

## Bioaktivitas Ekstrak *Annona muricata*, *Chromolaena odorata*, dan *Tinospora cordifolia* terhadap larva *Spodoptera frugiperda*

### *Bioactivity Test of Annona muricata, Chromolaena odorata, and Tinospora cordifolia extracts against Spodoptera frugiperda*

R. Arif Malik Ramadhan<sup>1\*</sup> dan Efrin Firmansyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Perjuangan

\*Email korespondensi: [am.ramadhan@unper.ac.id](mailto:am.ramadhan@unper.ac.id)

Diterima: 22 Mei 2021 / Disetujui: 30 Maret 2023

#### ABSTRACT

The most strategy to control *Spodoptera frugiperda* in Indonesia is using synthetic pesticides. Synthetic pesticides for pests control are causing many negative effects. The use of biopesticide can be an environmentally friendly solution to control *S. frugiperda*. In line with the Vision and Mission of Universitas Perjuangan Tasikmalaya to develop local wisdom, it is necessary to study the potential of some local plants as vegetable pesticides against *S. frugiperda*. Result of field observations obtained three plants suspected of having potential as vegetable pesticide, including: *Annona muricata*, *Chromolaena odorata*, and *Tinospora cordifolia*. This study aims to test the bioactivity of the three plant extracts against larval mortality, antifeedants, and development inhibition of *S. frugiperda* larvae. The test was carried out with the residue method on the feed with no-choice test. Each plant extract was tested with a concentration of 1%, 2%, 3%, and one control treatment. Each treatment used 10 larvae of *S. frugiperda* second instar and repeated three times. The best control potential was shown by *A. muricata* 3% extract. Extract *A. muricata* 3% can control *S. frugiperda* with a larval mortality value of  $83.33 \pm 5.77\%$ , antifeedant activity by 91.11%, and inhibits larval development up to 3.84 days.

**Keywords:** Botanical Pesticides, Fall Army Worm; Insecticides exploration

#### ABSTRAK

Pengendalian *Spodoptera frugiperda* di Indonesia umumnya menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik dinilai kurang bijaksana, sehingga dapat memicu banyak dampak negatif. Pemanfaatan pestisida nabati dapat menjadi solusi pengendalian *S. frugiperda* yang bersifat ramah lingkungan. Sejalan dengan Visi Misi Universitas Perjuangan Tasikmalaya untuk mengembangkan kearifan lokal, maka perlu diteliti potensi beberapa tumbuhan lokal sebagai pestisida nabati terhadap *S. frugiperda*. Hasil observasi lapangan didapatkan tiga tumbuhan yang diduga berpotensi sebagai pestisida nabati diantaranya: *Annona muricata*, *Chromolaena odorata*, dan *Tinospora cordifolia*. Penelitian ini bertujuan untuk menguji bioaktivitas ketiga ekstrak tanaman tersebut terhadap mortalitas larva, penghambatan aktivitas makan, dan penghambatan perkembangan *S. frugiperda*. Pengujian dilaksanakan dengan metode residu pada pakan tanpa pilihan. Tiap ekstrak tanaman diujikan dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, serta satu perlakuan kontrol. Setiap perlakuan menggunakan 10 ekor larva *S. frugiperda* instar II dan diulang sebanyak tiga kali pengulangan. Potensi pengendalian paling baik ditunjukkan oleh perlakuan ekstrak *A. muricata* 3%. Ekstrak *A. muricata* 3% dapat mengendalikan *S. frugiperda* dengan nilai mortalitas larva sebesar  $83,33 \pm 5,77\%$ , menghambat aktivitas makan hingga 91,11%, dan menghambat perkembangan larva hingga 3,84 hari.

**Kata kunci:** Pestisida Nabati, Ulat Grayak *Frugiperda*, Eksplorasi Insektisida

#### PENDAHULUAN

Faktor penghambat dalam budidaya tanaman jagung salah satunya disebabkan oleh serangan hama. Pada Maret 2019 dilaporkan telah terjadi serangan hama baru pada tanaman jagung di daerah Pasaman Sumatera Barat (Nonci et al., 2019), Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut (Maharani et al., 2019), dan Kota Tasikmalaya (Firmansyah & Ramadhan, 2021) Serangan larva *S. frugiperda* dilaporkan dapat menurunkan tingkat

produksi tanaman jagung sebesar 20-50% (Early et al., 2018). Serangan larva *S. frugiperda* juga dilaporkan di daerah Tuban Jawa Timur dengan tingkat serangan sebesar 58%-100% (Megasari & Khoiri, 2021). Apabila tidak dikendalikan maka serangan *S. frugiperda* dapat berdampak pada keseimbangan pangan suatu negara, keseimbangan perekonomian suatu negara, bahkan dapat memengaruhi perdagangan domestik maupun internasional (Day et al., 2017).

