

**FORMULA INSEKTISIDA NABATI UNTUK MENGENDALIKAN HAMA PENGGULUNG
DAUN (*Pachyzancla stultalis*) PADA TANAMAN NILAM**
*Formula of botanical insecticide to control of leaf roller (*Pachyzancla stultalis*) on patchouli plant*

Herwita Idris

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
balittro@litbang.deptan.go.id

(diterima 27 Desember 2013, direvisi 12 Maret 2014, disetujui 24 April 2014)

ABSTRAK

Hama penggulung daun (*Pachyzancla stultalis*) merupakan salah satu hama penting pada tanaman nilam, dapat merusak dan menurunkan mutu minyak, sehingga perlu dicari solusi yang lebih aman untuk mengendalikan hama tersebut. Penggunaan insektisida botani adalah salah satu cara untuk mengendalikan hama pada tanaman. Sehubungan dengan itu telah dilakukan penelitian insektisida nabati yang mengandung bahan aktif cynamaldehid, citronellal, oleandrin, thevetin dan alamandin terhadap hama penggulung daun nilam *P. stultalis*. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan di lapang. Penelitian rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap (tujuh perlakuan dan empat ulangan), sedangkan pengujian skala lapang dilakukan dalam rancangan acak kelompok (10 perlakuan dan tiga ulangan). Parameter pengamatan meliputi mortalitas dan intensitas serangan larva penggulung daun nilam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula insektisida nabati yang diuji dalam skala rumah kaca, dapat mengendalikan penggulung daun *P. stultalis* antara 19,81-52,09% pada konsentrasi 5-10%. Pemakaian formulasi 20%, menunjukkan efektifitas lebih baik dengan persentase kematian antara 23,96-56,24%. Pada uji skala lapang, efektifitas formula insektisida lebih rendah dibandingkan rumah kaca, dengan tingkat kematian larva antara 46,80-49,50% dan intensitas serangan antara 41,30-46,40%. Peningkatan konsentrasi formulasi menjadi 22%, menunjukkan hasil yang lebih baik pada semua parameter.

Kata kunci: Tanaman nilam, penggulung daun (*Pachyzancla stultalis*), insektisida nabati

ABSTRACT

*Leaf roller (*Pachyzancla stultalis*) is one of the important insect pest of patchouli plant, destroy and decreases of the oil quality, so that necessary to find a more secure solution to control those insect. The use of botanical insecticide is one of important method in controlling of insect pest on the plant. Therefore in connection with the testing of botanical insecticide containing the active ingredient cynamaldehid, citronellal, oleandrin, thevetin and alamandin has been done to leaf rollers on *P. stultalis* of patchouli plant. Greenhouse testing and field experiment were conducted. The experiment were arranged in Completely Randomized Design and Randomized Block Design in the greenhouse and in the field respectively, with seven treatment and four replications in greenhouse and 10 treatments and three replications in the field. Parameters include mortality observations and intensity of attacks of larvae rollers on shoots patchouli. The result indicated that the mortality of leaf roller, *P. stultalis* between 19.81-52.09% compared than natural mortality in controls. Concentration formulation of 20%, showed a better than an other treatment with mortality between 23.96-56.24%. At the field scale, the effectivity of the all treatment was lower than green house test with a mortality rate of larvae between 46.80-49.50% and the intensity of the attack (41.30-46.40%). The best concentration is 22% showed better results in all parameters.*

Key words: patchouli plant, *Pachyzancla stultalis*, botanical insecticide

PENDAHULUAN

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan salah satu penghasil minyak atsiri yang penting di Indonesia dengan kontribusi ekspor mencapai 1.295 ton dengan nilai US \$ 22,5 juta pada tahun 2002 (Ditjen Bina Produksi Perkebunan, 2004). Produk minyak nilam banyak dipakai dalam industri parfum, kosmetik, antiseptik, insektisida dan bahan fiksatif (pengikat) yang belum ada produk substitusinya (Robin, 1982). Selain itu minyak nilam juga dipakai untuk bahan aromaterapi yang bermanfaat dalam penyembuhan fisik, mental dan emosional.

