

Inventarisasi *Mycoflora* yang berasosiasi dengan biji kopi pada tiga sistem pengolahan dan dua musim panen

Muhammad Nurdin¹, Rusdi Evizal², Cipta Ginting¹, & Rizky Fatma Liandari²

¹Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

Abstract: This study aims to determine the percentage of the presence of fungi associated with processed coffee beans that freshly harvested and those that have been stored for 6 months and identify the fungi found at least to the genus level. This research was conducted from July to September 2021 at the Agricultural Biotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The method used was a survey method. Coffee beans samples were taken in Sedayu Village, Semaka District, Tanggamus Regency. Samples of coffee beans were taken at different season, namely in October 2020 and April 2021. The types of processed coffee that would be identified were natural, honey and lowgrade. The method used in this study was the direct plating method using PSA (Potato Sucrose Agar) media and repeated 5 times by putting 5 coffee beans in each petri dish. The variables in this study were identification of fungi based on their macroscopic and microscopic properties and analysis of index diversity. The results showed that as many as six fungi were found to be associated with coffee beans, namely, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Phytophthora* sp. and *Penicillium* sp. The most commonly species was found, *Aspergillus niger*, which was 64% found in processed coffee from the 2021 harvest year. The result of the analysis show that the fungi diversity index (H') of low grade coffee beans in the 2020 harvest season and natural processed 2021 classified as moderate diversity ($1 \leq H' \leq 3$). While, other processed products are classified as low diversity ($H < 1$).

Keywords: *Aspergillus*, coffee beans, fungi, index diversity.

Pendahuluan

Kopi merupakan salah satu tanaman penyedap seperti halnya teh yang terdapat di Indonesia, salah satunya yaitu di Provinsi Lampung. Mutu atau kualitas kopi sangat berpengaruh terhadap perputaran bisnis. Uni Eropa menerapkan peraturan dalam Peraturan Uni Eropa 2023/915 untuk kopi panggang, racun okratoksin-A yang ditolerir adalah maksimum 3µg/kg (Markkinen, 2024). Peraturan seperti ini tidak hanya ada di Uni Eropa; tetapi ada juga dari Australia dan Jepang sehingga sangat menyulitkan bagi exportir kopi di Indonesia untuk menyesuaikan dengan konsumen dari manca negara.

Penurunan kualitas dan kuantitas kopi disebabkan adanya faktor abiotik dan biotik selama proses pascapanen, sejak pemetikan, sortasi, distribusi, pengolahan, packaging dan terutama dalam penyimpanan.

Proses penyimpanan sangat dipengaruhi faktor-faktor abiotik yang berperan penting dalam kehadiran dan pertumbuhan jamur; diantaranya kelembapan relatif udara yang berkesetimbangan dengan kadar air benih, suhu, lama penyimpanan, cahaya dan adanya aliran udara. Kondisi tersebut juga sangat berperan dalam mempertahankan, mengendalikan, dan merusak cita rasa.

Selain faktor abiotik, terdapat faktor biotik yang dapat mengakibatkan kerusakan biji kopi yaitu serangan hama gudang dan jamur (Subramanyam & Hangstrum, 1995).

Pertumbuhan jamur di penyimpanan sangat dipengaruhi oleh kadar air. Menurut Rusdianto (2008), terdapat dua langkah yang dapat menyebabkan munculnya jamur penghasil okratoksin. Langkah tersebut yaitu proses pengeringan dan penyimpanan. Tahap pengeringan harus memperhatikan kadar air. Kadar air dapat meningkat selama penyimpanan. Kenaikan kadar air pada biji kopi berpotensi akan menyebabkan tumbuhnya jamur. Oleh sebab itu sebelum tahap penyimpanan biji kopi harus berada pada standar kadar air <14%.

