



Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Muda sebagai Insektisida Nabati terhadap Hama Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* sp.)

Effectiveness of Young Manado Kepok Banana Peel Ecoenzymes as a Botanical Insecticide against Cocoa Pod Sucking Pests (*Helopeltis* sp.)

Meli Agustin^{1*}, Gina Dania Pratami¹, Priyambodo¹, Rochmah Agustrina¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 35145, Indonesia

Email: meli79965@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Abstract

Cocoa is a plantation crop that an important role in the national economy. One of the obstacles in cocoa cultivation is the presence of plant disrupting organisms, namely cocoa pod sucking ladybugs (*Helopeltis* sp.). Excessive use of chemical insecticides can have a negative impact, so alternative insecticides that are environmentally friendly are needed. Young manado kepok banana peel ecoenzyme contains active ingredients that have the potential to be used as a vegetable insecticide. This study aims to determine the concentration of young manado kepok banana peel ecoenzyme that is effective in killing cocoa pod sucking pests. This study used a factorial Randomized Group Design (RAK) with 2 treatment factors and 3 replicates. The first factor was ecoenzyme concentration (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%). The second factor was observation time (6, 12, 24, 48, and 72 hours). Observation data were analyzed using ANOVA with Tukey's further test and LC₅₀ values were analyzed using probit. The results showed that young manado kepok banana peel ecoenzyme has the potential as a vegetable insecticide against cocoa pod sucking pests with the most effective concentration being 20%. While the results of probit analysis obtained an LC₅₀ value of 17.95% at 72 hours observation time.

Keywords: Botanical insecticide, ecoenzyme, effectiveness, *Helopeltis* sp., kepok banana peel

Abstrak

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam perekonomian nasional. Salah satu kendala pada budidaya kakao adalah kehadiran organisme pengganggu tanaman, yaitu kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis* sp.). Pemakaian insektisida kimia secara berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif sehingga diperlukan insektisida alternatif yang ramah lingkungan. Ekoenzim kulit pisang kepok manado muda memiliki kandungan bahan aktif yang berpotensi dijadikan insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok manado muda yang efektif dalam mematikan hama penghisap buah kakao. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi ekoenzim (0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%). Faktor kedua adalah waktu pengamatan (6, 12, 24, 48, dan 72 jam). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA dengan uji lanjut Tukey dan nilai LC₅₀ dianalisis menggunakan probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang kepok manado muda berpotensi sebagai insektisida nabati terhadap hama penghisap buah kakao dengan konsentrasi paling efektif adalah 20%. Sementara hasil analisis probit didapatkan nilai LC₅₀ sebesar 17,95% pada waktu pengamatan 72 jam.

Kata kunci: Insektisida nabati, efektivitas, ekoenzim, *Helopeltis* sp., kulit pisang kepok

Disubmit : 12 September 2024 ; Direvisi : 21 Januari 2025 ; Diterima : 30 Januari 2025



Pendahuluan

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan dan memiliki peran penting dalam perekonomian nasional. Meskipun demikian, budidaya tanaman kakao kerap mengalami hasil yang kurang menguntungkan seperti rendahnya produktivitas dan kualitas biji kakao sebagai akibat dari serangan hama (Pravita et al., 2020). Kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis* sp.) merupakan hama yang merusak tanaman dengan cara mengisap cairan tanaman pada bagian buah dan pucuk dengan tingkat kerugian mencapai 50 – 60% (Agustia et al., 2024). Serangan *Helopeltis* sp. ditandai dengan munculnya bercak cokelat kehitaman pada permukaan buah kakao. Serangan pada buah muda dianggap lebih berbahaya, karena menyebabkan layu pentil, buah kering kemudian rontok. Sementara serangan yang terjadi pada pucuk akan menyebabkan mati pucuk (Wahyudi et al., 2015).

Serangan hama pada tanaman kakao oleh petani umumnya dikendalikan dengan menggunakan insektisida kimia. Insektisida kimia yang digunakan secara berlebihan dalam pengendalian hama dapat mengakibatkan dampak yang buruk, seperti resurgensi dan resistensi hama, munculnya hama sekunder, serta meracuni makhluk hidup lain dan lingkungan (Septariani et al., 2019). Penelitian oleh (Roy et al., 2011), menyatakan bahwa *Helopeltis theivora* dari perkebunan teh di daerah Bengali Barat, India mengalami resistensi terhadap 11 jenis insektisida kimia golongan (neonikotinoid, organofosfat, hidrokarbon berklor, dan piretroid sintetis) dengan tingkat resistensi sebesar 20.00 – 17564.11 kali.