Berdasarkan fakta di lapangan, petani di Asia Tenggara pada umumnya mengaplikasikan pestisida sintetik



sebagai respon pengendalian larva *S. frugiperda* (FAO, 2019). Yulia, et al. (2020) melaporkan bahwa sebagian besar petani masih menggunakan pestisida sintetik secara rutin, tanpa memperhatikan dosis yang dianjurkan. Pola penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana tersebut dapat memicu kerusakan ekosistem, permasalahan kesehatan, serta dapat memicu terjadinya peristiwa resistensi pada genus *Spodoptera* (Ramadhan et al., 2022).

Pemerintah Republik Indonesia melalui UU No. 22 tahun 2019 telah mengatur cara pengendalian hama berbasis lingkungan guna menciptakan sistem pertanian berkelanjutan. Salah satu alternatif pengendalian yang dapat diterapkan ialah pemanfaatan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan dan relatif lebih aman karena mudah terurai di alam (Syakir, 2011).

Ketersediaan berbagai jenis tumbuhan di kota Tasikmalaya merupakan suatu peluang untuk menggali potensi berbagai jenis tumbuhan lokal untuk dijadikan pestisida nabati. *Annona muricata*, *Chromolaena odorata*, dan *Tinospora cordifolia* merupakan tiga jenis tumbuhan yang keberadaannya berlimpah di Tasikmalaya serta dinilai memiliki potensi untuk dijadikan sebagai pestisida nabati. Penelitian mengenai potensi tumbuhan lokal sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama *S. frugiperda* dirasa perlu dilaksanakan guna mewujudkan suatu sistem pengendalian *S. frugiperda* berwawasan lingkungan di kota Tasikmalaya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tiga jenis ekstrak metanol tumbuhan yang diperoleh dari kota Tasikmalaya terhadap bioaktivitas *S. frugiperda*. Parameter yang diamati dalam penelitian ini ialah mortalitas larva, penghambatan aktivitas makan, dan perkembangan larva *S. frugiperda*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Perjuangan Tasikmalaya yang berlangsung pada bulan Agustus hingga bulan November 2020. Pelaksanaan penelitian meliputi eksplorasi tanaman berpotensi sebagai pestisida nabati, ekstraksi, pemeliharaan serangga uji, pengujian bioaktivitas ekstrak terhadap serangga uji, serta pengamatan dan analisis data.

### Eksplorasi Tumbuhan

Eksplorasi tumbuhan berpotensi sebagai pestisida nabati dilaksanakan pada bulan Agustus 2020. Studi literatur dilaksanakan untuk mengetahui aktivitas berbagai ekstrak tumbuhan terhadap *S. frugiperda*. Hasil studi literatur disesuaikan dengan kelimpahan tumbuhan berpotensi yang terdapat di kota Tasikmalaya. Didapatkan tiga jenis tumbuhan lokal yang diduga dapat mempengaruhi bioaktivitas *S. frugiperda* yaitu *Annona muricata*, *Chromolaena odorata*, dan *Tinospora cordifolia*. Tumbuhan *A. muricata* diperoleh dari Kelurahan Sumelap Kecamatan Tamansari Kota Tasikmalaya (-7,3689987, 108,2573026), tumbuhan *C. odorata* diperoleh dari Kelurahan Kahuripan Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya (-7,3542940, 108,2216208), dan tumbuhan *T. cordifolia* diperoleh dari Kelurahan Mulyasari

Kecamatan Tamansari Kota Tasikmalaya (-7,3762157, 108,2323346). Bagian tumbuhan *A. muricata* dan *C. odorata* yang digunakan untuk keperluan ekstraksi merupakan bagian daun, sedangkan bagian tumbuhan *T. cordifolia* yang digunakan merupakan bagian batang.

