

Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Terhadap Mortalitas Kutu Putih Tanaman Pepaya

Effectiveness of Manado Kepok Banana Peel Ecoenzyme on Papaya Plant Mealybug Mortality

Rahayu Fathanah Pratiwi*, Gina Dania Pratami, Dzul Fithria Mumtazah, Rochmah Agustrina

Prodi Biologi, Universitas Lampung

*email : rahayufathana@gmail.com

diterima: 9 September 2024 ; dipublikasi: 31 Oktober 2024

DOI: 10.32528/bioma.v9i2.2467

ABSTRAK

Kutu putih (*Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink, 1992) merupakan hama penting dalam budidaya tanaman pepaya di Indonesia. Kandungan metabolit sekunder dalam kulit pisang kepok Manado (*Musa x paradisiaca* L.) berpotensi sebagai zat toksik bagi serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan konsentrasi ekoenzim dari kulit pisang kepok manado yang efektif dalam menekan mortalitas hama kutu putih. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan menggunakan 10 ekor kutu putih setiap ulangan. Mortalitas kutu putih diamati pada jam ke 6, 12, 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan. Data dianalisis menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC_{50} dan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 5% serta uji lanjut dengan uji *Tukey's*. Hasil analisis menunjukkan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado konsentrasi 20% berpengaruh nyata dan menghasikan mortalitas tertinggi hama kutu putih pepaya. Selain itu, berdasarkan nilai LC_{50} , ekoenzim dari kulit pisang kepok manado efektif dalam mematikan hama kutu putih pepaya setelah 48 jam perlakuan dengan nilai LC_{50} sebesar 14,71%.

Kata kunci: Kutu putih, Ekoenzim, Kulit pisang kepok manado

ABSTRACT

Mealybugs (*Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink, 1992) are important pests in papaya cultivation in Indonesia. The content of secondary metabolites in Manado kepok banana peel (*Musa x paradisiaca* L.) has the potential as a toxic substance for insects. This study aims to determine the effect and concentration of ecoenzymes from manado kepok banana peel that are effective in suppressing the mortality of mealybugs. This study used a Randomized Group Design (RAK) with 5 concentration treatments namely 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. Each treatment was replicated 3 times using 10 mealybugs per replicate. Mealybug mortality was observed at 6, 12, 24, 48, and 72 hours after treatment. Data were analyzed using probit analysis to determine the LC_{50} value and *Analysis of Variance* (ANOVA) at the 5% level and further test with *Tukey's* test. The results showed that ecoenzyme from manado kepok banana peel at a concentration of 20% had a real effect and produced the highest mortality of papaya mealybugs. In addition, based on the LC_{50} value, ecoenzyme from manado kepok banana peel is effective in killing papaya mealybugs after 48 hours of treatment with an LC_{50} value of 14.71%.

Keywords: Mealybugs, Ecoenzyme, Manado kepok banana peel

PENDAHULUAN

Pepaya (*C. papaya* L) adalah salah satu jenis tanaman buah-buahan berasal dari Meksiko Selatan dan Kostarika di Amerika Tengah yang sekarang telah menyebar luas di seluruh dunia. Pepaya termasuk tanaman ke dalam herba dari famili Caricaceae (Garret, 2011). Pepaya merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki pasar luas dan cenderung tinggi. Pepaya merupakan tanaman tropis memiliki buah kaya akan nutrisi seperti provitamin A, vitamin B, provitamin C, mineral, likopen dan serat. Kandungan gizi yang tinggi pada pepaya sehingga sangat baik untuk dikonsumsi. Pepaya bisa dikonsumsi langsung maupun produk olahan (Kurnia, 2018).

Tanaman pepaya merupakan komoditas hortikultura yang mudah untuk dibudidayakan di Indonesia, namun selama masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman pepaya menemui banyak kendala, seperti gangguan hama maupun penyakit tanaman sehingga kualitas dan kuantitas produksi buah pepaya menurun. Hama yang sering menyerang tanaman pepaya adalah kutu putih atau *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink, 1992 (Hemiptera: Pseudococcidae). *P. marginatus* merupakan hama penting bagi pertanian pepaya di Indonesia. Kutu putih ini bersifat polifag dan dapat menginfeksi beberapa spesies tanaman (Thalib *et al.*, 2014: 4).

