



Effectiveness of seed oil formulations of *Azadirachta indica* (A.) Juss and *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz in controlling aphids (*Aphis gossypii* glover) on Strawberry (*Fragaria x ananassa* duch) plants

Sudarjat*, Luciana Djaya, Ardhi Muhammad

Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: sudarjat@unpad.ac.id

Received November 24, 2023; revised December 12, 2023; accepted December 13, 2023

ABSTRACT

Strawberry production is often decreased by plant pest infestation in the field. One of the major pests is *Aphis gossypii*. Strawberry farmers typically use synthetic chemical pesticides to control aphid, however, this can pose serious environmental and human health problems if done continuously. The use of synthetic chemical pesticides can be minimized by using botanical pesticides, as they are safer for human health and the environment. Botanical pesticides that can be used include neem seed extract (*Azadirachta indica*) and sea poison tree (*Barringtonia asiatica*). The objective of this research was to test the effectiveness of neem and sea poison tree seed oil formulations against *A. gossypii* on strawberry plants. The experiment was conducted at CV Bumi Agro Technology, Lembang, from April 2023 to August 2023, arranged in the randomized complete block design consisting of 7 treatments with 4 replications. The treatments were application of neem and sea poison tree seed oil at different concentrations, as follow: (A) Control, (B) Abamectin 0.15%, (C) Neem Oil 2%, (D) Neem seed oil 50 EC 2%, (E) Neem seed oil 50 EC 1%, (F) Sea poison tree seed oil 30 SC 2%, and (G) Sea poison tree seed oil 30 SC 1%. The results showed that neem and sea poison tree seed oil formulations at the concentration of 2% were effective in controlling *A. gossypii* on strawberry plants.

Keywords: aphids, botanical pesticide, efficacy, neem, sea poison tree.

Efektivitas formulasi minyak biji *Azadirachta indica* (A.) Juss dan *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz dalam mengendalikan Kutudaun (*Aphis gossypii* glover) pada tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* duch)

ABSTRAK

Indonesia menghasilkan berbagai produk pertanian, salah satunya adalah stroberi. Budidaya tanaman stroberi seringkali terkena serangan hama, yaitu kutudaun *A. gossypii*. Petani stroberi umumnya menggunakan pestisida kimia sintetis untuk menanggulangi hama kutudaun, tetapi hal ini dapat menyebabkan masalah serius bagi lingkungan dan manusia jika dilakukan secara terus menerus. Penggunaan pestisida kimia sintetis dapat diminimalisasi dengan menggunakan pestisida nabati karena lebih aman untuk kesehatan manusia dan lingkungan. Pestisida nabati yang dapat digunakan adalah ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica*) dan bitung (*Barringtonia asiatica*). Tujuan penelitian ini untuk menguji efektivitas formulasi minyak biji mimba dan bitung terhadap hama *A. gossypii* pada tanaman stroberi. Penelitian dilaksanakan di pertanaman CV Bumi Agro Technology, Lembang pada bulan April 2023 - Agustus 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 7 (tujuh) perlakuan dengan 4 (empat) kali ulangan. Ketujuh perlakuan tersebut adalah: (A) Kontrol, (B) Abamektin konsentrasi 0,15%, (C) Neem Oil konsentrasi 2%, (D) Minyak biji mimba 50 EC konsentrasi 2%, (E) Minyak biji mimba 50 EC konsentrasi 1%, (F) Minyak biji bitung 30 SC konsentrasi 2%, dan (G) Minyak biji bitung 30 SC konsentrasi 1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi minyak biji mimba dan bitung pada konsentrasi 2% efektif mengendalikan *A. gossypii* pada tanaman stroberi.

Kata Kunci: bitung, efikasi, kutudaun, mimba, pestisida nabati

PENDAHULUAN

Stroberi merupakan tanaman hortikultura yang termasuk ke dalam jenis buah-buahan. Buah stroberi mengandung vitamin C, vitamin A, vitamin B-complex, dan vitamin E yang dapat meningkatkan

sistem kekebalan tubuh dan mendukung kesehatan kulit (Smiechowska *et al.*, 2022). Budidaya tanaman stroberi memiliki beberapa tantangan, salah satunya ialah serangan hama kutudaun (*Aphis gossypii*). Petani stroberi di Indonesia umumnya menggunakan pestisida

kimia sintetis untuk mengendalikan kutudaun. Akan tetapi, penggunaan pestisida kimia sintetis meninggalkan residu yang dapat menyebabkan masalah kesehatan serius bagi manusia (Nicolopoulou *et al.*, 2016). Penggunaan pestisida kimia sintetis ini dapat dikurangi dengan menggunakan pestisida nabati karena lebih aman untuk kesehatan manusia dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan (Khursheed *et al.*, 2021).

