

META ANALISIS: PERKEMBANGAN SEDIAAN INSEKTISIDA BOTANI TERHADAP TOKSISITAS SERANGGA

Risnawati

Universitas Gunadarma, risnawati@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Serangga hama datang dan memakan tanaman untuk keberlangsungan hidup serangga tersebut. Namun petani sangat dirugikan dengan kehadiran serangga tersebut di pertanamannya apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian untuk mengurangi populasi serangga hama yang ada. Salah satu tindakan yang risikonya lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan insektisida kimiawi sintetik yaitu pemanfaatan tanaman yang aktif terhadap serangga hama sebagai cara untuk mengendalikannya. Pengendali tersebut dikenal dengan insektisida botani. Sediaan insektisida botani terus mengalami perkembangan sebagai alternatif pengendalian terhadap serangga hama yang aman serta ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan memetakan perkembangan sediaan insektisida botani berdasarkan tingkat toksisitasnya terhadap serangga hama. Pemetaan perkembangan sediaan insektisida botani ini menggunakan studi literatur. Pemetaan perkembangan sediaan insektisida botani meliputi sediaan sederhana, ekstrak kasar, ekstrak campuran, fraksinasi ekstrak, dan formulasi nanoemulsi ekstrak tanaman tunggal maupun campuran.

Kata kunci: ekstrak, insektisida botani, fraksi, nanoemulsi.

PENDAHULUAN

Kehadiran serangga hama pada tanaman budidaya pertanian merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipungkiri. Serangga hama tanaman merusak tanaman dari awal tanam hingga pasca panen. Para petani mencoba melindungi tanaman budidayanya dengan berbagai cara seperti di antaranya pengendalian dengan cara mekanik, fisik, sistem bercocok tanam (penggunaan tanaman sela, budidaya tanaman secara bergilir), hingga pengendalian dengan menggunakan kimiawi (Indiati dan Marwoto 2017). Namun dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kesadaran masyarakat pengendalian serangga hama menggunakan kimiawi sintetik dapat menyebabkan dampak negatif. Dampak tersebut dapat merugikan bagi pengguna, pengonsumsi dan lingkungan, sedangkan dampak pengendalian terhadap serangga bisa mengakibatkan adanya serangga yang

resisten sehingga selanjutnya dapat menyebabkan ledakan serangga sekunder (Widayanti *et al.* 2017).

Pengendalian menggunakan tanaman berkhasiat sebagai insektisida merupakan pengendalian alternatif yang aman dan ramah lingkungan. Pengendalian serangga dengan menggunakan insektisida botani memiliki keunggulan di antaranya seperti tidak menyebabkan residu yang panjang pada hasil panen (persistensi yang rendah), serangga tidak cepat mengalami resistensi, aman terhadap musuh alami serangga, dapat dibudidayakan sendiri oleh petani (Syahputra 2010, Lina *et al.* 2017; Istiaji *et al.* 2018). Akan tetapi disamping keunggulan yang dimiliki, insektisida botani juga memiliki kekurangan seperti di antaranya mudah terurai di alam, sehingga perlu aplikasi yang berulang-ulang.

Berbagai famili tanaman yang diketahui bersifat toksik terhadap serangga hama di antaranya famili

Annonaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Clusiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, Zingiberaceae (Dadang dan Prijono, 2008; Syahputra 2008; Syahputra 2010; Sharma dan Saxena 2012; Risnawati *et al.* 2013; Knaak *et al.* 2013; Rani *et al.* 2013; Indriati *et al.* 2015; Firmasnyah *et al.* 2018, Lina *et al.* 2018). Jenis tanaman dari Annonaceae di antaranya *Annona squamosa*, *Annona muricata*, *Annona glabra*, sedangkan jenis tanaman dari Meliaceae di antaranya *Azadirachta indica*, *Aglaiia odorata*. Adapun jenis tanaman dari Leguminosae yaitu di antaranya *Tephrosia vogelii*. Sedangkan jenis tanaman dari Piperaceae yang toksik terhadap serangga di antara yaitu *Piper aduncum*, *Piper retrofractum*, dan *Piper cubeba*. Adapun dari famili Clusiaceae yaitu *Calophyllum soulattri* (Syahputra dan Prijono 2008; Lina *et al.* 2015; Indriati *et al.* 2015; Lina *et al.* 2017).