Serangan jamur pada biji kopi dapat menyebabkan perubahan warna, menurunnya daya kecambah, pembusukan, pemanasan pada biji, perubahan komposisi kimia, peningkatan kadar asam lemak dan menurunnya nutrisi (Sauer et al., 1992). Jamur mudah berkembang pada daerah tropik baik sebelum maupun setelah panen. Hampir semua produk pertanian terkontaminasi jamur setelah panen. Jamur dapat menyerang produk

Sitasi: Syahrani K, Purnomo, Sudarsono H, & Swibawa IG 2024. Uji toksisitas ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap mortalitas ulat *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada tanaman jagung. JPA 2(1): 6-12.

Artikel masuk: 3 Januari 2025
Revisi diterima: 20 Januari 2025
Publikasi online: 18 Januari 2025

*Penulis korespondensi:
Kristinda Syahrani
(kristindasyahrani395@gmail.com)

serangga hama baik pada konsentrasi rendah maupun tinggi. Oleh karena itu, kandungan nikotin yang terdapat pada daun tembakau dapat mengendalikan serangan hama ulat grayak pada tanaman jagung. pertanian karena masih berada di permukaan tanah dan berkembang secara bertahap di tempat penyimpanan, terutama pada kondisi lingkungan yang sesuai dan biji kopi yang disimpan sudah rusak atau terkontaminasi patogen lain sehingga menyebabkan mutu biji kopi menjadi rendah (Chailani, 2010).

Menurut Rahayu (2007), beberapa jamur dapat menghasilkan senyawa mikotoksin. Jamur tersebut berasal dari genus *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium*. Produk yang terkontaminasi dengan senyawa mikotoksin jika dikonsumsi dalam jangka yang panjang akan mempengaruhi penurunan kualitas kesehatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase keberadaan jamur yang berasosiasi dengan biji kopi yang baru dipanen dengan yang telah disimpan selama 6 bulan dan mengidentifikasi jamur-jamur yang ditemukan minimal sampai tingkat genus.

Metode Penelitian

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai bulan September 2021 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sampel biji kopi diambil pada musim yang berbeda yaitu pada bulan Oktober 2020 dan bulan April 2021.

Rancangan percobaan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey. Sampel biji kopi diambil di Desa Sedayu Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus. Jenis olahan kopi yang akan diidentifikasi yaitu Natural, Honey dan Asalan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode tanam langsung (Direct planting) dengan menggunakan media PSA (Potato Sucrose Agar) dan diulang sebanyak 5 kali dengan menebarkan 5 biji kopi pada setiap cawan petri. Kemudian diinkubasikan selama 7-15 hari.

Pelaksanaan penelitian

Pembiakan serangga uji. Pembiakan serangga uji dilakukan dengan cara mengumpulkan larva ulat grayak jagung dari pertanaman jagung di Negeri Katon, Pesawaran. Larva *S. frugiperda* yang diperoleh di lapangan dikumpulkan dalam toples kecil berukuran 35 mL yang sudah diberi lubang udara dan diberi pakan berupa daun jagung muda. Larva ulat grayak dipelihara di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dengan cara meletakkan larva instar 1-2 ke dalam toples berukuran 1 L, instar 3-4 ke dalam toples berukuran 35 mL, dan untuk larva instar (5-6) ke dalam toples berukuran 500 mL. Setiap toples yang berisi larva, diberi pakan daun jagung yang masih muda setiap harinya supaya larva dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, serta dibersihkan dari sisa-sisa kotorannya.

Setelah larva memasuki fase pupa, pupa dipindahkan ke dalam tempat pemeliharaan imago sampai menjadi imago. Imago yang terbentuk di tempat pemeliharaan, kemudian diberi pakan berupa larutan madu 50% yang diserapkan pada segumpal kapas yang telah digantung. Pada tempat pemeliharaan tersebut, dimasukkan tanaman jagung hidup yang ditanam dalam polybag sebagai tempat untuk peletakan telur bagi imago betina. Telur yang dihasilkan oleh imago betina pada permukaan daun jagung, kemudian dipindahkan ke dalam toples plastik berukuran 1 L dan dipelihara hingga menetas menjadi larva instar 1. Larva yang sudah menetas diberi pakan berupa daun jagung muda sampai larva mencapai waktu pengujian yaitu instar 3 dan dipindahkan ke toples plastik berukuran 35 mL.

