

Bioactivity Formulation of Leaf Extract of *Kalanchoe pinnata* And Seed of *Azadirachta indica* Against *Spodoptera litura*

Hedi Paramita¹, Lindung Tri Puspasari², Yusup Hidayat², Rika Meliansyah², Danar Dono^{2*},
Rani Maharani³, Unang Supratman³

¹Graduate of Department of Plant Pests and Diseases, Agriculture Faculty, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

²Department of Plant Pests and Diseases, Agriculture Faculty, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

³Departement of Chemistry, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: danar.dono@unpad.ac.id

ABSTRACT

The awareness of importance of pest control technology environmentally friendly encourage to explore bioactive compound especially from plant. Some of plant bioactive compound had formulated to increase the effectiveness and easy of the use. The aim of this research is to know the most effective concentration of liquid formulation of *Kalanchoe pinnata* leaf extract 50 EC and *Azadirachta indica* seed extract 50 EC against *S. litura*. The experiment was conducted at the Laboratory of Pesticides and Enviromental Toxicology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. The concentration tested for each formulation were 1%, 2%, 3 %, 4%, and control. The experiment arranged in completely randomized design (CRD) and replicated three times. The results showed that the formulation of *A. indica* seed extract 50 EC at concentration of 2%, 3%, and 4% effective against *S. Litura* larvae with mortality of 76.7%, 86.7, and 93.3%. This formulation also causing a decrease in feeding activity, weight, and lenghten the development time of *S. litura* larvae. Unlike the case with liquid formulations of *K. pinnata* 50 EC extract which was less toxic and did not significant differences in food consumption, weight and development time of larvae compared control treatment.

Keywords: Toxicity, mortality, growth dearragement, botanical insecticide.

ABSTRAK

Bioaktivitas Formula Ekstrak Daun *Kalanchoe pinnata* dan Biji *Azadirachta indica* Terhadap *Spodoptera litura*

Kesadaran akan pentingnya teknologi pengendalian hama yang ramah lingkungan mendorong pencarian senyawa bioaktif alami khususnya yang berasal dari tumbuhan dan untuk meningkatkan keefektifan dan kemudahan penggunaannya senyawa bioaktif tumbuhan tersebut telah diformulasikan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang efektif dari formulasi cair ekstrak daun cocor bebek (*K. pinnata*) dan biji mimba (*A. indica*) terhadap *S. litura*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran yang dimulai dari bulan April sampai dengan Juni 2015. Perlakuan yang diuji yaitu formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% serta kontrol, masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi efektif perlakuan formula ekstrak biji *A. indica* 50 EC yaitu konsentrasi 2% dengan mortalitas sebesar 76,67%. Perlakuan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC juga mengakibatkan penurunan aktivitas makan, bobot larva, dan memperpanjang lama perkembangan *S. litura*. Berbeda halnya dengan formulasi cair ekstrak *K. pinnata* 50 EC yang kurang toksik dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada konsumsi pakan, bobot dan lama perkembangan larva dibanding kontrol.

Kata Kunci : Toksisitas, mortalitas, gangguan perkembangan, insektisida botani.

PENDAHULUAN

Hingga saat ini umumnya pengendalian hama masih mengandalkan penggunaan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik dinilai memiliki keefektifan yang tinggi. Akan tetapi penggunaan secara intensif akan berdampak buruk terhadap lingkungan, organisme non-target dan kesehatan. Residu bahan aktifnya juga sulit terurai (Metcalf dan Luckmann, 1982). Penggunaan pestisida sintetik secara terus menerus dapat menimbulkan resistensi dan resurgensi hama. Efek dari pestisida sintetik yang berbahaya terhadap lingkungan tersebut mendorong para peneliti untuk menemukan senyawa insektisida nabati baru yang lebih ramah lingkungan. Tuntutan terhadap keselamatan lingkungan membuat pestisida

nabati lebih banyak digunakan dengan alasan kegunaan lebih selektif serta relatif tidak membahayakan bagi organisme non-target.

Tanaman *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan sebagai pestisida nabati karena mengandung zat toksik anti serangga. Senyawa aktif *azadirachtin* pada tanaman mimba dapat menghambat pertumbuhan serangga, mengganggu aktifitas makan, mengurangi produksi dan penetasan telur, meningkatkan mortalitas, mengaktifkan infertilitas imago mengurangi fekunditas dan sebagai repellen hama (penolak) (Gruber dan Karganilla, 1989).