Pestisida nabati yang dapat digunakan untuk mengendalikan kutudaun adalah mimba (*Azadirachta indica* (Meliaceae)). Menurut Kurnianto *et al.*, (2022), ekstrak biji mimba mengandung beberapa senyawa, seperti azadirachtin, nimbin, dan salanin yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan serangga. Kandungan senyawa yang terdapat pada mimba ini diketahui mampu mengendalikan sekitar 127 spesies hama (Eris *et al.*, 2019). Hasil penelitian Aliyu *et al.* (2015) menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak biji mimba ke tanaman cabai dapat mengurangi kepadatan populasi kutudaun hingga 100%. Tulashie *et al.* (2021) dalam penelitiannya juga mengatakan bahwa aplikasi ekstrak biji mimba dengan konsentrasi 2,5% mampu menyebabkan kematian larva ulat grayak hingga 80% setelah 12 jam pengaplikasian.

Pestisida nabati yang dapat digunakan selain mimba adalah tumbuhan bitung (*Barringtonia asiatica* (Lecythidaceae)). Semua bagian dari tumbuhan bitung diketahui memiliki senyawa saponin yang dapat menghambat aktivitas serangga dan mengakibatkan tingkat kematian serangga mencapai 92,84% (Syahputra & Minarti, 2022). Hasil penelitian Salaki & Pelealu (2012) menunjukkan bahwa ekstrak etanol biji *Barringtonia asiatica* memiliki efek insektisida terhadap ulat penggerek buah dan ulat tanah pada tanaman cabai. Masturina *et al.*, (2022) juga menjelaskan bahwa ekstrak biji bitung dengan konsentrasi 2% efektif dalam menurunkan kepadatan populasi kutudaun *M.sanborni* pada tanaman krisan hingga 100%.

Mimba dan bitung terbukti memiliki toksisitas yang kuat terhadap beberapa hama dan beberapa kali dapat menekan kepadatan populasi hama kutudaun pada beberapa tanaman. Meskipun demikian, formulasi minyak biji mimba dan bitung belum diuji coba keefektifannya dalam mengendalikan hama kutudaun pada tanaman stroberi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi formulasi minyak biji mimba dan bitung yang efektif terhadap hama kutudaun (*A. gossypii*) pada tanaman stroberi.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari tujuh perlakuan dengan empat kali ulangan dan jumlah petak percobaan sebanyak 28 unit. Setiap petak percobaan terdiri atas delapan tanaman. Perlakuan yang diberikan adalah formulasi minyak biji mimba 50 EC dan formulasi

ekstrak biji bitung 30 SC yang masing-masing terdiri dari dua konsentrasi, Abacel, dan Infarm Neem Oil. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) menggunakan SPSS 27.0. Jika terdapat perbedaan yang signifikan akibat pengaruh perlakuan, maka dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

Persiapan dan Pemeliharaan Tanaman Stroberi

Media tanam yang digunakan adalah campuran kompos kotoran kambing, cocopeat, dan tanah dengan perbandingan 1:1:1 yang dimasukkan ke dalam *polybag* dengan diameter 40 cm. Media tanam tersebut dipersiapkan untuk bibit stroberi varietas KNIA berumur 2 minggu yang diperoleh melalui perbanyakan vegetatif stolon. Penanaman stroberi dimulai dengan membuat dua lubang bersebrangan di tepi *polybag* dengan diameter dan kedalaman kurang lebih 10 cm. Setelah itu, bibit stroberi dimasukkan ke dalam lubang, kemudian ditutup dan dipadatkan pada bagian leher batang stroberi. Selama penelitian, tanaman stroberi diberi pemeliharaan berupa penyiraman, penyiangan, pruning, dan pemupukan. Penyiraman dilakukan dua kali seminggu pada pagi hari, sedangkan penyiangan dan pruning dilakukan secara rutin setiap satu minggu sekali. Pemupukan dilakukan dengan memberikan pupuk NPK 15:10:12 setiap empat minggu sekali sebanyak 100 gr/petak percobaan untuk memberikan nutrisi yang dibutuhkan tanaman stroberi agar dapat tumbuh subur.

