

**EFEKTIVITAS MINYAK ATSIRI DAN LIMBAH RIMPANG
JERINGAU (*ACORUS CALAMUS LINNAEUS*) TERHADAP AKTIVITAS LARVASIDA
SPODOPTERA LITURA FABRICIUS (*LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE*)**

Dewi Melani

Balai Besar Pelatihan Pertanian Ketindan

e-mail korespondensi: melanidewi85@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa bioaktif dan toksisitas minyak atsiri dan limbah rimpang jeringau (*A. calamus*) terhadap aktivitas larvasida *Spodoptera litura*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi minyak atsiri (10^3 , 2×10^3 , 3×10^3 , 4×10^3 , 5×10^3 ppm), ekstrak etil asetat dan metanol (2×10^4 , 4×10^4 , 6×10^4 , 8×10^4 , 10^5 ppm). Minyak atsiri diperoleh dengan metode distilasi sedangkan ekstrak limbah rimpang diperoleh dengan metode maserasi bertingkat dengan pelarut etil asetat dan metanol secara berurutan. Larva *S. litura* instar ketiga digunakan pada penelitian ini dengan metode celup daun. Pengamatan terhadap mortalitas diamati 24 jam setelah aplikasi. Analisis kandungan kimia minyak atsiri dilakukan dengan gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) sedangkan limbah rimpang jeringau (*A. calamus*) dianalisis kandungan fitokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa bioaktif minyak atsiri *A. calamus* terdiri dari lima komponen yaitu Methyl isoeugenol; 3,9-Decadien-1-Ol,3-Methyl-6-(1-Methylethenyl); 4-Pentyl-1-(4 Propylcyclohexyl) 1 Cyclohexene; γ - asaron; dan β - asaron sebagai komponen utama dengan area relatif 98,08% sedangkan limbah rimpang jeringau (*A. calamus*) dalam bentuk ekstrak etil asetat dan ekstrak metanol mengandung flavonoid, alkaloid, dan saponin. Aplikasi minyak atsiri dan limbah rimpang jeringau (*A. calamus*) dalam bentuk ekstrak etil asetat dan ekstrak metanol mampu meningkatkan mortalitas larva *S. litura* sebesar 92,50; 82,50; 92,50% dengan nilai LC50 586,962; 87.064,88; 58.688,36 ppm Toksisitas minyak atsiri lebih tinggi 148,331 kali dibandingkan toksisitas limbah rimpang jeringau (*A. calamus*) dalam bentuk ekstrak etil asetat.

Kata kunci : *Acorus calamus*, minyak atsiri, ekstrak limbah, toksisitas, aktivitas larvasida, *Spodoptera litura*.

1. Pendahuluan

Aplikasi insektisida sintetik yang tidak tepat dan berlangsung lama mengakibatkan terjadinya dampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem, resistensi dan resurgensi hama, munculnya ledakan hama sekunder, terbunuhnya organisme non target, dan timbulnya residu insektisida pada produk pertanian. Begitu pula halnya dengan pengendalian hama ulat grayak atau *Spodoptera litura* Fabricius yang bersifat polifag dan menginfeksi lebih dari 120 tanaman inang pada berbagai jenis tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan serta menyerang tanaman pada berbagai fase pertumbuhan dan menyebabkan kehilangan hasil yang serius (Singh et al., 1997). Penyebaran *S. litura* F. di Indonesia meliputi 22 propinsi dengan luas serangan rata-rata mencapai 11,163 ha/tahun. Pada tahun 2004 serangan *S. litura* F. mencapai 3, 616 ha dengan intensitas serangan sekitar 14,40% dan sampai dengan tahun 2007 luas serangan sementara mencapai 956 ha. (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2008).