Salah satu sumber bahan alami lainnya yang memiliki senyawa insektisida adalah tanaman dari genus *Kalanchoe*. Tanaman ini sebelumnya sudah banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai obat infeksi, rematik, batuk, demam dan radang (Hutapea, 1994). *Kalanchoe* kaya akan kandungan alkaloid, triterpena, glikosida, flavonoid, steroid dan lipida, sedangkan pada daunnya terkandung senyawa kimia yang disebut bufadienolida (Pattewar, 2012). Menurut penelitian Supratman *et al.* (2000) pada ekstrak methanol *Kalanchoe pinnata* terdapat dua senyawa insektisida yaitu *Bryrophyllin A* dan *Bryrophyllin C* yang termasuk kedalam golongan bufadienolida. Senyawa *Bryrophyllin A* dan *Bryrophyllin C* menunjukkan aktivitas insektisida yang kuat pada instar tiga larva ulat sutera (*Bombyx mori*) dengan LD₅₀ masing-masing 3 dan 5 µg/g diet. Menurut penelitian Mayanti dkk. (2011), ekstrak cocor bebek dari spesies *Kalanchoe daigremontiana* yang memiliki genus yang sama dengan *K. pinnata* juga memiliki sifat insektisidal akibat terdapatnya senyawa daigremontianin. Senyawa tersebut menunjukkan aktivitas insektisida yang kuat terhadap instar ke tiga *B. mori* dengan LD₅₀ 0,9 µg/g diet.

Penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh kedua formulasi cair pestisida nabati tersebut (*A. indica* dan *K. Pinnata*) terhadap *Spodoptera litura*.

BAHAN DAN METODE

Perbanyakan dan Pemeliharaan Serangga Uji

Larva *S. litura* yang digunakan berasal dari lahan sayuran kubis di Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA) Lembang, Kabupaten Bandung. Larva serangga uji yang diujikan merupakan serangga generasi kedua yang didapatkan dari dari lapangan, kemudian diperbanyak di ruang perbanyakan serangga, Departemen Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Larva diperbanyak pada wadah berbentuk tabung (diameter 21,5 cm dan tinggi 22 cm) dengan penutup terbuat dari kain kasa untuk sirkulasi udara. Larva diberi pakan daun talas berbatang hijau (*Xanthosoma sagittifolium* H.W. Schott & Endl.). Ketika larva sudah menunjukkan fase pra-pupa, dipindahkan kedalam wadah lain yang pada bagian bawah wadah biakan diberi tanah untuk perkembangan pupa lalu ditempatkan dalam kurungan berukuran 40 x 40 x 40 cm. Setelah pupa berkembang menjadi imago, untuk peletakan telur dalam kurungan tersebut ditempatkan daun talas yang pangkal tangkai daunnya dicelupkan ke dalam wadah berisi air agar daun tetap segar. Imago *S. litura* diberi pakan madu yang diserapkan pada kapas dan digantung pada bagian atas kurungan. Telur *S. litura* yang diletakkan pada daun talas tersebut diambil setiap hari kemudian ditempatkan dalam wadah plastik berukuran 10 x 8 x 5 cm. Larva instar 1 berumur 1 hari yang menetas dari telur generasi ke-2 digunakan untuk pengujian.

Pelaksanaan Pengujian

Perlakuan yang diuji yaitu formulasi cair ekstrak *K. pinnata* 50 EC dan formulasi cair ekstrak *A. indica* yang diperoleh dari Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan dan merupakan hasil riset pengembangan formula insektisida dengan peneliti Prof. Unang Supratman dan Dr. Danar Dono. Masing-masing formula diuji pada konsentrasi 1 %, 2 %, 3 % dan 4 %.