Budidayanya tanaman tidak terlepas dari gangguan beberapa serangga hama, satu diantaranya adalah *Pachyzancla stultalis* (Lepidoptera: Pyralidae), yang biasa dikenal dengan ulat penggulung daun (Mathew, 2006). Hama ini diprediksi dapat menurunkan produktifitas tanaman nilam lebih dari 25%, bahkan bisa mengakibatkan kematian tanaman karena terganggunya proses fisiologis pada daun, sehingga keberadaan hama ini sangat perlu ditangani secara cermat.

P. stultalis termasuk serangga fitopagrus (Elzinga, 1978; Chapman, 1969) dengan metamorfosis sempurna. Stadium imago berupa kupu-kupu dengan warna putih kecoklatan, pada sayap terdapat garis berwarna hitam kecoklatan (Adria *et al.*, 1990). Stadium telur berbentuk bulat, warna putih kekuningan, diletakkan secara berkelompok 10-30 butir. Stadium larva (Elzinga, 1978) termasuk tipe erusiform atau polypod yang berlangsung selama beberapa hari. Sedangkan pupa termasuk tipe obstek (Borror *et al.*, 1993). Sejauh ini tindakan dalam mengatasi serangan *P. stultalis* pada beberapa tanaman dilakukan dengan insektisida sintetis (Kalshoven, 1981).

Sejauh ini tindakan dalam mengatasi serangan *P. stultalis* lebih banyak memakai insektisida sintetis, namun cara tersebut dinilai kurang bijaksana karena selain merusak lingkungan, diperkirakan residu insektisida juga dapat menurunkan atau mengurangi mutu minyak

yang dihasilkan. Oleh sebab itu perlu dicari solusi lain seperti menggunakan insektisida nabati yang dinilai relatif aman karena tidak meninggalkan residu pada tanaman, tidak menimbulkan gangguan pada kesehatan dan lingkungan, cenderung selektif dan memiliki efektifitas yang disejajarkan dengan insektisida sintetis (Ginting *et al.*, 1995).

Peluang pengembangan insektisida nabati terutama di Indonesia dinilai sangat strategis mengingat (1) Tanaman sumber bahan insektisida banyak tersedia dengan berbagai macam kandungan kimia yang bersifat racun (toksik), anti hormonal ataupun anti feedan, (2) Sasaran pemakaian relatif beragam mulai dari tanaman hortikultura, pangan dan tanaman perkebunan, dan (3) Menghindari diskriminasi pasar akibat pencemaran residu pestisida sintetis (Soehardjan, 1994; Ginting *et al.*, 1995; Natawigena, 1988).

Tanaman Kayumanis (*Cinnamomum burmanii*), Seraiwangi (*Cymbopogon nardus*), *Nerium oleander*, *Thevetia peruviana*, dan *Alamanda chatartica* adalah tanaman yang berpotensi dikembangkan menjadi sumber bahan insektisida nabati, karena mengandung bahan bersifat toksik, *antifeeding* dan hormonal terhadap serangga. Minyak kayumanis mengandung senyawa cinamaldehyde dan eugenol (cynamyl alcohol), minyak seraiwangi yang mengandung citronelal dan eugenol. *Nerium oleander* mengandung glycosida berupa senyawa oleandrin, uzangenine, oleandrigenin, oleandroside, glucosyloleandrine, gentiobioside, diginocide, digitoxigenine, oleagenine, nerioside, kanerocin, adynerin, neviin, adynerin, adyregenin, rosa-genin dan asid hidrosianik. *Thevetia peruviana* mengandung glycosida dengan bahan aktif berupa senyawa thevetine A dan B, peruvoside, cerberine, phytosterolin, ahouain, kohelphin, ruvoside dan nerifolin. *Alamanda chatartica* mengandung alkaloid berupa glycosida dengan bahan aktif Allamandin sekitar 8-10% bobot kering (Huong, 1990; Wee dan Ho, 2003; Saravanapavananthan, 1985; Shaw and Pearn, 1979; Yoshishara *et al.*,

1980; Fujiwara *et al.*, 1989).