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat akan dampak negatif yang

ditimbulkan, mendorong pemikiran untuk mencari dan mengembangkan teknik pengendalian alternatif lain yang aman dan ramah lingkungan. Salah satunya dengan memanfaatkan senyawa bioaktif yang disintesis oleh tanaman yang dikenal dengan insektisida nabati. Di Indonesia, tanaman jeringau (*Acorus calamus* Linnaeus) yang termasuk famili Acoraceae merupakan salah satu tanaman berkhasiat obat sebagai karmineatif, spasmolitik, diaphoretik, penebang lambung dan pencernaan, obat limpa, menambahkan nafsu makan, tonik, meredakan radang, melegakan hidung tersumbat, menjernihkan suara, dan bahan anti septik (Rismunandar, 1988). Rimpang dan daunnya mengandung saponin dan flavonoida, di samping rimpangnya mengandung minyak atsiri. Kandungan kimia minyak atsiri antara lain asaron (alfa dan beta asaron), eugenol, kalameon, kalamediol, isokalamediol, preisokalmendiol, akorenin, akonin, akoragermarkon, akolamonin, isoakolamin, siobunin, isosiobunin, dan episio-bunin (Sihite, 2009). Minyak ini dapat berperan sebagai repellent (penolak serangga), antifedant (penurun nafsu

makan) dan anti fertilitas (pemandul) (Hasan et al., 2006).

Penelitian pemanfaatan *A. calamus* L. telah banyak dilaporkan diantaranya Jiyavorrnant (2003) menyatakan bahwa minyak *A. calamus* L. mampu membunuh larva instar 3 *Plutellaxylostila* pada dosis 0,4%. Selain itu, Koul (1990) juga melaporkan bahwa minyak atsiri mampu menghambat pertumbuhan dan mempunyai aktivitas anti feedan terhadap *Peridromasaucia*, dan mampu mengendalikan kecoa dan dapat menyebabkan kemandulan pada kupu-kupu (Onasis, 2001). Minyak atsiri jeringau juga mempunyai aktivitas larvasida terhadap larva instar 3 *Aedesaegypti* dengan LC_{50} 150 ppm (Tariq, 2010) dan larva instar 4 awalCx. *Quinquefasciatus* dengan nilai LC_{50} 63,43 ml/l dan nilai LC_{90} 145,95 ml/l (Senthilkumaret al., 2012) serta memiliki aktivitas termiticidal dari fraksi n-heksana dan methanol rimpang *Acoruscalamus* Linn terhadap *Coptotermescurvignathus* Holmgren (Adfaet al., 2015). Selain kandungan minyak atsiri, skriningfito kimia terhadap limbah rimpang jeringau (*A. calamus* L.)

yang telah terdestilasi minyak atsirinya juga telah dilakukan oleh Hendrajayaet al. (2003) dengan plat KLT F_{254} dimana ternyata sari ekstrak kloroform dan metanol 70% memiliki kandungan flavonoid dan alkaloid. Potensi minyak atsiri dan ekstrak yang diperoleh dari limbah rimpang jeringau (*A. calamus* L.) yang telah terdestilasi minyak atsirinya sebagai bahan insektisida nabati diujikan terhadap larva *S. litura* F.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Bahan Tanaman

Rimpang *A. calamus* L. diperoleh dari dari Desa Semambung, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Pasuruan. Kriteria rimpang yang digunakan ialah berumur \pm 1 tahun, panjang 5-10 cm, diameter 1-2 cm.

2.2 Distilasi dan Ekstraksi

a. Distilasi

Bahan tanaman berupa rimpang dicuci, kemudiandiiris tipis lalu dikering anginkan pada suhu ruang. Kemudian rimpang yang telah kering didistilasi. Minyak yang diperoleh kemudian di tambahkan

Na₂SO₄ anhidrat. Setelah itu, minyak dihitung rendemen dan dianalisis komponen kimia penyusunnya dengan menggunakan metode GC-MS.

b. Ekstraksi

Rimpang yang telah terdistilasi minyak atsirinya kemudian dimase-rasi dengan pelarutetilasetat dan methanol secara berurutan (1:4) selama 72 jam, lalu disaring dengan corong yang dialasi dengan menggunakan kertas saring. Filtrat hasil saringan diuapkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (Hendrajaya *et al.*, 2003). Setia pek-strak yang dihasilkan kemudian dihitung rendemennya, dilakukan skrining fito kimia.

2.3 Perbanyakkan Serangga

Perbanyakkan serangga uji dilaku-kan dengan memelihara telur *S. litura* F dengan menggunakan toples peme-liharaan. Setelah menjadi larva, maka-nan yang diberikan adalah daun jarak segar yang diganti setiap hari dan kotoran dibersihkan dengan menggunakan kuas. Larva-larva terus dipelihara dengan di-

berikan makanan daun jarak segar se-hingga memasuki larva instar 3.