Infestasi Kutudaun

Serangga uji pada penelitian ini adalah kutudaun *A. gossypii* yang diambil dari kebun stroberi Bumi Agrotech Cisarua. Kemudian, identifikasi dilakukan berdasarkan *Kunci Identifikasi Pengenalan Pelajaran Serangga* (Borror, 1992) untuk memastikan serangga yang diambil adalah *A. gossypii*. Identifikasi kutudaun dilakukan dengan cara mengamati karakteristik kutudaun pada sampel uji melalui mikroskop di Laboratorium. Karakter yang diidentifikasi adalah bentuk kornikel, antena, dan kauda. Setelah diidentifikasi, kutudaun *A. gossypii* diinfestasikan ke tanaman stroberi sebanyak 10 ekor per tanaman yang dibiarkan selama satu bulan untuk beradaptasi pada tanaman percobaan dan diamati tiap minggu untuk melihat perkembangannya.

Aplikasi Insektisida yang Diuji

Formulasi minyak biji mimba 50 EC (*A. indica*), dan formulasi minyak biji bitung 30 SC (*B. asiatica*) diperoleh dari Prof. Dr. Ir. Danar Dono, M.Si. yang merupakan produk Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Penelitian ini terdiri dari tujuh perlakuan dengan setiap perlakuannya diaplikasikan menggunakan *hand sprayer*. Contohnya, perlakuan konsentrasi 2% dibuat dengan mengisi air pada *hand sprayer* sebanyak satu liter, kemudian dicampurkan

insektisida yang diuji sebanyak 20 ml dan diaduk hingga merata. Setelah merata, insektisida tersebut disemprotkan sebanyak 100 ml/petak percobaan. Perlakuan lainnya juga dilakukan dengan cara yang sama. Aplikasi pertama dilakukan satu bulan setelah infestasi kutudaun dengan interval satu minggu sekali, aplikasi dilakukan sebanyak enam kali.

Cara Pengamatan

Pengamatan dilakukan sebanyak tujuh kali dan dilakukan setiap satu hari sebelum aplikasi dengan interval satu minggu sekali. Pengamatan dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan kaca pembesar dan mikroskop digital yang dihubungkan ke laptop. Apabila kesulitan dalam menghitung secara langsung pada petak percobaan karena populasinya tinggi, pucuk daun yang terdapat kutudaun diambil dan disimpan ke dalam *zip lock* untuk dihitung pada tempat yang lebih nyaman dalam penggunaan mikroskop digital. Setelah dihitung, pucuk daun tersebut ditaruh kembali pada tanaman beserta dengan kutudaunnya.

Tingkat Efikasi Insektisida

Data hasil pengamatan digunakan untuk menghitung tingkat efikasi insektisida. Tingkat efikasi insektisida ini dihitung menggunakan rumus Abbot karena pada pengamatan pertama populasi hama *A. gossypii* tidak berbeda nyata antar petak percobaan (Ciba-Geigy, 1981 dalam Dirjen Bina Sarana Pertanian, 2004).

Rumus Abbot:

$$EI = \frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100 \% \quad \dots (1)$$

Keterangan:

- EI : Efikasi insektisida yang diuji (%)
- Ca : Populasi *A. gossypii* pada plot kontrol setelah penyemprotan insektisida
- Ta : Populasi *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji setelah penyemprotan insektisida

Tingkat efikasi insektisida yang diuji didasarkan pada kepadatan populasi hama kutudaun (*A. gossypii*). Insektisida dikatakan efektif jika pada sekurang-kurangnya $(1/2 n + 1)$ kali pengamatan (n = jumlah pengamatan setelah aplikasi), tingkat efikasi insektisida tersebut ($EI \geq 70$ % dengan syarat:

- a) Kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji lebih rendah atau tidak berbeda nyata dengan kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida pembanding (taraf nyata 5 %).
- b) Kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji lebih rendah dan berbeda nyata dengan populasi hama *A. gossypii* pada plot kontrol (taraf nyata 5 %).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi Kutudaun (*Aphis gossypii*)

Kepadatan populasi kutudaun pada pengamatan pertama tidak berbeda nyata antar petak perlakuan, maka pengamatan selanjutnya dilakukan setiap satu hari sebelum aplikasi insektisida dengan interval seminggu sekali (Ciba-Geigy, 1981 dalam Dirjen Bina Sarana Pertanian, 2004). Rata-rata kepadatan populasi kutudaun di setiap petak percobaan pada pengamatan pertama rata-rata berkisar antara 10,20 – 10,59 ekor/daun (Tabel 1).