### Ekstraksi

Metode ekstraksi merujuk pada Langkah-langkah yang dilaksanakan oleh Ramadhan & Firmansyah (2020). Pestisida nabati yang digunakan dalam penelitian ini merupakan daun *A. muricata*, daun *C. odorata*, dan bagian batang *T. cordifolia* yang telah dipotong-potong menjadi bagian kecil dan dikeringanginkan selama 14 hari (selanjutnya disebut simplisia). Ketiga simplisia tersebut kemudian digiling hingga halus menggunakan mesin penggiling dan disaring dengan menggunakan saringan ukuran 1 mm. Proses maserasi dilaksanakan dengan cara merendam masing-masing simplisia dalam pelarut organik metanol dengan perbandingan 1:10 w/v selama 48 jam. Larutan hasil perendaman kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 41. Larutan yang telah disaring kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dengan tekanan 240 mbar hingga terbentuk ekstrak dalam bentuk pasta. Ekstak kemudian disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 4 °C hingga pengujian dilaksanakan.

### Persiapan Serangga Uji

Serangga uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan larva *S. frugiperda* instar dua. Larva yang digunakan merupakan generasi ke 5 yang telah dipelihara dalam laboratorium. Pemeliharaan dan perbanyakan larva dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Larva dipelihara dalam kotak pemeliharaan dengan ukuran 40 x 20 x 10 cm yang diberi lubang sirkulasi udara di bagian atasnya. Larva dipelihara dan diberi pakan berupa daun jagung hingga bermetamorfosis menjadi pupa. Pupa dipindahkan ke dalam kotak untuk imago. Imago diberi pakan berupa larutan madu dengan konsentrasi 10% hingga menghasilkan telur. Telur dipanen dengan interval 24 jam sekali. Populasi *S. frugiperda* terus dipelihara hingga menghasilkan jumlah larva yang mencukupi untuk keperluan pengujian

### Pengujian Bioaktivitas

Pengujian bioaktivitas dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 10 perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali pengulangan. Perlakuan yang diujikan meliputi: kontrol, ekstrak *A. muricata* 1%, 2%, 3%, *C. odorata* 1%, 2%, 3%, dan *T. cordifolia* 1%, 2%, 3%. Pada perlakuan kontrol digunakan pengemulsi 0,05 ml yang ditambahkan akuades sebanyak 99,95 ml. Pada perlakuan 1% digunakan 0,05 ml pengemulsi, 1 ml ekstrak tumbuhan, dan 98,95 ml akuades. Pada konsentrasi 2% dan 3% mengikuti kaidah pembuatan larutan pada konsentrasi 1%. Pakan yang digunakan merupakan jagung semi dengan panjang ± 2 cm yang dicelupkan ke dalam larutan ekstrak selama 30 detik (Ramadhan & Firmansyah, 2020). Pakan yang telah dicelupkan ke dalam

larutan berperlakuan kemudian dikeringanginkan dan ditimbang bobot basahya untuk pengukuran tingkat konsumsi pakan. Pada setiap perlakuan digunakan 10 ekor larva *S. frugiperda* instar dua yang diujikan dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Pakan berperlakuan diberikan pada serangga uji dengan metode *no choice test* selama 48 jam. Pada 48 jam setelah aplikasi (JSA), pakan ditimbang dan digantikan dengan menggunakan daun jagung tanpa perlakuan. Guna meminimalisir bias data akibat sifat kanibalisme dari larva *S. frugiperda*, tiap larva yang bertahan hidup pada 48 JSA dipindahkan ke dalam tabung pengujian dengan diameter 2,5 cm dan tinggi 5 cm. Pengamatan tetap dilanjutkan dengan interval pengamatan setiap 24 jam hingga larva berubah menjadi pupa.

