Vol. 24, No. 2, pp. 409-419, Oktober 2025 DOI: http://doi.org/ 10.23960/ja.v24i2.11573

Jurnal Agrotropika

P-ISSN: 0216-7662
E-ISSN: 2745-7737

Journal homepage: https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAT

TOKSISITAS NANOEMULSI EKSTRAK BIJI *Annona muricata* DAN *Leucaena leucocephala* DENGAN METODE FASE INVERSI DAN HOMOGENISASI TERHADAP HAMA *Spodoptera frugiperda*

TOXICITY OF NANOEMULSIONS OF Annona muricata AND Leucaena leucocephala SEED EXTRACTS USING PHASE INVERSION AND HOMOGENIZATION METHODS AGAINST THE PEST Spodoptera frugiperda

Sigit Ardiansyah[1], Ni Siluh Putu Nuryanti[1*]

[1] Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
[*] Corresponding Author. E-mail address: niluh@polinela.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 28-8-2025
Direvisi: 4-10-2025
Disetujui: 4-10-2025

KEYWORDS:
Spodoptera frugiperda, bioinsecticides, nanoemulsions, Annona muricata, Leucaena leucocephala

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda is a polyphagous insect pest that attacks corn, sorghum, soybeans, wheat, and horticultural crops. The feeding activities of S. frugiperda larvae can lead to significant economic losses for farmers. Current efforts to control S. frugiperda still rely heavily on the use of chemical insecticides. However, the excessive or inappropriate use of chemical insecticides can lead to the survival of pests that are resistant to these treatments. Bioinsecticides are considered to have lower toxicity to both living organisms and the environment, which makes them a potentially ideal option for agricultural use. This study aims to test the toxicity both individually and in combination as well as the interaction properties of a mixture of Annona muricata and Leucaena leucocephala seed extracts in various ratios as bioinsecticides against S. frugiperda in sweet corn plants. The research methods consist of rearing S. frugiperda, extraction, bioinsecticide formulation, single and mixed toxicity tests, and the interaction properties of the mixture. The results of the study showed that the method of making nanoemulsions by homogenization showed better toxicity activity compared to the method of making nanoemulsions by inversion phase. The toxicity of nanoemulsions of mixed extracts of A. muricata and L. leucocephala seeds against S. frugiperda pests at a ratio of 1:2 was more toxic than the ratios of 2:1 and 1:1. The nature of the interaction of nanoemulsions of mixed extracts of A. muricata and L. leucocephala was more dominantly antagonistic.

KATA KUNCI:
Spodoptera frugiperda, bioinsektisida, nanoemulsi, *Annona muricata, Leucaena leucocephala*

ABSTRAK

Spodoptera frugiperda merupakan hama serangga polifag menyerang tanaman jagung, sorgum, kedelai, gandum dan tanaman hortikultura. Efek dari larva *S. frugiperda* makan dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani. Upaya pengendalian *S. frugiperda* saat ini masih banyak bergantung pada penggunaan insektisida kimia. Namun, penggunaan insektisida kimia yang berlebihan atau tidak tepat dapat menyebabkan kelangsungan hidup hama yang tidak terpengaruh oleh insektisida. Bioinsektisida dianggap mempunyai daya toksisitas yang lebih kecil terhadap makhluk hidup dan lingkungan sehingga dapat dijadikan pilihan yang ideal untuk pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menguji toksisitas baik secara tunggal maupun campuran serta sifat interaksi ekstrak campuran biji *Annona muricata* dan *Leucaena leucocephala* dalam berbagai perbandingan sebagai bioinsektisida terhadap *S. frugiperda* pada tanaman jagung manis. Metode penelitian terdiri dari rearing *S. frugiperda*, ekstraksi, formulasi bioinsektisida, uji toksisitas tunggal dan campuran, dan sifat interaksi campuran. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa metode pembuatan nanoemulsi dengan homogenisasi menunjukkan aktivitas toksisitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode pembuatan nanoemulsi fase inversi. Toksisitas nanoemulsi ekstrak campuran biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* terhadap hama *S. frugiperda* pada rasio 1 : 2 lebih toksik

© 2025 The Author(s). Published by Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Lampung

dari pada rasio 2 : 1 dan 1 : 1. Sifat interaksi nanoemulsi ekstrak campuran *A. muricata* dan *L. leucocephala* lebih dominan bersifat antagonistik

1. PENDAHULUAN

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) adalah hama serangga polifag menyerang lebih dari 350 jenis tanaman inang (Montezano et al., 2018). Larva *S. frugiperda* dapat merusak tanaman jagung, sorgum, kedelai, gandum dan tanaman hortikultura (Overton et al., 2021). Efek dari larva *S. frugiperda* makan dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani. Kerugian hasil yang disebabkan *S. frugiperda* sangat bervariasi tergantung pada banyak faktor, seperti tahap perkembangan tanaman, spesies tanaman, dan kepadatan populasi hama. Dalam kondisi terburuk, kehilangan hasil dapat mencapai 50% atau lebih, menyebabkan petani kehilangan banyak pendapatan (Sharma et al., 2022).