Pemakaian sinamaldehyd sebagai bahan insektisida nabati oleh Wee dan Ho (2003) terhadap *Blattella germanica* menunjukkan hasil yang memuaskan dengan LD₅₀ 0.290- 0.400 µg/g dalam 1-3 hari. Pada sisi lain penggunaan minyak kayumanis sebagai fungisida untuk pengendalian penyakit kanker batang (*Phytophthora cinnamomi*) juga memberikan hasil memuaskan, dimana dalam konsentrasi 0,1 ml l⁻¹ dan 0,5 ml l⁻¹ (formulasi 20%) dapat menekan perkembangan *P. cinnamomi* dilapangan sebesar 24,8 dan 53,5%, sedangkan secara *invitro* memiliki efektifitas 45,3 dan 92,3% (Idris *et al.*, 2003). Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengujian beberapa formula insektisida nabati terhadap hama penggulung daun nilam (*P. stultalis*), yang ramah lingkungan serta tidak mengurangi mutu minyak.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dalam empat tahapan antara lain (1) Pembuatan formula, (2) Koleksi dan pemeliharaan serangga uji, (3) Pengujian skala rumah kaca, dan (4) Pengujian skala lapangan. Penelitian ini berlangsung sejak Januari sampai November 2011. Setiap tahapan pelaksanaan dilakukan sebagai berikut:

Pembuatan formulasi

Masing-masing bahan sumber insektisida nabati berupa minyak kayumanis, minyak seraiwangi, ekstrak *Nerium oleander*, *Thevetia peruviana* dan *Allamanda cathartica* sebagai bahan aktif, ditambah terpentin sebagai bahan pelarut, kemudian diaduk dengan stirer sampai homogen, kemudian ditambah dengan Tween 80 sebagai pengemulsi dan Tepol sebagai pembasah, lalu diaduk lagi sampai homogen. Formula yang telah jadi disimpan dalam botol gelap dan siap untuk diuji efektifitasnya.

Koleksi dan pemeliharaan serangga uji

Larva dari *P. stultalis* dikoleksi langsung dari tanaman nilam di daerah Sawahlunto dan

kabupaten Solok dengan cara mengumpulkan semua larva dalam kantong plastik transparan dan berlobang, diberi makanan daun nilam. Seterusnya semua larva dipindahkan pada tanaman nilam di rumah kaca, adaptasikan satu hari untuk menghilangkan stres serangga sebelum dilakukan pengujian.

Pengujian skala rumah kaca

Pengujian dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan Laing Solok (dengan konteiner plastik), dalam rancangan acak lengkap, terdiri dari tujuh perlakuan, yaitu (1) insektisida kayumanis, (2) seraiwangi, (3) *Nerium oleander*, (4) *Thevetia peruviana*, (5) *Allamanda cathartica*, (6) insektisida sintetik berbahan aktif deltametrin 25 EC, dan (7) Non insektisida sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan diulang empat kali dan tiap ulangan dengan dua kotak, tiap kotak dengan lima larva penggulung daun. Aplikasi perlakuan dilakukan dengan penyemprotan insektisida nabati pada daun nilam sebagai bahan makanan, kering anginkan lebih kurang 10 menit dan investasikan larva penggulung daun memakai kuas kecil. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai mortalitas uji yang meliputi persentase kematian (mortalitas). Mortalitas yang diuji dihitung dengan menggunakan rumus (Hasnah dan Nasril, 2009):

$$P_0 = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

P₀ = Mortalitas/mortality.

r = Jumlah larva yang mati/Number of dead larvae.

n = Jumlah larva awal/Number of invested larvae.

Pengamatan ini dilakukan untuk pengujian toksisitas larva serangga uji. Masing-masing perlakuan yang diuji menggunakan tiga rentang formula yaitu 5, 10, dan 20%.

Pengujian skala lapang

Perlakuan yang diuji dilapangan adalah formulasi terbaik dari hasil rumah kaca dengan standar kematian larva lebih dari 50%. Penelitian dilaksanakan di kebun petani di Kabupaten Solok,

dalam rancangan acak kelompok. Aplikasi perlakuan dilakukan dengan cara penyemprotan insektisida yang diuji pada daun nilam.