Kutu putih menyerang tanaman pepaya pada bagian daun muda dan buah untuk menghisap makanan. Serangan kutu putih yang berat akan menyebabkan tanaman mati ditandai dengan daun kering seperti terbakar, buah yang ukurannya mengecil, dan tanaman menjadi kerdil (Maharani *et al.*, 2016). Gejala serangan kutu putih pepaya yaitu adanya koloni kutu putih yang terdiri dari ratusan individu. Tanaman pepaya yang diserang kutu putih akan menunjukkan gejala pucuk dan daun-daun berkeriput hingga menjadi kerdil. Kutu putih juga menghasilkan embun madu yang dapat ditumbuhi cendawan jelaga sehingga menimbulkan warna hitam pada tanaman pepaya (Thalib *et al.*, 2014).

Serangan kutu putih juga akan berpengaruh terhadap bobot buah pepaya jika ditimbang, apabila terjadi serangan yang berat maka kulit buah pepaya akan berwarna hitam, membusuk dan keriput sehingga buah tersebut tidak dapat dikonsumsi dan dijual ke pasaran (Salsabilla *et al.*, 2022). Pepaya merupakan komoditas buah yang memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar domestik dan ekspor. Serangan berat kutu putih dapat menurunkan produktivitas dan kualitas buah, sehingga berdampak langsung pada pendapatan petani dan keberlanjutan industri pepaya. Banyak petani yang masih mengandalkan pestisida kimia untuk mengendalikan kutu putih sehingga mengenai hama kutu putih ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam meningkatkan hasil pertanian, mengurangi penggunaan pestisida berbahaya, dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Kutu putih apabila masih hidup memiliki bentuk tubuh yang gemuk, betina berwarna kuning dan jantan berwarna merah muda. Apabila disentuh dapat bergerak dan berjalan sedangkan kutu putih yang sudah mati tubuhnya akan kaku dan berwarna gelap (Salsabilla *et al.*, 2022). Kutu putih diselimuti oleh lapisan lilin yang berwarna putih dan tubuhnya berbentuk oval dengan embelan seperti rambut-rambut yang juga berwarna putih dan berukuran pendek (Pramayudi dan Hartati, 2014). Kutu putih juga menghasilkan embun madu yang berpotensi ditumbuhi cendawan jelaga sehingga menimbulkan warna hitam pada tanaman inang (Thalib *et al.*, 2014).

Pengendalian hama yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida nabati. Penggunaan insektisida nabati bertujuan untuk menghasilkan produk pertanian yang sehat, aman untuk dikonsumsi, bebas dari kontaminasi bahan kimia beracun, dan ramah lingkungan (Syakir, 2011). Insektisida nabati adalah jenis insektisida yang berasal dari bahan-bahan yang ada di alam, kemudian diekstraksi, diproses, atau dibuat menjadi konsentrat tanpa mengubah komposisi konsentratnya (Zega & Fau, 2021). Salah satu insektisida nabati yang dapat digunakan untuk mengatasi serangan hama *P. marginatus* pada tanaman pepaya (*C. papaya* L.) adalah dengan pemberian ekoenzim dari bahan kulit buah pisang kepok manado (*Musa x paradisiaca* L.).

Ekoenzim adalah larutan berupa zat organik kompleks yang memiliki warna coklat gelap dan berbau asam segar yang kuat, dihasilkan melalui fermentasi sisa sayur atau buah yang diberi tambahan gula dan air (Munir *et al.*, 2021). Ekoenzim memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia, yakni sebagai pupuk organik, pembersih alat rumah tangga, dan insektisida (Neupane dan Khadka, 2019). Ekoenzim juga dapat digunakan sebagai biopestisida karena mengandung beberapa metabolit yang merupakan agen pestisida seperti flavonoid, kuinon, saponin, alkaloid, dan kardio glikosida (Vama dan Cherekar, 2020). Produk ekoenzim merupakan produk yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi jumlah sampah organik rumah tangga, khususnya sampah organik dari sayuran dan buah-buahan (Mahali *et al.*, 2022).