Pembuatan ekstrak daun tembakau. Daun tembakau dicuci bersih pada air mengalir dan dikeringanginkan. Setelah daun setengah kering, kemudian dipotong menggunakan pisau dengan ukuran kurang lebih sekitar 1 cm dan dikeringanginkan kembali sampai kering. Kemudian daun tembakau diblender sehingga diperoleh serbuk halus. Setelah itu, 100 g serbuk daun tembakau dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan cairan aseton 1000 ml dengan perbandingan 1:10. Selanjutnya dilakukan penghomogenan larutan menggunakan *shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 170 rpm. Supernatan yang didapatkan, dipindahkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring dan ditampung di dalam labu Erlenmeyer. Hasil saringan tersebut dipindahkan ke dalam labu *evaporator* dan dilakukan penguapan pelarut dengan menggunakan *rotary evaporator* dengan

tekanan rendah kurang lebih 15 mm Hg dan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Proses ekstraksi berhenti saat aseton menguap dan diperoleh ekstrak kental. Hasil ekstrak yang diperoleh diletakkan di dalam lemari pendingin.

Aplikasi ekstrak daun tembakau. Aplikasi ekstrak daun tembakau dilakukan dengan cara membersihkan tempat pemeliharaan larva instar 3 dari kotoran dan pakan yang tersisa. Setelah itu, dilakukan penyemprotan ekstrak daun tembakau yang sudah dilarutkan dengan aquades dengan menggunakan beberapa konsentrasi yang tertera pada Tabel 1 ke badan larva ulat grayak. Setelah diberi perlakuan, larva didiamkan didalam toples selama 12 jam dan diberi pakan kembali berupa daun jagung muda. Pengamatan dilakukan setiap 3 jam setelah aplikasi selama 24 jam dan untuk hari berikutnya diamati setiap harinya hingga 30 hari pengamatan. Jika terdapat larva yang masih hidup setelah perlakuan, akan dipelihara dan diamati hingga menjadi imago.

Tabel 1. Konsentrasi ekstrak daun tembakau yang digunakan sebagai perlakuan

No	Ekstrak Daun Tembakau	Konsentrasi Ekstrak (%)
1	Kontrol (T_0)	0,0
2	Ekstrak daun tembakau (T_1)	0,5
3	Ekstrak daun tembakau (T_2)	1,0
4	Ekstrak daun tembakau (T_3)	1,5
5	Ekstrak daun tembakau (T_4)	2,0
6	Ekstrak daun tembakau (T_5)	2,5

Pengamatan dan pengumpulan data

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kematian larva (mortalitas) dan perkembangan hidup dari ulat grayak dengan cara melakukan pengamatan dan terhadap pupa yang terbentuk, pupa bentuk normal, pupa bentuk abnormal, imago terbentuk, imago bentuk normal, dan imago bentuk abnormal. Pengamatan ini dilakukan setelah aplikasi hingga larva uji mati semua.

Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus

$$Po = \frac{r}{n} \times 100 \%$$

Rumus Abbott (1987) digunakan jika terjadi kematian pada kontrol dan dilakukan perhitungan koreksi dengan rumus sebagai berikut.

