

Tabel 5. Penggolongan kelas perubahan perilaku

Kelas	Persentase	Tingkat penolakan
0	< 0,1%	Tidak ada efek
1	0,1–20 %	Sangat rendah
2	20,1–40%	Rendah
3	40,1–60%	Sedang
4	60,1–80%	Tinggi
5	80,1–100%	Sangat tinggi

KESIMPULAN

Hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa aplikasi insektisida nabati berbahan daun mimba dan daun wedusan berpengaruh efektif terhadap kepik penghisap buah kakao (*H. antonii* Signoret) dengan nilai LT_{50} tercepat adalah insektisida daun mimba + daun wedusan, yaitu 111 jam. Insektisida nabati berbahan daun mimba dan daun wedusan berpengaruh nyata terhadap perubahan perilaku kepik penghisap buah kakao (*H. antonii* Signoret) yang tergolong dalam perubahan perilaku sangat rendah sampai dengan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambethgar, V. (2015). Recognition of red weaver ants in integrated control of tea mosquito bug in cashew plantations in India. *Acta Horticulturae*, 1080(1080), 393–400. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1080.52>
- Apriliyanto, E., & Ariabawani, M. P. (2017). Uji keefektifan ekstrak gulma siam (*Chromolaena odorata*) terhadap mortalitas dan perkembangan kutu daun (*Aphis craccivora*) tanaman kacang panjang. *Agritech*, XIX(1), 35–44.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Kakao Indonesia*. In S. D. S. T. Perkebunan (Ed.), *Statistik Perkebunan Indonesia* (5504005th ed., pp. 19–39). Badan Pusat Statistik.
- Bhosale, D. N., Ingle, Y. V., Paithankar, D. H., & Sadawarte, A. K. (2020). Efficacy of *Aschersonia aleyrodis* against citrus blackfly and whitefly. *Indian Journal of Entomology*, 82(3), 464. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2020.00120.0>
- Cornalia, & Wattimena. (2019). Identifikasi gejala serangan hama dan penyakit utama tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) serta upaya pengendaliannya. *Journal of Dedication to Papua Community*, 2(1), 66–74. <https://doi.org/10.34124/288518>
- Djazuli, M. (2012). Alelopati pada beberapa tanaman perkebunan dan teknik pengendalian serta prospek pemanfaatannya. *Perspektif*, 10(1), 44–50.
- Dutta, P., Reddy, S. G. ., & Borthakur, B. K. (2013). Effect of neem kernal aqueous extract (NKAE) in tea mosquito bug *Helopeltis theivora* (Waterhouse, 1886) (Heteroptera: Miridae). *Mun. Ent. Zool.*, 8(1), 213–218.

- Grishelda, & Prizilia. (2016). Tingkat serangan kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis* spp. [Hemiptera, Miridae]) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) Criollo dan Forastero di Kabupaten Agam. In *Universitas Andalas*.
- Hartanto, E. S., & Hutajulu, T. F. (2016). Pemanfaatan azadirachtin dari mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) untuk sediaan anti semut. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 8(16), 84–94. <https://doi.org/10.26578/jrti.v8i16.1556>
- Hastuti, D., Rusmana, & Hasan, P. (2015). Uji efektifitas larutan pestisida nabati rimpang lengkuas, daun serai, dan daun babadotan pada pengendalian hama penghisap buah (*Helopeltis* sp.) tanaman kakao. *Jurnal Agrotek*, 7(3), 97–105.
- Indriati, G., Soesanthy, F., & Hapsari, A. D. (2014). Pengendalian *Helopeltis* Spp. (Hemiptera: Miridae) pada tanaman kakao mendukung pertanian terpadu ramah lingkungan. *Bunga Rampai: Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao*, 1, 179–188.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.004>
- Jarlina, S., Wibowo, L., & Hariri, A. M. (2015). Kompatibilitas *Metarhizium anisopliae* dan ekstrak daun babadotan untuk mengendalikan hama kepik hijau di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2), 266–272. <https://doi.org/10.23960/jat.v3i2.2012>
- Kementerian Pertanian. (2016). Outlook Kakao. In *Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Kementerian Pertanian.
- Mastura, & Nuriana. (2018). Potensi ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) sebagai pestisida alami terhadap hama pengisap pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Katalis Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 1(2), 29–36.
- Nelly, N., Khairul, U., & Januasari, P. (2017). Biologi penghisap buah *Helopeltis* sp. (Hemiptera: Miridae) pada buah kakao dan mentimun. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(2), 63–69.
- Poerwanto, S. H., Rahayu, E., & Windyaraini, D. H. (2020). Effectiveness of methanolic and ethanolic extracts of bandotan (*Ageratum conyzoides* (L.) leaves on the mortality and development of mosquito *Culex quinquefasciatus* Say. larvae. 040025. <https://doi.org/10.1063/5.0016013>
- Puspita, R., Rahayu, R., Mairawita, Nasir, N., & Nurmansyah. (2019). Efek toksik minyak atsiri limbah daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume.) dalam mengendalikan *Helopeltis antonii* Signoret pada tanaman kakao secara in vitro. *The Journal of Ecology*, 48(3), 752. <https://doi.org/10.2307/2257356>
- Rahayu, R., & Dahelmi. (2021). *Penuntun Praktikum Toksikologi*. In *Laboratorium Fisiologi Hewan* (pp. 1–12). Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.
- Roubos, C. R., Rodriguez-Saona, C., Holdcraft, R., Mason, K. S., & Isaacs, R. (2014). Relative toxicity and residual activity of insecticides used in blueberry pest management: Mortality of natural enemies. *Journal of Economic Entomology*, 107(1), 277–285. <https://doi.org/10.1603/EC13191>
- Suganthi, M., Senthilkumar, P., Arvinth, S., & Chandrashekara, K. N. (2017). Chitinase from *Pseudomonas fluorescens* and its insecticidal activity against *Helopeltis theivora*. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 63(4), 222–227.

<https://doi.org/10.2323/jgam.2016.11.001>

- Suhardjadinata, Iskandar, R., & Ningtiyas, D. N. . (2019). Efikasi ekstrak babadotan (*Ageratum conyzoides* L .) yang ditambah surfaktan terhadap kutu daun persik (*Myzus persicae* Sulz.). *Jurnal Media Pertanian*, 4(2), 40–47.
- Sutomo, N., Hariyadi, B. W., & Ali, M. (2017). *Budidaya tanaman kakao (Theobroma cacao L.)*. 2, 921–939. <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch43>
- Tang, Y., Mao, R., & Guo, S. (2020). Effects of LED spectra on growth, gas exchange, antioxidant activity and nutritional quality of vegetable species. *Life Sciences in Space Research*, 26, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2020.05.002>
- Tapi, M. D., Beilhe, L. B., Bowong, S., & Dumont, Y. (2018). Models for *Miridae*, a cocoa insect pest. Application in control strategies. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 41(18), 8673–8696. <https://doi.org/10.1002/mma.5063>
- Türkmenoğlu, A., & Özmen, D. (2021). Allergenic components, biocides, and analysis techniques of some essential oils used in food products. *Journal of Food Science*, 86(6), 2225–2241. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15753>
- Utomo, I. M., & Gibson, G. (2015). New ‘stimuli-enriched’ laboratory bioassay used to identify improved botanical repellent treatment, Lem-ocimum, to control the stored-grain pest *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research*, 64, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.08.002>
- Yuliani, S., & Winasa, I. W. (2020). Efficacy of selected piperaceae, asteraceae, and zingiberaceae plant extracts against *Helopeltis antonii* Sign. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 26(2), 145–157.