2.4 Aktivitas Larvasida

Aktivitas Larvasida diuji dengan metode celup daun (*Leaf Dipping Methods*). Larutan uji dibuat dengan melarutkan minyak atsiri dan ekstrak dengan larutan Tween 80 sesuai dengan konsentrasi yang akan diujikan. Kom-binasi perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

No	Perlakuan	Kode
1.	Kontrol	P0
2.	minyak atsiri 103 ppm	P1
3.	ekstrak etil asetat 2x104 ppm	P2
4.	ekstrak metanol 2x104 ppm	P3
5.	minyak atsiri 2x103 ppm	P4
6.	ekstrak etil asetat 4x104 ppm	P5
7.	ekstrak metanol 4x104 ppm	P6
8.	minyak atsiri 3x103 ppm	P7
9.	ekstrak etil asetat 6x104 ppm	P8
10.	ekstrak metanol 6x104 ppm	P9
11.	minyak atsiri 4x103 ppm	P10
12.	ekstrak etil asetat 8x104 ppm	P11
13.	ekstrak metanol 8x104 ppm	P12
14.	minyak atsiri 5x103 ppm	P13
15.	ekstrak etil asetat 105 ppm	P14
16.	ekstrak metanol 105 ppm	P15

Daun jarak segar sebanyak 5 helai ber-ukuran 4x4 cm disiapkan, kemudian daun dicelupkan ke dalam masing-masing kon-sentrasi (Priyono, 1999). Larva *S. litura* instar

3 sebanyak 20 ekor dimasukan ke dalam toples uji. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Pengamatan mortalitas larva diamati setelah 24 jam setelah aplikasi sampai dengan 96 jam setelah aplikasi (Komisi Pestisida Departemen Pertanian, 1995). Persentase mortalitas larva dapat dihitung dengan rumus:

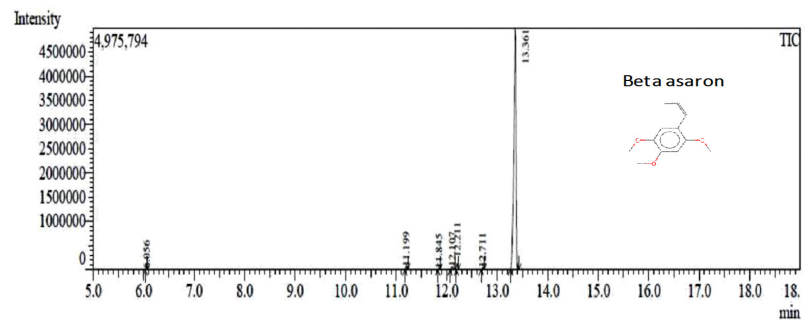
$$\text{Mortalitas} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Jumlah larva yang mati

b = Jumlah larva uji

kan memiliki warna kuning dengan aroma yang sangat kuat dan tajam dengan rendemen sebesar 0,88%. Kromatogram menunjukkan bahwa terdapat 7 (tujuh) senyawa penyusun dengan kelimpahan paling besar sebesar 98,08% pada senyawa puncak ketujuh yaitu Benzene, 1,2,4-Trimethoxy-5-(1-propenyl)-(Z) atau (β - asarone) atau cis-asarone.



Gambar 1. Kromatogram minyak atsiri jeringau

2.5 Analisa Statistik

Hasil pengamatan dihitung dengan *analysis of varians* (ANOVA) pada taraf signifikan (α) 0.05. Apabila terdapat beda antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf uji 5%. Data LC_{50} yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Probit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Distilasi Jeringau (*A. calamus* L.)

Minyak atsiri jeringau yang dihasil-

3.2 Hasil ekstraksi limbah rimpang jeringau (*A. calamus* L.)

Rendemen ekstrak metanol lebih besar (0,87%) dibandingkan dengan ekstrak etil asetat (0,64%) dalam melarutkan senyawa yang terdapat pada rimpang jeringau (*A. calamus* L.) yang telah terdistilasi minyak atsirinya. Kedua ekstrak (ekstrak etil asetat dan ekstrak metanol) mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan saponin.