$$PA = \frac{Pp - Pk}{100 - Pk} \times 100 \%$$

Analisis data

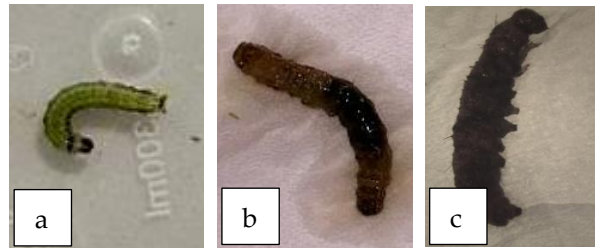
Analisis data dilakukan dari hasil data yang diperoleh setelah melakukan penelitian. Analisis data tersebut diantaranya yaitu uji kehomogenan atau homogenitas, dianalisis datanya dengan menggunakan Uji Bartlett dan aditivitasnya dianalisis dengan Uji Tukey. Kemudian, jika hasil uji tersebut dapat memenuhi asumsi, data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Setelah itu dilanjutkan dengan Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%. LC_{50} dicari dengan menggunakan analisis probit.

Hasil dan Pembahasan

Mortalitas ulat

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa aplikasi ekstrak daun tembakau dapat menyebabkan mortalitas ulat grayak jagung. Gejala yang ditimbulkan pada larva yang diberi perlakuan ekstrak daun tembakau yaitu mengalami perlambatan gerakan, berkurangnya nafsu makan yang ditandai dengan banyaknya pakan yang tersisa dalam toples, tubuh melunak, mengeluarkan bau tidak sedap, terdapat bercak menghitam pada bagian perut (Gambar 1b) dan mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan sampai kehitaman, serta mengering (Gambar 1c). Senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun tembakau (alkaloid, saponin, flavonoid, terpanoid, dll) yang mempengaruhi hormon

perkembangan dan nafsu makan dari larva ulat grayak. Hal ini sesuai dengan Haris *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa metamorfosis dapat gagal akibat senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, terpanoid, saponin, flavonoid, dan enzim papain yang dapat mempengaruhi sistem fisiologis yang dapat mengatur perkembangan hama. Selain itu, tingginya zat aktif nikotin yang terkandung dalam daun tembakau, dapat meningkatkan mortalitas karena tingkat keracunannya juga semakin tinggi.



Gambar 1. Ulat grayak: (a) normal, (b) mati basah, dan (c) mati kering.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak dari daun tembakau terbukti signifikan menyebabkan mortalitas ulat grayak jagung. Hasil uji DMRT taraf 5% terlihat bahwa perlakuan ekstrak daun tembakau dengan konsentrasi 0,5% hingga 1,5% berbeda nyata dengan pengaruh perlakuan kontrol, kecuali pada pengamatan 1 HSA dan 5 HSA konsentrasi 1,5% tidak berbeda nyata. Kemudian untuk konsentrasi 2,0% dan 2,5% mulai dari 1 HSA hingga 30 HSA tidak berbeda nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata mortalitas ulat grayak jagung akibat aplikasi ekstrak daun tembakau dengan beberapa konsentrasi

Konsentrasi ekstrak Tembakau (%)	Mortalitas ulat grayak (%)				
	1 HSA	5 HSA	10 HSA	20 HSA	30 HSA
0,0	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
0,5	32,5 b	40 b	42,5 b	42,5 b	52,5 b
1,0	55 c	75 c	80 c	82,5 c	87,5 c
1,5	70 c	87,5 c	97,5 d	100 d	100 d
2,0	80 d	100 d	100 d	100 d	100 d
2,5	100 d	100 d	100 d	100 d	100 d
F-Hitung	59,49**	140,74**	127,40**	118,32**	567,34**

Keterangan: ** = Perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas larva
Angka yang diikuti huruf yang berbeda secara vertikal menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT (0,05) yang ditransformasikan menggunakan $\sqrt{(x+0,5)}$, HSA = Hari setelah aplikasi.

Faktor lain yang dapat menyebabkan mortalitas pada ulat grayak yaitu penggunaan pelarut pada saat melarutkan ekstrak daun tembakau. Pada penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah aseton, karena aseton dapat mengikat senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak daun tembakau. Batubara & Dalimunte (2016) menyatakan bahwa pelarut aseton dapat memberikan efek peracunan terhadap mortalitas larva secara cepat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun tembakau dapat menyebabkan mortalitas pada ulat grayak 100% pada 3 HSA dengan konsentrasi 2,0% dan 2,5%.