Populasi kutudaun (*A. gossypii*) setiap minggunya mengalami kenaikan pada petak kontrol, sedangkan pada petak perlakuan pestisida yang diuji setiap minggu mengalami penurunan populasi dengan tingkat penekanan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi insektisida yang digunakan (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan penelitian Hadiyah & Hartini (2015) dan Supriadi (2013) yang menyatakan bahwa populasi kutudaun meningkat secara signifikan pada petak kontrol, sedangkan pada petak yang diberi perlakuan insektisida, populasi hama dapat dikendalikan sehingga tidak terjadi peningkatan populasi.

Pada pengamatan kedua, semua perlakuan insektisida sudah dapat menekan kepadatan populasi *A. gossypii* dengan rata-rata kepadatan populasi yang lebih rendah dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Diantara perlakuan insektisida yang diuji, perlakuan B (abamektin 0,15%) memiliki kepadatan populasi yang paling rendah dan berbeda nyata dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Irfan (2016) yang menyatakan bahwa daya bunuh pestisida kimia sintetis masih jauh di atas pestisida nabati karena pestisida kimia sintetis bersifat racun kontak dan lambung sehingga cepat membunuh serangga, sedangkan pestisida nabati cenderung mengganggu proses pencernaan dan pertumbuhan hama. Semua perlakuan insektisida nabati yang diuji (minyak biji mimba dan minyak biji bitung) walaupun penekanannya lebih rendah dari perlakuan insektisida abamektin 0,15% tetapi sudah dapat menekan kepadatan populasi *A. gossypii*. Rendahnya tingkat penekanan populasi *A. gossypii* kemungkinan besar diakibatkan oleh formulasi minyak mimba dan bitung hanya memengaruhi proses makan dan reproduksi hama sehingga membutuhkan beberapa kali aplikasi agar dapat membunuh hama (Wibawa, 2018).

Pada pengamatan berikutnya (ketiga sampai dengan ketujuh) seluruh perlakuan insektisida yang diuji dapat menekan kepadatan populasi *A. gossypii* dengan angka rata-rata yang lebih rendah dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Diantara perlakuan insektisida nabati yang diuji (formulasi minyak biji mimba dan biji bitung) secara konsisten dapat menekan kepadatan populasi *A. gossypii* sampai dengan akhir pengamatan, bahkan perlakuan perlakuan D (formulasi minyak mimba 2%) dan F (formulasi minyak bitung 2%) menunjukkan angka rata-rata tidak

berbeda nyata dengan perlakuan insektisida sintetik abamectin 0,15% pada pengamatan ke lima sampai pengamatan terakhir. Jika dilihat secara keseluruhan, aplikasi insektisida nabati formulasi minyak biji mimba dan biji bitung masing-masing pada konsentrasi 2% dan 1% secara konsisten dapat menekan kepadatan

populasi *A. gossypii* sampai dengan pengamatan terakhir (ke tujuh), namun demikian perlakuan mana yang dapat dikatakan efektif menekan kepadatan populasi *A. gossypii*, harus dilihat dari nilai tingkat efikasinya.

Tabel 1. Kepadatan Populasi Kutudaun (*Aphis gossypii*) per daun

Perlakuan	Kepadatan Populasi Minggu Ke- (ekor/daun)						
	1 sebelum aplikasi	2	3	4	5	6	7
A. Kontrol	10,59 a	10,69 d	11,61 d	13,64 d	15,51 c	16,84 c	18,87 c
B. Abamektin (0,15%)	10,31 a	2,77 a	0,56 a	0 a	0 a	0 a	0 a
C. Neem Oil (2%)	10,20 a	6,08 bc	3,11 b	1,12 b	0,18 a	0 a	0 a
D. Formulasi minyak biji Mimba (2%)	10,28 a	5,49 b	2,63 b	0,79 b	0 a	0 a	0 a
E. Formulasi minyak biji Mimba (1%)	10,55 a	6,69 c	7,39 c	5,36 c	2,68 b	1,11 b	0,31 b
F. Formulasi minyak biji Bitung (2%)	10,38 a	6,11 bc	2,99 b	0,97 b	0,16 a	0 a	0 a
G. Formulasi minyak biji Bitung (1%)	10,22 a	6,68 c	7,49 c	5,74 c	2,97 b	1,24 b	0,44 b

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 0,05.