Proses fermentasi ekoenzim memerlukan waktu selama 3 bulan dengan tutup wadah fermentasi harus sering dibuka secara berkala untuk menghindari ledakan gas (Agnafia *et al.*, 2022). Ekoenzim hasil fermentasi selama 3 bulan akan berwarna gelap sesuai dengan bahan organik dan gula yang digunakan dan beraroma asam (Nurliah *et al.*, 2022). Dalam proses fermentasi ekoenzim glukosa akan dirombak menghasilkan asam piruvat. Dalam keadaan aerob asam piruvat akan terurai menjadi etanol dan karbondioksida (CO₂) oleh piruvat dekarboksilase yang diekresikan oleh bakteri. Kemudian alkohol akan diubah menjadi asetaldehid dan kemudian menjadi asam asetat (Astuti *et al.*, 2020). Fermentasi ekoenzim dapat dikatakan berhasil jika larutan yang dihasilkan berwarna keruh kecoklatan dan memiliki aroma asam seperti jeruk atau buah-buahan dengan pH dibawah 4 atau pH asam (Larasati, 2020).

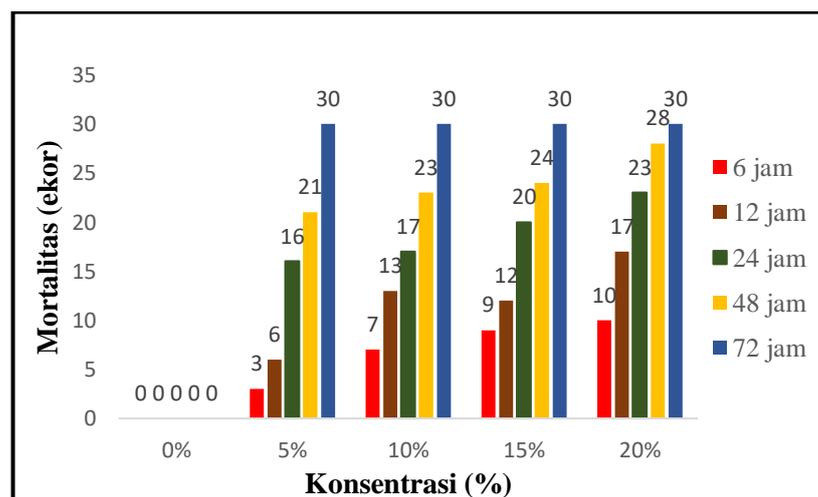
Pisang kepok manado (*Musa x paradisiaca* L.) merupakan salah satu buah yang mudah ditemukan, namun sejauh ini kulit buahnya masih jarang dimanfaatkan (Dewangga dan Qurrohman, 2020). Riset Nabilah dan Pratiwi (2019) membuktikan bahwa kulit pisang kepok (*Musa x paradisiaca* L.) mengandung unsur karbon, nitrogen, fosfor, dan kalium sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uji fitokimia (Lumowa & Bardin, 2018) diketahui bahwa kulit pisang kepok manado mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, tanin/polifenol, saponin dan triterpenoid. Senyawa tanin atau polifenol merupakan salah satu *anti-feedant* bagi serangga karena bahan aktif ini bersifat pahit. Serangga cenderung tidak memakan daun atau buah yang rasanya pahit. Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam kulit pisang kepok ini berpotensi sebagai insektisida.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dengan 5 perlakuan konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Mortalitas kutu putih diamati pada jam ke 6, 12, 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Hewan uji yang digunakan 10 ekor kutu putih pada setiap ulangan. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah mortalitas *P. marginatus* dan nilai *Lethal Concentration 50* (LC₅₀). Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC₅₀ dan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 5% serta uji lanjut dengan uji *Tukey's* menggunakan aplikasi SPSS. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai Februari 2024 di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian uji efektivitas ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa x paradisiaca* L.) tua terhadap mortalitas hama kutu putih (*Paracoccus marginatus*) pada tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) setelah 6, 12, 24, 48, dan 72 jam, dengan jumlah n per perlakuan yaitu 10 ekor hama kutu putih dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan seluruh perlakuan menunjukkan peningkatan mortalitas kutu putih sejalan dengan peningkatan waktu dan konsentrasi. Pada konsentrasi 20% menunjukkan mortalitas tertinggi, sedangkan mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi 5%. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Amalia *et al.*, (2023) (Asdiati *et al.*, 2011.) yang membuktikan bahwa penggunaan ekoenzim untuk mengendalikan larva nyamuk efektif pada konsentrasi 20%.