Upaya pengendalian hama *S. frugiperda* saat ini masih banyak bergantung pada penggunaan insektisida kimia. Namun, penggunaan insektisida kimia yang berlebihan atau tidak tepat dapat menyebabkan kelangsungan hidup hama yang tidak terpengaruh oleh insektisida, yang mengarah pada evolusi strain resisten insektisida (Phambala et al., 2020). Untuk mengurangi risiko resistensi insektisida, petani didorong untuk menerapkan strategi pengelolaan hama terpadu. Tujuan dari pengelolaan hama terpadu adalah untuk mengurangi seleksi tekanan terhadap hama yang resisten dan memperlambat perkembangan resistensi, sehingga menjamin keberlanjutan dari produksi pertanian (Hoesain et al., 2023).

Bioinsektisida kini semakin mendapat perhatian sebagai bahan alami yang ramah lingkungan sebagai alternatif untuk mengendalikan hama di bidang pertanian. Bioinsektisida dapat berasal dari berbagai macam bagian tumbuhan, seperti daun, batang, biji, dan akar yang me miliki senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap hama tertentu. Berbeda dengan insektisida kimia, bioinsektisida dianggap memiliki daya membunuh yang lebih rendah terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Bioinsektisida bisa dijadikan pilihan yang ideal untuk pertanian organik (Ngegba et al., 2022). Keefektifan bioinsektisida dapat ditingkatkan bila digunakan dalam kombinasi dari beberapa zat tumbuhan. Beberapa bioinsektisida yang dapat digunakan adalah biji *Annona muricata* dan *Leucaena leucocephala* seperti dilaporkan Hernandez-Carlos dan Gamboa-Angulo (2019).

Ekstrak biji *A. muricata* berefek toksik terhadap *S. frugiperda*, dimana angka kematian meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi (Vetal and Pardeshi, 2019). Ekstrak biji *A. muricata* dapat memperpendek umur imago, kesuburan, dan daya tetas telur *S. frugiperda* (Pavana et al. 2023). Biji *A. muricata* mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang terdiri dari alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, kumarin, antrakuinon, glikosida, fenol, pitosterol, dan saponin (Ramadhan and Firmansyah 2023). Minyak atsiri biji *L. leucocephala* mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat berperan sebagai insektisida alami (Adelia dan Iskandar, 2020). Li *et al*., (2023) melaporkan saponin efektif mengendalikan *S. frugiperda.*

Ekstrak tumbuhan jika tidak diformulasi secara tepat memiliki beberapa keterbatasan, seperti sifat fisik, dan kelarutan dalam air yang rendah. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut dikembangkanlah nanoemulsi (Passara et al., 2022). Nanoemulsi merupakan formulasi yang mengandung fase minyak dan fase air yang teremulsi secara spontan yang memiliki ukuran 20—200 nm (Nguyễn et al., 2022). Cara pembuatan nanoemulsi ada 2 metode yaitu metode energi tinggi menggunakan homogenizer dan energi rendah dengan fase inversi (Mustafa & Hussein 2020).

Saat ini sudah terdapat beberapa penelitian yang mengkaji tentang bioinsektisida, namun informasi tentang efek toksisitas ekstrak biji *A. muricata* dan biji *L. leucocephala* baik secara tunggal maupun campuran yang diformulasikan dengan metode nanoemulsi masih perlu

dikembangkan. Penelitian ini diharapkan dapat efektif dalam pengendalian *S. frugiperda* pada tanaman jagung manis. Penelitian ini bertujuan untuk menguji toksisitas tunggal dan campuran serta sifat interaksi ekstrak campuran biji *A. muricata* dan biji *L. leucocephala* dalam berbagai perbandingan sebagai bioinsektisida terhadap hama *S. frugiperda* pada tanaman jagung manis.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juli tahun 2025 di Laboratorium Tanaman I, Politeknik Negeri Lampung.

2.2 Rearing hama *S. frugiperda*

Larva *S. frugiperda* diperoleh dari tanaman jagung yang ada di kebun percobaan Politeknik Negeri Lampung. Larva diambil dan dibawa ke laboratorium tanaman 1 Politeknik Negeri Lampung dan dipelihara dalam toples plastik yang dilapisi dengan kertas tisu dan ditutup dengan kain kasa. Pemberian pakan larva berupa tongkol jagung muda *(baby corn)* dan penggantian kertas tisu dilakukan setiap 2 x 24 jam. Larva yang memasuki instar 3 kemudian dipindahkan ke wadah terpisah dengan populasi sebanyak 5 larva/wadah agar terhindar dari sifat kanibal. Larva dipelihara hingga menjadi pupa. Pupa yang muncul dipindahkan ke dalam kandang kasa yang ditempatkan pada toples plastik dilapisi dengan serbuk kayu yang steriil. Pupa yang muncul menjadi imago diberi pakan berupa madu sebayak 10% cairan, madu diteteskan pada kapas dan digantung di dalam kandang. Telur yang diletakkan oleh imago dalam kandang dipindahkan ke dalam toples plastik hingga berkembang menjadi larva. Larva yang dijadikan objek penelitian ini yaitu larva pada instar ke 3, merupakan fase termudah yang dapat ditangani sebagai objek penelitian (Lina et al., 2023).