Pupa terbentuk

Pembentukan pupa pada perlakuan kontrol sebesar 100% dengan bentuk normal untuk semua ulangan. Larva yang diberi perlakuan ekstrak daun tembakau dengan konsentrasi lebih rendah memiliki presentase pembentukan pupa lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemberian konsentrasi tinggi (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan Ramadhan & Nurhidayah (2022) yang menyatakan bahwa konsentrasi yang diberikan berbanding lurus dengan keberhasilan saat proses pembentukan pupa dari ulat grayak. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka keberhasilan dari pembentukan pupa akan semakin rendah.

Tabel 3. Jumlah pupa ulat grayak terbentuk, pupa berbentuk normal, dan pupa berbentuk abnormal akibat aplikasi ekstrak daun tembakau dalam 4 ulangan

Pupa Ulat Grayak	Konsentrasi (%)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Jagung						
Terbentuk	40	23	8	1	0	0
Normal	40	19	5	0	0	0
Abnormal	0	4	3	1	0	0

Pada konsentrasi tinggi yaitu 2,0% dan 2,5%, pembentukan pupa tidak terjadi karena larva mengalami kematian 100% (Tabel 3). Pupa dengan bentuk abnormal rata-rata terjadi pada konsentrasi 0,5% dan 1,0%, namun hanya sebagian saja. Gejala yang terlihat pada pupa abnormal yaitu tidak ada gerakan pada pupa, terjadi pengeriputan pupa, mengering. Hal ini sesuai dengan Maharani *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa pupa abnormal atau cacat memiliki ciri-ciri yaitu bentuk pupa yang cekung dan terdapat benjolan pada pupa. Abdurrahman *et al.* (2024) menyatakan bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder (nikotin, terpenoid, flavonoid, dll) yang terdapat pada ekstrak daun tembakau dapat mempengaruhi saraf pusat. Oleh karena itu, diduga penyebab pupa memiliki bentuk abnormal dikarenakan sistem saraf pada pupa terganggu oleh adanya pengaruh dari senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun tembakau.

Imago terbentuk

Pembentukan imago normal pada kontrol terbentuk sebanyak 39 imago (Tabel 4). Kemudian untuk pembentukan imago pada pupa ulat grayak yang telah diberi perlakuan ekstrak daun tembakau dengan beberapa konsentrasi terlihat bahwa imago berbentuk normal terbentuk pada konsentrasi 0,5% dan 1,0%. Ekstrak yang kurang atau tidak aktif pada perlakuan konsentrasi rendah mungkin disebabkan oleh senyawa yang terkandung didalamnya kurang aktif atau sebenarnya cukup aktif tetapi kandungannya rendah sehingga menyebabkan cacat pada imago (Priyono, 1999).

Sedangkan imago bentuk abnormal terbentuk pada konsentrasi 0,0% dengan jumlah 1 imago, konsentrasi 0,5% sebanyak 8 imago, dan konsentrasi 1,0% terbentuk 2 imago saja. Maharani *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa imago abnormal memiliki ciri-ciri yaitu cacat dengan bentuk sayap yang tidak sempurna, tidak dapat terbang untuk mencari makan, dan biasanya hanya bertahan 1-3 hari saja. Sehingga menyebabkan siklus hidup dari ulat grayak tidak akan berlanjut atau berhenti.