Gambar 1. Mortalitas Kutu Putih Akibat Perlakuan Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Manado

Adanya kandungan asam asetat dalam larutan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado diduga merupakan salah satu penyebab kematian pada hama kutu putih pepaya. Asam asetat dapat berpengaruh dalam menurunkan permeabilitas kutikula. Hal ini sejalan dengan penelitian Susliangsih *et al.*, (2022) bahwa kematian semut api diduga disebabkan oleh kandungan senyawa asam asetat dalam ekoenzim yang bersifat toksin. Asam asetat Rahayu F.P *et al.*), Uji Efektivitas...

yang pekat akan bersifat korotif dan menyebabkan luka, iritasi, dan kerusakan pada membran sel. Asam asetat yang terkandung dalam ekoenzim berpotensi sebagai sumber insektisida atau pestisida nabati. Menurut Asmaliyah *et al.* (2010) aktivitas pestisida nabati terhadap serangga memiliki beberapa mekanisme kerja yang berbeda, yaitu sebagai *antifeedant* (anti makan), *repellant* (menolak/mengusir hama), menghambat perkembangan hama, mencegah telur menetas, menurunkan populasi nimfa dan imago, yang akhirnya menyebabkan kematian serangga.

Hasil uji *two way Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekoenzim dari kulit pisang kepok manado muda, waktu pengamatan dan interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan berpengaruh nyata terhadap mortalitas kutu putih dengan nilai $p = 0,000$ (Tabel 1). Berdasarkan hasil uji *two way Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekoenzim pisang kepok manado tua, waktu pengamatan dan interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan berpengaruh nyata terhadap mortalitas kutu putih dengan nilai $p = 0,000$. Sehingga dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekoenzim dari kulit pisang kepok manado berpengaruh secara signifikan terhadap mortalitas hama kutu putih pepaya pada konsentrasi dan waktu pengamatan yang berbeda.

Tabel 1. Hasil uji *Two Way Analysis of Variance* (ANOVA) Pengaruh Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Manado Terhadap Mortalitas Kutu Putih Pada Konsentrasi dan Waktu yang Berbeda

Uji Efek Antar Subjek				
Variabel Terikat: Mortalitas				
Variabel	df	Kuadrat rata-rata	F	Signifikansi
Konsentrasi	4	122.767	219.226	.000
Waktu_Pengamatan	4	88.500	158.036	.000
Konsentrasi *	16	6.350	11.339	.000
Waktu_Pengamatan				

Keterangan : a. R Squared = ,971 (Adjusted R Squared = ,925)

Menurut Lumowa dan Bardin (2018) kulit pisang kepok mengandung berbagai senyawa seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut memiliki potensi sebagai insektisida alami. Selain adanya kandungan asam asetat dalam ekoenzim mampu menghancurkan organisme, kandungan metabolit sekunder dalam kulit pisang kepok manado juga berpotensi sebagai zat toksik sehingga ekoenzim dapat digunakan sebagai insektisida atau pestisida (Nazim & Meera, 2013). Menurut Rahmawati *et al.* (2020) semakin tinggi konsentrasi insektisida nabati maka akan semakin banyak mengandung senyawa metabolit sekunder. Kandungan metabolit sekunder yang tinggi akan menyebabkan peningkatan toksisitas atau daya racun insektisida nabati. Selain itu, semakin tinggi mortalitas, maka semakin tinggi efektivitas insektisida nabati.

Alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder yang memiliki satu atau lebih unsur nitrogen dengan sifat basa. Berdasarkan penelitian Kurniawan *et al.* (2021) menjelaskan bahwa senyawa alkaloid bersifat toksik, *repellent* dan memiliki aktivitas penghambat makan pada serangga atau disebut *antifeedant*. Menurut Aseptianova *et al.* (2017) senyawa alkaloid dapat menghambat fungsi sistem saraf dan merusak membran sel.

Flavonoid adalah kelompok metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan dan termasuk kelompok besar polifenol. Senyawa ini dapat ditemukan pada setiap bagian tumbuhan seperti daun, akar, kayu, serbuk sari, nektar, bunga, buah dan biji. Flavonoid memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dan menghambat oksidasi lipid (Banjarnahor dan Artanti, 2014). Berdasarkan penelitian Embrikawentar dan Ratnasari (2019) menjelaskan bahwa senyawa flavonoid juga memiliki kemampuan sebagai racun perut serangga. Flavonoid yang masuk ke dalam tubuh serangga kemudian masuk ke saluran pencernaan menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Qinahyu dan Cahyati (2016) menghasilkan bahwa senyawa flavonoid dapat bekerja sebagai insektisida. Senyawa flavonoid akan menghambat kerja mitokondria dalam sel. Mitokondria merupakan organel yang berfungsi sebagai tempat terjadinya respirasi dan berperan dalam metabolisme energi serta pembentukan ATP (*Adenin Tri Fosfat*).

