

## Pengaruh Pemberian Ekstrak Metanol *Carica papaya* Terhadap Perkembangan, Fertilitas, Dan Fekunditas *Spodoptera frugiperda*

Rifqi Padillah<sup>1</sup>, R. Arif Malik Ramadhan<sup>1\*</sup>, Efrin Firmansyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Perjuangan Tasikmalaya

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati

\*am.ramadhan@unper.ac.id

### Abstrak

Pola penggunaan pestisida sintetik yang meningkat serta penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana dapat menyebabkan berbagai permasalahan lanjutan seperti pencemaran udara, air, dan tanah yang akan mempengaruhi lingkungan dan kesehatan petani. Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) termasuk ke dalam famili caricaceae yang telah banyak digunakan dalam pengobatan-pengobatan tradisional. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak metanol *C. papaya* terhadap berbagai aspek biologis *Spodoptera frugiperda* serta untuk mengetahui kandungan senyawa yang terdapat di dalam ekstrak tersebut. Penelitian ini akan dilaksanakan dari bulan Juni sampai Agustus 2022 di Laboratorium Agroteknologi Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Rancangan digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 5 taraf perlakuan antara lain 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% ekstrak pepaya. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 20 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ekstrak metanol daun *C. papaya* 2% berpengaruh nyata dalam menghambat terhadap pertumbuhan *S. frugiperda* pada instar II sampai instar III tetapi tidak berpengaruh nyata pada perkembangan larva pada instar IV hingga imago. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol *C. papaya* tidak efektif dalam menghambat pembentukan pupa dan imago. Pengaplikasian ekstrak daun *C. papaya* dengan konsentrasi 1% dapat menurunkan tingkat fekunditas imago betina dari *S. frugiperda* namun tidak mempengaruhi fertilitas telur yang dihasilkan.

**Kata kunci:** Hama, Pestisida Nabati, Ulat Grayak.

### Abstract

*The increasing pattern of use of synthetic pesticides and the unwise use of synthetic pesticides can cause various further problems such as air, water and soil pollution which will affect the environment and the health of farmers. The papaya plant (Carica papaya L.) belongs to the Caricaceae family which has been widely used in traditional medicines. This research was carried out with the aim of determining the effect of administering C. papaya methanol extract on various biological aspects of Spodoptera frugiperda and to determine the compound content contained in the extract. This research will be carried out from June to August 2022 at the Agrotechnology Laboratory of the Tasikmalaya University of Perjuangan. The design used was a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatment levels including 0%, 1%, 2%, 3% and 4%*

*papaya extract. Each treatment was repeated 4 times so that there were 20 experimental units. The results of the study showed that 2% methanol extract of C. papaya leaves had a significant effect on inhibiting the growth of S. frugiperda from instar II to instar III but had no significant effect on the development of larvae from instar IV to imago. The research results showed that the methanol extract of C. papaya was not effective in inhibiting the formation of pupae and imago. Application of C. papaya leaf extract at a concentration of 1% can reduce the fecundity level of female imago of S. frugiperda but does not affect the fertility of the eggs produced.*

**Keywords:** Botanical Pesticide, Fall Army Worm, Pest.

### Pendahuluan

Ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama yang menyerang pada berbagai tanaman serealia dan telah dilaporkan dapat menyerang kurang lebih 100 spesies tanaman dengan inang utama pada tanaman jagung (FAO & CABI 2019). Hama ini memiliki perilaku invasif yang menyerang pada pertanaman jagung di berbagai daerah di dunia, termasuk di Indonesia. Hama ini pertama kali dilaporkan di Indonesia pada tahun 2019 di daerah Pasaman, Sumatera Barat (Nonci *et al.*, 2019), di Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Garut (Maharani *et al.*, 2019), dan di Kota Tasikmalaya (Firmansyah & Ramadhan 2021).