Pengamatan dilakukan setiap minggu yang meliputi intensitas serangan dan kepadatan populasi larva per tanaman. Intensitas serangan dihitung dengan Rumus (Natawigena, 1988).

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{ZN} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

P = Intensitas serangan/*Damage intensity*.

n = Jumlah daun yang terserang/*Total number of leave damage*.

v = Nilai skala tiap kategori serangan/*Value of damage category*.

Z = Nilai skala kategori serangan tertinggi/*Value of highest of damage category*.

N = Jumlah daun yang diamati/*Total number of leaf sample*.

Nilai skala dari kategori serangan (Natawigena, 1988):

- 0 : Tidak ada serangan
- 1 : Terdapat serangan dengan luas kurang dari 25% dari bagian tanaman yang diamati
- 2 : Terdapat serangan dengan luas 25-50% dari bagian tanaman yang diamati
- 3 : Terdapat serangan dengan luas 50-75% dari bagian tanaman yang diamati
- 4 : Terdapat serangan dengan luas lebih dari 75% dari bagian tanaman yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skala rumah kaca

Hasil uji skala rumah kaca diketahui bahwa semua formula insektisida nabati yang diuji secara umum dapat meningkatkan kematian larva penggulung daun *P. stultalis* berkisar antara 19,81-52,09% dibanding kematian alami pada kontrol (4,15%). Efektifitas insektisida sintetis piretroid dengan kematian larva mencapai 73,58% (Tabel 1).

Kalau ditinjau dari sudut pemakaian konsentrasi, terlihat bahwa konsentrasi formulasi 20%, menunjukkan efektifitas yang lebih baik dibandingkan konsentrasi lain yang lebih rendah dengan kematian larva antara 48,25-56,24%, hal ini disebabkan karena selain semakin besarnya kadar bahan aktif yang bersifat toksik dalam formula, juga diduga karena kurangnya nutrisi yang dikonsumsi oleh larva akibat adanya senyawa anti makan dalam formula yang diperlakukan sehingga meningkatkan daya racun terhadap serangga uji (Shahabuddin dan Anshary, 2010). Sebaliknya kalau dilihat dari jenis bahan aktif, diketahui bahwa formula insektisida nabati berbahan kayumanis (cinnamaldehyde) memiliki efektifitas paling baik dibandingkan dengan formula bahan lainnya dengan kematian larva mencapai 56,24% pada konsentrasi 20%, sedangkan efektifitas paling rendah pada formulasi *Nerium oleander* (oleandrine) yang hanya mencapai 48,25% pada konsentrasi 20%. Adanya variasi tingkat efektifitas dari insektisida nabati yang diuji disebabkan oleh pengaruh kandungan bahan aktif, komposisi formulasi dan tanggap dari jenis serangga bersangkutan (Everitt and Ferron, 1999).

Tabel 1 menunjukkan bahwa kematian larva pada masing-masing perlakuan insektisida nabati terjadi 48 jam setelah aplikasi, dan akhir kematian terjadi antara 96 jam setelah aplikasi. Sedangkan pada insektisida sintetis, awal kematian terjadi 24 jam setelah aplikasi, dan terakhir pada 48 jam setelah aplikasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semua insektisida nabati yang digunakan bersifat toksik, anti hormonal yang mengganggu keseimbangan hormon dalam tubuh larva. Gangguan hormonal ini terlihat dari beberapa indikasi visual antara lain (a) Aktifitas pergerakan menjadi lambat bahkan cenderung lumpuh, (b) Kemampuan untuk menggulung daun mengalami penurunan menjadi sangat lambat, (c) Kulit tubuh mengalami retak-retak, bahkan ada beberapa larva yang menunjuk-

Tabel 1. Mortalitas larva penggulung daun pada berbagai perlakuan insektisida nabati skala rumah kaca.
 Table 1. Mortality of leaf roller larvae on various of botanical insecticide treatments of greenhouse scale.