2.3 Pembuatan Ekstrak Biji *A. muricata* dan *L. leucocephala*

Ekstraksi biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* menggunakan metode maserasi (Ramadhan & Nurhidayah, 2022). Pembuatan ekstrak biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* terlebih dahulu mengkering anginkan bijinya. Kemudian dilakukan penggilingan menggunakan alat grinder, merk *Yasuka Disk Mill,* type-FFC23 dan *speed* 5800 rpm. Serbuk biji *A. muricata* maupun *L. leucocephala* diekstraksi melalui proses maserasi menggunakan pelarut metanol dengan rasio 1:5. Setelah proses ekstraksi, dilakukan proses penyaringan menggunakan kertas saring (Whatman nomor 41) sehingga diperoleh filtrat. Filtrat dipisahkan dengan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dan tekanan 240 mbar hingga menghasilkan ekstrak yang kental. Ekstrak kental tersebut disimpan pada refrigerator bersuhu 4°C hingga siap untuk digunakan.

2.4 Nanoemulsi secara fase invesi

Pembuatan nanoemulsi dilakukan menggunakan metode energi emulsifikasi rendah yaitu fase inversi. Metode ini dilakukan dengan menambahkan fase air secara bertahap ke dalam fase minyak (Nuryanti *et al*., 2023). Fase minyak ditambah dengan pengemulsi Tween 80 dengan rasio 1:1 (v:v), sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 750 rpm pada suhu <29 °C sambil ditambahkan aquades secara perlahan (4 ml/menit) hingga volumenya mencapai 100 mL, setelah mencapai volume 100 mL dihomogenkan dengan magnetik stirrer dengan kecepatan 750 rpm selama 30 menit.

2.5 Metode formulasi nanoemulsi secara homogenisasi

Metode emulsifikasi secara homogenisasi dengan merujuk metode (Larasati & Jusnita, 2020), dengan sedikit penyesuaian. Ekstrak biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* diemulsifikasi secara terpisah dengan menggunakan pengemulsi polisorbat dengan perbandingan 1:1 (v:v). Selanjutnya ditambahkan aquades hingga volume total mencapai 100 mL. Aquades dimasukkan secara perlahan ke dalam campuran minyak atsiri dan surfaktan sambil diaduk pada magnetik stirrer dengan kecepatan 750 rpm. Setelah penambahan akuades selesai, selanjutnya dihomogenisasi menggunakan homogenizer Wiggens D-500 dari Jerman selama 20 menit dengan kecepatan 25.000 rpm, semuanya dilakukan pada suhu kamar yaitu kurang lebih 30°C.

2.6 Uji Toksisitas Ekstrak Tunggal

Pada uji toksisitas ekstrak tunggal setiap diujikan terhadap larva *S. frugiperda* instar ke-3 pada konsentrasi 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0%; dan kontrol (tanpa ekstrak) (Nuryanti *et al*., 2018). Setiap ekstrak ditambahkan pengemulsi Tween 80 (1:1, v:v) yang selanjutnya diencerkan dalam aquades hingga mencapai volume 100 ml. Sediaan ekstrak dihomogenisasi dalam magnetik stirrer selama 30 menit. Pengujian ekstrak terhadap *S. frugiperda* dilakukan dengan metode kontak dan setiap perlakuan diulang 5 kali. Sepuluh ekor larva instar ketiga dimasukkan ke dalam toples pengujian (d = 6 cm, t = 7 cm), kemudian disemprot dengan 0.4 ml sediaan ekstrak menggunakan hand sprayer berukuran 20 ml secara merata. Selanjutnya, botol pengujian diisi dengan satu buah baby corn. Pengamatan setiap 24, 48, 72, dan 96 jam setelah perlakuan (JSP). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan software Polo PC. Korelasi antara konsentrasi dengan kematian serangga uji diolah menggunakan analisis probit (Finney, 1982) sehingga diperoleh nilai LC_{50} dan LC_{95}.

2.7 Uji Tosisitas Campuran

Uji toksistas ekstrak campuran menggunakan konsentrasi yang berdasarkan hasil *Lethal Consentration* (LC) uji toksisitas tunggal yang diaplikasikan dengan metode kontak pada setiap wadah yang berisikan 10 larva *S. frugiperda*. Pengamatan toksisitas berdasarkan data kematian *S. frugiperda* pada 24, 48, 72 dan 96 Jam Setelah Perlakuan (JSP). Data hasil pengamatan dianalisis probit untuk memperoleh nilai *Lethal Consentration* (LC) (Finney, 1982).