Petani di Indonesia telah memanfaatkan berbagai cara pengendalian untuk menanggulangi hama, salah satunya dengan menggunakan pestisida sintetik yang relatif mudah didapat (Pohan, 2014). Penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti pencemaran udara, pencemaran tanah, pengaruh terhadap lingkungan, dan kesehatan terhadap petani (Yuantari *et al.*, 2013). Beberapa pestisida sintetik kurang efektif digunakan untuk *S. frugiperda* karena hama ini memiliki relung hidup yang unik, yakni di dalam gulungan daun (pucuk) tanaman jagung (Nonci *et al.*, 2019) Paparan pestisida sintetik yang berlebihan dan dilaksanakan secara terus menerus dilaporkan dapat memicu terjadinya resistensi terhadap *Spodoptera* sp. (Ramadhan *et al.*, 2022).

Dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetik telah banyak dilaporkan dan perlu dikelola dengan berbagai jenis pengendalian lain yang ramah lingkungan. Pestisida nabati merupakan salah satu solusi alternatif untuk menurunkan jumlah penggunaan pestisida sintetik sebagai metode pengendali hama berbasis sistem pertanian berkelanjutan. Menurut Balfas *et al.*, (2016) terdapat banyak tanaman yang dapat dijadikan sebagai ekstrak tumbuhan yang memiliki efek pengendalian terhadap serangga karena memiliki senyawa seperti saponin, tanin, alkaloid, flavanoid, dan terpenoid.

Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang tergolong pada famili *Caricaceae* yang sedari dahulu sudah banyak digunakan untuk tanaman obat tradisional. Senyawa yang terkandung dalam daun *C. papaya* seperti alkaloid, papain, tanin, flavonoid, dan saponin (Wahyudi *et al.*, 2021). Daun *C. papaya* juga mengandung mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, tembaga, zat besi, zink, dan mangan (Milind & Gurditta, 2011). Hasil penelitian Ramadhan & Nasrudin (2022) menyatakan bahwa ekstrak daun *C. papaya* dapat mempengaruhi mortalitas sebesar 75±5,77% dan menghambat rata-rata pertumbuhan larva *S. frugiperda* sebesar 155 mg. Ekstrak daun pepaya diketahui memiliki cara kerja sebagai insektisida nabati. Manikome & Handayani (2019) menyatakan bahwa ekstrak aqueos daun *C. papaya* dengan konsentrasi 20% dapat mengakibatkan mortalitas larva *Spodoptera litura* sebesar 64,79%. Permadi *et al.*, (2020) menyatakan bahwa ekstrak daun *C. papaya* sebanyak 30 g/L dapat mengakibatkan mortalitas larva *Spodoptera exigua* sebesar 88,89%. Selain daun, bagian biji dari tanaman *C. papaya* juga dapat digunakan untuk pengendalian *Spodoptera* sp. Hasil penelitian Bahuwa *et al.*, (2022) menyatakan bahwa ekstrak biji *C. papaya* memiliki LC<sub>50</sub> sebesar 489 ppm terhadap *Spodoptera litura*. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa ekstrak *C. papaya* memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati pengendali *S. frugiperda*. Tingginya pengendalian *S. frugiperda* dengan menggunakan pestisida sintetik serta berbagai dampak buruk yang menyertainya mendorong pentingnya pelaksanaan perlindungan tanaman dengan metode-metode alternatif yang ramah lingkungan. Berdasarkan hal tersebut dirasa penting untuk melaksanakan penelitian terkait potensi pengendalian ekstrak metanol *C. Papaya* untuk mengendalikan hama *S. frugiperda*.

## Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2022 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan di Laboratorium MIPA dasar program studi Farmasi Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Penelitian dilaksanakan secara

ekperimental menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap non-faktorial.

