

Keefektivan Ekstrak Daun Sirih Hutan Sebagai Pengendali Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari) di Lapangan

(The Effectiveness of Piper Betel Leaf Botanical Pesticides to the Control of the Hypothenemus hampei Ferrari in the Field)

John Agus Sahputra Pardosi^{*}, Arif Ravi Wibowo, Ebenezer Muaratama Sibarani

Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Jalan Gapura No 8 Cibitung, Kabupaten Bekasi, 17520, Indonesia

*E-mail: john.agus.sahputra.pardosi@mhs.cwe.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: February 12, 2024

Accepted: November 13, 2024

Published: November 17, 2024

Keywords:

botanical pesticide,

coffee,

coffee berry borer,

field application,

Piper aduncum L.

ABSTRACT

The coffee berry borer (CBB), caused by the *Hypothenemus hampei* Ferrari insect, is a significant pest for coffee farmers, particularly attacking the berries and affecting both the quality and quantity of coffee production. CBB attacks can reduce the quantity and quality of coffee plant production. CBB can be controlled by using botanical pesticides. One such botanical pesticide is derived from the *Piper aduncum* L. plant, which contains various compounds including dilapiol, piperamidin alkaloid, flavonoids, saponins, steroids, polyphenols, tannins, and terpenoids. This study aimed to test the effectiveness of botanical pesticides from *P. aduncum* L. in controlling CBB. This experiment used a non-factorial randomized block design (RBD) with one factor studied, namely the effect of variations in the provision of botanical pesticides of *Piper aduncum* L. with treatments P_0 = control; P_1 = 15%; P_2 = 25%; P_3 = 35%; and P_4 = chemical pesticides. This experiment consisted of 5 treatment levels with three replications, each containing ten pests. The results showed that treatment P_3 (35%) was the most effective concentration in controlling CBB. Botanical pesticides at a concentration of 35% had the same effect as chemical pesticides on the parameters of mortality observation and suppression of pest attack intensity.



Copyright © 2024 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi di antara berbagai komoditas tanaman perkebunan dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), total produksi kopi pada tahun 2022 mencapai 794.762 ton dengan jumlah ekspor sebanyak 437.555 ton atau 55% dari total produksi. Sebesar 98% areal perkebunan kopi di Indonesia merupakan usaha rakyat, sementara sisanya diusahakan oleh perkebunan besar swasta (PBS) dan perkebunan besar negara (PBN).

Bagian terpenting tanaman kopi yang dapat dimanfaatkan secara langsung adalah bagian buah. Namun, bagian buah tersebut banyak ditemukan kerusakan karena hama penggerek buah kopi yang disebabkan oleh serangga *Hypothenemus hampei* Ferrari (Thoriq et al., 2020). H.

hampei Ferrari adalah jenis kumbang yang berasal dari Afrika yang menjadi salah satu penyebab utama penurunan kuantitas dan kualitas dari produksi kopi di Indonesia dan di negara-negara penghasil kopi (Muhammad, 2020). Terdapat beberapa macam jenis kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh *H. hampei* Ferrari, antara lain buah menjadi tidak berkembang, buah menjadi warna kuning kemerahan yang akhirnya gugur, serta lubang pada buah yang dapat menurunkan kuantitas dan kualitas biji kopi. Kerusakan akibat serangan *H. hampei* Ferrari di Indonesia dapat mencapai 50% (Wiryadiputra, 2012). Serangan *H. hampei* dapat dikendalikan dengan penyemprotan pestisida, baik pestisida kimia maupun pestisida nabati.

Pengendalian hama dengan menggunakan pestisida kimia sintetik diketahui dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi banyaknya efek negatif penggunaan insektisida yaitu dengan penggunaan bahan alami dari tumbuhan sebagai pestisida nabati yang lebih selektif dan ramah lingkungan (Rahmawati et al., 2019). Pestisida nabati terbuat dari tumbuh-tumbuhan yang residunya mudah terurai di alam sehingga aman bagi lingkungan dan kehidupan makhluk hidup lainnya (Prasetyo, 2020). Terdapat berbagai jenis tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk pestisida nabati namun jumlah dan jenis kandungan pada setiap bagian dalam satu tumbuhan belum tentu sama. Pestisida nabati terbuat dari tumbuhan yang mengandung senyawa aktif yang bersifat mudah terurai di alam dan tidak menyebabkan resistensi terhadap hama, residu pada produk pertanian dan peledakan hama sekunder (Harahap & Rakhmadiyah, 2016).

