

PELATIHAN BUDIDAYA SIRIH HUTAN DAN PENGOLAHANNYA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN INSEKTISIDA BOTANI DI NAGARI SIKABU BUKIK KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Eka Candra Lina ^{1*)}, Novri Nelly ¹, Cesar Welya Refdi ², Uyung Gatot S Dinata ³, Prima Fithri ³

¹⁾ Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Kota Padang

²⁾ Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Kota Padang

³⁾ Fakultas Teknik Universitas Andalas, Kota Padang

^{*)} Email Koresponden: eka_candra@agr.unand.ac.id

ABSTRAK

Pelaksanaan kegiatan di Bumrag Sehati dan Saiyo Sakato terkait pelatihan dan budidaya pascapanen tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum*) sebagai bahan baku insektisida botani. Kegiatan ini melibatkan sosialisasi kepada petani tentang potensi ekonomi tumbuhan sirih hutan dan teknik budidaya serta pengelolaannya. Hasilnya, petani memahami nilai ekonomi dan cara pengelolaan tumbuhan tersebut, meningkatkan pengetahuan mereka dan membuka peluang peningkatan pendapatan melalui pemanfaatan sumber daya lokal. Rekomendasi yang diberikan mencakup pemanfaatan optimal tumbuhan sirih hutan, pengembangan produk baru, pendidikan dan pelatihan berkelanjutan, serta penguatan kerjasama dengan berbagai pihak. Tujuan kegiatan yaitu memberikan pemahaman mendalam tentang teknik budidaya sirih hutan serta pascapanen untuk pembuatan insektisida botani. Melatih peserta dalam proses budidaya, panen, dan pemrosesan sirih hutan secara efektif untuk menghasilkan bahan baku yang berkualitas. Memperkenalkan teknologi terbaru dalam budidaya dan pemrosesan sirih hutan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil. Menyediakan alternatif ramah lingkungan untuk pengendalian hama melalui insektisida botani berbasis sirih hutan. Untuk metode kegiatan yang digunakan yaitu penyampaian materi mengenai teori budidaya sirih hutan, proses pascapanen, dan pembuatan insektisida botani melalui sesi ceramah. Hasil dari kegiatan ini yaitu peserta memperoleh keterampilan praktis dalam budidaya sirih hutan dan proses pembuatan insektisida botani. Peserta memahami pentingnya sirih hutan dalam pembuatan insektisida dan cara optimal untuk mengolahnya. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari kegiatan ini yaitu penggunaan sirih hutan sebagai bahan baku insektisida botani memberikan alternatif ramah lingkungan untuk pengendalian hama. Diperlukan upaya berkelanjutan untuk pengembangan teknik budidaya, serta penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas dan penerimaan pasar untuk insektisida botani berbasis sirih hutan.

Kata Kunci: *Insektisida Botani, Pemberdayaan Petani, Pelatihan Budidaya, Pengelolaan Sumber Daya Lokal, Potensi Ekonomi*

*Training and Post-Harvest Cultivation of Forest Betel (*Piper aduncum*) as Raw Material for Making Botanical Insecticides*

ABSTRACT

Community service for Bumrag Sehati and Saiyo Sakato highlights training and post-harvest cultivation of forest betel plants (*Piper aduncum*) as raw materials for botanical insecticides. This activity involves outreach to farmers about the economic potential of forest betel plants and cultivation and management techniques. As a result, farmers understand the economic value and how to manage these plants, increase their knowledge and open up opportunities to increase income through the use of local resources. The recommendations provided include optimal use of forest betel plants, development of new products, ongoing education and training, as well as strengthening cooperation with various parties. The

aim of the activity is to provide an in-depth understanding of forest betel cultivation techniques and post-harvest for making botanical insecticides. Train participants in the process of cultivating, harvesting and processing forest betel effectively to produce quality raw materials. Introducing the latest technology in forest betel cultivation and processing to increase efficiency and yield. Providing an environmentally friendly alternative for pest control through forest betel-based botanical insecticides. The activity method used is the delivery of material regarding the theory of forest betel cultivation, post-harvest processes, and making botanical insecticides through lecture sessions. The result of this activity is that participants gain practical skills in cultivating forest betel and the process of making botanical insecticides. Participants understand the importance of forest betel in making insecticides and the optimal way to process it. The conclusion that can be obtained from this activity is that the use of forest betel as a raw material for botanical insecticides provides an environmentally friendly alternative for pest control. Continued efforts are needed for the development of cultivation techniques, as well as further research into the effectiveness and market acceptance of forest betel-based botanical insecticides.