Efikasi Insektisida

Semua perlakuan insektisida yang diuji tingkat efikasinya lebih besar dari 70% yaitu D: formulasi minyak biji mimba 2%, E: formulasi minyak biji mimba 1%, F: formulasi minyak biji bitung 2% dan G: formulasi minyak biji bitung 1%. Insektisida formulasi minyak biji mimba 2% dan formulasi minyak biji bitung 2% mempunyai tingkat efikasi terhadap *A. gossypii* lebih besar dari 70% masing-masing pada lima kali dari enam kali pengamatan yang dilakukan, sedangkan formulasi minyak biji mimba 1% dan formulasi minyak biji bitung 1% mempunyai tingkat efikasi terhadap *A. gossypii* lebih besar dari 70% masing-masing pada tiga kali dari enam kali pengamatan yang dilakukan. Kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji tidak berbeda nyata dengan kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida

pembanding. Selain itu pada kedua perlakuan tersebut kepadatan populasi *B. tabaci* jauh lebih rendah dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan petak perlakuan kontrol (Tabel 2).

Berdasarkan ketentuan, insektisida yang diuji dinyatakan efektif bila pada sekurang-kurangnya (1/2 n + 1) kali pengamatan (n = jumlah total pengamatan setelah aplikasi), tingkat efikasi insektisida tersebut (EI) ≥ 70% dengan syarat: 1) Kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji lebih rendah atau tidak berbeda nyata dengan kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida pembanding (taraf nyata 5 %) dan 2) Kepadatan populasi hama *A. gossypii* pada plot perlakuan insektisida yang diuji lebih rendah dan berbeda nyata dengan populasi hama *A. gossypii* pada plot kontrol (taraf nyata 5 %) (Ciba-Geigy, 1981 dalam Dirjen Bina Sarana Pertanian, 2004).

Tabel 2. Tingkat Efikasi Insektisida

Perlakuan	Efikasi Aplikasi Minggu Ke-(%)					
	2	3	4	5	6	7
A. Kontrol	0	0	0	0	0	0
B. Abamektin (0,15%)	74,09	95,18	100	100	100	100
C. Neem Oil (2%)	43,12	73,21	91,89	98,84	100	100
D. Formulasi minyak biji Mimba (2%)	48,64	77,35	94,21	100	100	100
E. Formulasi minyak biji Mimba (1%)	37,42	36,35	60,70	82,72	93,41	98,36
F. Formulasi minyak biji Bitung (2%)	42,84	74,25	92,89	98,97	100	100
G. Formulasi minyak biji Bitung (1%)	37,51	35,49	57,92	80,89	92,64	97,67

Berdasarkan ketentuan tersebut maka dapat dinyatakan bahwa formulasi minyak biji mimba 2% dan formulasi minyak biji bitung 2% efektif terhadap hama *A. gossypii*, sedangkan formulasi minyak biji mimba 1% dan formulasi minyak biji bitung 1% tidak efektif terhadap hama *A. gossypii*. Hal ini sejalan dengan penelitian Sonia *et al.*, (2017) dan Sharma *et al.* (2019) yang mengatakan bahwa konsentrasi pestisida yang tinggi memiliki kandungan senyawa beracun yang lebih tinggi sehingga menyebabkan kematian serangga dalam jumlah yang lebih banyak.

SIMPULAN

Hal-hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil data percobaan dan uraian pembahasan, yakni:

1. Formulasi minyak biji mimba (*Azadirachta indica*) dan bitung (*Barringtonia asiatica*) pada konsentrasi 2% dan 1% dapat menekan kepadatan populasi hama kutudaun (*Aphis gossypii*) pada tanaman stroberi
2. Konsentrasi minyak biji mimba 2% dan bitung 2% merupakan konsentrasi yang efektif untuk menekan kepadatan populasi *Aphis gossypii* pada tanaman stroberi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada direktur CV Bumi Agro Technology Lembang, Kabupaten Bandung Barat atas bantuan fasilitas tempat sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu RE, Adamu AK, & Lawal F. 2015. Efficacy of aqueous neem seed extract in the control of green peach aphids (*Myzus persicae* sulzer) on chili pepper (*Capsicum annum* L.). Journal Agrotechnology and Crop. 2(1): 57-62. <https://arpgweb.com/journal/14/archive/11-2015/5/1>
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2004. Standar Pengujian Efikasi Insektisida. Direktorat Jenderal Bina Sarana Pertanian Jakarta. Hlm 31-36.
- Eris FR, Hastuti D, & Utami RT. 2019. Effects of neem plant extract (*Azadirachta indica* A. Juss) and bio-surfactant diethanolamide oil from palm oil to the mortality of cacao moth pest (*Conopomorpha cramerella*). Earth and Environmental Science. 383(1): 64-79. doi:10.1088/1755-1315/383/1/012034
- Hodiyah I, & Hartini E. 2014. Efikasi beberapa bahan pestisida nabati dalam mengendalikan hama tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). Jurnal Agroekoteknologi. 6(2): 95-104. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jav>
- Irfan M. 2016. Uji pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tumbuhan. Jurnal Agroteknologi. 6(2): 39 - 45. <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v6i2.2239>
- Khursheed A, Rather MA, Jain V, & Rasool S. 2022. Plant based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: a comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects. Microbial Pathogenesis. 173(4): 10-26. DOI: 10.1016/j.micpath.2022.105854
- Kurnianto AS, Prastiwi S, Dewi N, & Tanzil AI. 2022. Compatibility of neem (*Azadirachta indica*) and *Beauveria bassiana* for control of *Spodoptera exigua* and the theoretical impact to the agroecosystem: Biotropika. Journal of Tropical Biology. 10(2): 89-96. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2022.010.02.01>
- Masturina SA, Sudarjat S, & Nasahi C. 2022. The effectiveness of *Azadirachta indica* A. Juss. and *Barringtonia asiatica* L. Kurz. seed extract to controlling *Macrosiphoniella sanborni* (Hemiptera: Aphididae) on *Chrysanthemum morifolium* Var. Jayanti: Cropsaver - Journal of Plant Protection. 5(2): 71-76. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v5i2.39751>
- Nicolopoulou P, Maipas S, & Kotampasi C. 2016. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. Frontiers in Public Health. 4(1): 148 - 165. DOI:10.3389/fpubh.2016.00148
- Salaki CL, & Pelealu J. 2012. Pemanfaatan *Barringtonia asiatica* dan *Annona muricata* terhadap serangga vektor penyakit pada tanaman cabai: Eugenia. 18(1): 35-44. <https://doi.org/10.35791/eug.18.1.2012.4144>
- Sharma A, Kumar V, & Shahzad B. 2019. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. sn appl. Sci. 1(2): 124-137. DOI:10.1007/s42452-019-1485-1
- Smiechowska M, Newerli J, & Tylingo R. 2023. Bioactive ingredients with health-promoting properties of strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne). Molecules. 28(6): 11-27. DOI:10.3390/molecules28062711
- Sonia S, Siswancipto T, & Febrianti T. 2017. Perbedaan konsentrasi dan jenis pestisida nabati terhadap *Plutella xylostella* pada tanaman kubis ungu (*Brassica oleracea* L.). Jurnal Agroteknologi dan Sains (Journal of Agrotechnology Science). 1(2): 123-131. <http://dx.doi.org/10.52434/jagros.v1i2.313>
- Supriadi S. 2013. Optimasi pemanfaatan beragam jenis pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 32(1): 13-30. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jppp/article/view/1021>
- Syahputra E, & Minarti M. 2021. Joint action of *Azadirachta indica* and *Barringtonia asiatica* seed extracts against *Crociodomia pavonana*. Agrivita Journal of Agricultural

- Science. 44(1): 40-47. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v44i1.2809>
- Tulashie SK, Adjei F, Abraham J, & Addo E. 2021. Potential of neem extracts as natural insecticide against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (j. e. smith) (lepidoptera: noctuidae). Chemical and Environmental Engineering. 4(1): 10-22. DOI:10.1016/j.cscee.2021.100130
- Wibawa IPAH. 2018. Perbandingan efektivitas beberapa pestisida organik pada budidaya brokoli (*Brassica rapa* L.) di Bedugul, Bali. Agro Bali Agricultural Journal. 1(1): 31-39. <https://doi.org/10.37637/ab.v1i1.392>