Salah satu tumbuhan yang bermanfaat sebagai pestisida nabati adalah sirih hutan (*Piper aduncum*) (Syahroni & Prijono, 2013; Kamilasri et al., 2018; Lina et al., 2020; Lina et al., 2020; Erlina et al., 2020). Tumbuhan sirih hutan termasuk semak perdu yang biasanya dapat dijumpai di daerah hutan, pekarangan dan ladang. Tanaman ini termasuk dalam tanaman monokotil (Malak, 2017). Sirih hutan (*Piper aduncum*) merupakan tanaman family Piperaceae yang daunnya memiliki potensi sebagai sumber pestisida nabati. Senyawa aktif yang terdapat pada tumbuhan sirih hutan termasuk dalam golongan piperamidin yaitu bersifat racun saraf dengan mengganggu aliran impuls saraf pada akson seperti cara kerja insektisida piretroid (Harahap & Rakhadiyah, 2016). Daun tumbuhan ini dilaporkan mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, polifenol, tannin, dillapiole, dan terpenoid (Bernard et al., 1995; Nova, 2016; Fazolin et al., 2022). Buah sirih hutan mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, triterpenoid, steroid, saponin, dillapiol, dan kumarin (Ahmad & Rahmani, 1993; De Almeida et al., 2009; Arneti, 2012). Ekstrak sirih hutan diketahui dapat digunakan untuk pengendalian *Spodoptera frugiperda*, *Crociodolomia pavonana*, dan *Sitophilus zeamais* (Syahroni & Prijono, 2013; Harahap & Rakhmadiyah, 2016; Erlina et al. 2020; Lina et al. 2020; Anggraini & Rustam, 2021). Penelitian keefektivan ekstrak sirih hutan untuk pengendalian hama penggerek buah kopi belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas ekstrak sirih hutan (*Piper aduncum* L.) untuk pengendalian hama penggerek buah kopi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kopi milik Abah Pineapple Farms & Coffe Adoh di Jl. Curug Nangka, Desa Sukajaya, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2023. Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah soxhlet, blender, dan handsprayer. Bahan yang digunakan adalah daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.), hama penggerek buah kopi (*H. hampei* Ferrari), air, etanol 70%, tween 80, surfactan,

kain kasa, karet, dan Alika 247 ZC. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok non faktorial (RAK non faktorial) yang terdiri atas lima taraf perlakuan dengan tiga ulangan, sehingga terdapat 15 satuan percobaan. Taraf perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sebagai kontrol, pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 15%, 25%, 35%, dan pestisida sintetik. Setiap satuan percobaan terdapat 10 ekor penggerek buah kopi sehingga secara keseluruhan terdapat 150 penggerek buah kopi. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.



Gambar 1. Daun tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum L.*)

Serangga *H. hampei* Ferrari yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari buah kopi berlubang yang terdapat pada ranting dan permukaan tanah karena rontok. Buah yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam toples yang penutupnya telah diberi ventilasi dengan kain kasa. Pemilihan tanaman perlakuan dilakukan dengan cara membagi kebun menjadi tiga zonasi sebagai kelompok. Pada setiap zona dipilih lima tanaman untuk perlakuan. Kemudian, pada setiap tanaman dipilih satu ranting bagian tengah dengan jumlah buah kopi sehat yang telah disesuaikan jumlahnya menjadi 10 buah pada satu gerombol. Aplikasi dilakukan dengan menyemprotkan berbagai dosis ekstrak daun sirih hutan pada buah kopi yang tidak berlubang di tiap ranting yang terpilih dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, dilakukan penyungkupan pada kelompok buah kopi tersebut. Kemudian, sebanyak 10 ekor *H. hampei* Ferrari dilepaskan ke dalam sungkup. Pembuatan sungkup dibuat dari kain kasa sebanyak dua lapis dimana kain kasa dibuat seperti persegi dan diberi *double tape* untuk merekatkan kain kasa ke ujung sisi ranting kopi. Pengamatan dilakukan pada 1, 3, 5, dan 7 hari setelah aplikasi (HSA). Pengambilan data dilakukan dengan menghitung jumlah serangga yang mati dan buah kopi yang berlubang. Mortalitas serangga dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Mortalitas harian} = \frac{\text{Jumlah hama penggerek buah kopi yang mati}}{\text{Jumlah hama penggerek buah kopi yang diuji}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Intensitas serangan hama dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