**Pengamatan dan Analisis Data**

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi mortalitas larva, penghambatan aktivitas makan, dan perkembangan larva *S. frugiperda*. Data mortalitas dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan uji lanjut jarak berganda duncan pada taraf kepercayaan 5%. Data mortalitas larva disajikan dalam bentuk nilai rata-rata beserta simpangan baku yang didapatkan dari hasil analisis perangkat lunak SPSS versi 25. Data penghambatan aktivitas makan dihitung berdasarkan selisih konsumsi pakan perlakuan kontrol dan perlakuan berbagai ekstrak pestisida nabati. Data konsumsi pakan dihitung pada 48 JSA. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam, kemudian signifikansi antar perlakuan diuji lanjut menggunakan analisis jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Data penghambatan aktivitas makan dihitung berdasarkan selisih konsumsi pakan pada perlakuan kontrol dan konsumsi pakan pada perlakuan pestisida nabati, merujuk pada rumus yang digunakan oleh Junhirun *et al.* (2018).

$$A = \frac{K - P}{K} \times 100$$

Keterangan:

- A : Penghambatan aktivitas makan (%)
- K : Konsumsi pakan pada perlakuan kontrol (g)
- P : Konsumsi pakan pada perlakuan pestisida nabati (g)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Mortalitas larva**

Berdasarkan data hasil pengamatan respons mortalitas terbaik ditunjukkan oleh perlakuan ekstrak metanol *A. muricata* dengan konsentrasi sebesar 3% disusul oleh perlakuan *A. muricata* 2% serta *C. odorata* 3% dan *T. cordifolia* 3% dengan respons serupa. Berdasarkan hasil uji lanjut dengan menggunakan analisis analisis jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 5%, perlakuan ekstrak metanol *A. muricata* 3% memperlihatkan respons yang berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diujikan (Tabel 1). Pemberian ekstrak *C. odorata* dan *T. cordifolia* 3% mengakibatkan mortalitas larva *S. frugiperda* berturut-turut sebesar  $33,33 \pm 15,28\%$  dan  $33,33 \pm 5,77\%$ . Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa kedua ekstrak tersebut tidak efektif untuk mengendalikn larva *S. frugiperda*. Begitu juga dengan konsentrasi 1% dan 2% pada kedua ekstrak tersebut.

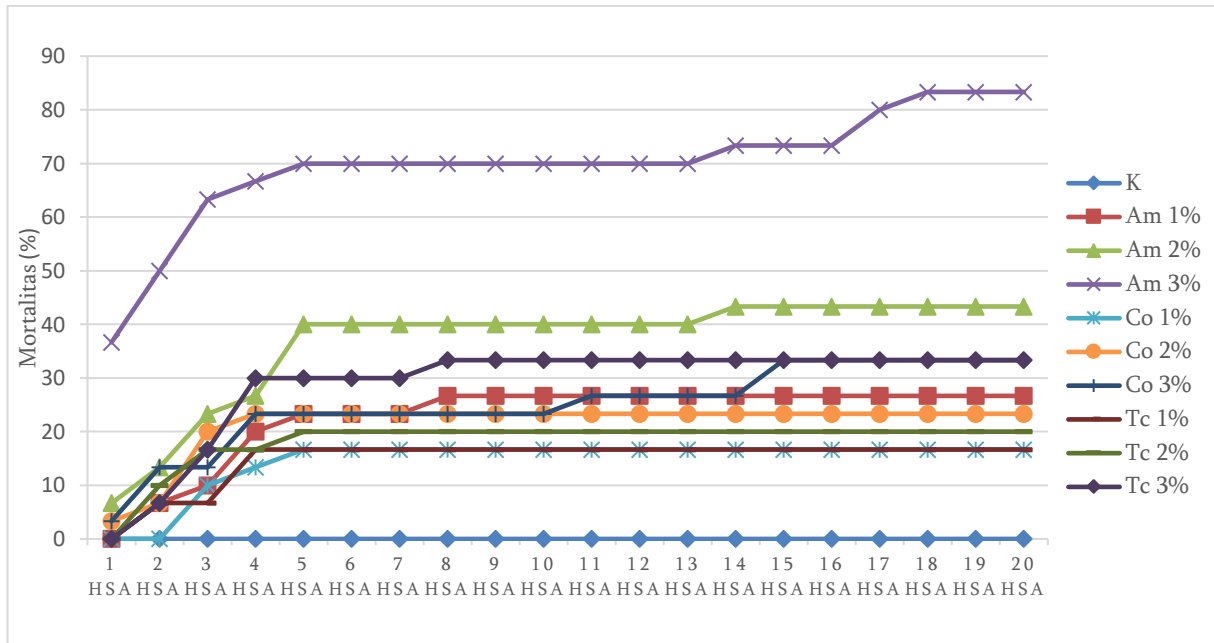
Tingginya respons mortalitas pada perlakuan ekstrak *A. muricata* diduga dipengaruhi oleh beberapa senyawa yang terkandung dalam ekstrak tersebut. Ekstrak daun *A. muricata* mengandung kelompok senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, kumarin, antrakuinon, glikosida, fenol, pitosterol, dan saponin (Freitas *et al.*, 2014; Gavamukulya *et al.*, 2014). Senyawa rolliniastatin-2 yang termasuk ke dalam kelompok senyawa alkaloid-asetogenin dilaporkan sebagai senyawa toksik utama yang menimbulkan efek mortalitas terhadap larva *S. frugiperda* (Hidalgo *et al.*, 2016). Senyawa rolliniastatin-2 seberat 100 µg/gram pakan dapat menyebabkan efek mortalitas 100% pada larva muda *S. frugiperda* (Blessing *et al.*, 2010; Hidalgo *et al.*, 2016).