Keywords: *Botanical Insecticide, Farmer Empowerment, Cultivation Training, Local Resource Management, Economic Potential*

PENDAHULUAN

Buah sirih hutan (*Piper aduncum* L.) mengandung metabolit sekunder yaitu dillapiol, alkaloid, flavonoid, fenolik, triterpenoid, steroid, saponin, dan kumarin yang bersifat racun kontak, racun perut, dan antifeedant yang menyebabkan penghambatan makan terhadap serangga (Lina et al., 2020). Senyawa yang terkandung dalam *P. Aduncum* merupakan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai insektisida (Safrida et al., 2020). Tanaman sirih hutan banyak dianggap sebagai gulma yang tidak memiliki nilai ekonomi karena menyebabkan terjadinya persaingan antara tanaman budidaya dalam mendapatkan unsur hara.

Sirih hutan termasuk kedalam famili piperaceae yang memiliki metabolit sekunder dilapiol dengan kandungan 79,36%, benzodioksol 5,37%, dan piperiton 2,45%. Senyawa dilapiol memiliki keunggulan yaitu bersifat antiserangga yang mempengaruhi sistem saraf dan sistem pencernaan (Lina, 2014). Menurut penelitian (Lina, Buana, et al., 2023) ekstrak buah *P. Aduncum* memiliki efek antifeedant sekundure terhadap larva *Crocidolomia pavonana* yang menyebabkan gangguan pertumbuhan relatif akibat toksisitas instrinsik ekstrak yang masuk ke dalam tubuh serangga.

Ekstrak tumbuhan *P. aduncum* selain ekstrak tunggula dibuat dalam bentuk formulasi. Beberapa formulasi yang banyak digunakan adalah EC dan WP, namun formulasi ini memiliki kekurangan diantaranya, mudah terurai saat terkena sinar matahari, meninggalkan residu pada tanaman, serta daya simpan yang singkat. Formulasi dikembangkan menjadi nanoemulsi sebagai bentuk sediaan insektisida botani. Nanoemulsi merupakan teknik yang menghasilkan emulsi yang lebih stabil dengan ukuran 20-200 nm sehingga menghasilkan penyerapan yang lebih baik (Lina, Nelly, et al., 2023).

Tanaman ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi, melalui proses penyulingan, minyak atsiri *P. aduncum* memiliki harga jual sekitar 1.500.000/Liter. Salah pengguna minyak atsiri *P. aduncum* adalah anak perusahaan dari PT Nanotech Indonesia Global Tbk. Yaitu PT. Nanotech Asa Peduli yang memproduksi insektisida botani sebagai alternatif pengendalian hama ramah lingkungan. Perusahaan yang berpusat di Serpong

saat ini membutuhkan minyak Piper aduncum sebagai bahan baku untuk produksi insektisida botani dalam jumlah cukup banyak yaitu 200 liter/Bulannya, Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh (Lina, Nelly, et al., 2023), bahwa di Sumatera barat terdapat 5 lokasi yang berpotensi sebagai penghasil minyak atsiri P. aduncum dengan kandungan bahan aktif dillapiol yang cukup tinggi. Dua lokasi menunjukkan kandungan bahan aktif cukup tinggi di atas 70% yaitu Solok dan Pariaman. Potensi wilayah solok dan pariaman sebagai penghasil bahan baku Piper aduncum merupakan solusi bagi PT. Nanotech Asa Peduli untuk dijadikan mitra kerjasama sebagai penyedia bahan baku, namun dalam perwujudan hal tersebut ditemukan beberapa kendala diantaranya kurangnya pengetahuan Masyarakat terkait potensi dan penanganan tumbuhan P. aduncum, kurangnya alat destilasi yang sesuai dengan standar penyulingan minyak berat, serta belum mengetahui bisnis atsiri P. aduncum yang berkelanjutan.

Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu lokasi ditemukan banyak sekali tanaman P. aduncum dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Kondisi iklim yang cocok untuk pertumbuhan tanaman P. aduncum serta banyak lahan kosong dan lahan suboptimal yang berpotensi sebagai tempat budidaya tanaman untuk sumber bahan baku yang berkelanjutan. Kondisi sumber daya manusia juga melimpah tetapi masih belum mengetahui potensi dan cara produksi minyak P. aduncum. Ketersediaan tumbuhan ini menjadi solusi baru bagi masyarakat untuk dapat meningkatkan dan menambah penghasilan. Mitra yang berpotensi di kabupaten padang pariaman ada 2 BumNag (Badan Usaha Milik Nagari) yang bergerak dibidang pertanian dan perdagangan diantaranya BumNag Saiyo sakato, dan BumNag Sehati yang bersedia menjadi mitra untuk penyediaan bahan baku minyak atsiri P. aduncum. Berdasarkan peluang meningkatkan pendapatan Masyarakat dan daerah perlu dilakukan pelatihan dan peningkatan pengetahuan/keterampilan masyarakat terkait potensi tumbuhan sirih hutan serta ketersediaan alat produksi minyak atsiri yang sesuai standar minyak berat. Pendampingan secara berkala Perguruan Tinggi adalah kunci keberhasilan bagi masyarakat sekaligus solusi bagi PT. Nanotech Asa Peduli untuk menyediakan bahan baku insektisida botani produk pengendalian hama ramah lingkungan untuk ketahanan pangan nasional.

METODOLOGI

Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 28 Juni 2024 di Nagari Sikabu Bukik, Lubuk Alung, Padang Pariaman, dengan melibatkan BUMNag Sehati dan BUMNag Saiyo Sakato sebagai mitra. Tahapan kegiatan diawali dengan persiapan dan perencanaan, meliputi koordinasi dengan pihak BUMNag, penentuan peserta, serta persiapan peralatan seperti alat destilasi minyak atsiri, media presentasi, dan perlengkapan dokumentasi. Selanjutnya dilakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi keberadaan tanaman sirih hutan di wilayah Padang Pariaman, meliputi observasi kondisi lahan, kerapatan tanaman, dan potensi produktivitas, disertai dokumentasi visual dan pencatatan data lapangan.

Tahap berikutnya adalah sosialisasi dan transfer pengetahuan kepada petani mengenai potensi ekonomi sirih hutan, kandungan bioaktif dillapiol, prospek pasar minyak atsiri, serta teknik budidaya mulai dari penanaman hingga pengelolaan

pascapanen. Penyampaian materi dilakukan melalui ceramah interaktif yang dilengkapi dengan diskusi dan sesi tanya jawab. Setelah itu, peserta diberikan pelatihan praktik pengolahan pascapanen, termasuk pengenalan dan demonstrasi penggunaan alat destilasi untuk mengekstraksi minyak atsiri dari sampel buah sirih hutan yang diambil di lokasi survei.

Minyak hasil destilasi kemudian dikumpulkan, disaring, dan disimpan sesuai prosedur untuk menjaga kualitasnya, sebelum dilakukan analisis kandungan bahan aktif menggunakan metode Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) guna mengukur kadar dillapiol. Hasil analisis ini dibandingkan dengan standar mutu insektisida botani yang mensyaratkan kandungan dillapiol minimal 60%. Berdasarkan temuan di lapangan dan hasil uji laboratorium, tim memberikan rekomendasi perbaikan teknik budidaya, penentuan waktu panen yang optimal, serta peningkatan keterampilan pengelolaan pascapanen agar kualitas minyak atsiri memenuhi kebutuhan industri insektisida botani ramah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan pascapanen merupakan tahap penting untuk memastikan kualitas bahan baku tetap terjaga sebelum diolah menjadi produk akhir, seperti insektisida botani. Proses pascapanen yang tepat akan meminimalkan kehilangan kandungan bahan aktif, khususnya dillapiol, yang berperan sebagai senyawa bioaktif utama dalam pengendalian hama. Pengelolaan pascapanen tumbuhan sirih hutan seperti gambar dibawah ini.