Berbagai bagian tanaman yang diketahui aktif, di antaranya meliputi kulit batang, daun, ranting, bunga, buah dan biji (Syahputra 2010). Kadar atau banyaknya bahan aktif dari berbagai jenis tanaman tersebut berbeda-beda umumnya dipengaruhi oleh jenis iklim dan asal tumbuh tanaman tersebut diperoleh. Lita *et al.* (2013) melaporkan bahwa ekstrak etil asetat buah sirih hutan *Piper aduncum* asal Bangkinang Barat A dan Bangkinang Barat B, Provinsi Riau pada konsentrasi 0.2% masing-masing menyebabkan mortalitas larva berturut-turut sebesar 84.4% dan 64.4% terhadap larva *Crocidolomia pavonana*.

Berbagai jenis tanaman dari berbagai famili tersebut diketahui telah diuji dan aktif pada beberapa jenis serangga di antaranya *Crocidolomia pavonana*, *Plutella xylostella*, *Callosobroca maculatus*, *Spodoptera*

litura, *Helicoverpa armigera*, *Brevicoryne brassicae*, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Paracoccus marginatus*, *Tribolium castaneum*, *Corcyra cephalonica*, *Spodoptera frugiperda*, dan *Helopeltis antonii* (Packiam *et al.* 2012; Knaak *et al.* 2013; Rani *et al.* 2013; Asnan *et al.* 2015; Indriati *et al.* 2015; Lina *et al.* 2015; Indriati *et al.* 2015; Lina *et al.* 2017; Purkait *et al.* 2019). Selain bersifat toksik, insektisida botani juga dapat mempengaruhi aktivitas biologi lainnya pada serangga seperti di antaranya berupa hambatan makan, lama perkembangan serangga, hambatan peneluran, hambatan reproduksi pada serangga betina (Syahputra 2010).

Tanaman berkhasiat insektisida botani dapat dimanfaatkan di antaranya dalam bentuk sediaan sederhana, ekstraksi dengan pelarut air maupun organik, campuran crude ekstrak, isolasi atau fraksinasi ekstrak dan dalam bentuk formulasi nanoemulsi. Berbagai bentuk sediaan insektisida botani tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu studi meta analisis ini bertujuan mempelajari kelebihan dan kekurangan berbagai bentuk sediaan dari insektisida botani berdasarkan tingkat toksisitas terhadap serangga pada studi literatur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan data melalui studi literatur. Literatur disadur dari berbagai sumber yang berupa artikel hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan. Dalam penelitian ini akan dipetakan beberapa hasil penelitian terkait perkembangan penelitian sediaan insektisida botani berdasarkan tingkat toksisitas terhadap serangga hama. Pemetaan hasil penelitian yaitu kelebihan dan kekurangan perkembangan sediaan insektisida botani dalam bentuk sediaan sederhana,

ekstrak tunggal, campuran ekstrak, fraksinasi dan isolasi ekstrak, serta formulasi nanoemulsi ekstrak tanaman yang telah dilakukan oleh para peneliti insektisida botani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi yang telah ditelusuri maka pemetaan perkembangan sediaan insektisida botani berdasarkan tingkat toksisitas terhadap serangga hama yaitu di antaranya sediaan sederhana, fraksinasi dan isolasi ekstrak, pencampuran ekstrak dan formulasi nanoemulsi.

Insektisida botani sediaan sederhana

Insektisida botani dalam bentuk sediaan sederhana dapat dilakukan dengan cara memperoleh bahan aktif yang terkandung pada tanaman aktif terhadap serangga hama melalui ekstraksi dengan air, baik ekstraksi tanaman basah maupun ekstraksi bahan tanaman yang telah dikeringudarkan tanpa terkena langsung sinar matahari (Lina *et al.* 2017; Risnawati *et al.* 2018). Sediaan sederhana dilakukan oleh peneliti untuk membantu petani dalam pemanfaatan tanaman berkhasiat insektisida dengan maksud agar dalam tindakan pengendalian serangga hama tidak memerlukan biaya yang mahal, tidak membutuhkan teknologi canggih dan harga yang mahal serta sulit diperoleh. Karena tersedianya alat teknologi canggih tersebut biasanya hanya terdapat Perguruan Tinggi dan pabrik perusahaan ataupun instansi terkait. Ekstrak tanaman sediaan sederhana dengan menggunakan pelarut air memiliki beberapa keunggulan di antaranya cepat dalam penyajiannya, tidak mengandung resiko bagi pengguna. Namun kekurangannya yaitu sediaan harus digunakan dengan segera setelah dibuat dalam bentuk larutan siap semprot, karena larutan ekstrak air mudah terkontaminasi mikroba, sehingga bahan aktif yang