Pada perlakuan ekstrak metanol *A. muricata* 3% respons mortalitas tertinggi diperoleh pada 1 hingga 3 HSA yang menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki efek toksisitas akut yang cukup tinggi. Pada 4 hingga 13 HSA, respons mortalitas relatif tidak berubah. Serangga uji yang bertahan pada 4 hingga 13 HSA menunjukkan respons pertumbuhan dan perkembangan yang terhambat kemudian mulai berkurang jumlahnya pada 14 hingga 18 HSA.

Tabel 1. Pengaruh pemberian pestisida nabati terhadap mortalitas kumulatif *S. frugiperda* 20 HSA.

Perlakuan	Mortalitas (%) $\bar{X} \pm SD$	n
Kontrol	0,00 ± 0,00 (a)	30
Am 1%	26,67 ± 5,77 (bc)	30
Am 2%	43,33 ± 15,28 (c)	30
Am 3%	83,33 ± 5,77 (d)	30
Co 1%	16,67 ± 11,55 (b)	30
Co 2%	23,33 ± 5,77 (b)	30
Co 3%	33,33 ± 15,28 (bc)	30
Tc 1%	16,67 ± 5,77 (b)	30
Tc 2%	20,00 ± 10,00 (b)	30
Tc 3%	33,33 ± 5,77 (bc)	30

Keterangan: Am: *Annona muricata* Co: *Chromolaena odorata* Tc: *Tinospora cordifolia*  $\bar{X}$ : rata-rata mortalitas larva SD: Standar Deviasi n: Jumlah serangga uji. Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%.



Gambar 1. Mortalitas kumulatif larva *S. frugiperda* berdasarkan waktu

Tabel 2. Pengaruh pemberian pestisida nabati terhadap bobot konsumsi pakan dan penghambatan aktivitas makan larva *S. frugiperda* pada 48 jam setelah aplikasi.

Perlakuan	Bobot konsumsi pakan (mg) $\bar{X} \pm SD$	Penghambatan makan (%)
Kontrol	254,4 ± 43,44 (a)	0.00
Am 1%	108,41 ± 54,31 (c)	57.38
Am 2%	37,04 ± 18,52 (cd)	76.66
Am 3%	22,61 ± 14,05 (d)	91.11
Co 1%	212,31 ± 33,43 (ab)	16.55
Co 2%	120,94 ± 33,19 (c)	52.46
Co 3%	109,76 ± 43,43 (c)	56.86
Tc 1%	213,18 ± 51,06 (ab)	16.20
Tc 2%	136,74 ± 25,08 (bc)	46.25
Tc 3%	135,60 ± 24,37 (bc)	46.70

Keterangan: Am: *Annona muricata* Co: *Chromolaena odorata* Tc: *Tinospora cordifolia*  $\bar{X}$ : rata-rata bobot konsumsi pakan (mg) SD: Standar Deviasi n: Jumlah serangga uji. Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%.

Berdasarkan hal tersebut dapat diasumsikan bahwa respons mortalitas pada 14 HSA hingga 18 HSA disebabkan akibat gangguan pada proses perkembangan dan pertumbuhan larva (Gambar 1). Ramadhan & Nurhidayah (2022) menyebutkan bahwa ekstrak *A. muricata* dengan konsentrasi 1,6% yang dipekatkan efektif untuk mengendalikan *S. frugiperda* instar 2 dengan nilai LC<sub>95</sub> sebesar 3,105%.