Saponin adalah salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan. Saponin mempunyai kemampuan membentuk busa dan mengandung aglikon polisiklik yang terikat pada satu atau lebih gula (Majinda, 2012). Menurut Aseptianova *et al.* (2017) senyawa saponin dapat merusak mukosa kulit dan jika terserap akan menyebabkan hemolisis sel darah sehingga menghambat pernapasan dan mengakibatkan kematian. Selain itu, pengaruh lain yang ditimbulkan oleh senyawa saponin pada serangga yaitu gangguan fisik pada kutikula (bagian luar). Lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga akan hilang akibat senyawa saponin sehingga menyebabkan kematian karena kehilangan cairan tubuh yang signifikan.

Tanin adalah senyawa kimia yang diklasifikasikan sebagai senyawa polifenol (Ghamba *et al.*, 2014). Bahan aktif tanin atau polifenol adalah sebagai *anti-feedant* bagi serangga. Bahan aktif tanin bersifat pahit sehingga serangga tidak memakan daun yang berasa pahit. Mekanisme tanin dalam sistem pencernaan makanan yaitu tanin dapat terikat pada protein, mineral, dan karbohidrat dalam tubuh serangga sehingga mengganggu proses pencernaan (Febriyanti dan Rahayu, 2012).

Ekoenzim mengandung asam organik dan alkohol yang memiliki sifat antimikroba. Asam organik ini yang mengakibatkan penurunan pH. Senyawa asam organik dapat memperlemah membran sel dan merusak struktur mikroba. Alkohol juga dapat membunuh mikroba dengan merusak struktur protein seluler. Selain itu, senyawa ini juga dapat merusak dan memperlemah membran sel dan akhirnya menyebabkan kematian sel (Utami *et al.*, 2016).

Mekanisme kerja ekoenzim dari kulit pisang kepok manado dalam mematikan hama kutu putih diduga bersifat sebagai racun perut dan racun kontak. Menurut Fauzana dan Faradhilla (2018) apabila senyawa alkaloid dan flavonoid masuk ke dalam tubuh serangga maka akan mengganggu alat pencernaan. Senyawa tersebut mengakibatkan serangga kehilangan stimulus rasa sehingga tidak mengenali makanannya dan mengakibatkan kelaparan. Racun perut akan mempengaruhi metabolisme serangga setelah memakan racun. Racun akan masuk ke dalam tubuh dan diedarkan bersama darah, kemudian racun yang telah terbawa darah akan mempengaruhi sistem saraf dan

mengakibatkan kematian. Selain itu, menurut Ruaeny (2010) senyawa saponin juga bersifat toksik terhadap lambung serangga. Mekanisme kerja saponin dalam membunuh kutu yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan mukosa saluran pencernaan dan bersifat korosif pada dinding saluran pencernaan lambung serangga. Oleh karena itu, senyawa saponin juga menjadi salah satu penyebab kematian kutu.

Tabel 2. Rata-rata Mortalitas Kutu Putih Berdasarkan Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi dengan Waktu

Waktu (Jam)	Rata-Rata Kematian Kutu Putih Tanaman Pepaya (Ekor) \pm sd				
	Kontrol (0%)	Konsentrasi 5%	Konsentrasi 10%	Konsentrasi 15%	Konsentrasi 20%
6 jam	0,00 \pm 0,00 ^a	1,00 \pm 1,00 ^a	2,33 \pm 0,57 ^a	3,00 \pm 1,00 ^a	3,33 \pm 0,57 ^a
12 jam	0,00 \pm 0,00 ^a	2,00 \pm 1,00 ^a	4,33 \pm 1,15 ^b	4,00 \pm 1,00 ^a	5,66 \pm 0,57 ^b
24 jam	0,00 \pm 0,00 ^a	5,33 \pm 1,52 ^b	6,00 \pm 0,00 ^{bc}	6,66 \pm 0,57 ^b	7,66 \pm 1,52 ^{bc}
48 jam	0,00 \pm 0,00 ^a	7,00 \pm 1,00 ^b	7,66 \pm 0,57 ^c	8,00 \pm 0,57 ^{bc}	9,33 \pm 0,57 ^{cd}
72 jam	0,00 \pm 0,00 ^a	10,00 \pm 0,00 ^c	10,00 \pm 0,00 ^d	10,00 \pm 0,00 ^c	10,00 \pm 0,00 ^d