Ekoenzim merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik yang sangat bermanfaat untuk bidang pertanian, kesehatan, dan rumah tangga. Ekoenzim dapat digunakan sebagai insektisida nabati karena mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang berperan mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Selain itu, ekoenzim juga dapat dijadikan sebagai desinfektan, karena mengandung asam organik berupa asam asetat (CH_3COOH) yang mampu membunuh kuman, bakteri, dan virus (Vama &

Cherekar, 2020). Menurut (Viza et al., 2023), ekoenzim juga memiliki kandungan enzim seperti amilase, lipase, dan tripsin yang dapat mencegah atau membunuh bakteri patogen.

Salah satu bahan organik yang berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan ekoenzim adalah kulit pisang kepok manado. Hasil uji fitokimia oleh (Lumowa & Bardin, 2018), membuktikan bahwa kulit pisang kepok mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, alkaloid, saponin, triterpenoid, dan tanin yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati terhadap hama tanaman umur pendek. Sementara itu, penelitian oleh (Pramushinta, 2020), menyatakan bahwa ekstrak dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) berpengaruh signifikan terhadap jumlah mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada konsentrasi 15% setelah 24 jam aplikasi. Kandungan senyawa aktif pada kulit pisang kepok diduga bertindak sebagai racun kontak dan saluran pernapasan terhadap tubuh ulat grayak.

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan ekoenzim kulit pisang kepok manado dilakukan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme berupa jamur dan bakteri. Oleh karena itu, maka dilakukan penelitian mengenai ekoenzim kulit pisang kepok manado untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi ekoenzim berbahan kulit pisang kepok manado muda sebagai insektisida nabati dan konsentrasi yang efektif dalam menekan populasi hama penghisap buah kakao (*Helopeltis* sp.).

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2023 sampai dengan Februari 2024 di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini antara lain gelas ukur 100 ml, gelas beker 500 ml, batang pengaduk, timbangan digital, corong, pipet tetes, stoples plastik, karet gelang, wadah uji, kain kasa, tisu, sarung

tangan, alat tulis, kertas label, dan kamera HP.

Bahan-bahan yang dipakai pada penelitian ini yaitu serangga uji berupa imago *Helopeltis* sp., buah kakao muda sebagai media uji, mentimun sebagai pakan alternatif serangga uji, kulit pisang kepok manado muda, molase, dan akuades.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian berbasis eksperimental yang disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi ekoenzim dengan 5 taraf yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Faktor kedua adalah waktu pengamatan dengan 5 taraf yaitu 6, 12, 24, 48, dan 72 jam. Setiap perlakuan dan ulangan berisi 10 ekor imago *Helopeltis* sp..

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Ekoenzim

Pembuatan ekoenzim kulit pisang kepok manado muda dilakukan dengan mencampurkan air sebanyak 5 L dengan 500 g molase serta 1,5 kg kulit pisang yang telah dicuci dan dicincang dalam suatu wadah. Campuran ketiga bahan tersebut kemudian diaduk hingga homogen. Setelah proses pencampuran selesai, maka wadah yang berisi bahan ekoenzim ditutup rapat dan diletakkan ditempat yang terlindung dari sinar matahari. Proses fermentasi ekoenzim dilakukan selama 3 bulan. Pada saat membuka wadah ekoenzim, jika ada bahan yang tidak tenggelam maka dapat diaduk dan ditekan hingga bahan terendam dengan air. Tutup wadah ekoenzim dibuka setiap satu minggu sekali meskipun sebentar dengan tujuan untuk mengeluarkan gas hasil fermentasi. Setelah 3 bulan ekoenzim dapat dipanen dengan menyaringnya menggunakan kain tipis guna memisahkan cairan ekoenzim dengan endapan kulit pisang sisa fermentasi.

b. Persiapan Larutan Uji

Cairan ekoenzim kulit pisang kepok manado muda dibuat dalam beberapa konsentrasi dengan dilakukan pengenceran menggunakan akuades. Rumus pengenceran yang digunakan yaitu.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 = Konsentrasi sebelum diencerkan