Gambar.1 Survei Lokasi Keberadaan Tumbuhan Sirih Hutan di Padang Pariaman

Gambar ini memperlihatkan kegiatan survei lapangan yang dilakukan oleh tim kegiatan untuk mengidentifikasi lokasi tumbuhnya tanaman sirih hutan di wilayah Padang Pariaman. Survei dilakukan sebagai tahap awal sebelum pelaksanaan pelatihan, dengan tujuan memetakan ketersediaan sumber bahan baku dan menentukan titik-titik potensial untuk budidaya berkelanjutan.

Kegiatan ini melibatkan observasi langsung di lahan-lahan kosong dan lahan suboptimal yang sesuai untuk pertumbuhan sirih hutan, didukung dengan pencatatan kondisi lingkungan seperti jenis tanah, kelembaban, ketinggian tempat, intensitas cahaya, dan pola curah hujan. Data ini penting untuk memastikan tanaman dapat tumbuh optimal sehingga kandungan bahan aktif dillapiol yang dihasilkan tinggi.

Selain identifikasi lokasi, survei juga mencatat potensi gangguan atau hambatan di lapangan, seperti adanya gulma lain yang bersaing, aksesibilitas lokasi untuk transportasi bahan baku, serta ketersediaan sumber air untuk budidaya.



Gambar.2 Penyampaian Materi Budidaya dan Pengelolaan Pasca Panen

Gambar ini mendokumentasikan sesi pelatihan berupa penyampaian materi kepada peserta yang berasal dari BUMNag Sehati dan BUMNag Saiyo Sakato. Materi yang disampaikan meliputi pengenalan potensi ekonomi sirih hutan, teknik budidaya mulai dari penanaman hingga panen, serta metode pengelolaan pascapanen yang benar untuk mempertahankan kandungan bahan aktif dillapiol.

Pelatihan ini juga membahas pentingnya pemilihan lokasi budidaya yang sesuai, pemeliharaan tanaman untuk menghindari serangan hama dan penyakit, serta penentuan

waktu panen yang tepat agar hasil optimal. Peserta diperkenalkan pada prinsip-prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP) untuk menjamin kualitas bahan baku yang konsisten.

Sesi ini dilaksanakan secara interaktif, di mana peserta diberikan kesempatan untuk bertanya dan berdiskusi terkait tantangan serta peluang pengembangan sirih hutan di wilayah mereka. Diskusi mencakup berbagai topik, seperti strategi pemasaran minyak atsiri, potensi kerja sama dengan industri pengolahan insektisida botani, serta peluang diversifikasi produk berbasis sirih hutan.

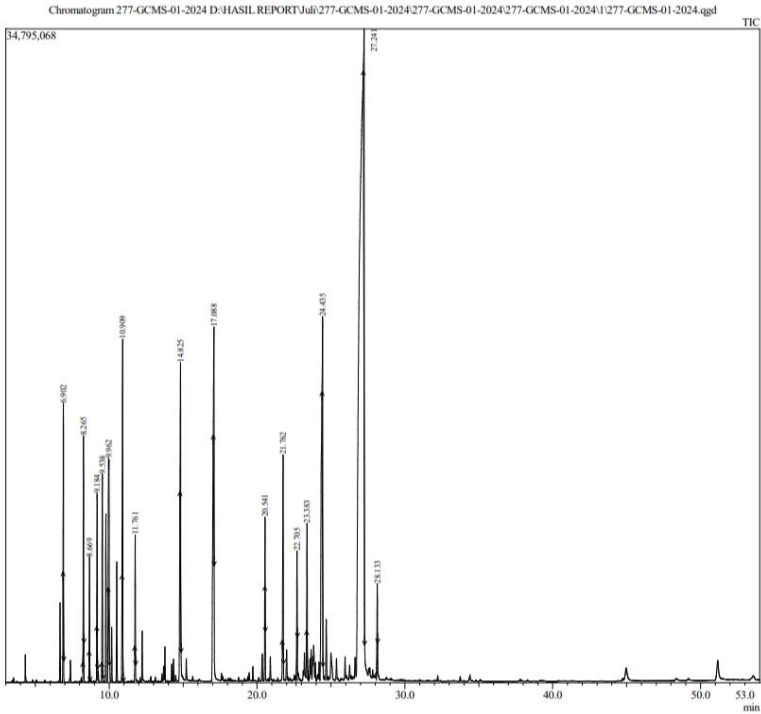


Gambar.3 Pengenalan Alat Destilasi Minyak Atsiri Tumbuhan Sirih Hutan

Sampel buah siri hutan yang diambil di Padang Pariaman didestilasi menggunakan mesin yang telah selesai dibuat. Berikut dokumentasi kegiatan dan hasil analisis minyak atsiri *P. aduncum*.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan bahan akti tumbuhan sirih hutan