**Konsumsi Pakan**

Berdasarkan hasil pengamatan perlakuan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan ekstrak *A. muricata* 3% dengan bobot konsumsi pakan sebesar 22,61 ± 14,05 mg disusul oleh perlakuan ekstrak *A. muricata* 2% dan *A. muricata* 1%

berturut-turut sebesar 37,04 ± 19,52 mg dan 108,41 ± 54,31 mg. Nilai bobot konsumsi pakan dikonversikan menjadi persentase penghambatan aktivitas makan pada perlakuan *A. muricata* 3% sebesar 91,11%, *A. muricata* 2% sebesar 76,66%, dan *A. muricata* 1% sebesar 57,38%. Hasil uji jarak berganda duncan pada taraf kepercayaan 5%, perlakuan ekstrak *A. muricata* 3% dan 2% tidak menunjukkan perbedaan konsumsi pakan yang signifikan (Tabel 2). Efek penghambatan aktivitas makan pada perlakuan ekstrak *A. muricata* diduga diakibatkan oleh keberadaan kelompok senyawa asetogenin yang terkandung di dalam ekstrak yang diaplikasikan.

Tabel 3. Pengaruh pemberian pestisida nabati terhadap lama perkembangan larva-pupa *S. frugiperda*

Perlakuan	Perkembangan larva-pupa (hari) $\bar{X} \pm SD$	n
K	13,33 $\pm$ 1,80	30
Am 1%	15,33 $\pm$ 1,11	22
Am 2%	16,33 $\pm$ 0,75	18
Am 3%	17,17 $\pm$ 1,21	5
Co 1%	15,00 $\pm$ 1,00	25
Co 2%	15,50 $\pm$ 1,50	20
Co 3%	15,83 $\pm$ 1,86	20
Tc 1%	15,17 $\pm$ 1,21	23
Tc 2%	15,50 $\pm$ 1,50	24
Tc 3%	15,67 $\pm$ 1,70	20

Keterangan: Am: *Annona muricata* Co: *Chromolaena odorata* Tc: *Tinospora cordifolia*  $\bar{X}$ : waktu perkembangan larva hingga pupa (hari) SD: Standar Deviasi. n: Jumlah serangga uji.

Hidalgo *et al.* (2018) melaporkan bahwa senyawa asetogenin yang terkandung dalam tumbuhan Annonaceae memperlihatkan efek mortalitas dan penghambatan aktivitas makan pada larva *S. frugiperda*. Amalia *et al.* (2023) menyatakan bahwa ekstrak biji *A. muricata* dengan konsentrasi 1% dapat menekan serangan hama di lapangan.

#### Perkembangan larva-pupa

Perkembangan larva dihitung berdasarkan waktu yang digunakan larva hingga berhasil menjadi pupa. Berdasarkan hasil pengamatan, hasil terbaik ditunjukkan oleh perlakuan *A. muricata* 3%, disusul oleh perlakuan *A. muricata* 2%, dan *T. cordifolia* 3%. Penghambatan perkembangan larva-pupa *S. frugiperda* akibat pemberian ekstrak *A. muricata* 3% memberikan respons waktu perkembangan selama 17,17  $\pm$  1,21 hari dengan nilai penghambatan sebesar 3,84 hari dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 3). Ekstrak daun *A. muricata* dilaporkan dapat menjadi penghambat pertumbuhan dan perkembangan larva *Plutella xylostella* (A. V. Amalia & Yusa, 2018). Freitas *et al.* (2014) melaporkan bahwa senyawa asetogenin yang terdapat pada tumbuhan Annonaceae dapat berperan sebagai penghambat pertumbuhan dan perkembangan larva *S. frugiperda*.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil hasil pengujian yang dilaksanakan didapatkan bahwa ekstrak *A. muricata* memberikan respons terbaik sebagai pengendali *S. frugiperda*. 26methanolEkstrak *A. muricata* pada konsentrasi 3% memberikan respons pengendalian paling baik terhadap *S. frugiperda* dengan respons mortalitas sebesar 83,33  $\pm$  5,77%, respons penghambatan aktivitas makan sebesar 91,11%, dan respons penghambatan pertumbuhan hingga 3,84 hari.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Perjuangan Tasikmalaya yang telah terlaksananya penelitian ini melalui skim Penelitian Dosen Pemula (PDP) 2020. Ucapan terima kasih juga disampaikan