Pelaksanaan penelitian meliputi eksplorasi simplisia berupa daun *C. papaya* yang diperoleh dari daerah Mangunreja, Kabupaten Tasikmalaya. Setelah itu, simplisia dikeringanginkan di dalam suhu kamar selama kurang lebih 14 hari hingga simplisia kering dengan sempurna. Selanjutnya, simplisia tersebut dihaluskan dengan cara diblender dan kemudian disaring dengan menggunakan saringan 20 mesh. Simplisia yang telah dihaluskan kemudian dimaserasi dengan menggunakan pelarut organik metanol dengan perbandingan 1:5. Pemilihan pelarut metanol didasari oleh indeks polaritas metanol yang semi polar, sehingga diharapkan ekstrak yang bersifat polar dan non-polar dapat ditarik oleh pelarut metanol tersebut. Hasil maserasi kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 41. Hasil penyaringan dievaporasi pada suhu 50°C dan tekanan 240 mbar hingga terbentuk ekstrak kasar daun *C. papaya* (Ramadhan & Firmansyah, 2020). Konsentrasi ekstrak yang diujikan antara 1% hingga 4% ditambahkan satu perlakuan kontrol. Rincian perlakuan yang diujikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- K = Kontrol
- M1 = Ekstrak Metanol *C. papaya* 1%
- M2 = Ekstrak Metanol *C. papaya* 2%
- M3 = Ekstrak Metanol *C. papaya* 3%
- M4 = Ekstrak Metanol *C. papaya* 4%

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga akan menghasilkan 20 unit percobaan. Masing-masing unit percobaan menggunakan 10 ekor larva *S. frugiperda* instar 2 yang homogen (menetas di hari yang sama). Larva diperoleh dari Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dan telah dipelihara di laboratorium selama 2 generasi. Pengujian yang digunakan adalah metode residu pada pakan dengan metode *no choice test* dengan cara mencelupkan daun jagung berukuran 4 x 4 cm selama 30 detik pada larutan perlakuan. Konsentrasi 1% dibuat dengan cara mencampurkan 1 mL ekstrak daun *C. papaya* ditambah 98,5 mL aquadest steril, dan 0,5 mL pengemulsi tween 80. Setelah pencelupan dilaksanakan kemudian pakan dikering anginkan. Pakan diberikan pada larva selama 48 jam, kemudian selanjutnya larva uji diberikan pakan tanpa perlakuan (Ramadhan & Firmansyah, 2020). Tempat pemeliharaan berupa cawan petri dengan diameter 9 cm untuk pemberian perlakuan dengan menggunakan alas berupa tisu makan. Setiap cawan petri berisi 10 ekor larva *S. Frugiperda*. Pada 72 jam setelah pengaplikasian, larva dipindahkan ke tempat pemeliharaan baru berupa tabung plastik dengan tinggi 5 cm dan diameter 2,5 cm. Larva *S. frugiperda* perlu dipisahkan apabila telah mencapai instar III karena sifatnya yang kanibal. Selanjutnya, larva diamati hingga melalui seluruh siklus hidup penuh.

Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan secara berkala dengan kurun waktu selama 24 jam sekali. Proses pengamatan dihentikan ketika semua imago mati. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu perkembangan, fekunditas dan fertilitas telur *S. frugiperda*. Pengamatan perkembangan meliputi perkembangan larva dan keberhasilan pupa dan imago. Perkembangan larva dihitung pada saat larva instar 2 hingga menjadi imago. Pengamatan dilaksanakan dengan interval 24 jam sekali. Perubahan instar ditinjau berdasarkan ukuran kapsul kepala larva. Keberhasilan pupa dan imago dihitung berdasarkan jumlah serangga uji yang digunakan yang dapat bertahan hingga mencapai fase pupa dan imago. Data disajikan dalam bentuk presentase keberhasilan. Fekunditas diamati dengan menghitung jumlah telur yang dihasilkan oleh imago betina sedangkan fertilitas merupakan jumlah telur *S. frugiperda* yang kemudian berhasil menetas menjadi larva instar 1.