terkandung di dalamnya mudah mengalami penguraian oleh mikroba yang berakibat pada rendah atau berkurangnya tingkat toksisitas ekstrak tersebut terhadap serangga sasaran. Kemudian jumlah bahan yang digunakan dalam konsentrasi yang tinggi (Tabel 1) sehingga umumnya menyebabkan toksit terhadap tanaman sasaran dan membutuhkan wadah pendingin dalam kapasitas yang cukup besar untuk penyimpanan (Dadang dan Prijono 2008; Lina *et al.* 2017).

Sediaan Insektisida Botani dalam bentuk Ekstrak Kasar

Sediaan insektisida botani dalam bentuk ekstrak tunggal banyak dilakukan penelitian mengenai hal tersebut sebelum dilakukan aplikasi formulasi ekstrak dalam bentuk campuran. Sediaan ekstrak dalam bentuk ekstrak tanaman secara tunggal dilakukan karena memiliki ribuan senyawa aktif sehingga serangga lebih sulit untuk mengadakan pertahanan dengan cara membentuk tubuhnya menjadi resisten terhadap insektisida botani secara tunggal tersebut. Penggunaan sediaan dalam bentuk ekstrak dengan menggunakan pelarut organik memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan sediaan sederhana menggunakan pelarut pengestraknya berupa air. Keunggulan tersebut di antaranya yaitu dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dalam lemari es sebagai bahan baku dan jika sudah saatnya diperlukan maka bahan sudah tersedia. Kemudian konsentrasi yang digunakan umumnya lebih rendah bila dibandingkan dengan sediaan sederhana (Tabel 1). Tidak membutuhkan kapasitas penyimpanan dalam skala yang lebih besar bila dibandingkan dengan sediaan sederhana.

Selain keunggulan sediaan insektisida botani dalam bentuk crude ekstrak ternyata memiliki kelemahan yaitu jika berupa minyak, umumnya

toksit terhadap tanaman sasaran (Syahputra 2010). Konsentrasi yang digunakan lebih tinggi bila dibandingkan sediaan dalam bentuk fraksi aktif dan ekstrak campuran yang sinergistik, terlebih lagi dengan bahan aktif yang tunggal hasil dari proses isolasi senyawa aktif ekstrak tanaman (Tabel 2).

Sediaan Insektisida Botani dalam Bentuk Campuran Ekstrak

Sediaan insektisida botani dalam bentuk campuran ekstrak memiliki beberapa kelebihan yaitu jika aktivitas campuran ekstrak terhadap serangga sasaran bersifat sinergis maka akan meningkatkan tingkat toksisitasnya bila dibandingkan dengan sediaan ekstrak secara tunggal, sehingga dosis maupun konsentrasi yang digunakan biasanya lebih kecil (Tabel 1). Pemanfaatan campuran ekstrak yang sinergistik dapat mengatasi keterbatasan sumber bahan baku, sehingga penggunaannya lebih efisien dan efektif karena fungsinya dapat memperlambat terjadinya resistensi serangga yang pada akhirnya juga dapat mengakibatkan adanya ledakan hama sekunder. Keuntungan lainnya yaitu efektifitas insektisida

botani sediaan campuran ekstrak di lapangan bersifat aman dan efektif. Lina *et al.* (2017) melaporkan bahwa formulasi EC dan WP campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. aduncum* (1:5) aman terhadap parasitoid *Eriborus argentiopilosus* dan tidak menyebabkan efek fitotoksit pada daun brokoli. Persistensi campuran ekstrak tersebut juga lebih rendah dibandingkan dengan insektisida bacillus thuringiensis dan deltametrin.