Perlakuan	Kematian (%)		
	Kisaran	Rata-rata	Efektifitas dibanding kontrol
Fbio-M			
1. 5%	25-34	28,14	23,99
2. 10%	39-47	44,67	40,52
3. 20%	53-68	56,24	52,09
Fbio-SW			
1. 5%	23-30	25,20	21,05
2. 10%	37-44	39,15	35,00
3. 20%	49-65	54,36	50,09
Fbio-NO			
1. 5%	21-28	23,96	19,81
2. 10%	34-41	36,46	32,31
3. 20%	46-61	48,25	44,10
Fbio-TP			
1. 5%	23-30	25,55	65,50
2. 10%	36-45	40,93	36,78
3. 20%	50-62	53,77	49,62
Fbio-AC			
1. 5%	22-29	24,18	20,03
2. 10%	34-43	37,70	33,55
3. 20%	48-60	54,95	50,80
Sintetik	69-75	73,58	69,43
Non/kontrol	3-7	4,15	-

Keterangan/Note:

Fbio-KM= kayumanis, Fbio-SW= Seraiwangi, Fbio-NO= Nerium/Fbio-KM = cinnamon, Fbio-SW = Seraiwangi, Fbio-NO = Nerium.

Fbio-TP = Thevetia, Fbio-AC= Alamanda/Fbio-TP = Thevetia, Fbio-AC = Alamanda.

Fbio = formula bio insektisida/bio insecticide formula.

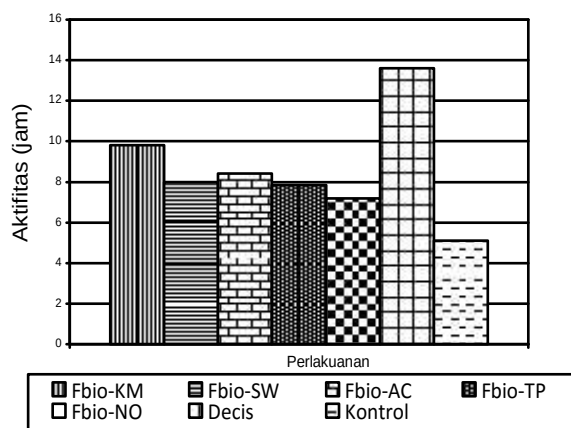
kan kegagalan *molting*. Menurut Borror *et al.* (1993) dan Yoshishara *et al.* (1980), pertumbuhan larva serangga dikontrol oleh hormon Protorasikotropik (PPTH) yang dihasilkan oleh sel neurosektori dengan fungsi merangsang kelenjer protorak dan corpora alata untuk menghasilkan hormon Ekdison dan Juvenil. Gangguan yang terjadi pada hormon PPTH ataupun hormon Ekdison dan juvenil, mengakibatkan kematian, kegagalan molting, perpanjangan siklus, perubahan konsumsi makan dan gangguan lainnya.

Adanya gangguan hormonal pada larva *P. stultalis* secara nyata bisa terlihat dari aktifitas larva dalam melakukan penggulungan daun tanaman. Pada formula Fbio-KM, proses penggulungan daun terjadi selama 9,8 jam, hal ini berarti 4,7 lebih lambat dari keadaan alami (kontrol) yang hanya berlangsung selama 5,1 jam, serta 3,8 jam lebih cepat dibanding proses

penggulungan daun pada perlakuan insektisida sintetik piretroid yang berlangsung selama 13,6 jam (Gambar 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi daya toksisitas akan menurunkan aktifitas larva. Menurut Cheung. (1989) dan Nakamura (1993), serangga yang luput dari kematian akibat penggunaan pestisida akan mengalami (1) Aktifitas menjadi lebih lambat yang mungkin berakhir dengan kematian, (2) Terjadi perubahan mendasar pada sistem hormonal yang memungkinkan terjadinya kekebalan.

Untuk pengujian skala lapang insektisida nabati yang dipakai adalah formulasi konsentrasi 20% (terbaik dari skala rumah kaca) dan 22%. Hasil uji lapangan diketahui bahwa rata-rata kematian (mortalitas) hama penggulung daun pada konsentrasi 20% berkisar antara 46,80-49,50%, paling tinggi pada perlakuan insektisida nabati kayumanis dan paling rendah pada insektisida

nabati berbahan aktif *T. peruviana*. Pada sisi lain peningkatan konsentrasi menjadi 22% dari konsentrasi terbaik skala rumah kaca (plus dua persen) dapat meningkatkan kematian larva penggulung daun menjadi 47,15-51,70%, paling rendah pada perlakuan insektisida nabati *T. peruviana* dan paling tinggi pada perlakuan insektisida nabati kayumanis (Tabel 2).