M_2 = Konsentrasi sesudah diencerkan

V_1 = Volume sebelum diencerkan

V_2 = Volume yang diperlukan

Berdasarkan rumus di atas didapat konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15, dan 20% seperti pada Tabel 1.

c. Persiapan Serangga Uji

Serangga uji yang digunakan yaitu imago *Helopeltis* sp. yang diperoleh dari salah satu perkebunan kakao di Kecamatan Gedong Tataan, Pesawaran. Serangga yang telah terkumpul dibawa ke Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung untuk diaklimatisasi 1 hari. Aklimatisasi serangga uji dilakukan dengan memberi pakan alternatif buah mentimun.

d. Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Muda

Uji efektivitas ekoenzim dilakukan menggunakan metode pengaruh residu (*residual effect*). Potongan buah kakao muda bagian eksokarp dan mesokarp dengan berat 30 g direndam dalam larutan ekoenzim dan dalam akuades sebagai kontrol selama 10 menit. Setelah itu, potongan buah kakao dikeringanginkan untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah uji. Kemudian sebanyak 10 ekor imago *Helopeltis* sp. yang telah diaklimatisasi diletakkan pada wadah uji yang sebelumnya sudah diberi media uji.

Tabel 1. Konsentrasi cairan ekoenzim

Konsentrasi (%)	Ekoenzim (ml)	Akuades (ml)
0	0	500
5	25	475
10	50	450
15	75	425
20	100	400

e. Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada 6, 12, 24, 48, dan 72 jam setelah aplikasi. Pengamatan dihentikan apabila jumlah kematian serangga uji telah mencapai 100%. Pengamatan mortalitas dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$M = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Mortalitas

a = Jumlah hama mati pada setiap perlakuan

b = Total hama tiap perlakuan

Analisis Data

Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan probit untuk menentukan nilai LC_{50} . Untuk menentukan konsentrasi ekoenzim yang efektif data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan diuji lanjut dengan uji Tukey.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Muda terhadap Mortalitas *Helopeltis* sp.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi, waktu pengamatan, dan interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan berpengaruh nyata dan signifikan terhadap mortalitas kepik penghisap buah kakao ($p = 0.000$) (Tabel 3).

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok manado muda berpengaruh terhadap mortalitas kepik penghisap buah kakao (*Helopeltis* sp.). Mortalitas *Helopeltis* sp. mengalami peningkatan pada 6 hingga 72 jam setelah perlakuan, kecuali pada perlakuan kontrol tidak terjadi mortalitas atau kematian serangga uji. Pada waktu pengamatan 6 jam, ekoenzim kulit pisang kepok manado muda sudah dapat mematikan imago *Helopeltis* sp. sebanyak 3,33%. Pada perlakuan konsentrasi 20% memperlihatkan mortalitas tertinggi *Helopeltis* sp. yaitu sebesar 63,3% pada 72 jam setelah perlakuan (Tabel 4).

Tabel 2. Kriteria kategori mortalitas

Kategori (%)	Kriteria Mortalitas
≤ 25	Rendah
26 – 50	Sedang
51 – 75	Tinggi
≥ 76	Sangat Tinggi

Tabel 3. Hasil analisis mortalitas *Helopeltis* sp. yang diberi perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok manado muda

Source	Seq SS	Df	MS	F	Sig.
Corrected Model	270,587 ^a	24	11,274	20,624	,000
Intercept	265,080	1	265,080	484,902	,000
Konsentrasi	121,920	4	30,480	55,756	,000
Waktu pengamatan	113,920	4	28,480	52,098	,000
Konsentrasi * Waktu pengamatan	34,747	16	2,172	3,973	,000
Error	27,333	50	,547		
Total	563,000	75			
Corrected Total	297,920	74			

a. $R^2 = ,908$ (Adjusted $R^2 = ,864$)

Tabel 4. Rata-rata mortalitas *Helopeltis* sp. berdasarkan pengaruh interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan

Waktu (jam)	Rata-Rata Mortalitas $\pm$ SD				
	0%	5%	10%	15%	20%
6	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	0,33 $\pm$ 0,57 ^a	0,66 $\pm$ 0,57 ^a	1,33 $\pm$ 0,57 ^a
12	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	0,66 $\pm$ 0,57 ^{ab}	2,00 $\pm$ 1,00 ^{ab}	2,33 $\pm$ 0,57 ^a
24	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	0,66 $\pm$ 0,00 ^{ab}	2,33 $\pm$ 0,57 ^{abc}	2,33 $\pm$ 0,57 ^{ab}	2,67 $\pm$ 0,57 ^a
48	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	2,33 $\pm$ 0,57 ^{bc}	3,33 $\pm$ 1,52 ^{bc}	4,00 $\pm$ 1,00 ^{bc}	5,33 $\pm$ 0,57 ^b
72	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	2,66 $\pm$ 0,57 ^c	4,33 $\pm$ 1,52 ^c	5,00 $\pm$ 1,00 ^c	6,33 $\pm$ 1,52 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata yang memiliki huruf kecil sama maka tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Ekoenzim konsentrasi 5% setelah 6, 12, dan 24 jam perlakuan belum memperlihatkan adanya kematian. Hal ini diduga pada saat pemaparan awal serangga uji cenderung menjauhi media uji dikarenakan adanya aroma asam. Aroma asam yang dikeluarkan oleh ekoenzim berasal dari asam organik yaitu asam asetat dan asam laktat. Asam asetat diduga menjadi penyebab kematian *Helopeltis* sp. karena sifatnya yang korosif sehingga dapat menyebabkan iritasi, luka, dan kerusakan pada membran sel (Nurhidayah *et al.*, 2023). Insektisida nabati tidak mematikan hama secara langsung, namun biasanya bertindak sebagai pengusir (*repellent*) atau perangkap (*atraktan*). Penelitian oleh (Jannatan & Rahayu, 2023), membuktikan bahwa ekoenzim kulit jeruk dapat dijadikan sebagai *repellent* terhadap kecoa jerman (*Blattella germanica* L.) dengan nilai repelensi berkisar antara sedang hingga tinggi. Kecoa jerman diduga tidak menyukai aroma kandungan kulit jeruk yang telah difermentasi menjadi ekoenzim.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa persentase mortalitas serangga uji meningkat seiring bertambahnya konsentrasi dan waktu pengamatan. Ekoenzim kulit pisang kepok manado muda termasuk dalam pestisida dengan tingkat kategori tinggi untuk membunuh hama penghisap buah kakao. Seperti yang dikemukakan oleh (Isnaini *et al.*, 2015), bahwa pestisida nabati dapat dikatakan efektif apabila jumlah mortalitas hama lebih dari 50%. Populasi hama berkaitan langsung dengan banyaknya konsentrasi insektisida yang diaplikasikan. Kematian serangga uji akan terjadi lebih cepat pada konsentrasi tinggi karena banyaknya kandungan bahan aktif yang masuk ke dalam tubuh serangga (Nasution & Rustam, 2020). Sementara itu, seiring bertambahnya waktu pengamatan maka kematian serangga uji juga akan meningkat.

Hal ini memperlihatkan bahwa proses untuk membunuh serangga uji memerlukan waktu yang cukup lama mulai dari proses memakan pakan yang telah terpapar insektisida hingga insektisida tersebut masuk ke dalam tubuh serangga (Kurniawan *et al.*, 2020). Efek yang ditimbulkan oleh insektisida nabati untuk dapat membunuh serangga uji membutuhkan waktu secara bertahap sampai menimbulkan gejala serangan secara optimal yang dialami oleh serangga uji (Supriyatdi *et al.*, 2023).

Pada akhir pengamatan jumlah serangga uji yang masih bertahan hidup pada setiap perlakuan semakin sedikit. Rendahnya mortalitas diakibatkan karena mulai terurainya kandungan bahan aktif dalam ekoenzim yang telah diaplikasikan, sehingga nilai mortalitas yang dihasilkan rendah. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kemampuan terurainya insektisida nabati diantaranya suhu, kelembaban, cara aplikasi, dan faktor sinar matahari yang dapat menyebabkan insektisida lebih cepat terurai dan memberikan efek yang lambat pada serangga (Juliani & Yuliani, 2017). Pernyataan ini didukung oleh (Kamarubayana *et al.*, 2022), bahwa kelemahan insektisida nabati adalah daya kerjanya relatif lambat dan bahan aktifnya cepat terurai, sehingga harus sering diaplikasikan. Selain itu, insektisida nabati juga tidak tahan apabila disimpan dalam waktu yang relatif lama.