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama pada setiap baris yang sama maka tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Perlakuan interaksi antara konsentrasi dengan waktu pengamatan (Tabel 2) menunjukkan bahwa pada waktu perlakuan 6 jam, 12 jam, dan 24 jam tidak menunjukkan perbedaan nyata antar konsentrasi. Setelah 48 jam perlakuan diperoleh perbedaan nyata antar konsentrasi. Pada 72 jam setelah perlakuan diperoleh mortalitas tertinggi hama kutu putih pepaya. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa setelah 48 jam perlakuan diperoleh perbedaan secara nyata dibandingkan dengan pengamatan pada waktu 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Pada 48 jam setelah perlakuan ekoenzim dari pisang kepok manado tua konsentrasi 5% tidak menyebabkan perbedaan nyata dengan konsentrasi 15%. Selain itu, pada konsentrasi 20% juga tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10% dan 15% tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 5%.

Perbedaan nyata antar perlakuan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado diperoleh pada 48 jam setelah perlakuan dibandingkan dengan pengamatan pada waktu 6 jam, 12 jam, dan 24. dan pada konsentrasi 20% memiliki nilai rata-rata mortalitas kutu putih lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15%. Menurut (Rahmawati *et al.*, 2020) semakin tinggi konsentrasi insektisida nabati maka akan semakin banyak mengandung senyawa metabolit sekunder. Kandungan metabolit sekunder yang tinggi akan menyebabkan peningkatan toksisitas atau daya racun insektisida nabati. Selain itu, semakin tinggi mortalitas, maka semakin tinggi efektivitas insektisida nabati.

Tabel 3. Nilai Probit LC₅₀ Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Terhadap Mortalitas Kutu Putih Tanaman Pepaya Pada Waktu Pengamatan yang Berbeda

Jam Setelah Perlakuan	Nilai LC ₅₀ (%)	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
6 jam	37,31	1,54	-1,63	4,42
12 jam	16,84	1,65	-1,76	4,73
24 jam	20,43	4,35	-4,10	12,96
48 jam	14,71	3,76	-3,54	11,20

Keterangan : Tingkat signifikansi untuk penggunaan faktor heterogenitas = 0,05, Transformasi = Basis Log 10.

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai LC₅₀ perlakuan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado setelah 6 jam perlakuan yaitu 37,31%, 12 jam setelah perlakuan yaitu 16,84%, dan 24 jam setelah perlakuan adalah 20,43%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama rentang waktu perlakuan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado, maka akan semakin tinggi mortalitas hama kutu putih pepaya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama rentang waktu perlakuan ekoenzim dari kulit pisang kepok manado, maka akan semakin sedikit konsentrasinya untuk membunuh 50% populasi serangga uji. Selain itu, berdasarkan penelitian Nugroho *et al.* (2019) semakin lama perlakuan maka akan semakin rendah nilai LC₅₀ sehingga semakin banyak menyebabkan mortalitas.

Mortalitas 50% hama kutu putih pepaya ini diduga disebabkan oleh kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam kulit pisang kepok manado dan adanya kandungan asam organik yaitu asam asetat yang dihasilkan oleh ekoenzim. Senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik bagi serangga. Menurut Sumihe *et al.*, (2014) semakin rendah nilai LC₅₀ dari suatu ekstrak maka semakin tinggi kandungan senyawa bioaktifnya. Berdasarkan hasil uji fitokimia (Supriyanti *et al.*, 2015) membuktikan bahwa kulit pisang kepok mengandung senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan. Skrining hasil uji fitokimia pada kulit pisang kepok diketahui bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit pisang kepok manado antara lain flavonoid, alkaloid, fenol, saponin, dan tanin (Ariana dan Niah, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa x paradisiaca*) dapat meningkatkan mortalitas hama kutu putih pada tanaman pepaya dengan mortalitas tertinggi pada konsentrasi 20%. Selain itu, ekoenzim dari kulit pisang kepok efektif mematikan hama kutu putih pepaya setelah 48 jam perlakuan dengan nilai LC₅₀ sebesar 14,71%.

DAFTAR PUSTAKA

Agnafia D.N., Lucky A.R., dan Qurrotul A. 2022. Peningkatan Pemahaman Limbah Organik Rumah Tangga dan Cara Pemanfaatannya Melalui Eco-enzyme. *Jurnal Masyarakat Mandiri*(4) : 2605-2614.