2.8 Uji Sifat Aktivitas Campuran

Pengujian sifat aktivitas campuran didasarkan pada nilai Lethal Concentration (LC) dari masing-masing ektrak tunggal maupun campurannya. Nilai LC tersebut digunakan sebagai dasar untuk menghitung Indeks Kombinasi (IK). Indeks kombinasi ini menggambarkan karakteristik aktivitas dari campuran ekstrak biji *A. muricata* dan biji *L. leucocephala* yang diuji. Perhitungan indeks kombinasi (IK) dilakukan menggunakan rumus (Chou & Talalay, 1984):

$$\mathrm{IK} = \frac{\mathrm{LC_x^{1(cm)}}}{\mathrm{LC_x^1}} + \frac{\mathrm{LC_x^{2(cm)}}}{\mathrm{LC_x^2}} + \left(\frac{\mathrm{LC_x^{1(cm)}}}{\mathrm{LC_x^1}} \mathrm{X} \frac{\mathrm{LC_x^{2(cm)}}}{\mathrm{LC_x^2}}\right)$$

Nilai LC_x^1 dan LC_x^2 merupakan konsentrasi mematikan dari masing- masing ekstrak Tunggal. Sementara, $\mathrm{LC_x^{1(cm)}}$ dan $\mathrm{LC_x^{2(cm)}}$merupakan LC campuran yang dikalikan proporsi masing-masing ekstrak di dalam campuran yang menyebabkan mortalitas (50—95%). Kategori sifat aktivitas campuran ini mengacu pada modifikasi dari Nguyễn et al. (2022), dengan kriteria sebagai berikut:

1) IK < 0,5 menunjukkan sifat sinergistik kuat;
2) IK 0,5 ≤ IK ≤ 0,77 menunjukkan sifat sinergistik lemah;

3) 0,77 < IK ≤ 1,43 menunjukkan sifat aditif;
4) IK > 1,43 menunjukkan sifat antagonistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Toksisitas Nanoemulsi Ekstrak Biji *L. leucocephala* terhadap *S. frugiperda*

Toksisitas suatu ekstrak dinyatakan dalam *Lethal Concentration* (LC). LC_{50} adalah konsentrasi yang dapat membunuh 50% hama uji, sedangkan LC_{95} yaitu konsentrasi yang membunuh 95% hama uji (Puspitasari et al., 2022). Hasil analisis toksisitas menggunakan software POLO PC menunjukkan bahwa nanoemulsi ekstrak biji *L. leucocephala* metode fase inversi dan homogenisasi memberikan efek toksik terhadap *S. frugiperda*. Metode homogenisasi lebih toksik jika dibandingkan dengan metode fase inversi pada LC_{50}. Hal ini dibuktikan pada semua waktu pengamatan, nilai LC_{50} metode homogenisasi lebih kecil jika dibandingkan dengan fase inversi. Namun, untuk LC_{95} metode fase inversi lebih toksik karena nilai LC_{95} lebih kecil pada waktu pengamatan 24,72, dan 96 JSP (Tabel 1).

Tabel 1. Penduga parameter regresi probit uji nanoemulsi ekstrak biji *L. leucocephala* terhadap *S. frugiperda*

Metode	Waktu pengamatan (JSP)	a^a±GB	b^b±GB^c	LC^d_{50} (SK^e95%) (%)	LC^d_{95} (SK^e95%) (%)
Fase inversi	24	-0,48 ± 0,12	1,70 ± 0,30	1,92	44,63
	48	-0,11 ± 0,11	1,06 ± 0,26	1,27	17,74
	72	0,32 ± 0,11	1,47 ± 0,28	0,60	7,89
	96	0,54 ± 0,12	1,60 ± 0,30	0,46	4,88
Homogenisasi	24	0,14 ± 0,11	0,60 ± 0,25	0,59	325,80
	48	0,52 ± 0,12	0,74 ± 0,26	0,20	33,70
	72	0,57 ± 0,13	0,84 ± 0,27	0,21	18,58
	96	0,72 ± 0,14	1,05 ± 0,29	0,21	7,61

Keterangan: a^a = intersep garis regresi probit, b^b = kemiringan regresi probit, GB^c = galat baku, LC^d = *lethal concentration*, SK^e = selang kepercayaan

Ekstrak biji *L. leucocephala* mengandung metabolit sekunder yang terdiri dari saponin, tanin, flavonoid, dan alkaloid yang berperan sebagai racun kontak dan pernapasan pada hama (Lusiyana et al., 2018). Senyawa saponin yang terserap dalam tubuh *S. frugiperda* bertindak sebagai penghambat enzim protease, sehingga mengurangi penyerapan nutrisi dan menyusun ikatan kompleks dengan protein. Senyawa tanin menyebabkan dinding sel mengkerut, sehingga permeabilitas sel terganggu dan menyebabkan sel tidak dapat beraktifitas serta pertumbuhan larva terhambat. Sedangkan senyawa flavonoid dapat menurunkan fungsi oksigen dan gangguan saraf, yang akhirnya menyebabkan kematian (Adelia & Iskandar., 2020). Menurut Rosida (2022), senyawa alkaloid pada ekstrak biji *L. leucocephala* dapat penghambatan aktivitas mitosis, menurunkan pembelahan sel DNA, RNA dan sintesis protein pada larva.

3.2 Toksisitas Nanoemulsi Ekstrak Biji *A. muricata* terhadap *S. frugiperda*

Nanoemulsi ekstrak biji *A. muricata* memberikan efek toksik terhadap *S. Frugiperda*. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan software POLO PC nanoemulsi ekstrak biji *A.*

muricata waktu pengamatan 24 JSP nilai LC_{50} dan LC_{95} metode fase inversi lebih kecil dari homogenisasi. Pada 48 dan 72 JSP nilai LC_{50} metode fase inversi lebih besar tetapi LC_{95} lebih kecil jika dibandingkan dengan homogenisasi. Sedangkan pada waktu pengamatan 96 JSP nilai LC_{50} dan LC_{95} metode homogenisasi lebih kecil jika dibandingkan fase inversi (Tabel 2).