Tabel 4. Jumlah imago terbentuk, imago berbentuk normal, dan imago berbentuk abnormal akibat aplikasi ekstrak daun tembakau dalam 4 ulangan

Imago Ulat Grayak	Konsentrasi (%)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Jagung						
Terbentuk	40	19	5	0	0	0
Normal	39	11	2	0	0	0
Abnormal	1	8	2	0	0	0

Lethal concentration 50 (LC₅₀)

LC₅₀ setiap 3 jam selama 24 jam (Tabel 5) terlihat bahwa pada 3 jam pertama memiliki pengaruh yang sama dengan 6 jam hingga 24 jam. Pengamatan tersebut berbanding terbalik dengan nilai LC₅₀ yaitu semakin lama waktu pengamatan, maka semakin kecil nilai LC₅₀. Konsentrasi yang digunakan untuk mencapai 50% kematian larva uji yaitu menggunakan konsentrasi 1,51 (1,29-1,73)%. Setiawan *et al.* (2021) menyatakan bahwa semakin rendahnya nilai LC₅₀ maka zat tersebut memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk membunuh suatu hama.

Tabel 5. Nilai LC₅₀ ulat grayak akibat aplikasi ekstrak daun tembakau dalam 24 jam

Waktu pengamatan (jam)	Nilai LC ₅₀ (%)
3	3,25 (2,72-4,79)
6	2,61 (2,30-3,22)
9	2,07 (1,84-2,43)
12	1,79 (1,59-2,04)
15	1,51 (1,29-1,73)
18	1,29 (1,07-1,49)
21	1,12 (0,89-1,30)
24	0,95 (0,69-1,14)

LC₅₀ pada 30 hari pengamatan terlihat bahwa nilai LC₅₀ akibat ekstrak daun tembakau mulai dari 2 HSA hingga 30 HSA memiliki pengaruh yang sama (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara waktu pengamatan berbanding terbalik dengan nilai LC₅₀. Dalam penelitian ini, terbukti bahwa penggunaan konsentrasi dengan dosis tinggi menghasilkan LC₅₀ lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi dosis rendah. Kematian 50% pada pengamatan setiap ulangannya rata-rata ditemukan pada 1 HSA mulai dari konsentrasi 1,0% hingga 1,5%. Mulai dari 2 HSA pada konsentrasi 1,0% hingga 2,0%, larva uji sudah mati melewati 50% dari keseluruhan larva uji yaitu 40 larva dan pada konsentrasi 2,5% mulai dari 2 HSA, keseluruhan larva uji sudah mati. Hal ini sesuai dengan Ariyanti *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa nilai LC₅₀ akan semakin kecil atau tidak diperoleh karena mortalitas dari serangga uji sangat tinggi.

Tabel 6. Nilai LC₅₀ ulat grayak akibat aplikasi ekstrak daun tembakau selama 30 hari pengamatan

Waktu pengamatan (HSA)	Nilai LC ₅₀ (%)
2	0,83 (0,58-1,02)
5	0,64 (0,41-0,80)
8	0,60 (0,41-0,73)
12	0,59 (0,39-0,72)
15	0,58 (0,38-0,71)
18	0,58 (0,38-0,71)
21	0,58 (0,38-0,71)
24	0,56 (0,38-0,67)
27	0,48 (0,25-0,61)
30	0,48 (0,25-0,61)

Keterangan: HSA (Hari setelah aplikasi).

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah pemberian ekstrak daun tembakau sangat nyata dapat mengakibatkan mortalitas pada ulat grayak mulai dari 5 HSA dengan konsentrasi 2,0% dan 2,5% menunjukkan mortalitas larva hingga 100%. Pada konsentrasi 0,5% hingga 1,5%, aplikasi ekstrak daun tembakau dapat menghambat metamorfosis larva. Selain itu, nilai LC₅₀ dari akumulasi keseluruhan ulangan yang seharusnya digunakan untuk mencapai kematian 50% ulat grayak uji adalah 1,51 (1,29-1,73)%. Kematian 50% larva uji rata-rata ditemukan pada 1 HSA pada konsentrasi 1,0% hingga 2,5%.