Selain kelebihan yang dimiliki oleh pemanfaatan sediaan insektisida botani campuran, ternyata juga memiliki kekurangan. Kekurangan sediaan campuran ekstrak jika campuran tersebut bersifat aditif maka tingkat toksisitas campuran ekstrak sama dengan sediaan dalam bentuk ekstrak tunggalnya. Hal tersebut terjadi umumnya dipengaruhi oleh cara kerja bahan aktif memiliki cara kerja yang sama dari masing-masing jenis ekstrak yang dicampurkan. Namun jika campuran ekstrak bersifat antagonis maka tingkat toksisitas ekstrak campuran lebih rendah dibandingkan toksisitas ekstrak secara tunggalnya (Tabel 1).

Tabel 1.
Bentuk sediaan insektisida botani

Author	Jenis tanaman, nisbah konsentrasi	Jenis pelarut	Serangga sasaran	Bentuk sediaan	LC ₅₀
Risnawati <i>et al.</i> 2013	Biji <i>Annona squamosa</i>	metanol	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	0.007%
	Daun <i>T. vogelii</i>	Etil asetat			0.068%
	Daun <i>T. vogelii</i> : biji <i>A. squamosa</i> (1:1)	Metanol, etil asetat		0.015%	
	Daun <i>T. vogelii</i> : biji <i>A. squamosa</i> (9:1)	Etil asetat, metanol		Ekstrak campuran	0.091%
	Daun <i>T. vogelii</i> : biji <i>A. squamosa</i> (1:9)	Etil asetat, metanol			0.008%

Tabel 1 Lanjutan

	<i>T. vogelii</i>	Etil asetat		Ekstrak tunggal	0.05%
	Buah <i>Brucea javanica</i>	E			0.17%
	Buah <i>Piper aduncum</i>				0.24%
Lina et al. 2013	<i>T. vogelii</i> : <i>B. javanica</i> fraksi heksana: <i>P.</i> <i>aduncum</i> (2:1:4)		<i>C. pavonana</i>		0.03%
	<i>T. vogelii</i> : <i>B. javanica</i> : <i>P. aduncum</i> (3:1:2.5)			Ekstrak campuran	0.19%
	<i>T. vogelii</i> : <i>B. javanica</i> : <i>P. aduncum</i> (2:1:4)				0.13%
Lina et al. 2017	<i>P. aduncum</i> <i>Cymbopogon citratus</i> <i>P. aduncum</i> : <i>Cymbopogon citratus</i>	air	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	3.19 6.20
				Ekstrak campuran	2.83
Asnan et al. 2015	<i>T. vogelii</i> <i>P. retrofractum</i>	metan ol	<i>P. marginatus</i>	Ekstrak tunggal	0.02 0.007
	<i>A. squamosa</i>				0.042
	<i>T. vogelii</i> + <i>A.</i> <i>squamosa</i> (1:2)			Ekstrak campuran	0.066
	<i>A. squamosa</i> + <i>T.</i> <i>vogelii</i> (1:2)				0.13
	<i>A. squamosa</i> + <i>P.</i> <i>retrofractum</i> (1:2)				0.05
Indriati et al. 2015	<i>Daun Piper</i> <i>retrofractum</i>	Etil asetat	<i>Helopeltis</i> <i>antonii</i>	Ekstrak tunggal	0.203
Lina et al. 2010	Buah <i>Brucea javanica</i>	Metan ol	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	0.25
		20EC		Formulasi ekstrak	0.39
		20WP		Formulasi ekstrak	0.21
		20EC	<i>P. xylostella</i>	Formulasi ekstrak	0.31
		20WP		Formulasi ekstrak	0.54
Syahpu tra 2008	Buah <i>Brucea javanica</i>	Metan ol	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	0.12
Syahpu tra 2010	Buah <i>Barringtonia</i> <i>asiatica</i>	Etanol	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	0.14