I = intensitas serangan hama

a = total sampel buah kopi yang tidak berlubang

b = jumlah buah kopi yang berlubang

Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.)

Daun sirih hutan dicuci dengan air bersih dan dijemur dibawah matahari selama \pm 4 hari. Kemudian dilakukan penghalusan dengan blender dan penambahan 100 ml air, setelah itu dilakukan fermentasi selama 6-10 jam. Setelah difermentasi, ekstrak sirih hutan kemudian di ekstraksi menggunakan soxhlet dengan penambahan etanol 70 %. Selanjutnya ditambahkan tween 80 dan surfactant sebanyak 0,25 ml dalam 1 liter ekstrak pestisida nabati yang sudah diekstraksi. Selanjutnya dilakukan pengenceran sesuai konsentrasi yang digunakan yaitu 15%, 25%, dan 35%. Larutan yang disiapkan sebanyak sebanyak 1000 ml.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Serangga

Perlakuan pestisida nabati maupun kimia memberikan pengaruh pada mortalitas hama penggerek buah kopi (PBKo) sejak hari pertama setelah penyemprotan. Berdasarkan hasil penelitian, mortalitas hama penggerek buah kopi pada perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 15%, 25%, 35%, dan pestisida sintetik diseluruh waktu pengamatan menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (air). Ekstrak daun sirih hutan berpengaruh terhadap mortalitas hama PBKo sebesar 50% hingga 76%. Sedangkan perlakuan kontrol (air) tidak ditemukan adanya mortalitas hama. Pada akhir pengamatan, terdapat dua kelompok hasil yang memiliki pengaruh yang sama, yaitu perlakuan konsentrasi 15% dengan 25% dan perlakuan konsentrasi 35% dengan pestisida sintetik. Perlakuan konsentrasi 15% dan 25% menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan nilai masing-masing 50% dan 56,7%. Perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 35% dan Pestisida Sintetik juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan nilai masing-masing 76,7% dan 73,3% (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hutan dengan konsentrasi 35% memiliki pengaruh yang sama dengan perlakuan pestisida sintetik.

Tabel 1. Rata-rata mortalitas hama penggerek buah kopi pada berbagai perlakuan ekstrak daun sirih hutan