Tabel 2. Penduga parameter analisis probit nanoemulsi ekstrak biji *A. muricata* terhadap *S. frugiperda*

Metode	Waktu pengamatan (JSP)	a^a±GB	b^b±GB^c	LC^d_{50} (SK^e95%) (%)	LC^d_{95} (SK^e95%) (%)
Fase inversi	24	-0,05 ± 0,11	1,29 ± 0,27	1,10	20,62
	48	0,19 ± 0,11	1,42 ± 0,27	0,74	10,64
	72	0,51 ± 0,13	1,68 ± 0,30	0,50	4,71
	96	0,56 ± 0,13	1,70 ± 0,30	0,47	4,32
Homogenisasi	24	-0,21 ± 0,13	1,00 ± 0,27	1,63	71,89
	48	0,21 ± 0,13	0,88 ± 0,25	0,58	44,04
	72	0,45 ± 0,13	1,08 ± 0,26	0,38	12,75
	96	0,93 ± 0,16	1,67 ± 0,30	0,28	2,70

Keterangan: a^a = intersep garis regresi probit, b^b = kemiringan regresi probit, GB^c = galat baku, LC^d = *lethal concentration*, SK^e = selang kepercayaan

Apabila mengacu waktu pengamatan 24 JSP maka metode fase inversi lebih toksik dibandingkan dengan homogenisasi. Penggunaan konsentrasi nanoemulsi ekstrak biji *A. muricata* 1,10% bisa menyebabkan kematian sebesar 50% dan konsentrasi 20,62% membunuh 95% larva *S. frugiperda*. Namum, pada 96 JSP metode homogenisasi lebih toksik karena pada konsentrasi 0,28% dapat mengakibatkan kematian *S. frugiperda* sebanyak 50% dan konsentrasi 2,70% mampu membunuh 95% populasi *S. frugiperda*.

Ekstrak biji *A. muricata* mengandung senyawa aktif asetogenin, alkaloid, kuinolina, isokuinolina, tanin, kumarin, prosianidin, flavonoid, amil kaproat, dan annonain yang berfungsi sebagai insektisida, larvasida, repellen, dan menghambat makan dari serangga (Yasin et al., 2022). Menurut Indra et al., (2022), biji *A. muricata* mengandung zat asarone yang dapat mempengaruhi aktivitas larva selama pertumbuhan dan perkembangannya. Senyawa annonain pada ekstrak biji *A. muricata* berperan sebagai racun perut, racun kontak dan penghambat makan sehingga serta dapat menghambat tumbuh kembang larva yang akhirnya menyebabkan kematian larva (Irmawati et al., 2023). Senyawa ini dapat mengganggu produksi hormon karena terganggunya proses respirasi sel pada organ penghasil hormon sehingga larva *S. frugiperda* akan terhambat perkembangannya dan menyebabkan imago yang terbentuk tidak sempurna (Yasin et al., 2022).

3.3 Toksisitas Nanoemulsi Ekstrak Campuran Biji *L. leucocephala* dan Biji *A. muricata* terhadap *Spodoptera frugiperda*

Nanoemulsi ekstrak campuran biji *L. leucocephala* dan *A. muricata* diujikan dengan rasio 1:1, 2:1, dan 1:2 bersifat toksik terhadap larva *S. frugiperda*. Rasio ekstrak campuran 1:2 menunjukkan nilai LC_{50} lebih kecil jika dibandingkan rasio campuran lainnya disemua waktu pengamatan. Pada pengamatan 24 JSP nilai LC_{50} sebesar 1,15%, untuk 48 JSP sebesar 0,64%, 72 JSP 0,34%, dan 96 JSP sebesar 0,30%. Untuk nilai LC_{95} yg paling kecil yaitu pada rasio

ekstrak 1:2 di waktu pengamatan 24, 72, dan 96 JSP. Dengan nilai LC_{95} secara berurutan yaitu 100,89%; 7,95%; dan 3,47%. Sedangkan pada waktu pengamatan 48 JSP, nilai LC_{95} terkecil pada rasio ekstrak 2:1 dengan nilai 27,21. Hal ini menunjukkan bahwa rasio ekstrak campuran 1:2 lebih efektif dalam menyebabkan kematian larva *S. frugiperda*.

Tabel 3. Penduga parameter analisis probit nanoemulsi ekstrak campuran biji *L. leucocephala* dan *A. muricata* terhadap *S. frugiperda*