Tabel 1 lanjutan

Syahputra 2010	Buah <i>B. asiatica</i>	air		Sediaan sederhana rebus 1 jam	(50 g/l) 97.1
		air		Sediaan sederhana blender 15 detik rendam 1 jam	(50 g/l) 100
	Biji <i>Azadirachta indica</i>	air		Sediaan sederhana rebus 1 jam	(50 g/l) 100
		air		Sediaan sederhana blender 15 detik rendam 1 jam	(50 g/l) 90.5
Yanuar & Prijono 2013	Buah <i>P. aduncum</i>	Etil asetat	<i>C. pavonana</i>	Ekstrak tunggal	0.138
	Buah lerak	Metanol			1.001
	Buah lerak	air			1.898
	Etil asetat <i>P. aduncum</i> + (methanol lerak (1:10))	Metanol + air		Ekstrak campuran	0.629
	Etil asetat <i>P. aduncum</i> + air lerak (1:10)	Metanol + air		Ekstrak campuran	0.929
Sharma dan Saxena 2012	daun <i>Acacia arabica</i>	Petroleum eter	<i>Henosepilachna vigintioctopunctata</i>	Ekstrak tunggal	0.336
	Buah <i>Acacia arabica</i>				0.367
	Bunga <i>Eucalyptus globulus</i>				0.304
	Biji <i>Nerium indicum</i>				0.261
Pavela 2012	Minyak <i>Pongamia pinnata</i>		<i>Plutella xylostella</i>		0.79
	Pongam oil + thyme oil (Thymus vulgaris)				0.31
	Pongam oil + fennel oil (<i>Foeniculum vulgare</i>)				0.39

Tabel 1 lanjutan

	NeemAzal T/S (NA) (Minyak Azadirachta <i>indica</i>)				0.28
	Zingiber officinale <i>Cymbopogon citratius</i>				0.25 0.19
Knaak <i>et al.</i>	<i>Artemisia absinthium</i> <i>Ruta graveolens</i> <i>Malva sp</i> <i>Mentha sp</i>	Destilasi air (minyak essensial)	<i>Spodoptera frugiperda</i>	tunggal	2.09 0.62 0.67 0.33
	20EC <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu di bawah 4				0.11
	20EC <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu ruangan				0.16
	20EC <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu 40			Formulasi campuran Ekstrak	0.11
Lina <i>et al.</i> 2018	20WP <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu di bawah 4	Etil asetat	<i>C. pavonana</i>		0.49
	20WP <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu ruangan				0.53
	20WP <i>T. vogelii</i> : <i>P. aduncum</i> (1:5) suhu 40				0.47

Sediaan Insektisida Botani dalam Bentuk Fraksi Aktif

Sediaan bahan tanaman ekstrak dalam bentuk fraksi aktif yang dapat menyebabkan tosik terhadap serangga hama tanaman terlihat pada (Tabel 2). Ekstrak tanaman tunggal ketika difraksinasi dengan berbagai jenis pelarut yang berbeda tingkat polaritasnya seperti di antaranya metanol, etanol, aseton, etil asetat, dan heksana maka hasil masing-masing fraksinasi tersebut akan menunjukkan tingkat mortalitas yang berbeda terhadap berbagai jenis serangga hama (Tabel 2). Adanya perbedaan tersebut bergantung pada kelarutan bahan aktif yang ada pada bagian tanaman terhadap

penggunaan berbagai jenis pelarut yang memiliki kepolaran yang berbeda. Adanya perbedaan kelarutan bahan aktif tersebut maka yang mesti dilakukan harus selektif dalam memilih jenis pelarut agar hasil fraksi yang dihasilkan dapat toksik lebih optimal dan menghasilkan efektifitas fraksi di lapangan yang menguntungkan. Berdasarkan tingkat toksisitas bahwa fraksi aktif lebih toksik dibandingkan dengan hasil ekstrak (Tabel 2). Namun campuran fraksi aktif juga bisa memiliki tingkat toksisitas lebih rendah terhadap serangga bila dibandingkan dengan tingkat toksisitas fraksi aktif secara tunggal (Tabel 2). Hal tersebut dapat terjadi karena memiliki cara kerja

bahan aktifnya yang sama, sehingga untuk mendapatkan tingkat toksisitas yang sinergis maka sebaiknya fraksi aktif dicampur dengan fraksi aktif tanaman yang yang cara kerja bahan aktifnya berbeda (Dadang dan Priyono 2008).

Sediaan Insektisida Botani dalam Bentuk Formulasi Nanoemulsi Ekstrak

Formulasi nanoemulsi merupakan sediaan insektisida botani yang memiliki ukuran partikel bahan aktif terlarut dalam formulasi larutan

yang berukuran nano. Bahan aktif tersebut dapat berukuran nano dalam suatu formulasi dengan cara menggunakan pengemulsi yang sesuai jenis dan takarannya sehingga dapat memecahkan gumpalan bahan aktif menjadi partikel yang berukuran nano (Nuryanti *et al.* 2019). Pembuatan formulasi nanoemulsi ekstrak tanaman yang toksik terhadap serangga akhir-akhir ini mulai banyak dikembangkan.