Perlakuan	Pengamatan ke- (hari setelah aplikasi)				Total (ekor)
	1 (ekor)	3 (ekor)	5 (ekor)	7 (ekor)	
Kontrol (air)	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 c
Konsentrasi 15%	1,00 c	2,00 ab	1,00 b	1,00 a	5,00 b
Konsentrasi 25%	1,67 b	1,33 b	1,33 ab	1,00 a	5,67 b
Konsentrasi 35%	2,33 a	2,00 ab	2,00 a	1,33 a	7,67 a
Pestisida sintetik	2,00 ab	2,33 a	1,67 ab	1,33 a	7,33 a
Rata-rata	1,4	1,53	1,2	0,93	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji α 5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirih hutan yang diberikan semakin besar juga persentase mortalitas total hama PBKo, hal ini dapat dilihat pada perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan pada konsentrasi 15%, 25%, dan 35% (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan penelitian Amalia et al. (2017), Fissabililah & Rustam (2020), Erlina et al. (2020), Lina et al. (2020), Wahyuni & Yuliani (2023), dan Anggraini & Rustam (2021) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida nabati maka dapat meningkatkan jumlah kematian serangga karena tingkat toksisitasnya semakin tinggi. Penyemprotan ekstrak daun sirih hutan dengan konsentrasi 35% dapat digunakan sebagai metode pengendalian hama PBKo untuk menggantikan pestisida kimia sintetik. Hal ini karena ekstrak daun sirih hutan dengan konsentrasi 35% memiliki efek yang sama dengan pestisida kimia sintetik pada dosis sesuai rekomendasi pada label kemasan. Daun sirih hutan merupakan pestisida nabati yang ramah lingkungan dan aman bagi petani. Selain itu, sirih hutan juga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan karena bahan baku yang mudah didapat di dalam hutan dan dapat dibudidayakan oleh petani. Sirih hutan dapat ditanam sebagai tanaman pembatas lahan dan tanaman pinggiran pembagi blok kebun. Tanaman sirih hutan dapat diperbanyak dengan cara setek, sehingga mudah dikembangkan untuk penyediaan bahan baku pestisida nabati bagi petani. Ekstrak daun sirih hutan mengandung bahan aktif berupa piperamidin dan dilapiol. Senyawa piperamidin yang terkandung dalam daun sirih hutan memiliki efek sebagai racun kontak dengan cara masuk melalui tubuh serangga. Setelah masuk melalui tubuh serangga, senyawa ini akan bekerja sebagai racun syaraf didalam tubuh serangga atau hama tersebut (Ismed et al., 2016). Menurut Lina et al. (2020), senyawa dilapiol yang terkandung dalam buah *P. aduncum* menghambat kerja enzim yang berfungsi mengurangi daya racun metabolit toksik dalam tubuh larva. Enzim tersebut adalah sitokrom P450 polisubstrat monooksigenase (PSMO). Sementara itu pada perlakuan pestisida sintetik, bahan yang digunakan merupakan racun kontak mengandung bahan aktif lamda sihalotrin 106 g.l⁻¹ dan tiametoksam yang diaplikasikan sesuai rekomendasi pada label produk.

Intensitas Serangan Hama

Menurut Rahmawati et al. (2019), intensitas serangan hama merupakan parameter pengamatan yang menggambarkan jumlah buah kopi yang terserang hama PBKo yang ditandai dengan adanya lubang gerekkan pada buah kopi. Hasil analisis data intensitas serangan hama PBKo pada pengamatan hari 1-7 menunjukkan bahwa penyemprotan berbagai konsentrasi pestisida nabati daun sirih hutan berpengaruh nyata pada penekanan intensitas serangan hama PBKo jika dibandingkan dengan kontrol (air). Perlakuan kontrol menunjukkan nilai intensitas serangan tertinggi dalam setiap pengamatan jika dibandingkan dengan perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 15%, 25%, 35%, dan pestisida sintetik. Gejala yang ditunjukkan berupa lubang gerekkan pada bagian ujung buah kopi baik yang sudah matang maupun yang belum (Gambar 2). Hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol hanya menggunakan air. Intensitas serangan hama yang terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi 35% dan perlakuan pestisida sintetik dengan nilai 13% (1,33 buah). Hal ini menunjukkan bahwa pestisida nabati pada perlakuan konsentrasi 35% menunjukkan pengaruh yang sama dengan perlakuan pestisida sintetik dalam penekanan intensitas serangan hama (Tabel 2).

Tabel 2. Intensitas buah kopi yang berlubang karena gigitan (gerekkan) serangga *Hypothenemus hampei* Ferrari pada setiap perlakuan

Perlakuan	Pengamatan ke- (hari setelah aplikasi)				Total (buah)
	1 (buah)	3 (buah)	5 (buah)	7 (buah)	
Kontrol (air)	1,33 a	2,00 a	1,33 abc	1,67 a	6,33 a
Konsentrasi 15%	0,33 b	1,33 ab	2,00 a	2,00 a	5,67 ab
Konsentrasi 25%	0,67 ab	0,67 bc	1,67 ab	1,67 a	4,67 b
Konsentrasi 35%	0,00 b	0,00 c	1,00 bc	0,33 b	1,33 c
Pestisida sintetik	0,00 b	0,00 c	0,67 c	0,67 b	1,33 c
Rata-rata	0,46	0,8	1,33	1,27	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji α 5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 15%, 25%, dan kontrol menunjukkan intensitas serangan yang tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 35% dan pestisida sintetik. Hal ini karena perlakuan konsentrasi 35% dan pestisida sintetik memiliki daya toksisitas yang lebih tinggi dan mampu menurunkan nafsu makan hama PBKo. Menurut Harahap & Rakhmadiyah (2016), konsentrasi daun sirih yang tinggi dapat meningkatkan kandungan bahan aktif piperamidin sehingga daya racunnya juga meningkat. Daun sirih hutan mengandung senyawa flavonoid yang merupakan sejenis senyawa yang berasal dari tumbuhan yang berfungsi sebagai pertahanan untuk menghambat nafsu makan serangga (Safirah et al., 2016). Perlakuan konsentrasi 35% dan pestisida sintetik memiliki pengaruh yang sama pada variabel pengamatan intensitas serangan. Hal ini karena pada akhir pengamatan intensitas serangan PBKo pada perlakuan konsentrasi 35% tidak berbeda nyata dengan perlakuan pestisida sintetik.