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC				A/H	Mark	Name
				Area	Area%	Height	Height%			
1	6.902	6.875	6.930	20538004	5.54	11324925	6.92	1.81	MI	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-
2	8.265	8.220	8.290	25158602	6.79	11393307	6.96	2.21	MI	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-me
3	8.669	8.640	8.710	10796220	2.91	5665992	3.46	1.91	MI	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-me
4	9.184	9.155	9.215	15839778	4.27	8176800	4.99	1.94	MI	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-m
5	9.538	9.495	9.575	24064336	6.49	10501050	6.41	2.29	MI	(+)-4-Carene
6	9.962	9.925	10.025	32590054	8.79	8391602	5.12	3.88	MI	Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methyletheny
7	10.909	10.865	10.950	35399605	9.55	15503889	9.47	2.28	MI	.gamma.-Terpinene
8	11.761	11.730	11.790	12671544	3.42	6446885	3.94	1.97	MI	(+)-4-Carene
9	14.825	14.785	14.865	23483033	6.34	11122309	6.79	2.11	MI	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
10	17.088	17.035	17.105	24593894	6.64	11021058	6.73	2.23	MI	3-Cyclohexen-1-one, 2-isopropyl-5-methy
11	20.541	20.520	20.565	7533329	2.03	4784111	2.92	1.57	MI	Copaene
12	21.762	21.710	21.795	28182238	7.61	10630442	6.49	2.65	MI	Caryophyllene
13	22.705	22.650	22.730	12413833	3.35	5242436	3.20	2.37	MI	1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetrame
14	23.383	23.350	23.460	12805061	3.46	6501484	3.97	1.97	MI	(1R,2S,6S,7S,8S)-8-Isopropyl-1-methyl-3
15	24.435	24.395	24.465	23311451	6.29	12352132	7.54	1.89	MI	trans-Isomyristicin
16	27.241	27.180	27.280	52269040	14.11	21023058	12.84	2.49	MI	1,3-Benzodioxole, 4,5-dimethoxy-6-(2-pr
17	28.133	28.080	28.160	8907740	2.40	3677325	2.25	2.42	MI	Benzoic acid, 4-(3-hydroxy-3-methyl-1-bu
				370557762	100.00	163758805	100.00			



Bahan aktif utama P. aduncum adalah dilapiol dengan nama IUPAC adalah 1,3-Benzodioxole, 4,5-dimethoxy-6-(2-propenyl), dapat dilihat pada gambar bahwa kandungan dilapiol pada gambar adalah sebesar 14,11%, kandungan bahan aktif ini masih dibawah standar dalam pembuatan formulasi pestisida yang seharusnya diatas 60% (Lina et al., 2021). Hal ini juga tidak sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya pada tahun 2022 yang menunjukkan kandungan dilapiol di Padang Pariaman sebesar 79,93%. Hal ini bisa dipengaruhi oleh kondisi geografis saat pengambilan bahan baku yang belum sesuai dengan standar.

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan untuk BUMNag Sehati dan Saiyo Sakato dapat disimpulkan bahwa petani yang tergabung dalam kegiatan tersebut secara keseluruhan mengetahui potensi dari tumbuhan sirih hutan, serta nilai ekonomi dari tumbuhan tersebut. Petani juga memahami bagaimana cara budidaya serta pengelolaan