Setiap konsentrasi dibuat dengan pengencer akuades. Sebagai contoh konsentrasi 1 % dibuat dengan mengambil 0,25 ml formula *K. pinnata* 50 EC atau *A. indica* 50 EC menggunakan pipet lalu dimasukkan ke dalam labu takar 25 ml. Ke dalam labu tersebut kemudian ditambahkan akuades sedikit demi sedikit sambil digoyangkan hingga volume akhir mencapai 25 ml. Labu takar ditutup lalu larutan dikocok hingga homogen. Perlakuan konsentrasi lainnya dibuat dengan cara serupa. Pakan larva perlakuan berupa daun talas yang dipotong dengan ukuran 4 x 4 cm. Daun tersebut kemudian dicelupkan ke dalam larutan formula insektisida dengan konsentrasi tertentu dalam *beaker glass*. Pencelupan menggunakan pinset steril dan dilakukan secara berurutan mulai dari perlakuan kontrol hingga konsentrasi tertinggi. Pakan yang telah dicelupkan kemudian dikeringanginkan dengan meletakkan daun pakan diatas kertas serap hingga benar-benar kering dari larutan formula insektisida. Kemudian daun pakan tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri berdiameter 9 cm yang telah diberi alas kertas serap. Ke dalam setiap cawan petri dimasukkan 10 ekor larva *S. litura* instar I menggunakan kuas halus nomor 3. Pemberian daun pakan berperlakuan dilakukan selama 48 jam. Pada hari selanjutnya daun pakan berperlakuan diganti dengan daun pakan tidak berperlakuan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan waktu yang sama hingga larva yang bertahan hidup mencapai instar ke-4. Pergantian pakan dilakukan setiap 2 hari sekali.

Peubah yang diamati ialah mortalitas larva instar I hingga instar IV, waktu perkembangan larva, bobot pakan dikonsumsi larva, bobot larva instar IV serta keberhasilan perkembangan larva hingga mencapai fase imago. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Steel & Torrie, 1993).

Pengamatan mortalitas dan waktu perkembangan larva dilakukan setiap hari setelah perlakuan. Pengamatan waktu perkembangan larva dimulai dari 1 Hari Setelah Perlakuan (HSP) yaitu pada saat larva pada instar I hingga larva instar IV, pupa dan hingga menjadi imago.

Pengamatan konsumsi pakan dilakukan pada saat 48 jam setelah pemberian daun perlakuan. Daun ditimbang sebelum diberikan kepada larva dan ditimbang kembali setelah dua hari setelahnya. Daun setelah perlakuan yang telah ditimbang kemudian di

keringkan dengan oven pada suhu 95°C selama 24 jam untuk mendapat bobot kering.

Pengamatan bobot larva dilakukan pada larva instar IV yang bertahan hidup. Larva instar IV dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 95°C selama 24 jam untuk mendapat bobot keringnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Formulasi Cair Ekstrak Daun *K. pinnata* 50 EC dan Biji *A. indica* 50 EC terhadap Mortalitas Larva *S. litura*

Perlakuan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi dibanding dengan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC (Tabel 1). Perlakuan dengan tingkat kematian tertinggi berada pada perlakuan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC pada konsentrasi tertinggi yaitu 4% dengan persentase kematian sebesar 93,33%, sedangkan kematian terendah yaitu berada pada formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC pada konsentrasi terendah yaitu 1% dengan persentase kematian yang terjadi sebesar 16,67%.

Perkembangan tingkat mortalitas pada perlakuan *A. indica* lebih tinggi dibandingkan perlakuan *K. pinnata* yang terjadi pada hari ke-2 hingga hari ke-6 setelah perlakuan (HSP), sedangkan untuk perlakuan *K. pinnata* perkembangan tingkat mortalitas lebih datar serta mulai teramati pada 2 sampai 8 HSP (Gambar 1 dan 2). Hal ini mengindikasikan bahwa formula ekstrak *A. indica* 50 EC memiliki sifat yang lebih toksik dibanding formula ekstrak *K. Pinnata* 50 EC. Kematian yang tinggi pada perlakuan *A. indica* salah satunya disebabkan karena senyawa *azadirachtin* pada biji mimba yang dapat menyebabkan gangguan pelepasan neurohormon dari *corpora cardiaca* yang selanjutnya menyebabkan terjadinya gangguan terhadap pengaturan hormon perkembangan (*ecdysone hormone* dan *juvenile hormone*) (Rembold 1988). Namun, penelitian yang dilakukan oleh Supratman *et al* (2000) menunjukkan bahwa ekstrak yang terkandung dalam *K. pinnata* yaitu senyawa

byrophyllin A dan *byrophyllin C* menunjukkan sifat insektisida terhadap larva ulat sutera (*Bombyx morii*) dengan LD₅₀ 3 dan 5 µg/g diet dengan cara perlakuan secara oral. Penelitian yang telah dilakukan oleh Melanie dkk, (2004) ekstrak cocor bebek (*K. daigremontiana*) memiliki efek antifeedant, tidak bersifat toksik terhadap larva instar IV awal *Epilachna vigintioctopunctata*. Selain itu, juga menurunkan kemampuan lolos hidup *E. vigintioctopunctata* yang merupakan bangsa Coleoptera (Melanie dkk, 2006).