Berdasarkan (Tabel 4) perlakuan interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan menunjukkan bahwa pada semua konsentrasi ekoenzim setelah 6 jam perlakuan memperlihatkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perbedaan rata-rata mortalitas serangga uji pada konsentrasi 5% dan 20% setelah 12 jam perlakuan tidak menunjukkan perbedaan nyata, pada waktu yang sama dengan konsentrasi 10% dan 15% juga memperlihatkan perbedaan tidak nyata. Waktu

pengamatan 24 jam pada konsentrasi 10% dan 20% menunjukkan perbedaan rata-rata mortalitas serangga uji, namun pada konsentrasi 5% dan 15% tidak menunjukkan perbedaan nyata. Pengamatan 48 dan 72 jam setelah perlakuan pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15% tidak menyebabkan perbedaan rata-rata mortalitas *Helopeltis* sp., namun pada konsentrasi 20% menunjukkan perbedaan yang nyata.

Semua perlakuan konsentrasi ekoenzim pada waktu pengamatan 6 jam tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap mortalitas *Helopeltis* sp. Hal ini disebabkan pada waktu pengamatan 6 jam serangga uji masih dapat mentolerir kandungan bahan aktif dalam ekoenzim sehingga serangga mampu bertahan hidup. Sesuai dengan pernyataan (Natawigena, 2000), bahwa batas toleransi terhadap zat yang bersifat toksik dimiliki oleh setiap makhluk hidup yang membuat makhluk hidup tersebut tetap dapat bertahan hidup.

Ekoenzim merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik yang diproses selama tiga bulan. Bahan organik yang difermentasi dapat menghasilkan berbagai produk seperti asam organik yang merupakan produk utama serta produk lain seperti mikroba selektif dan enzim ekstraseluler (Neupane & Khadka, 2019). Kulit pisang sebagai bahan organik pembuatan ekoenzim juga dapat menghasilkan sejumlah enzim, seperti enzim amilase, lipase, dan protease. Enzim yang dihasilkan oleh ekoenzim dapat membantu dalam proses degradasi protein, karbohidrat, dan lipid. Selain itu, enzim yang terdapat dalam larutan ekoenzim juga memiliki fungsi sebagai insektisida (Sagar et al., 2018).

Uji fitokimia oleh (Salsabila, 2023), menyatakan bahwa ekoenzim berbahan kulit pisang kepok manado muda memiliki kandungan senyawa aktif berupa tanin, saponin, dan flavonoid. Berdasarkan cara

kerjanya, diduga senyawa flavonoid dan saponin dalam ekoenzim bekerja sebagai racun perut terhadap *Helopeltis* sp. dengan cara masuk melalui mulut dan meracuni serangga. Masuknya saponin ke dalam tubuh serangga dapat menurunkan tegangan permukaan pada bagian selaput mukosa saluran pencernaan sehingga berakibat pada rusaknya dinding saluran pencernaan (Wahyuni, 2015). Sementara senyawa flavonoid sebagai racun (*stomach poisoning*) dapat mengganggu organ pencernaan. Masuknya racun ke dalam tubuh serangga dalam jumlah banyak dapat mengganggu proses metabolisme sebagai akibat banyaknya energi yang dikeluarkan oleh serangga untuk detoksifikasi racun (Nukmal et al., 2019).

Nilai LC₅₀ Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Muda terhadap *Helopeltis* sp.

Lethal concentration (LC₅₀) merupakan konsentrasi suatu bahan dari pestisida yang mampu mematikan 50% populasi hewan uji (Santi et al., 2022). Berdasarkan hasil analisis probit, konsentrasi ekoenzim yang berpotensi menimbulkan kematian *Helopeltis* sp. sebesar 50% adalah 17,95% pada 72 jam setelah perlakuan (Tabel 3).

Pada waktu pengamatan 6 sampai 24 jam setelah perlakuan memperlihatkan bahwa nilai LC₅₀ belum stabil. Hal ini dikarenakan jumlah serangga uji yang mati masih sedikit sehingga masing-masing nilai LC₅₀ yang dihasilkan sangat besar. Hasil perhitungan nilai LC₅₀ menunjukkan bahwa lamanya waktu pemaparan membuat nilai LC₅₀ yang didapatkan semakin rendah. Semakin rendah nilai LC₅₀ yang dihasilkan oleh insektisida nabati menunjukkan bahwa efektivitas dari insektisida tersebut semakin baik, karena dengan jumlah bahan baku yang sedikit daya bunuh yang dihasilkan sudah tinggi (Nurhaifah & Sukesu, 2015).