Tabel 2.
Sediaan fraksi aktif insektisida botani

Author	Jenis tanaman	Bahan aktif	Serangga sasaran	LC ₅₀
Rani <i>et al.</i> 2013	<i>Derris scandens</i>	Prenylated isoflavon, senyawa 4	Larva <i>Tribolium castaneum</i>	211.5 µg/g
			<i>Corcyra cephalonica</i>	334.9 µg/g
	<i>Piper retrofractum</i>	Ekstrak etil asetat		0.103
		Fraksi 2 KVC		0.017
		Fraksi 3 KVC		0.065
	<i>Tephrosia vogelii</i>	Fraksi 2-4 KK		0.011
	Fraksi aktif <i>P. retrofractum</i>	Fraksi 2 KVC: Fraksi 3 KVC (2:5)		0.096
Zarkani <i>et al.</i>	Fraksi aktif <i>P. retrofractum</i> : fraksi aktif <i>T. vogelii</i> (8:5)	Fraksi 2 KVC: Fraksi 2-4 KK	<i>C. pavonana</i>	0.025
	Fraksi aktif <i>P. retrofractum</i> : fraksi aktif <i>T. vogelii</i> (4:1)	Fraksi 3 KVC: Fraksi 2-4 KK		0.03
	<i>Piper retrofractum</i>	Fraksi 2 KVC		0.041
	<i>Tephrosia vogelii</i>	Fraksi 2-4 KK		0.006
	<i>Piper retrofractum</i> : <i>Tephrosia vogelii</i>	Fraksi 2 KVC: Fraksi 2-4 KK (5:1)	<i>Plutella xylostella</i>	0.038

Keunggulan sediaan formulasi nanoemulsi ekstrak tanaman dibandingkan dengan sediaan ekstrak kasar yaitu tingkat toksisitas terhadap serangga hama lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan daya masuk bahan aktif yang berukuran nano lebih mudah menembus sel atau jaringan tubuh serangga dan lebih cepat mencapai sasaran di dalam tubuh serangga. Ukuran nano suatu formulasi pestisida juga membuat larutan lebih transparan,

memiliki tingkat kekentalan yang rendah sehingga tidak menutupi dan lebih stabil di dalam formulasi larutan serta tidak cepat merusak nozel pada alat aplikasi penyemprotan. Berdasarkan hal tersebut formulasi nano emulsi ekstrak tanaman lebih efektif karena konsentrasi bahan aktif yang rendah dapat menyebabkan kematian yang tinggi terhadap serangga sasaran (Tabel 3).

Tabel 3.
Sediaan formulasi nanoemulsi ekstrak tanaman

Author	Bentuk sediaan, Jenis tanaman	Jenis dan stadia serangga	Tingkat toksisitas ekstrak LC ₉₅	Tingkat toksisitas LC ₉₅ formulasi nanoemulsi
Nenaah <i>et al.</i> (2015)	Minyak <i>Ageratum conyzoides</i>	<i>A. maculatus</i> , Telur	146.8 µL/L	32.4 µL/L
	Minyak <i>Achillea fragrantissima</i>		207.4 µL/L	60.9 µL/L
	Minyak <i>Tagetes minuta</i>	<i>B. maculatus</i> , imago	326 µL/L	95.2 µL/L
	Minyak <i>Ageratum conyzoides</i> , Minyak <i>Achillea fragrantissima</i>		27.1 µL/L	11.7 µL/L
Abouelkassem <i>et al.</i> (2015)	Minyak <i>Simmondasia chinensis</i>	<i>Sitophilus oryzae</i>	42.4 µL/L	29 µL/L
	Minyak jojoba <i>Simmondasia chinensis</i>		132.8 µL/L	80.4 µL/L
Sogan <i>et al.</i> (2018)	Minyak biji jarak <i>Ricinus communis</i> (ekstrak heksana)	<i>A. culicifacies</i>	LC ₉₀ 10.16 (ml/Kg)	LC ₉₀ 0.66 (ml/Kg)
			LC ₅₀ = 52.31ppm	LC ₅₀ = 3.4 ppm