Pengaruh Formulasi Cair Ekstrak *K. pinnata* 50 EC dan *A. indica* 50 EC terhadap Aktivitas Makan Larva *S. litura*

Rata-rata bobot pakan yang dikonsumsi pada kedua ekstrak yang diujikan menunjukkan hasil yang berbeda nyata, akan tetapi perlakuan konsentrasi pada ekstrak yang sama tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 2). Rata-rata bobot pakan perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada kedua perlakuan formula, terdapat kecenderungan menunjukkan penurunan aktivitas makan larva *S. litura* seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Penurunan aktivitas makan larva *S. litura* pada perlakuan *A. indica*, disebabkan karena senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung pada mimba yaitu *azadirachtin*, *Salanin*, dan *Meliantriol* memiliki aktivitas penghambat makan larva. Efek primer dari *Azadirachtin* terhadap serangga berupa *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan penolak makan spesifik terhadap reseptor kimia pada bagian alat mulut yang bekerja bersama-sama dengan reseptor kimia lainnya yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan (Mordue *et al.* 1998). *Salanin* yang mempunyai daya kerja sebagai penghambat makan serangga (*antifeedant*), dan *Meliantriol* memiliki daya kerja sebagai penolak serangga (*repellent*) (Sudarmadji 1993; Wowiling, 2010).

Tabel 1. Mortalitas larva *S. litura* instar I hingga IV pada 13 HSP perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC dan *A. indica* 50 EC pada berbagai taraf konsentrasi

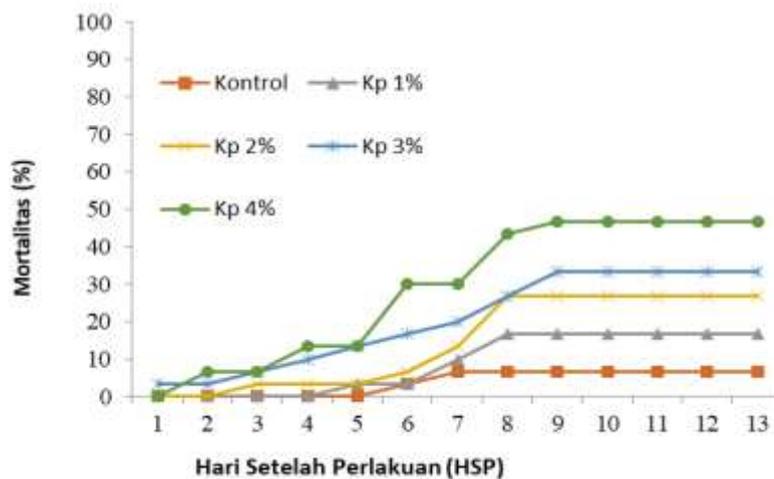
Perlakuan		Mortalitas (%) ($\bar{x} \pm SB$)
Kp 50 EC	Kontrol	6,67 ± 4,71 a
	Kp 1%	16,67 ± 4,71 ab
	Kp 2%	26,67 ± 17,00 bc
	Kp 3%	33,33 ± 4,71 bc
	Kp 4%	46,67 ± 12,47 cd
Ai 50 EC	Ai 1%	56,67 ± 9,43 de
	Ai 2%	76,67 ± 17,00 ef
	Ai 3%	86,67 ± 4,71 f
	Ai 4%	93,33 ± 4,71 f

Keterangan : Angka rata-rata pada tiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%. SB = nilai simpangan baku, \bar{x} = rata-rata dari ulangan, Kp = perlakuan *K. pinnata* , Ai = perlakuan *A. indica*.