Referensi

- Abdurrahman, S., Ikawati, S., Choliq, F., & Mustofa, O. 2024. Bioaktivitas ekstrak limbah tembakau sebagai pestisida nabati terhadap hama *Plutella xylostella* pada tanaman kubis. *HPT*. 12(2): 91-102.
- Ariyanti, R., Yenie, E., & Elystia, S. 2017. Pembuatan pestisida nabati dengan cara ekstraksi daun pepaya dan belimbing wuluh. *Jom FTEKNIK*. 4(02): 1-9.
- Batubara, R. & Dalimunte, A. 2016. Pengendalian hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman tembakau deli (*Nicotiana tabacum*) dengan pestisida nabati dari kulit kayu mindi (*Melia azedarach*). *Biofarmasi*. 14(1): 33-37.
- Fauzi, F., Furqon, M., & Yudistira, N. 2021. Klasifikasi jenis tanaman tembakau di Indonesia menggunakan *Naïve Bayes* dengan seleksi fitur information gain. *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*. 5(2): 698-703.
- Haris, A., Suherah, & Dewa, A. 2023. Pengaruh pemberian ekstrak daun pepaya, daun tembakau, dan daun talas terhadap

- mortalitas hama ulat grayak (*Spodoptera liturafabriciu* J.E.Smith). *Agrotek*. 7(2): 118-123.
- Herlina, N., Pratikasari, T., & Gesriantuti, N. 2023. Uji toksisitas ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*). *Sains Dan Kesehatan*. 13(2): 1-8.
- Khalalia, R. 2016. Uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap larva *Ades aegypti*. *Unnes Journal of Public Health*. 5(4): 366-374.
- Lubis, A. A., Anwar, R., Soekarno, B. P., Istiaji, B., Sartiami, D., Irmansyah, & Herawati, D. 2020. Serangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung di Desa Petir , Kecamatan Daramaga , Kabupaten Bogor dan potensi pengendaliannya menggunakan *Metarizhium rileyi*. *Pusat Inovasi Masyarakat*. 2(6): 931-939.
- Maharani, T., Yasin, N., Hariri, A., & Wibowo, L. 2021. Pengaruh ekstrak biji sirsak (*Annona muricata* L.) dengan berbagai jenis pelarut terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. *Penelitian Pertanian Terapan*. 21: 1-10.
- Ningsih, Y. 2019. Uji Efektivitas ekstrak limbah tembakau sebagai pestisida nabati terhadap ulat *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) pada jagung. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nurmaisah & Purwati, N. 2021. Identifikasi jenis serangga hama pada tanaman jagung (*Zea mays*) di Kota Tarakan. *Proteksi Tanaman Tropis*. 2(1): 19-22.
- Nurnasari, E. & Subiyakto. 2011. Komposisi kimia minyak atsiri pada beberapa tipe daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). *Berita Biologi*. 10(5): 571-580.
- Prijono, D. 1999. *Prospek dan Strategi Pemanfaatan Insektisida Alami Dalam PHT*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ramadhan, R. A. & Nurhidayah, S. 2022. Bioaktivitas ekstrak biji *Annona muricata* L. terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrikultura*. 33(1): 97-105.
- Serdani, A., Widiatmanta, J., & Ardi, A. 2022. Pengaruh insektisida nabati daun tembakau dan pepaya terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Agroradix*. 6(1): 1-7.
- Setiawan, M., Fauzi, M., & Supeno, B. 2021. Uji konsentrasi dua pestisida nabati terhadap perkembangan larva ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*). *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Suleman, R., Kandowangko, N., & Abdul, A. 2019. Karakteristik morfologi dan analisis proksimat jagung (*Zea mays* L.) varietas momalia gorontalo. *Jambura Edu Biosfer*. 1(2): 72-81.
- Wahyudin, A., Ruminta, & Nursaripah, S. 2016. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L .) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Kultivasi*. 15(2): 86-91.