- Ariani, N. dan Niah, R., 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* forma typical) Mentah Secara in-vitro. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 5 (2) : 161-166.
- Asdiati, Rahman, A., & Pakki, T. 2011 Efektivitas Pestisida Nabati Ekoenzim Dalam Mengendalikan Serangan Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Sciences)*, 3(1).
- Aseptianova., Wijayanti, T.F., dan Nuraini, N. 2017. Efektifitas Pemanfaatan Tanaman sebagai Insektisida Elektrik Untuk Mengendalikan Nyamuk Penular Penyakit DBD. *Jurnal Bioeksperimen*. 3 (2) : 62.
- Asmaliyah, Wati, E. E., Utami, S., Mulyadi, K., Yudhistira, & Sari, F. W. 2010. *Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati Dan Pemanfaatannya Secara Tradisional*. Kementerian Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Produktivitas Hutan.
- Astuti, D., Kawiji, N., dan Ninda, E. 2020. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Sensoris Cracekers Substitusi Tepung Sukun Termodifikasi Asam Asetat Dengan Penambahan Sari Daun Pandan Wangi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 11(1):1–10.
<https://jurnal.uns.ac.id/ilmupangan/article/view/29086>
- Banjarnahor, S., & Artanti, N. 2014. Antioxidant properties of flavonoids. *Medical Journal of Indonesia*, 23(4), 239-244. doi:10.13181/mji. v23i4.1015
- Dewangga, S. V., & Qurrohman, M. T. 2020. Penghambatan Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* Dengan Ekstrak Etanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 11(2), 176–182.
<https://doi.org/10.34035/jk.v11i2.443>
- Embrikawentar dan Ratnasari. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Sukun Terhadap Mortalitas Hama Walang Sangit. *LenteraBio* Vol. 8 No. 3, <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Fauzana, H., & Faradilla, N. (2018). Uji Konsentrasi Ekstrak Daun Krinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) sebagai Racun Perut terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Sodoptera litura* F.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 7 (2): 108 – 115.
- Febriyanti, N., & Rahayu, D. 2012. *Aktivitas Insektisidal Ekstrak Etanol Daun Krinyuh (Eupatorium odoratum L.) Terhadap Wereng Coklat (Nilaparvata lugens Stal.)* Prosiding Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi, 9 (1): 661-664.
- Garrett, A., (2011). *The pollination biology of papaw (Carica papaya L.) in Central Queensland*. PhD. Thesis, Central Queensland University, Rockhampton, 125 pp
- Ghamba PE, Balla, Goje LJ, Halidu A, Dauda MD. 2014. *In Vitro Antimicrobial Activities Of Vernonia Amygdalina On Selected Clinical Isolate*. IJCMAS. 3(4): 1103-1113.
- Kurnia, Rohmat. 2018. *Fakta Seputar Pepaya (Manfaat Buah Pepaya Dan Cara Membudidayakannya)*. Jakarta: Bhuana Ilmu Populer
- Kurniawan, A., Muhfahroyin, dan Sutanto A. 2017. Efektivitas Variasi Konsentrasi Ekstrak Daging Bintaro Sebagai Insektisida Lepidoptera Pada Bawang Daun Sebagai Sumber Belajar Pencemaran Lingkungan. *Biolava*. 2(1):54-63
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. 2020. *Uji Organoleptik Produk Eco Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang)*. Seminar Nasional Edusainstek, 278–283.
- 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).
- Mahali, J., Destriani, Wilhotama, W., Bobi, Septika, F., Safitri, D., & Rahayu, I. 2022. Pembuatan Eco Enzym Sebagai Upaya Pengelolaan Lingkungan di Daerah Pantai Panjang Bengkulu. *Setawar Abdimas* , 1(2), 45–50. <https://doi.org/10.36085/SA.V1I2.3607>