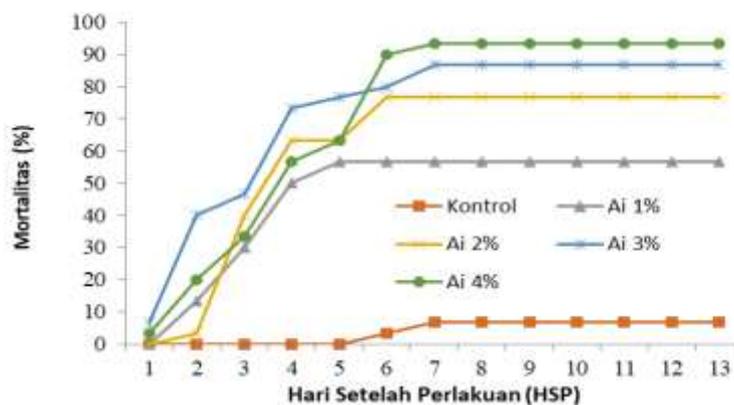
Tabel 2. Rata-rata pakan yang dikonsumsi larva *S. litura*

Perlakuan	Konsumsi pakan $\bar{x} \pm SB$ (g)	
Kp 50 EC	Kontrol	0,037 \pm 0,01 b
	Kp 1%	0,040 \pm 0,00 b
	Kp 2%	0,038 \pm 0,00 b
	Kp 3%	0,034 \pm 0,00 b
Ai 50 EC	Kp 4%	0,035 \pm 0,00 b
	Ai 1%	0,022 \pm 0,00 a
	Ai 2%	0,024 \pm 0,00 a
	Ai 3%	0,021 \pm 0,01 a
Ai 4%	0,018 \pm 0,01 a	

Keterangan : Angka rata-rata pada tiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%. SB = nilai simpangan baku, \bar{x} = rata-rata dari ulangan Kp = perlakuan *K. pinnata* , Ai = perlakuan *A. indica*.



Gambar 1. Mortalitas kumulatif larva *S. litura* pada perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan kontrol.



Gambar 2. Mortalitas kumulatif larva *S. litura* pada perlakuan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan kontrol

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Melanie dkk (2004) menunjukkan bahwa ekstrak daun cocor bebek (*K. daigremontiana*) bersifat antifeedant terhadap larva instar IV kumbang koksi (*Epilachna vigintioctopunctata* Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) dan tidak bersifat toksik, yaitu tidak menunjukkan gejala keracunan atau paralisis selama

1x24 jam pengamatan, hanya menghambat aktivitas makan pada larva kumbang koksi. Oleh karena itu, pada perlakuan formula ekstrak *K. pinnata* 50 EC perkembangan kematian lebih datar dibandingkan perkembangan kematian pada perlakuan formula ekstrak *A. indica* 50 EC.

Berbeda halnya saat senyawa insektisida tersebut diuji toksisitasnya terhadap larva *B. mori* (Lepidoptera) yang mengakibatkan kematian larva uji setelah 24 jam (Supratman, *et al.* 2000). Hasil pengujian yang beragam tersebut menunjukkan bahwa aktivitas suatu senyawa insektisida juga ditentukan oleh spesies serangga ujinya.

Pengaruh Formulasi Cair Ekstrak *K. pinnata* 50 EC dan *A. indica* 50 EC terhadap Bobot Larva *S. litura* instar IV

Bobot larva *S. litura* instar IV pada perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC tidak berbeda nyata dengan bobot larva dengan kontrol, sedangkan pada perlakuan formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC menunjukkan bobot larva yang berbeda nyata dengan bobot larva pada perlakuan kontrol (Tabel 3). Data bobot larva tersebut menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan semakin tinggi konsentrasi pada kedua jenis perlakuan formula tersebut maka bobot larva uji yang bertahan hidup hingga instar IV semakin rendah. Perlakuan kedua jenis formula tersebut mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan serangga uji.