Tabel 3 lanjutan

Nuryanti <i>et al.</i> (2019)	Ekstrak etanol bunga <i>Tagetes erecta</i>	<i>Imago N. lugens</i>	3.09%	-
	Ekstrak etil asetat buah <i>P. retrofractum</i>		0.71%.	-
	Ekstrak campuran <i>T. erecta</i> dan <i>P. retrofractum</i> (1:1)		0.24%	-
	Nano emulsi ekstrak campuran <i>T. erecta</i> dan <i>P. retrofractum</i> (1:1)		Sinergistik kuat	-
			-	0.15%

KESIMPULAN

Formulasi nanoemulsi merupakan sediaan insektisida botani yang memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan sediaan lainya yang hingga saat ini mulai banyak dikembangkan oleh peneliti. formulasi nanoemulsi ekstrak lebih potensial dibandingkan dengan sediaan formulasi ekstrak kasar karena lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya, apalagi jika aplikasinya dalam bentuk sediaan formulasi nanoemulsi campuran ekstrak yang sinergis terhadap serangga sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouelkassem SH, Abdelrazeik AB, Rakha OM. 2015. Nanoemulsion of jojoba oil, preparation, characterization and insecticidal activity against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 4(1): 72-75.
- Asnan TAW, Sartiami D, Anwar R, Dadang. 2015. Keefektifan ekstrak *Piper retrofractum* Vahl., *Annona squamosa* L. dan *Tephrosia vogelii* Hook. Serta campurannya terhadap imago kutu putih papaya *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 12(2): 80-90.
- Indiati SW, Marwoto. 2017. Penerapan pengendalian hama terpadu (pht) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*. 15(2): 87-100.
- Indriati G, Dadang, Prijono D. 2015. Aktivitas insektisida ekstrak buah cabai jawa (*Piper retrofractum*) terhadap *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae). *Jurnal Littri* 21(1): 33-40.
- Istiaji B, Prijono D, Buchori D. 2018. Keberhasilan hidup parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen dan serangga inangnya *Plutella xylostella* (L.) terhadap aplikasi ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa* L.). *Jurnal Entomologi Indonesia* 15(1): 10-22.
- Knaak N, Wiest SLF, Andreis TF, Fiuza LM. 2013. Toxicity of essential oils to the larvae of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Biopesticides* 6(1): 49-53.
- Lina EC, Arneti, Prijono D, Dadang. 2010. Potensi insektisida melur

- (*Brucea javanica* L. Merr) dalam mengendalikan hama kubis *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) dan *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Jurnal Natur Indonesia* 12(2): 109-116. <https://natur.ejournal.unri.ac.id/index.php/JN/article/view/135/129>
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G, Prijono D. 2013. Synergistic action of mixed extracts of *Brucea javanica* (Simaroubaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae), and *Tephrosia vogelii* (Leguminosae) against cabbage head caterpillar, *Crocidolomia pavonana*. *Journal of Biopesticides* 6(1): 77-83.
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G. 2014. Pengembangan formulasi insektisida nabati berbahan ekstrak *Brucea javanica*, *Piper aduncum* dan *Tephrosia vogelii* untuk pengendalian hama kubis *Crocidolomia pavonana*. [disertasi].
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G. 2015. Gangguan fisiologi dan biokimia *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) akibat perlakuan ekstrak campuran *Tephrosia vogelii* dan *Piper aduncum*. *Jurnal Entomologi Indonesia* 12(2): 100-107.
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G. 2017. Safety and effectiveness of mixed plant extracts formulation against cabbages pests under field conditions. *JBiopest* 10(1): 25-34.
- Lina EC, Widhianingrum I, Putri ME, Evalia NF, Makky M. 2018. Insecticidal activity of *Piper aduncum* fruit and *Tephrosia vogelii* leaf mixed formulation against *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *JBiopest* 11(1): 69-75.
- Lina EC, Supriadi A, Yunisman, Martinus. 2017. Aktivitas insektisida campuran ekstrak air buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan batang *Cymbopogon citratus* (Dc.) Stapf (Poaceae) terhadap larva *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Proteksi Tanaman* 1(1): 34-41.
- Lina EC, Yulianti N, Erniss G, Arneti, Nelly N. 2018. Storage temperature of botanical insecticide mixture formulation and its activity against *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Agrivita Journal of Agricultural Science* 40(3): 498-505.
- Lina EC, Marleni S, Nurbailis, Nelly N. 2019. The safety of mixed extracts of *Piper aduncum* fruit and *Tephrosia vogelii* leaf against parasitoid *Diadegma semiclausum*. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 8(7s): 262-266.
- Nenaah GE, Ibrahim SIA, Al-Assiuty BA. 2015. Chemical composition, insecticidal activity and persistence of three Asteraceae essential oils and their nanoemulsions against *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Stored Products Research* 61: 9-6.
- Nuryanti NSP, Martono E, Ratna ES, Dadang. 2018. Characteristics and toxicity of nanoemulsion formulation of *Piper recto fractum* and *Tagetes erecta* extract mixtures. *J. HPT Tropika* 18(1): 1-11. <http://jhpttropika.fp.unila.ac.id/index.php/jhpttropika/article/view/396/400>. DOI: 10.23960/j.hptt.1181-11.
- Packiam SM, Anbalagan V, Ignacimuthu S, Vendan SE. 2012. Formulation of a novel phytopesticide ponneem and its potentiality to control generalist herbivorous lepidopteran insect pest, *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Helicoverpa armigera* (Hubner)