- Majinda, R.R. T. 2012. *Extraction And Isolation Of Saponins. Natural Products Isolation, Methods In Molecular Biology*, 864(1), 415-417.
- Maharani, Y., Rauf, A., Sartiami, D., & Anwar, R. 2016. Biologi dan Neraca Hayati Kutu Putih Pepaya *Paracoccus marginatus* Williams & Granara De Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) Pada Tiga Jenis Tumbuhan Inang. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.1161-9>
- Munir, N. F., Malle, S., & Huda, N. 2021. Karakteristik Fisikokimia Ekoenzim Limbah Kulit Jeruk Pamelu (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) Dengan Variasi Gula. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 2.
- Nabilah, R. A., & Pratiwi, A. 2019. Pengaruh pupuk organik cair kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* L. var. *balbisina colla.*) terhadap pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus gracilis* Desf). *Symposium of Biology Education (Symbion)*, 2. <https://doi.org/10.26555/symbion.3508>
- Nazim, F., & Meera, F. 2013. Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 3(4), 111–117. <https://doi.org/10.9756/BIJIEMS.4733>
- 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, 113–118. <https://doi.org/10.3126/tujm.v6i0.26594>
- Nugroho, H., Pasaribu, M., & Ismail, S. 2019. Toksisitas Akut Ekstrak *Albertisia papuana* Becc. pada *Daphnia magna* dan *Danio rerio*. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 96–103. <https://doi.org/10.24002/biota.v3i3.1898>
- Nurliah, N., Elika, S., & Sagena, U. W. (2022). Sosialisasi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Dalam Memproduksi Ekoenzim. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani (JPMM)*, 2(1), 33–39. <https://doi.org/10.51805/jpmm.v2i1.47>
- Pramayudi, N dan Hartati O. 2012. Biologi Hama Kutu Putih Pepaya (*Paracoccus marginatus*) pada Tanaman Pepaya. *J. Floratek* 7: 32-44.
- Qinahyu, W. D., & Cahyati, W. H. 2016. Uji Kemampuan Anti Nyamuk Alami Elektrik Mat Serbuk Bunga Sukun (*Artocarpus altilis*) di Masyarakat. *Jurnal Care*, 4(3): 9–20.
- Rahmawati, E., Hadiyah, I., Kurniati, F., & Indriati, G. 2020. Efikasi Pestisida Nabati Minyak Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *MEDIA PERTANIAN*, 4(2). <https://doi.org/10.37058/mp.v4i2.1360>
- Salsabilla, V., Sudarjat, S., & Maharani, Y. 2022. Effectiveness of Neem Seed Extract Formulation (*Azadirachta indica*) and Bitung (*Barringtonia asiatica*) against Mealybug Papaya (*Paracoccus marginatus*) (Hemiptera: Pseudococcidae). *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 5(1), 38. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v5i1.39803>
- Sumihe, G., Runtuwene, M. R. J., & Rorong, J. A. 2014. Analisis Fitokimia Dan Penentuan Nilai LC50 Ekstrak Metanol Daun Liwas. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 125. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6070>
- Supriyanti, F. M. T., Suanda, H., & Rosdiana, R. 2015. *Pemanfaatan Ekstrak kulit Pisang Kepok (Musa bluggoe) Sebagai Sumber Antioksidan pada Produksi Tahu, Departemen Pendidikan Kimia, FPMIPA, Bandung*, pp. 393-400.
- Susliangsih, S. E., Rahman, A., Yuswana, A., Rahayu, M., Hisein, W. S. A., Pakky, T., Hasan, A., & Botek, M. 2022. Aplikasi Ekoenzim Pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*) Untuk Mengendalikan Hama Semut Api (*Solenopsis invicta*). *Jurnal Agroteknos*, 12(2).
- Syakir, M. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. *Semnas Pestisida Nabati IV IV*, 22.
- Thalib, R., Rozi, R. F., Adam, T., Khodijah, K., & Herlinda, S. 2014. Populasi dan Serangan Kutu Putih Pepaya, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) Pada Tanaman Pepaya Rahayu F.P et al.), Uji Efektivitas...

- di Daerah Dataran Rendah Sumatera Selatan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(2), 136–141. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.214136-141>
- Utami, S.P., Mulyawati, E., dan Soebandi, D.H. (2016). Perbandingan Daya Antibakteri Disinfektan Instrumen Preparasi Saluran Akar Natrium Hipoklorit 5,25%, Glutaraldehid 2%, dan Disinfektan Berbahan Dasar Glutaraldehid terhadap *Bacillus subtilis*. *Jurnal Kedokteran Gigi*, 7(2), 151-156.
- Vama, L., & Cherekar, M. N. 2020. Production, Extraction and Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.* , 22(2), 346–351.
- Zega, U., & Fau, A. 2021. Pengaruh Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Sebagai Insektisida Alami Dalam Membasmi Lalat Rumah (*Musca domestica*). E.ISSN.2614-6061 P.ISSN.2527-4295 Vol.9 No.2 Edisi Mei 2021 *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 9(2).