Pengaruh Formulasi Cair Ekstrak *K. pinnata* 50 EC dan *A. indica* 50 EC terhadap Perkembangan Larva *S. litura* instar I sampai menjadi pupa dan imago

Formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC dan ekstrak biji *A. indica* 50 EC mengakibatkan terjadinya penghambatan waktu perkembangan larva mulai dari instar I menjadi larva instar II, III dan IV (Tabel 4). Penghambatan waktu perkembangan pada kedua perlakuan formulasi cair cenderung meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi pada setiap tahap perkembangan. Perlakuan yang menunjukkan penambahan waktu perkembangan terpanjang ditunjukkan pada perlakuan ekstrak *A. indica* pada konsentrasi tertinggi yaitu 4% dengan penambahan perkembangan yaitu 1,2 hari dari instar I ke II, 5,46 bentuk pupa yang abnormal atau mati, dan pupa yang tidak berhasil menjadi imago. Perlakuan formulasi *K. pinnata* 50 EC juga mengakibatkan gangguan perkembangan larva menjadi pupa dan imago walaupun pengaruhnya tidak sebesar formula ekstrak *A. indica* 50 EC. Hal tersebut disebabkan perbedaan kandungan jenis senyawa yang terkandung dalam kedua tumbuhan tersebut. Darmawan *et al* (2013) melaporkan dalam ekstrak metanol *K. pinnata* terdapat senyawa 3',4'-*Dimethoxy Quercetin* yang merupakan kelompok senyawa flavonoid Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ghaly *et al* (2014) ekstrak metanol *K. beharensis* dan *K.*

hari dari instar I ke III, dan 4,29 hari dari instar I ke IV, sedangkan pada perlakuan ekstrak *K. pinnata* waktu perkembangan larva terpanjang ditunjukkan pada konsentrasi 4% dengan penambahan lama perkembangan yaitu sebesar 0,7 hari dari instar I ke II, 2,15 hari dari instar I ke III dan 0,91 hari dari instar I ke IV. Tampak bahwa ekstrak biji *A. Indica* lebih berpotensi untuk menghambat perkembangan serangga uji dibandingkan ekstrak *K. pinnata*.

Perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. pinnata* 50 EC dan ekstrak biji *A. indica* 50 EC juga mengganggu proses metamorfosa serangga uji *S. litura*. Hal ini ditunjukkan dari persentase keberhasilan larva berkembang menjadi pupa kemudian menjadi imago yang cenderung menurun terutama pada perlakuan formula ekstrak biji *A. indica* 50 EC (Tabel 5.)

Hambatan perkembangan serangga terutama disebabkan gangguan hormonal yang berperan dalam perkembangan diantaranya hormon juvenil, ecdison, dan hormon protorasikotrophik (PPTH) (Chapman, 1998). Selain itu, hambatan perkembangan larva *S. litura* yang memakan pakan berperlakuan disebabkan karena adanya alokasi energi untuk detoksifikasi senyawa toksik. Dalam kondisi makanan tanpa adanya senyawa toksik, energi dari makanan akan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Akan tetapi dengan adanya senyawa toksik pada makanannya maka sebagian dari energi makanan yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan dialokasikan untuk detoksifikasi senyawa racun (Parkinson & Ogilvie 2008) sehingga perkembangan larva akan menjadi lebih lama dibanding dengan perkembangan larva tanpa perlakuan ekstrak.

Senyawa *azadirachtin* yang terkandung dalam ekstrak *A. indica* dilaporkan memiliki aktivitas utama mengganggu kerja hormon serangga sehingga mengakibatkan gagalnya proses metamorfosis serangga (Banerjee & Rembold, 1992), sehingga menyebabkan larva yang gagal membentuk pupa, *longiflora* mengakibatkan penghambatan larva menjadi pupa masing-masing 66,6% dan 86,6%, sedangkan persentase penghambatan pupa menjadi imago masing-masing 86,6% dan 93,3%. Lebih lanjut dikemukakan bahwa hasil pemurnian senyawa yang terkandung dalam tumbuhan tersebut merupakan golongan flavonoid yaitu *quercetin* dari *K. beharensis* dan dua senyawa *kampferol* dari *K. longiflora* yang mengakibatkan penghambatan perkembangan larva menjadi pupa masing-masing 63,33%, 50 %, dan 73,33%, dan penghambatan pupa menjadi imago masing-masing sebesar 70%, 60%, dan 76,6 %.