Analisis data

Parameter perkembangan larva, fekunditas dan fertilitas dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), dan diuji lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Pengaruh pemberian ekstrak metanol *C. papaya* terhadap perkembangan *S. frugiperda*.

| Perlakuan | N  | Instar                         | Instar                        | Instar                       | Instar                        | Instar                          |
|-----------|----|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|           |    | II-III <i>x ± SD</i><br>(hari) | II-IV <i>x ± SD</i><br>(hari) | II-V <i>x ± SD</i><br>(hari) | II-VI <i>x ± SD</i><br>(hari) | II-Pupa <i>x ± SD</i><br>(hari) |
| Kontrol   | 40 | 3.00 ± 0 a                     | 6.00 ± 0                      | 9.13 ± 0.25                  | 11.38 ± 0.47                  | 14.88 ± 0.47                    |
| 1%        | 40 | 3.38 ± 0,47 ab                 | 5.88 ± 0,75                   | 9.25 ± 0,28                  | 10.75 ± 0,5                   | 14.25 ± 0,87                    |
| 2%        | 40 | 3.63 ± 0.48 b                  | 6.25 ± 0.50                   | 9.88 ± 0.75                  | 11.75 ± 0.64                  | 15.13 ± 0.85                    |
| 3%        | 40 | 3.75 ± 0.29 b                  | 5.63 ± 0.62                   | 9.25 ± 1.32                  | 11.50 ± 1.08                  | 14.6 ± 0.75                     |
| 4%        | 40 | 3.00 ± 0 a                     | 5.50 ± 0                      | 8.75 ± 0.25                  | 11.00 ± 0.47                  | 14.38 ± 0.48                    |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji lanjut *duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%. SD: standar deviasi, N: Jumlah serangga uji.

Perkembangan *Spodoptera frugiperda*

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian ekstrak metanol daun *C. papaya* tidak memberikan perbedaan yang signifikan terkecuali pada saat instar II-III (Tabel 1). Proses penghambatan yang terjadi hanya terdapat pada awal perlakuan, dapat diasumsikan bahwa ekstrask metanol *C. papaya* hanya memberikan efek *antifeedant* tanpa memberikan efek toksisitas jangka panjang. Menurut Ramadhan & Nurhidayah (2022) larva yang

perkembangannya terhambat dapat disebabkan oleh adanya senyawa metabolit sekunder di dalam pestisida nabati tersebut yang mengakibatkan terjadinya gangguan pada nafsu makan larva akibatnya larva uji akan kekurangan nutrisi. Ramadhan & Nasrudin (2022b) menyatakan bahwa ekstrak metanol *C. papaya* dengan konsentrasi 3% dapat menghambat aktivitas makan *S. Frugiperda* sebesar 51,15%.

Keberhasilan berpupa dan berimago

Pemberian ekstrak methanol *C. papaya* tidak memperlihatkan respons penghambatan dalam pembentukan pupa dan imago pada seluruh perlakuan yang diujikan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keberhasilan pembentukan pupa dan imago sebesar 100% (tabel 2). Pembentukan pupa dan imago dapat terganggu akibat terganggunya hormon juvenile maupun hormon ecdysone yang mempengaruhi proses molting pada serangga (Trisyono, 2019). Berdasarkan hasil tersebut, diduga ekstrak methanol daun *C. papaya* tidak memberikan gangguan secara hormonal terhadap serangga uji.

Fekunditas

Fekunditas merupakan kemampuan imago betina untuk menghasilkan telur dalam satu siklus hidupnya. Rata-rata Imago betina bertelur selama 7 hari berturut-turut. Imago betina menempelkan telur di dinding-dinding kotak pemeliharaan atau pada tisu disediakan sebagai sarana peneluran. Imago betina

meletakkan telur secara berkelompok dan menghasilkan banyak kelompok telur, telur tersebut tersusun beberapa lapis dan jumlah telur tersebut berbeda – beda. Nadrawati *et al.* (2019) menyatakan bahwa setiap imago betina dapat menelurkan hingga 1000 butir. Penelitian yang dilakukan Hutagalung *et al.* (2019) menyatakan bahwa setiap kelompok telur yang dihasilkan oleh imago betina *S. frugiperda* akan tersusun beberapa lapis dengan jumlah antara 19-457 butir. Pemberian ekstrak metanol daun *C. papaya* memberikan respons penghambatan terhadap fekunditas imago betina *S. frugiperda* (tabel 3). Seluruh perlakuan yang diujikan memberikan respons

penghambatan yang cukup baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pemberian ekstrak metanol daun *C. papaya* memberikan respons berupa terganggunya metabolisme dalam tubuh serangga tersebut sehingga mengakibatkan penurunan tingkat fekunditas pada imago betina.