- (Lepidoptera: Noctuidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*.
- Pavela R. 2012. Efficacy of three newly developed botanical insecticides based on pongan oil against *Plutella xylostella* L. larvae. *JBiopest* 5(1): 62-70.
- Pebrulita YM, Dadang, Prijono D. 2013. Aktivitas insektisida sirih hutan (*Piper aduncum*) asal Riau terhadap ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana*. *Prosiding Lokakarya Nasional dan Seminar Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia*. Bogor, 2-4 September 2013. Departemen Proteksi Tanaman, Faperta, IPB. hlm 605-614.
- Purkait A, Biswas S, Saha S, Hazra DK, Roy K, Biswas PK, Ghosh SK, Kole RK. 2019. Formulation of plant based insecticides, their bio-efficacy evaluation and chemical characterization. *Crop Protection* 1-9.
- Rani PU, Hymavathi A, Babu KS, Rao AS. 2013. Bioactivity evaluation of prenylated isoflavones derived from *Derris scandes* Bent against two stored pest larvae. *Journal of Biopesticides* 6(1): 14-21.
- Risnawati, Dadang, Prijono D. 2013. Aktivitas biologi campuran ekstrak *Tephrosia vogelii* dan *Annona squamosa* terhadap *Crocidolomia pavonana*. *Prosiding Lokakarya Nasional dan Seminar Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia*. Bogor, 2-4 September 2013. Departemen Proteksi Tanaman, Faperta, IPB. hlm 587-597.
- Sogan N, Kapoor N, Kala S, Patanjali PK, Nagpal BN, Vikram K, Valecha N. 2018. Larvicidal activity of castor oil nanoemulsion against malaria vector *Anopheles culicifacies*. *International Journal of Mosquitos Research* 5(3): 1-6.
- Syahputra E, Prijono D. 2008. Pembuatan formulasi ekstrak kulit batang *Calophyllum soulattri* dan aktivitas residu terhadap larva *Crocidolomia pavonana*. *J. Entomol. Indon* 5(2): 61-70.
- Syahputra 2010. Sediaan insektisida ekstrak biji *Mimusops elengi*: pengaruh terhadap perkembangan dan keperidian *Crocidolomia pavonana* serta pengaruh terhadap lingkungan dan tanaman. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik* 12(1): 25-30.
- Shrama AK, Saxena R. 2012. Bioactivity of some indigenous plants for the control of hadda beetle, *Henosepilachna vigintioctopunctata* infesting brinjal. *Jbiopest* 5(2): 100-106.
- Syahroni YY, Prijono D. 2013. Aktivitas insektisida ekstrak buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) serta campurannya terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 10(1): 39-50.
- Widayanti S, Dadang, Harahap IS. 2017. Status resistensi terhadap fosfin pada *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dari gudang penyimpanan biji kakao di Makassar Sulawesi Selatan. *Jurnal Entomologi Indonesia* 14(1): 10-19.