Tabel 3. Bobot larva *S. Litura* instar IV pada perlakuan formulasi cair ekstrak daun *K. Pinnata* 50 EC dan ekstrak biji *A. Indica* 50 EC

Perlakuan		Bobot larva (g) ($\bar{x} \pm SB$)	N
Kp 50 EC	Kontrol	0,252 ± 0,03 d	28
	Kp 1%	0,251 ± 0,02 d	25
	Kp 2%	0,217 ± 0,02 cd	21
	Kp 3%	0,220 ± 0,01 cd	20
	Kp 4%	0,215 ± 0,04 cd	16
Ai 50 EC	Ai 1%	0,156 ± 0,02 bc	13
	Ai 2%	0,093 ± 0,07 ab	7
	Ai 3%	0,121 ± 0,00 ab	4
	Ai 4%	0,064 ± 0,05 a	2

Keterangan : Angka rata-rata pada tiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%

SB = nilai simpangan baku, \bar{x} = rata-rata dari ulangan, Kp = perlakuan *K. pinnata* , Ai = perlakuan *A. indica*, N = jumlah larva.

Tabel 4. Lama perkembangan larva *S. Litura* instar I hingga instar IV setelah diberi perlakuan formulasi cair ekstrak *K. Pinnata* 50 EC dan *A. indica* 50 EC

Perlakuan	Lama perkembangan (hari) ($x \pm SB$) (N)		
	Instar I - II	Instar I - III	Instar I - IV
A Kontrol	3,80 ± 0,40 (30)	6,54 ± 0,78 (28)	9,71 ± 1,41 (28)
B Kp 1%	4,31 ± 0,51 (28)	7,24 ± 1,29 (25)	10,08 ± 0,83 (25)
C Kp 2%	3,89 ± 0,50 (28)	7,81 ± 1,10 (21)	10,26 ± 0,88 (21)
D Kp 3%	4,50 ± 1,12 (26)	7,85 ± 2,57 (20)	10,60 ± 0,92 (20)
E Kp 4%	4,50 ± 0,84 (22)	8,69 ± 1,21 (16)	10,62 ± 1,17 (16)
F Ai 1%	4,69 ± 0,46 (13)	7,46 ± 2,00 (13)	12,08 ± 0,82 (13)
G Ai 2%	4,43 ± 0,49 (7)	8,71 ± 1,83 (7)	12,14 ± 0,63 (7)
H Ai 3%	4,83 ± 0,37 (6)	11,25 ± 0,43 (4)	12,75 ± 0,43 (4)
I Ai 4%	5,00 ± 1,00 (6)	12,00 ± 0,00 (2)	14,00 ± 0,00 (2)

Keterangan : SB: simpangan baku; x: rata-rata; KP: *K. pinnata*; Ai: *A. indica*; N: jumlah larva.

Tabel 5. Keberhasilan larva *S. Litura* berkembang menjadi pupa dan imago setelah diberi perlakuan formulasi cari ekstrak *K. Pinnata* 50 EC dan ekstrak *A. indica* 50 EC.

Perlakuan	N Larva (ekor)	Larva menjadi Pupa (%) ($x \pm SB$)	N Pupa (ekor)	Pupa menjadi Imago
				(%) ($x \pm SB$)
A Kontrol	28	92,26 ± 0,05 c	26	76,85 ± 0,01 b
B Kp 1%	25	76,39 ± 0,09 bc	19	57,94 ± 0,07 b
C Kp 50 EC Kp 2%	21	74,17 ± 0,11 bc	16	74,60 ± 0,18 b
D Kp 3%	20	60,32 ± 0,12 abc	12	49,44 ± 0,18 b
E Kp 4%	16	64,05 ± 0,08 abc	10	61,11 ± 0,28 b
F Ai 50 EC Ai 1%	13	62,22 ± 0,03 abc	8	72,22 ± 0,21 b
G Ai 2%	7	36,11 ± 0,31 ab	4	55,56 ± 0,42 b
H Ai 3%	4	16,67 ± 0,24 a	1	0,00 ± 0,00 a
I Ai 4%	2	33,33 ± 0,47 ab	1	0,00 ± 0,00 a

Keterangan : Angka rata-rata pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

SB : simpangan baku, x : rata-rata, Kp: *K. Pinnata*, Ai : *A. Indica*, N : jumlah serangga

KESIMPULAN

Formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC lebih toksik dibandingkan dengan formulasi cair ekstrak *K. pinnata* 50 EC terhadap larva larva *S. litura*. Selain itu, formulasi cair ekstrak biji *A. indica* 50 EC mengakibatkan penurunan bobot larva dan konsumsi pakan, memperpanjang waktu perkembangan larva, dan menurunkan tingkat

keberhasilan larva berkembang menjadi pupa dan imago.