Waktu pengamatan (JSP)	Rasio ekstrak Biji *L. leucocephala* Biji *A. muricata*	a^a±GB	b^b±GB^c	LC^d_{50} (SK^e95%) (%)	LC^d_{95} (SK^e95%) (%)
24	1 : 1	-0,44 ± 0,13	0,83 ± 2,27	3,38	331,61
	2 : 1	-0,23 ± 0,13	0,92 ± 0,27	1,77	108,15
	1 : 2	-0,53 ± 0,13	0,85 ± 0,26	1,15	100,89
48	1 : 1	-0,99 ± 0,13	1,05 ± 0,27	1,24	45,66
	2 : 1	-0,66 ± 0,13	1,19 ± 0,27	1,14	27,21
	1 : 2	0,16 ± 0,13	0,85 ± 0,25	0,64	56,02
72	1 : 1	-0,23 ± 0,13	1,21 ± 0,27	1,00	23,18
	2 : 1	0,86 ± 0,13	0,82 ± 0,25	0,78	79,02
	1 : 2	0,57 ± 0,14	1,20 ± 0,27	0,34	7,95
96	1 : 1	0,52 ± 0,14	1,41 ± 0,27	0,42	6,30
	2 : 1	0,16 ± 0,13	0,95 ± 0,26	0,68	37,36
	1 : 2	0,81 ± 0,15	1,54 ± 0,29	0,30	3,47

Keterangan: a^a = intersep garis regresi probit, b^b = kemiringan regresi probit, GB^c = galat baku, LC^d = *lethal concentration*, SK^e = selang kepercayaan

Apabila dibandingkan nilai LC_{50} dan LC_{95} nanoemulsi ekstrak tunggal biji *L. leucocephala* maupun *A. muricata* dengan nanoemulsi ekstrak campuran, maka nilai LC ekstrak tunggal lebih kecil (Tabel 1, 2, dan 3). Artinya, nanoemulsi ekstrak tunggal lebih efektif dalam menyebabkan kematian pada larva *S. frugiperda*. Penyebab ketidakefektifan nanoemulsi ekstrak campuran *biji L. leucocephala* dan *A. muricata* akan dijelaskan dalam sifat interaksi nanoemulsi ekstrak campuran pada Tabel 4.

3.4 Sifat Interaksi Nanoemulsi Ekstrak Campuran Biji *L. leucocephala* dan *A. muricata* terhadap *S. frugiperda*

Berdasarkan nilai indeks kombinasi diketahui bahwa interaksi nanoemulsi ekstrak campuran biji *L. leucocephala* dan *A. muricata* rasio 1:1 bersifat antagonistik pada LC_{50} dan LC_{95} di semua waktu pengamatan. Rasio 1:2 pada LC_{50} interaksi bersifat antagonistik di waktu pengamatan 48, 72, dan 96 JSP namun pada 24 JSP bersifat aditif. Pada LC_{95} sifat interaksi antagonistik di waktu pengamatan 24, 48, dan 96 JSP sedangkan 72 JSP bersifat sinergi lemah. Nanoemulsi ekstrak campuran rasio 2:1 bersifat antagonistik di semua waktu pengamatan pada LC_{50} sedangkan untuk LC_{95} bersifat aditif di 24 dan 48 JSP dan bersifat antagonistik di 72 dan 96 JSP (Tabel 4).

Tabel 4. Sifat interaksi nanoemulsi ekstrak campuran biji *L. leucocephala* dan *A. muricata*

Rasio Ekstrak Biji *L. leucocephala* *A. muricata*	JSP[a]	Nilai Indek Kombinasi		Sifat interaksi	
		LC^b_{50}	LC^b_{95}	LC^b_{50}	LC^b_{95}
1 : 1	24	6,87	3.99	Antagonistik	Antagonistik
	48	7,48	1.55	Antagonistik	Antagonistik
	72	6,83	2.10	Antagonistik	Antagonistik
	96	2,50	2,06	Antagonistik	Antagonistik
1 : 2	24	1,43	1,14	Aditif	Antagonistik
	48	2,59	1,87	Antagonistik	Antagonistik
	72	1,46	0,62	Antagonistik	Sinergi lemah
	96	1,53	1,14	Antagonistik	Antagonistik
2 : 1	24	3,09	0,83	Antagonistik	Aditif
	48	6,94	0,86	Antagonistik	Aditif
	72	4,85	10,76	Antagonistik	Antagonistik
	96	4,72	22,98	Antagonistik	Antagonistik

Keterangan: JSP = jam setelah perlakuan, LC = *lethal concentration*

Nanoemulsi ekstrak campuran biji *L. leucocephala* dan *A. muricata* diharapkan dapat mengendalikan hama *S. frugiperda* dan menghasilkan pengaruh yang lebih efektif jika dibandingkan dengan ekstrak tunggal. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa sifat interaksi nanoemulsi ekstrak campuran lebih dominan bersifat antagonistik namun ada juga yang bersifat aditif dan sinergi lemah. Sifat interaksi antagonistik menunjukkan bahwa nanoemulsi ekstrak campuran menyebabkan tingkat toksisitas *S. frugiperda* lebih rendah jika dibandingkan dengan nanoemulsi ekstrak tunggal. Sifat aditif artinya toksisitas *S. frugiperda* pada perlakuan campuran tidak menunjukkan adanya perbedaan dengan toksisitas nanoemulsi ekstrak tunggal. Sedangkan sifat sinergi lemah artinya perlakuan nanoemulsi ekstrak campuran memiliki tingkat toksisitas yang sedikit lebih tinggi terhadap *S. frugiperda* jika dibandingkan dengan toksisitas nanoemulsi ekstrak tunggal (Hendrival et al., 2022).