Gambar 1. Aktifitas larva penggulungan daun *P. stultalis* pada perlakuan insektisida nabati.

Figure 1. Larvae activity of leaf roller *P. stultalis* in botanical insecticide treatment.

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa formulasi terbaik hasil rumah kaca, mengalami penurunan toksisitas antara 11,20-12,96%. Adanya penurunan toksisitas di atas diduga karena belum stabilnya komposisi formulasi, sehingga sangat mudah terpengaruh oleh kondisi lingkungan, termasuk mengalami pencucian pada saat hujan, ataupun terjadinya perubahan struktur bahan aktif karena penyinaran yang terlalu tinggi. Menurut Nakamura (1993); Cheung *et al.* (1989), efektifitas suatu pestisida terletak dari komposisi formulasinya, ketepatan komposisi antara bahan aktif, pelarut dan pembasah akan memberikan efek sangat bagus terhadap efektifitas dan lama waktu penyimpanan.

Diketahui juga bahwa intensitas serangan larva penggulung daun pada berbagai perlakuan formulasi insektisida nabati terlihat bervariasi, paling tinggi pada perlakuan kontrol (tanpa insektisida) dengan intensitas serangan 60,25%, sedangkan intensitas serangan paling rendah pada perlakuan insektisida sintetik piretroid dengan intensitas serangan 30,70%. Pada sisi lain

Tabel 2. Mortalitas larva penggulung daun pada berbagai perlakuan insektisida nabati skala lapang.

Table 2. Leaf roller larvae mortality at various treatment is of field-scale.

Perlakuan	Kematian (%) (Mortality)			Intensitas serangan (%)	
	Kisaran	Rata-rata	Penurunan toksisitas dari standar RK	Kisaran	Rata-rata
Fbio-KM 20	45-55	49,50 c	11,98	36-45	41,30
Fbio-KM 20+2	45-55	51,70 d		32-41	39,80
Fbio-SW 20	42-52	47,60 b	12,44	36-49	44,20
Fbio-SW 20+2	43-54	49,36 c		34-47	42,50
Fbio-TP 20	42-52	46,80 b	12,96	36-49	46,40
Fbio-TP 20+2	45-54	47,15 b		35-47	44,60
Fbio-AC 20	45-54	48,80 bc	11,20	36-47	43,60
Fbio-AC 20+2	45-54	50,70 cd		33-45	40,30
Sintetis	64-71	67,70 d	7,99	28-36	30,70
Non/kontrol	4-9	5,40 a		49-65	60,25
KK(%)		12,58			

Keterangan:

a. Angka diikuti huruf yang sama tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% DMRT. Data ditransformasi ke arc sin $\sqrt{x}$ sebelum dianalisa.

b. Fbio-KM= kayumanis, Fbio-SW= Seraiwangi, Fbio-TP= Thevetia, Fbio-AC= Alamanda.

Note:

a. Figures followed by the same letter are not significantly different from each column at 5% level test DMNRT. Data were transformed with arc sin $\sqrt{v\%}$ prior analysis.

b. Fbio-KM = cinnamon, Fbio-SW = Seraiwangi, Fbio-TP = Thevetia, Fbio-AC = Alamanda.

intensitas serangan pada empat formulasi insektisida nabati berkisar 41,30-46,40% pada formulasi terbaik rumah kaca, dan 39,80-44,60% pada formulasi yang ditingkatkan (Tabel 2). Terjadinya variasi terhadap mortalitas larva di atas, sangat dipengaruhi oleh aktifitas larva. Pada perlakuan kontrol (tanpa insektisida) aktifitas larva berjalan secara alamiah, sedangkan pada perlakuan lainnya aktifitas larva dipengaruhi oleh bahan aktif dari insektisida uji dan menurunkan aktifitas larva.