Tabel 5. Nilai LC₅₀ ekoenzim kulit pisang kepok manado muda terhadap *Helopeltis* sp.

Waktu Pengamatan (Jam)	Nilai LC₅₀ (%)
6	49,24
12	31,65
24	30,56
48	25,14
72	17,95

Setiap ekstrak tanaman memiliki nilai LC_{50} yang berbeda-beda, hal tersebut diduga karena ketahanan yang dimiliki setiap serangga uji juga berbeda. Selain itu, faktor yang berasal dari tanaman sebagai bahan ekstrak juga berpengaruh seperti halnya spesies atau jenis tanaman, umur tanaman, tempat tumbuh tanaman serta pelarut yang digunakan untuk membuat ekstrak (Oloyede, 2016). Perbedaan nilai LC_{50} juga dapat terjadi pada setiap individu yang diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain spesies, keragaman setiap individu, jenis kelamin, strain, bobot tubuh, kesehatan hewan, diet, usia, dan faktor eksternal (Erviana & Nukmal, 2014).

Berdasarkan nilai toksisitas, suatu zat dapat dikategorikan toksik apabila nilai LC_{50} yang dihasilkan < 1000 ppm untuk ekstrak dan nilai $LC_{50} \leq 30$ ppm untuk suatu senyawa (Juniarti *et al.*, 2009). Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka hasil uji menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang kepok manado muda bersifat toksik terhadap imago *Helopeltis* sp. dengan nilai $LC_{50} < 1000$ ppm di mana konsentrasi 17,95% setara dengan 179,500 ppm.

Simpulan dan Saran

Ekoenzim kulit pisang kepok manado muda berpotensi untuk dijadikan insektisida nabati untuk mengendalikan hama penghisap buah kakao (*Helopeltis* sp.) dengan konsentrasi efektif adalah 20%. Semakin bertambahnya konsentrasi ekoenzim dan waktu pengamatan, mengakibatkan jumlah kematian yang semakin tinggi pada hama penghisap buah kakao. Potensi ekoenzim kulit pisang kepok manado muda pada $LC_{50-72 \text{ jam}}$ diperoleh hasil dengan konsentrasi 17,95%.

Penelitian lebih lanjut mengenai kandungan senyawa pada ekoenzim kulit pisang kepok manado muda yang berperan aktif sebagai insektisida nabati serta efeknya terhadap hama yang menyerang tanaman lain perlu dilakukan.

Daftar Pustaka

- Agustia, Y., Nenotek, P. S., Pramatana, F., & Nahas, A. E. (2024). Sebaran Serangan *Helopeltis* sp. pada Tanaman Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) di Kabupaten Kupang. Prosiding Seminar Nasional Pertanian. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Erviana, R., & Nukmal, N. (2014). Uji Potensi Kulit Buah Duku (*Lansium domesticum*) terhadap Mortalitas Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*) Dewasa. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung.
- Isnaini, M., Pane, R. E., & Wiridianti, S. (2015). Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.). *Jurnal Biota* 1(1): 1–8.
- Jannatan, R., & Rahayu, R. (2023). Repellency of Orange Peel Eco-Enzyme to Reared German Cockroaches (*Blattella germanica* L.). *Jurnal Biota* 9(1): 1–7.
- Juliani, W. & Yuliani. (2017). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kipahit (*Tithonia diversifolia*) dan Daun Saliara (*Lantana camara* L.) terhadap Mortalitas Kepinding Tanah (*Scotinophara coarctata*). *Agroscience (Agsci)* 7(2): 320–325.
- Juniarti, Osmeli, D., & Yuhernita. (2009). Kandungan Senyawa Kimia, Uji Toksisitas (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan Antioksidan (1, 1-diphenyl-2-pikrilhydrazyl) dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.). *Makara Journal of Science* 13(1): 50–54.
- Kamarubayana, L., Napitupulu, M., Biantary, M. P., & Astuti, P. (2022). Pembuatan Pestisida Nabati Ramah Lingkungan Berbasis Tumbuhan Pekarangan. *Ta'awun: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2(1): 50–57.
- Kurniawan, N. B., Hendarti, I., & Sarbino. (2020). Keefektifan Insektisida Sipermetrin 100 g/l terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Sains Pertanian Equator* 9(3): 1–6.
- Lumowa, S. V. T., & Bardin, S. (2018). Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Bahan Alam sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains Dan Kesehatan* 1(9): 465–469.
- Nasution, D. L., & Rustam, R. (2020). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Kulit Jengkol