metanol daun *C. papaya* pada konsentrasi 2% berpengaruh nyata terhadap perkembangan *S. frugiperda* pada instar II hingga instar III dan berpengaruh nyata terhadap fekunditas imago betina akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan pupa, pembentukan imago, dan fertilitas telur. Pengaplikasian ekstrak daun *C. papaya* dengan konsentrasi 1% dapat menurunkan

**Tabel 2.** Pengaruh pemberian ekstrak metanol *C. papaya* terhadap pembentukan pupa dan imago *S. frugiperda*.

| Perlakuan                   | Jumlah serangga uji (ekor) | Keberhasilan pembentukan pupa (%) | Jumlah serangga uji (ekor) | Keberhasilan pembentukan imago (%) |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Kontrol                     | 40                         | 100                               | 40                         | 100                                |
| Metanol <i>C. papaya</i> 1% | 14                         | 100                               | 14                         | 100                                |
| Metanol <i>C. papaya</i> 2% | 15                         | 100                               | 15                         | 100                                |
| Metanol <i>C. papaya</i> 3% | 11                         | 100                               | 11                         | 100                                |
| Metanol <i>C. papaya</i> 4% | 10                         | 100                               | 10                         | 100                                |

**Tabel 3.** Pengaruh pemberian ekstrak metanol *C. papaya* terhadap Fekunditas imago *S. frugiperda*

| Perlakuan | N | Fekunditas |
|-----------|---|------------|
| Kontrol   | 4 | 2962,25 b  |
| 1%        | 4 | 1687,25 a  |
| 2%        | 4 | 1052,00 a  |
| 3%        | 4 | 1128,50 a  |
| 4%        | 4 | 935,75 a   |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji lanjut *duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%. SD: standar deviasi. N: Jumlah serangga uji

**Tabel 4.** Pengaruh pemberian ekstrak metanol *C. papaya* terhadap fertilitas *S. frugiperda*

| Perlakuan           | Fertilitas (%) |
|---------------------|----------------|
| Kontrol             | 100            |
| <i>C. papaya</i> 1% | 100            |
| <i>C. papaya</i> 2% | 100            |
| <i>C. papaya</i> 3% | 92,4           |
| <i>C. papaya</i> 4% | 89             |

### Fertilitas

Fertitas merupakan jumlah telur yang dihasilkan imago betina dan berhasil menetas menjadi larva instar I. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak metanol daun *C. papaya* tidak menunjukkan respons berbeda nyata antar perlakuan. berdasarkan hasil penelitian telur yang berhasil menetas pada seluruh perlakuan menurun dari perlakuan kontrol hingga perlakuan 4%, akan tetapi tidak berbeda nyata secara statistic. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Karlina *et al.*, (2022). Dari semua total telur yang diletakan tidak semua telur dapat berhasil menetas. Hal ini dikarenakan sel telur betina bisa saja tidak terbuahi semuanya oleh sperma imago jantan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat menarik kesimpulan bahwa ekstak

tingkat fekunditas imago betina dari *S. frugiperda* namun tidak mempengaruhi fertilitas telur yang dihasilkan.

### Daftar Pustaka

- Bahuwa, I. C., Lamono Djuna, & Katili, A. S. (2022). Short Communication: Papaya (*Carica papaya*) seed extract test againts *Spodoptera litura* mortality I. *Short Communication*, 6(1), 1–5. <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/t060101>
- Balfas, R. (2016). Pengaruh Ekstrak Tanaman Obat Terhadap Mortalitas dan Kelangsungan Hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera, Noctuidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 20(2), 148–156.
- FAO, & CABI. (2019). *Community-Based Fall Armyworm monitoring, early warning and management: Training of Trainers Manual*.