kepada saudara Dian Lumbantobing, S.P. yang telah membantu penyusunan naskah publikasi ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. V., & Yusa, M. H. (2018). Control pest of leaf caterpillars (*Plutella xylostella*) in delima rose apples using soursop leaf extract (*Annona muricata*). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.12484>
- Amalia, D. N., Ramadhan, R. A. M., & Nasrudin. (2023). Pengaruh Ekstrak Metanol Biji Sirsak (*Annona muricata*) terhadap Kejadian dan Intensitas Serangan Hama pada Pertanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) *Methanol*. 6(September 2022), 13–22. <https://doi.org/http://doi.org/10.55043/agroteknika.v6i1.165> Artikel
- Blessing, L. D. T., Colom, O. Á., Popich, S., Neske, A., & Bardón, A. (2010). Antifeedant and toxic effects of acetogenins from *Annona montana* on *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Pest Science*, 83(3), 307–310. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0299-0>
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotley, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J., Gomez, J., Moreno, P. G., Murphy, S. T., Oppong-Mensah, B., Phiri, N., Pratt, C., Silvestri, S., & Witt, A. (2017). Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201. [https://doi.org/10.1564/v28\\_oct\\_02](https://doi.org/10.1564/v28_oct_02)
- Early, R., González-Moreno, P., Murphy, S. T., & Day, R. (2018). Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota*, 40(40), 25–50. <https://doi.org/10.3897/neobiota.40.28165>
- Firmansyah, E., & Ramadhan, R. A. M. (2021). Tingkat serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada pertanaman jagung di Kota Tasikmalaya dan perkembangannya di laboratorium. *Agroteknologi*, 87–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.21107/agrovigor.v14i2.9517> Tingkat

- Freitas, A. F., Pereira, F. F., Formagio, A. S. N., Lucchetta, J. T., Vieira, M. C., & Mussury, R. M. (2014). Effects of Methanolic Extracts of *Annona* Species on the Development and Reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, 43(5), 446–452. <https://doi.org/10.1007/s13744-014-0225-x>
- Gavamukulya, Y., Abou-Ellella, F., Wamunyokoli, F., & AEL-Shemy, H. (2014). Phytochemical screening, anti-oxidant activity and in vitro anticancer potential of ethanolic and water leaves extracts of *Annona muricata* (Graviola). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7(S1), S355–S363. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60258-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60258-3)
- Hidalgo, J. R., Parellada, E. A., Bardón, A., Vera, N., & Neske, A. (2018). Insecticidal Activity of Annonaceous Acetogenins and Their Derivatives on *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 07(03), 105–116. <https://doi.org/10.4236/jacen.2018.73010>
- Hidalgo, J. R., Parellada, E. A., Di, L., Blessing, T., Bardón, A., Ameta, K. L., Vera, N., & Neske, A. (2016). *Natural and Derivatized Acetogenins Promising for the Control of Spodoptera frugiperda* Smith. 200–210. <https://doi.org/10.4236/jacen.2016.54021>
- Junhirun, P., Pluempanupat, W., Yooboon, T., Ruttanaphan, T., Koul, O., & Bullangpoti, V. (2018). The Study of Isolated Alkane Compounds and Crude Extracts from *Sphagneticola trilobata* (Asterales: Asteraceae) as a Candidate Botanical Insecticide for Lepidopteran Larvae. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2699–2705. <https://doi.org/10.1093/jee/toy246>
- 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>
- Megasari, D., & Khoiri, S. (2021). Tingkat serangan ulat grayak tentara *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman jagung di Kabupaten Tuban, Jawa Timur, Indonesia. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v14i1.9492>
- 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*. Kementrian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Ramadhan, R. A. M., & Firmansyah, E. (2020). Bioactivity of *Sphagneticola 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., & 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.v4i1i0.3729>
- Syakir, M. (2011). Status Penelitian Pestisida nabati Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. *Semnas Pestisida Nabati IV IV*, 22, 10–12.
- Yulia, E., Widiyanti, F., & Susanto, A. (2020). Manajemen Aplikasi Pestisida Tepat dan Bijaksana pada Kelompok Tani Padi dan Sayuran di SPLPP Arjasari. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 310–324.