Gambar 2. Gejala serangan hama penggerek buah kopi. Tanda serangan berupa lubang pada bagian ujung buah

Penekanan intensitas serangan hama penggerek buah kopi terjadi sejak satu hari setelah perlakuan. Penurunan penekanan intensitas serangan hama penggerek buah kopi juga dipengaruhi mortalitas hama penggerek buah kopi. Menurunnya laju mortalitas dapat meningkatkan intensitas serangan hama pada percobaan ini, dimana serangga yang masih hidup masih dapat menyebabkan

kerusakan pada buah kopi. Hal ini diduga karena terjadinya penurunan residu ekstrak daun sirih pada buah kopi. Tanda serangan berupa bekas gerakan hama mulai ditemukan pada perlakuan konsentrasi ekstrak daun sirih 35% dan pestisida sintetik pada waktu pengamatan 5 HSP, yang menunjukkan bahwa residu ekstrak daun sirih dan pestisida sintetik hanya mampu memberikan pengaruh selama 4 hari setelah penyemprotan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan penyemprotan pestisida nabati ekstrak daun sirih hutan dengan konsentrasi 35% merupakan perlakuan atau konsentrasi yang paling efektif terhadap mortalitas hama penggerek buah kopi jika dibandingkan dengan perlakuan pestisida nabati pada konsentrasi yang lainnya. Mortalitas hama penggerek buah kopi pada perlakuan pestisida nabati ekstrak sirih hutan konsentrasi 35% sebesar 77% (7,67 ekor). Semakin tinggi konsentrasi pestisida nabati daun sirih hutan maka kemampuan penekanan intensitas serangan hama penggerek buah kopi juga semakin tinggi. Penyemprotan pestisida nabati ekstrak daun sirih hutan memiliki pengaruh yang sama dengan penyemprotan pestisida kimia sintetik pada variabel pengamatan mortalitas hama dan intensitas serangan hama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., & Rahmani, M. (1993). Chemical constituents of *Piper aduncum* Linn (Piperaceae). *Pertanika J. Sci. & Technol.*, 1(2), 185–188.
- Amalia, E. R., Hariri, A. M., Lestari, P., & Purnomo, P. (2017). Uji Mortalitas penghisap polong kedelai (*Riptortus linearis* F.) (Hemiptera: Alydidae) setelah aplikasi ekstrak daun pepaya, babadotan dan mimba di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1), 46–50. <https://doi.org/10.23960/jat.v5i1.1846>
- Anggraini, D., & Rustam, R. (2021). Efektivitas berbagai konsentrasi ekstrak daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) dalam mengendalikan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Jurnal Agroteknologi*, 13(2), 77–84.
- Arneti. (2012). *Bioaktivitas Ekstrak Buah Piper aduncum* L. (Piperaceae) terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) dan Formulasinya Sebagai Insektisida Botani. *Disertasi Universitas Andalas*.
- Bernard, C. B., Krishnamurty, H. G., Chauret, D., Durst, T., Philogene, B. J. R., Vindas, P. S., Hasbun, C., Poveda, L., Roman, L. S., & Arnason, J. T. (1995). Insecticidal defenses of Piperaceae from the neotropics. In *Journal of Chemical Ecology* (Vol. 21, Issue 6).
- De Almeida, R. R. P., Souto, R. N. P., Bastos, C. N., Da Silva, M. H. L., & Maia, J. G. S. (2009). Chemical variation in *Piper aduncum* and biological properties of its dillapiole-rich essential oil. *Chemistry and Biodiversity*, 6(9), 1427–1434. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200800212>
- Erlina, L. H., Lina, E. C., Reflinaldon, Djamaan, A., & Arneti. (2020). Insecticidal activity of nanoemulsion of *Piper aduncum* extract against cabbage head cartepillar *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012001>
- Fazolin, M., Monteiro, A. F. M., Bizzo, H. R., Gama, P. E., Viana, L. de O., & de LIMA, M. É. C. (2022). Insecticidal activity of *Piper aduncum* oil: variation in dillapiole content and chemical