- Firmansyah, E., & Ramadhan, R. A. M. (2021). Tingkat serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada pertanaman jagung di Kota Tasikmalaya dan perkembangannya di laboratorium Attack. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 47(4), 124–134. <https://doi.org/10.31857/s013116462104007x>
- Hutagalung, R. P. S., Sitepu, S. F., & Marheni, M. (2019). Biologi fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera:Noctuidae) di laboratorium. *Pertanian Tropik*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.32734/jpt.v8i1.5584>
- Karlina, D., Samharinto, & Rosa, H. O. (2022). Biologi ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J. E Smith). 5(02), 524–533.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. (2019). Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attack on Maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>
- Manikome, N., & Handayani, M. (2019). Uji Efektivitas Kombinasi Ekstrak Daun Sirsak dan Daun Pepaya Terhadap Hama *Spodoptera litura* Pada Tanaman Cabai di Kota Tobelo. *AGRIKAN*, 12(2), 253–259. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.253-259>
- Milind, P., & Gurditta. (2011). Basketful Benefits Of Papaya. *International Research Journal Of Pharmacy*, 2(July), 6–12.
- Nadrawati, Ginting, S., & Zarkani, A. (2019). Identifikasi Hama Baru Dan Musuh Alaminya Pada Tanaman Jagung, Di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu. *UNIB Scholar Repository*, 22(2), 184–206.
- Nonci, N., Kalqutny, S. H., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Permadi, M. A., Lubis, R. A., Syawaluddin, & Pasaribu, N. S. (2020). Utilization Of Papaya Leaves (*Carica papaya* L.) To Control Onion Pest *Spodoptera Exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.31289/biolink.v7i1.2856>
- Pohan, S. D. (2014). Pemanfaatan Ekstrak Tanaman sebagai Pestisida Alami (Biopestisida) dalam Pengendalian Hama Serangga. *JURNAL Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20(75), 94–99.
- Ramadhan, R. A. M., & Firmansyah, E. (2020). Bioactivity of *Spagnetocola trilobata* Flower Extract against Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 3(2), 37. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v3i2.28790>
- Ramadhan, R. A. M., & Nasrudin. (2022a). Pengaruh Ekstrak Daun *Carica papaya* terhadap Mortalitas dan Pertumbuhan Larva *Spodoptera frugiperda*. *Agriekstensia*, 21(2), 123–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.34145/agriekstensia.v21i2.2167>
- Ramadhan, R. A. M., & Nasrudin. (2022b). Pengaruh Pemberian Ekstrak Aqueous Dan Ekstrak Metanol Daun *Carica papaya* terhadap Konsumsi pakan *Spodoptera frugiperda*. *Seminar Nasional Perlindungan Tanaman (UNIB)*, 21(1), 1–8. <https://doi.org/10.34145/agriekstensia.v21i2.2167>
- Ramadhan, R. A. M., & Nurhidayah, S. (2022). Bioaktivitas Ekstrak Biji *Annona muricata* L. terhadap *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera:Noctuidae). *Agrikultura*, 33(1), 97. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i1.36627>
- Ramadhan, R. A. M., Widayani, N. S., Dono, D., Hidayat, Y., & Ishmayana, S. (2022). Resistance Level and Enzyme Activity of *Spodoptera litura* F. to Chlorpyrifos and Their Sensitivity to the Oil Formulation of *Azadirachta indica* Juss. and *Cymbopogon nardus* (L.) Rendl. 44(3), 419–430. <https://doi.org/http://doi.org/10.17503/agrivita.v41i0.3729>
- Trisyono, Y. A. (2019). *Insektisida pengganggu pertumbuhan dan perkembangan serangga*. Gadjah Mada University Press.
- Wahyudi, B. A. R., Wimpy, Purwati, Claristya, A. C. Y., Prameswari, C. C. A., & Kumala, D. (2021). Penyuluhan Potensi Daun Pepaya, Sirsak, Dan Sirih Sebagai Pestisida Nabati Guna Pengendalian Hama Di Perkebunan Kelurahan Danukusuman, Serengan, Surakarta. *Jurnal Peduli Masyarakat*, 3(4), 359–406. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPM>
- Yuantari, M. G. C., Widiarnako, B., & Sunoko, H. R. (2013). Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida ( Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan ). *Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan 2013*, 142–148.