Sifat interaksi kombinasi dari berbagai jenis ekstrak tumbuhan sebagai insektisida nabati dipengaruhi oleh kandungan metabolit sekunder ekstrak tersebut. Sifat senyawa aktif ekstrak biji *L. leucocephala* dan biji *A. muricata* saling bertolakan sehingga interaksi campuran ekstrak yang dihasilkan kurang efektif untuk menyebabkan kematian pada *S. frugiperda* dibandingkan dengan ekstrak tunggal. Ekstrak biji *L. leucocephala* mengandung bahan aktif mimosin yang merupakan asam amino aromatik dengan rumus kimia β-N-(3-hydroxy-4-pyridone)-α–amino-propenoic acid (Syarifah, 2020). Mimosin berfungsi sebagai antimetabolit yang dapat menukar posisi asam amino dalam proses pembentukan protein. Proses ini dapat menyebabkan perubahan struktur protein yang dihasilkan, sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh larva untuk mendukung tumbuh kembangnya. (Wahyuni & Yuliani, 2023). Sedangkan ekstrak biji *A. muricata* mengandung senyawa aktif acetogenin yang dapat menghambat NADH ubikuinon reduktase rantai pernapasan dan menyebabkan penurunan kadar ATP sehingga sel mengalami apoptosis atau kematian (Kusumawati & Istiqomah, 2022).

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nanoemulsi ekstrak biji *Annona muricata* dan *Leucaena leucocephala* bersifat toksik terhadap *S. Frugiperda*. Bioinsektisida dalam formulasi nanoemulsi dengan metode homogenisasi menunjukkan aktivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan fase inversi. Toksisitas nanoemulsi ekstrak campuran biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* terhadap hama *S. frugiperda* pada perbandingan 1:2 bersifat paling toksik dar ipada rasio 2:1 dan 1:1. Nanoemulsi ekstrak campuran biji *A. muricata* dan *L. leucocephala* lebih dominan memiliki sifat interaksi antagonistik namun ada juga yang bersifat aditif dan sinergi lemah.

5. DAFTAR PUSTAKA

Adelia, Y., and Iskandar, D. (2020). Uji efektivitas ekstrak biji lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai Insektisida terhadap Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*). *Riset kimia* 11(2): 72–79. DOI: DOI: https://doi.org/10.25077/jrk.v11i2.354

Chou, T.C., and P. Talalay. (1984). Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. *Adv Enzyme Regl* 22(3): 27–55.

Finney, D. J. (1982). *Probit analysis: a statistical treatment of the sigmoid response curve*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hendrival, Safriyanur, A., Hafifah, Munauwar, M. M., dan Baidhawi. (2022). Toksisitas tunggal dan campuran serbuk daun pepaya dan biduri terhadap keong mas. *Jurnal Agrotek Tropika* 10(3): 403–411.

Hernandez-Carlos, B. and Gamboa-Angulo, M. (2019). Insecticidal and Nematicidal Contributions of Mexican Flora in the Search for Safer Biopesticides. *Molecules*, 24: 1-34.

Hoesain, M., Prastowo, S., and Pandu, A. (2023). Investigating the plant metabolite potential as botanical insecticides against *Spodoptera litura* with different application methods Investigating the plant metabolite potential as botanical insecticides against *Spodoptera litura. Cogent Food & Agriculture* Cogent 9(1). DOI: 10.1080/23311932.2023.2229580

Indra, Budiasih, R., Masnenah, E., and Ria, E. R. (2022). Pengaruh Dosis Tepung Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas hama gudang (*Sitophilus oryzae* L.) Pada Beras Hitam (*Oryza sativa* L.). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian* 10(1): 73–79.

Irmawati, Masriany, and Iqbal, A. (2023). Pengaruh pemberian pestisida nabati terhadap larva *Tenebrio molitor* (ulat hongkong) pada tanaman sawi (*Brassica juncea*) di BBPP Batangkaluku Provinsi Sulawesi Selatan. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi* Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar 3(1): 33–37. DOI: 10.24252/filogeni.v3i1.30314

Kusumawati, D. E., dan Istiqomah. (2022). *Pestisida nabati sebagai pengendali OPT (Organisme Pengganggu Tanaman)*. Madza Media, Malang.

Larasati, S. P., and Jusnita, N. (2020). Formulasi nanoemulsi ekstrak kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai antioksidan. *Journal of Pharmaceutical And Sciences* 3(1). DOI: 10.36490/journal-jps.com.v3i1.38

Li, W., Abudukadier, A., Chen, Z., Zhan, C., Zhang, S., Liu, J., Zhao, Y., and Peng, Y. (2023). Combining tea saponin and matrine botanical insecticides is highly effective against fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Entomologia Generalis* 43(6): 1089–1098. DOI: 10.1127/entomologia/2023/2120

Lina, E. C., Sonia, H., and Holeng, F. (2023). Nanoemulsion of the mixture of *Citronella Grass* Distillation Waste and *Piper aduncum* essential oil to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Science* 152(3): 1131–1137. DOI: 10.56899/152.03.30

Lusiyana, N., Citraningrum, N., and Aqidah, F. (2018). Larvicidal activity of different solvent extracts of *Leucaena leucocephala* againts *Aedes aegypti*. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(3): 589–593.

Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gomez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., and Hunt, T. E. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in the Americas Published By : Entomological Society of Southern Africa Review article Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in the Americas. *African Entomology* 26(2): 286–300.

Mustafa, I. F., and Hussein, M. Z. (2020). Synthesis and technology of nanoemulsion-based pesticide formulation. *Nanomaterials* MDPI AG. DOI: 10.3390/nano10081608

Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., and Zhong, G. (2022). Use of botanical pesticides in agriculture as an alternative to synthetic Pesticides. *Agriculture* MDPI 12(5): 1–24. DOI: 10.3390/agriculture12050600

Nguyễn, P. S., Candra, E., and Busniah, M. (2022). Synergism of *Tephrosia vogelii* and *Piper aduncum* based nanoemulation against *Spodoptera frugiperda*. *International Journal Of Agricultural Sciences* 6(2): 80–87. DOI: 10.25077/ijasc.6.2.80-87.2022

Nuryanti, N. S. P., Budiarti, L., Dulbari, Sutrisno, H., Sudrajat, D., Yuriansyah, Priyadi, Rahmadi, R., Rochman, F., Sari, E. Y., and Maharani, J. S. (2023). Activity of nanoemulsion botanical insecticides from *Myristica fragrans* and *Jatropha curcas* essential oil against *Sitophilus zeamais*. *Biodiversitas* Society for Indonesian Biodiversity 24(10): 5610–5617. DOI: 10.13057/biodiv/d241042

Nuryanti, N. S. P., Martono, E., Ratna, E. S., and Dadang. (2018). The bioactivities of selected piperaceae and asteraceae plant extracts against brown plant hopper (*Nilaparvata lugens* stål.). *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences* 24(2): 70–78.

Overton, K., Maino, J. L., Day, R., Umina, P. A., Bett, B., Carnovale, D., Ekesi, S., Meagher, R., and Reynolds, O. L. (2021). Global crop impacts , yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. *Crop Protection* Elsevier Ltd 145: 105641. DOI: 10.1016/j.cropro.2021.105641

Passara, H., Pumnaun, J., and Thipmanee, K. (2022). Evaluating the insecticidal effect of essential oil nanoemulsion against the cutworm , *Spodoptera litura*. *International Journal of Agricultural Technology* 18(5): 2161–2170.

Pavana, J. K., Deshmukh, S. S., Mallikarjuna, H. B., Kalleshwaraswamy, C. M., Naik, T. B., and Mota-sanchez, D. (2023). Sublethal effects of botanicals on the growth and development of fall armyworm , *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Current science* 125(1): 75–80.

Phambala, K., Tembo, Y., Kasambala, T., and Kabambe, V. H. (2020). Bioactivity of Common Pesticidal Plants on Fall. *plants* 9(112): 1–10.

Puspitasari, M., Rochana, A. N. A., and Widjastuti, T. (2022). The potential of young and old Euphorbia hirta leaves extract as antibacterial against Escherichia coli and antihelminthic against Ascaridia galli obtained in Sentul chickens. *Biodiversitas* 23(6): 3243–3250. DOI: 10.13057/biodiv/d230652

Ramadhan, R. A. M., and Firmansyah, E. (2023). Bioaktivitas Ekstrak *Annona muricata* , *Chromolaena odorata* , dan *Tinospora cordifolia* terhadap larva *Spodoptera frugiperda. Jurnal Agroekoteknologi* 16(1): 22–27. DOI: https://doi.org/10.21107/agrovigor.v16i1.10668

Ramadhan, R. A. M., and Nurhidayah, S. (2022). Bioaktivitas ekstrak biji *A. muricata* L . terhadap *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith (Lepidoptera : Noctuidae). *Jurnal Agrikultura* 33(1): 97–105.

Rosida, D. F. (2022). *Lamtoro Gung Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya*. (Y. M. Supriyadi, ed.) Indomedia Pustaka, Sidoarjo.

Sharma, S., Upadhayaya, S., and Tiwari, S. (2022). Biology and integrated management of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fab.: A systematic review. *Journal of Agriculture and Applied Biology* 3(1): 28–39. DOI: 10.11594/jaab.03.01.04

Syarifah, R. K. (2020). Pemanfaatan gulma mimosa invisa sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman. *Biofarm Jurnal Ilmiah Pertanian* 16(2): 59–67.

Vetal, D. S., and Pardeshi, A. B. (2019). Insecticidal potential of ethanol and hexane solvent seed extract of *Annona squamosa* against *Spodoptera litura* Fab . *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 8(3): 842–845.

Wahyuni, D. P., and Yuliani. (2023). Efektivitas ekstrak daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*), daun pepaya (*Carica papaya*) dan kombinasinya terhadap aktivitas antimakan dan mortalitas *Spodoptera litura* F. *Lentera Bio* 12(3): 290–298.

Yasin, N., Maharani, T., Hariri, A. M., and Wibowo, L. (2022). Aktivitas insektisida ekstrak biji sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap *Spodoptera frugiperda* JE Smith. *Journal Tabaro Agriculture Science* 6(1): 639–646.

Copyright © Jurnal Agrotropika. Semua hak cipta termasuk pembuatan salinan, kecuali memperoleh izin dari pemiliki hak cipta.