pascapanen tumbuhan sirih hutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan untuk BUMNag Sehati dan BUMNag Saiyo Sakato, dapat disimpulkan bahwa petani yang tergabung dalam kegiatan tersebut secara keseluruhan telah memahami potensi dan nilai ekonomi dari tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum*). Mereka juga telah memahami teknik budidaya mulai dari penanaman hingga panen, serta metode pengelolaan pascapanen yang tepat untuk mempertahankan kandungan bahan aktif dillapiol sebagai komponen utama dalam pembuatan insektisida botani. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis peserta, tetapi juga membuka wawasan mereka terhadap peluang pasar minyak atsiri sirih hutan sebagai komoditas bernilai tinggi dan ramah lingkungan. Meskipun demikian, hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan dillapiol pada sampel minyak atsiri dari lokasi survei di Padang Pariaman masih rendah, yaitu 14,11%, jauh di bawah standar minimal 60% yang dibutuhkan dalam formulasi insektisida botani. Hal ini mengindikasikan perlunya upaya lanjutan untuk memperbaiki kualitas bahan baku melalui perbaikan teknik budidaya, penentuan waktu panen yang tepat, pemilihan lokasi tanam yang optimal, serta penerapan standar pengelolaan pascapanen yang lebih ketat. Oleh karena itu, disarankan agar petani terus memanfaatkan potensi tumbuhan sirih hutan secara lebih optimal dengan mengembangkan praktik budidaya yang berbasis Good Agricultural Practices (GAP) dan memanfaatkan dukungan teknologi tepat guna, seperti destilasi dengan peralatan standar industri. Perguruan tinggi dan lembaga terkait diharapkan dapat memberikan pendampingan berkelanjutan,

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih diperuntukkan BUMNag Saiyo Sakato dan BUMNag Sehati, atas kerja sama dan partisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan pelatihan budidaya dan pengolahan pascapanen sirih hutan (*Piper aduncum*). Apresiasi juga disampaikan kepada masyarakat dan para petani yang telah antusias mengikuti sosialisasi, diskusi, serta praktik lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Lina, E. C. (2014). Pengembangan Formulasi Insektisida Nabati Berbahan Ekstrak *Brucea javanica*, *Piper aduncum*, Dan *Tephrosia vogelii* Untuk Pengendalian hama Kubis *Crociodolomia pavonana*. Disertasi.
- Lina, E. C., Buana, M. P., Nelly, N., Refrinaldon, & Reflin. (2023). Mixed rice husk ash and powder of *Piper aduncum* fruit as an alternative control of *Spodoptera frugiperda* in corn plants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1160(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012051>
- Lina, E. C., Nelly, N., Tama, D. P., & Reflin. (2023). Nanoemulsion concept to improve

- bioinsecticide using citronella grass distillation waste and Spiked pepper. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1182(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012010>
- Lina, E. C., Reflin, Erlina, L. H., & Tama, D. P. (2021). NANOEMULATION of MIXED *Tephrosia vogelii* and *Piper aduncum* AS AN ALTERNATIVE CONTROL of CABBAGE PEST *Crocidolomia pavonana*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 819(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012085>
- Lina, E. C., Tama, D. P., Nelly, N., Arneti, & Djamaan, A. (2020). Design of nanoemulsion of *Tephrosia vogelii* extract as botanical insecticide to control cabbage pest. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 583(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012024>
- Safrida, S., Aisah, N., Wulandari, R., & Supriatno, S. (2020). Pemberian Insektisida Alami dari Ekstrak Nanoemulsi Daun Ketumpang (*Tridax procumbens* L .) untuk Pengendalian Perilaku dan Kematian Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F .) pada Tanaman Sawi (Effects of Natural Insecticides from the Extract of Nanoemulsi. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 25(April), 199–204. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.199>
- Lina, E. C., Nelly, N., Tama, D. P., & Reflin. (2023). Nanoemulsion concept to improve bioinsecticide using citronella grass distillation waste and Spiked pepper. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1182(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012010>
- Lina, E. C., Reflin, Erlina, L. H., & Tama, D. P. (2021). NANOEMULATION of MIXED *Tephrosia vogelii* and *Piper aduncum* AS AN ALTERNATIVE CONTROL of CABBAGE PEST *Crocidolomia pavonana*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 819(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012085>
- Lina, E. C., Tama, D. P., Nelly, N., Arneti, & Djamaan, A. (2020). Design of nanoemulsion of *Tephrosia vogelii* extract as botanical insecticide to control cabbage pest. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 583(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012024>
- Safrida, S., Aisah, N., Wulandari, R., & Supriatno, S. (2020). Pemberian Insektisida Alami dari Ekstrak Nanoemulsi Daun Ketumpang (*Tridax procumbens* L .) untuk Pengendalian Perilaku dan Kematian Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F .) pada Tanaman Sawi (Effects of Natural Insecticides from the Extract of Nanoemulsi. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 25(April), 199–204. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.199>