DAFTAR PUSTAKA

Banerjee S, and Rembold H, 1992. Azadirachtin a interferes with control of serotonin pools in the Neuroendocrine System of Locusts [J]. *Naturwissenschaften*, 79: 81-84.

- Chapman RF. 1998. The Insect, Structure and Function, 4th ed. Massachusetts: Cambridge University Press.
- Darmawan A., Megawati., Fajriah S. 2013. 3',4'-Dimethoxy Quercetin, a Flavonol Compound Isolated from *Kalanchoe pinnata*. Journal of Applied Pharmaceutical Science 3(1): 88-90
- Hutapea, J.P. 1994. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia*. Badan ' Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan. Jakarta. Indonesia. 3: Hal 117-118.
- Ghaly, N. S., Mina, S.A., Aziz, N.F.A, and Sammour E.A. 2014. Insecticidal activity of the main flavonoids from the leaves of *Kalanchoe beharensis* and *Kalanchoe longiflora*. Journal of Natural Products, 7: 196-202.
- Gruber, L.C. and Karganilla, G.S. 1989. Neem Production and use. Philippine-German Biological Plant Protection Project Bureau of Plant Industry Department of Agriculture 692 San Andress Street Malate. Philippines.
- Kalshoven L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. van der Laan PA (Rev. & trans.) Rotschild GHL (Asssist.) PT Ichtiar Baru – van Hoeve, Jakarta.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Mayanti, T., Huspa, D. H. P., Nurlelasari, Safari, A., dan Supratman, U. 2011. Senyawa Bufadienolida yang bersifat Insektisida, Daigremontianin dari daun Cocor Bebek (*Kalanchoe daigremontiana*). Valensi 2(2): 379-383.
- Melanie., Hermawan W., dan Supratman, U. 2004. Bioaktivitas Ekstrak Daun Sosor Bebek (*Kalanchoe daigremontiana* Hammet & Perrier) Terhadap Larva Kumbang Koksi (*Epilachna vigintioctopunctata* Fabricius). Jurnal Biotika 3(2): 49-55.
- Melanie., Kasmara H., dan Ambarwaty, S.C. 2006. Pengaruh Ekstrak Daun Cocor Bebek (*Kalanchoe daigremontiana* Hammet & Perrier) Terhadap Perkembangan Dan Lolos Hidup Kumbang Koksi Herbivora (*Epilachna vigintioctopunctata* Fabricius). Jurnal Biotika 5 (1): 17-24.
- Metcalf, R. L. and Luckman, W. H. 1982. Inroduction to Pest Management. Wiley Intersci Publish Moustiuer John of Metz Wiley and Sons, New York.
- Mordue (Luntz), A.J., Simmonds, M.S.J., Ley, S.V., Blaney, W.M., Mordue, W., Nasiruddin, M., and Nisbet, A.J.. 1998. Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. Pestic. Sci. 54: 277-284.
- Rembold, H. 1988. Isomeric Azadirachtin and Their Modes of Action. In M. Jacobson (ed). Focus on Phytochemical Pesticides. Vol. I : The Neem Tree. CRC, Boca Raton, Florida. pp. 47-67.
- Steel R.G.D., Torrie J.H.. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik: Suatu pendekatan biometrik, penerjemah; Sumantri B, editor. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sudarmadji, D. 1993. Prospek dan Kendala dalam Pemanfaatan Mimba sebagai Insektisida Nabati. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. Hal. 223-224.
- Supratman, U., Fujita, T., Akiyama, K., and Hayashi, H. 2000. New Insecticidal Bufadienolide, Bryophyllin C, from *Kalanchoe pinnata*. Biosci. Biotechnol. Biochem., 64 (6), 1310-1312.
- Parkinson A, Ogilvie BW, 2008. Biotransformation of xenobiotics. Di dalam : Klaassen CD, editor. Casarett and Doulls" Toxicology. The Basic science of Poisons. New York. Mc Graw Hill. 161-304 pp
- Wowiling, J. 2010. Pestisida Nabati Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) Dalam Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan OPT. Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian, mendukung Program Pembangunan Pertanian Propinsi Sulawesi Utara.