KESIMPULAN

Semua formulasi insektisida nabati dapat meningkatkan kematian larva penggulung daun *P. Stultalis* sebesar 19,81-52,09% dengan persentase kematian antara 23,96-56,24%, dibanding kematian alami pada kontrol pada uji di Rumah kaca.

Pada pengujian skala lapang, toksisitas pada formulasi 20% mengalami penurunan 11,20-12,96% dengan tingkat kematian larva antara 46,80-49,50% dan intensitas serangan antara 41,30-46,40%. Peningkatan konsentrasi terbaik rumah kaca menjadi 22%, menunjukkan hasil yg lebih baik pada semua parameter uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Adria, Jamalius, Zulkifli H dan Idris H. 1990. Beberapa jenis hama perusak daun tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Bogor. XVI(2): 59-64.
- Borrer DJ, CA Triplehorn and NF Johnson. 1993. Pengenalan pelajaran serangga (terjemahan). Edisi ke VI. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 1083 hlm.
- Chapman RF. 1969. The insect, structure and function. The English Universities Press Ltd. London. 819 p.
- Cheung K, J Hind and P Duffy. 1989. Plant original toxicity and analyzer. *Chemical Journal*, 35: 295-297.
- Ditjen Bina Produksi Perkebunan. 2004. Nilam. Statistik Perkebunan Indonesia. 2001-2003. 23 hlm.
- Elzinga RJ. 1978. Fundamentals of entomology. Prentice hall of India. Private Ltd. New Delhi.
- Everitt JI and P Ferron. 1999. Biological control of insect pests with natural insecticides. Academic Press, New York. 384 p.
- Fujiwara N, D Kawamura dan J Thomson. 1989. The botanical insecticide of Allamandin (*Alamanda cathartica*). Tokyo University Press. Japan. 44 p.
- Ginting CU, A Djamin dan Hartanta. 1995. Efikasi berbagai konsentrasi emulsi ekstrak daun nimba (*Azadirachta indica*) dan daun Mindi (*Melia azedarach*) terhadap *Setothosea asigna*. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 3(2): 119-125.
- Hasnah dan Nasril. 2009. Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek* 4: 29-40.
- Huong. 1990. The Plant toxic for botanical inscticide. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 38: 125-155.
- Idris H, Nurmansyah, Ariful dan Hilma Syamsu. 2003. Pemanfaatan pestisida limbah kayumanis untuk pengendalian penyakit kanker. Laporan akhir tahun 2003. 10 hlm.
- Kalshoven LGE. 1981. Pest of crops in Indonesia. PT. Ichtar Baru-Van Hoeve. Jakarta. Indonesia. 701 p.
- Mathew G. 2006. An inventory of Indian Pyralids (Lepidoptera:Pyralidae). *Zoos Journal* 21(5): 2242-2258.
- Nakamura K. 1993. Pesticides effect. Kanazawa University Press. Japan. 23 p.
- Natawigena H. 1988. Dasar-dasar perlindungan tanaman. Fakultas Pertanian Univ. Padjadjaran. Bandung. 118 hlm.
- Robin SRJ. 1982. Selected market for the essential oils of patchouli and vetiver. Tropical Product Institute Ministry of Overseas Development. Great Britain G. 167: 7-20.
- Saravanapavananthan T. 1985. Plant poisoning in Sri Lanka. *Jaffna Toxicol Journal*, 20(1): 17-21.

- Shahabuddin dan A Anshary. 2010. Uji Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Serai terhadap Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.). *Jurnal Agroland* 17(3): 178-183.
- Shaw D and Pearn J. 1979. Oleander Poisoning. *Toxicol Journal of Australia*, 2: 267-269.
- Soehardjan M. 1994. Konsepsi dan strategi penelitian dan pengembangan pestisida nabati. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. hlm. 11-18.
- Wee HT and Ho SH. 2003. Contact Toxicity and Repellency of *trans*-Anethole and Cinnamaldehyde to *Blattella germanica* (L.) Department of Biological Sciences, National University of Singapore. 4 p.
- Yoshishara T, K Sogawa, MD Pathak, BO Juliano and S Sakamura. 1980. Oxalic acid, oleandrine and thevetine as sucking inhibitor of the brown planthopper. *Ent. Journal. Exp. Appl* 27: 149-155.