- (*Pithecellobium lobatum* Benth) untuk Mengendalikan Ulat Daun Bawang (*Spodoptera exigua* Hubner). *Jurnal Agrotek* 4(2): 79–89.
- Natawigena, H. (2000). *Pestisida dan Kegunaannya*. CV Armico. Bandung.
- Neupane, K., & Khadka, R. (2019). Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluation of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy. *Tribhuvan University Journal of Microbiology* 6(1): 113–118.
- Nukmal, N., Pratami, G. D., Rosa, E., Sari, A., & Kanedi, M. (2019). Insecticidal Effect of Leaf Extract of Gamal (*Gliricidia sepium*) from Different Cultivars on Papaya Mealybugs (*Paracoccus marginatus*, Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 12(1): 4–8.
- Nurhaifah, D., & Sukesu, T. W. (2015). Efektivitas Air Perasaan Kulit Jeruk Manis sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 9(1): 95–101.
- Nurhidayah, Rahman, A., Yuswana, A., Meyga, R., Arsyad, M. A., Hisein, W. S. A., Botek, M., & Ulfa, N. I. (2023). Efektivitas Ekoenzim terhadap Intensitas Serangan *Thrips* sp. pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agriculture Sciences* 03(02): 136–141.
- Oloyede, G. K. (2016). Toxicity, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Methyl Salicylate Dominated Essential Oils of *Laportea aestuans* (Gaud). *Arabian Journal of Chemistry* 9: 840–845.
- Pramushinta, I. A. K. (2020). Bioinsektisida Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) 72(2): 97–103.
- Pravita, A. M., Wibowo, L., & Hariri, A. M. (2020). Survei Kepadatan Populasi dan Intensitas Serangan Hama Kepik Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* spp.) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Agrotek Tropika* 8(3): 555–562.
- Roy, S., Mukhopadhyay, A., & Gurusubramanian, G. (2011). Resistance to Insecticides in Field-Collected Populations of Tea Mosquito Bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse) from the Dooars (North Bengal, India) Tea Cultivations. *Journal of the Entomological Research Society* 13(2): 37–44.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17(3): 512–531.
- Salsabila, A. Z. (2023). Karakter Biokimia Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa paradisiaca* var. *formatypica*) Muda dan Daya Hambatnya pada *Fusarium* sp. dan *Xanthomonas campestris*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Santi, L. R. W., Himawan, T., & Ikawati, S. (2022). Uji Daya Racun Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) terhadap Mortalitas Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan* 10(1): 39–45.
- Septariani, D. N., Herawati, A., & Mujiyo, M. (2019). Pemanfaatan Berbagai Tanaman Refugia sebagai Pengendali Hama Alami pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Prima: Journal of Community Empowering and Services* 3(1): 1–9.
- Supriyadti, D., Lovantineya, D. R., & Utoyo, B. (2023). Potensi Ekstrak Serai Wangi dan Daun Mengkudu dalam Pengendalian Hama Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis* spp.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 8(1): 11–19.
- Vama, L., & Cherekar, M. N. (2020). Production, Extraction and Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste. *Asian Journal of Microbiology Environmental Science* 22(2): 346–351.
- Viza, R. Y., Sisca, V., Handayani, P., & Ratih, A. (2023). Pengolahan Limbah Kulit Buah menjadi Eco-Enzyme pada Siswa SMKN 10 Merangin. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat* 3(2): 261–272.
- Wahyudi, T., Pujiyanto, & Misnawi. (2015). *Kakao: (Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan dan Perdagangan)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahyuni, D. (2015). New Bioinsecticide Granules Toxin from Extract of Papaya (*Carica papaya*) Seed and leaf Modified Against *Aedes aegypti* larvae. *Procedia Environmental Sciences* 23: 323–328.