- and toxicological stability during storage. *Acta Amazonica*, 52(3), 179–188. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102292>
- Fissabililah, R. A., & Rustam, R. (2020). Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap hama tanaman jagung (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) di laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(2), 138. <https://doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v12i2.10841>
- Harahap, & Rakhmadiyah, K. (2016). Uji beberapa konsentrasi tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) untuk mengendalikan hama *Sitophilus zeamais* pada biji jagung di penyimpanan. *Jurnal Agroekotek*, 8(2), 82-94.
- Ismed, M., Rustam, R., & Fauzana, H. (2016). Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap mortalitas wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 32(1), 15–20.
- Kamilasri, L., Sulyanti, E., & Hamid, H. (2018). Aktivitas bagian tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum* Linnaeus) yang berasal dari lokasi berbeda dalam menekan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* secara invitro. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 2(1), 18–27. <http://jpt.faperta.unand.ac.id/index.php/jpt%0AAktivitas>
- Lina, E. C., Erlina, L. H., Syahrawati, M., Djamaan, A., & Arneti, A. (2020). Botanical insecticide nanoemulsion of *Piper Aduncum* extract to control cabbage head sartepillar *Crociodomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 583(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012023>
- Malak, B. I. (2017). Identifikasi anatomi tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum* L.). *Biolearning Journal*, 8, 50–54. <https://www.neliti.com/publications/276419/identifikasi-anatomi-tumbuhan-sirih-hutan-piper-aduncum-l>
- Muhammad, M. (2020). *Status Terkini Hama Penggerek Buah Kopi Hypothenemus hampei Ferrari (Coleoptera: Scolytidae)*. January.
- Nova, C. (2016). *Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Sirih Lengkung (Piper aduncum L.)* [Unpublished undergraduate thesis, Universitas Sanata Dharma].
- Prasetyo, R. I. E. (2020). Efektivitas ekstrak buah sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap mortalitas hama ulat api (*Setothosea asigna* Van Eecke) pada kelapa Sawit. [Unpublished undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru].
- Rahmawati, E., Hadiyah, I., Kurniati, F., & Indriati, G. (2019). Efikasi Pestisida nabati minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *Media Pertanian*, 4(2), 81–87. <https://doi.org/10.37058/mp.v4i2.1360>
- Safirah, R., Widodo, N., & Budiyanto, M. A. K. (2016). Uji efektifitas insektisida nabati buah *Crescentia cujete* dan bunga *Syzygium aromaticum* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* secara in vitro sebagai sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 265–276.
- Syahroni, Y. Y., & Prijono, D. (2013). Aktivitas insektisida ekstrak buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) serta campurannya terhadap larva *Crociodomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 10(1), 39–50. <https://doi.org/10.5994/jei.10.1.39>
- Thoriq, A., Sugandi, W. K., Sampurno, R. M., & Soleh, M. A. (2020). Peningkatan pengetahuan dan

tindakan petani dalam budi daya tanaman kopi berbasis agroforestri. *J Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 17(3), 209–219.

Wahyuni, D. P., & Yuliani, Y. (2023). Efektivitas ekstrak daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*), daun pepaya (*Carica papaya*) dan kombinasinya terhadap aktivitas antimakan dan mortalitas spodoptera litura F. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 290–298. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n3.p290-298>

Wiradiputra, S. (2012). Keefektifan Insektisida cyantraniliprole terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada kopi arabika. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 28(2), 100–110.