3.3 Pengaruh terhadap aktivitas larvasida *S. litura* F.

Minyak atsiri dan ekstrak etil asetat dan metanol yang diaplikasikan memperlihatkan hasil berbeda nyata dibandingkan kontrol setelah dilakukan uji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5%.

tinggi pula mortalitas larva. Mortalitas larva *S. litura* F. sudah mulai terjadi pada 24 jam setelah aplikasi yang kemudian terus meningkat hingga 96 jam (hari ke-4). Sebagian besar kematian terjadi pada larva instar 3, yang menunjukkan bahwa reaksi minyak dan ekstrak jeringau

Tabel 1. Persentase mortalitas *S. litura* F. setelah aplikasi pada pengamatan (24 -96 JSA)

Jenis Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Mortalitas Larva (%)			
		24 JSA	48 JSA	72 JSA	96 JSA
(P0) Kontrol	0	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a
(P1) Minyak atsiri	10 ³	10,00±4,08 ^{bcd}	35,00±7,07 ^{ef}	56,25±8,53 ^c	72,50±2,88 ^{de}
(P2) Ekstrak Etil asetat	2x10 ⁴	5,00±4,08 ^{ab}	13,75±6,29 ^b	26,25±7,50 ^b	35,00±8,16 ^b
(P3) Ekstrak Metanol	2x10 ⁴	6,25±2,50 ^{ab}	22,50±2,88 ^{cd}	28,75±4,78 ^b	38,75±4,78 ^b
(P4) Minyak atsiri	2x10 ³	15,00±4,08 ^{def}	41,25±4,78 ^{fg}	56,25±10,30 ^c	78,75±13,14 ^c
(P5) Ekstrak Etil asetat	4x10 ⁴	7,50±2,88 ^{bc}	17,50±2,88 ^{bc}	28,75±7,50 ^b	37,50±9,57 ^b
(P6) Ekstrak Metanol	4x10 ⁴	11,25±4,78 ^{bcd}	26,25±4,78 ^d	35,00±7,07 ^{bc}	57,50±11,90 ^c
(P7) Minyak atsiri	3x10 ³	17,50±6,45 ^{de}	43,75±2,50 ^{gh}	62,50±2,88 ^{efg}	83,75±6,29 ^{ef}
(P8) Ekstrak Etil asetat	6x10 ⁴	8,75±2,50 ^{bc}	26,25±6,29 ^d	35,00±7,07 ^{bc}	45,00±4,08 ^b
(P9) Ekstrak Metanol	6x10 ⁴	17,50±2,88 ^{de}	35,00±4,08 ^{ef}	41,25±8,53 ^{cd}	63,75±4,75 ^{cd}
(P10) Minyak atsiri	4x10 ³	27,50±6,45 ^{fg}	51,25±7,50 ^{hi}	68,75±4,78 ^{fg}	91,25±6,29 ^f
(P11) Ekstrak Etil asetat	8x10 ⁴	12,50±2,88 ^{bcd}	28,75±4,78 ^{de}	51,25±7,50 ^{de}	66,25±15,47 ^{cd}
(P12) Ekstrak Metanol	8x10 ⁴	21,25±4,78 ^{ef}	41,25±4,78 ^{fg}	56,25±12,50 ^e	91,25±4,78 ^f
(P13) Minyak atsiri	5x10 ³	33,75±6,29 ^{gh}	53,75±7,50 ⁱ	68,75±7,50 ^{fg}	92,50±2,88 ^f
(P14) Ekstrak Etil asetat	10 ⁵	20,00±4,08 ^e	38,75±4,78 ^{fg}	57,50±6,45 ^{ef}	82,50±6,45 ^{ef}
(P15) Ekstrak Metanol	10 ⁵	35,00±9,12 ^h	51,25±4,78 ^{hi}	73,75±6,29 ^g	92,50±2,88 ^f

Keterangan:

- JSA: jam setelah aplikasi
- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada $\alpha = 0,05\%$.

Berdasarkan hasil analisa pada tabel 1 diketahui bahwa mortalitas larva mengalami peningkatan sesuai dengan konsentrasi yang diujikan. Semakin tinggi konsentrasi yang diujikan maka semakin

cukup cepat. Hal ini disebabkan larva instar 3 memiliki tingkat kepekaan yang lebih tinggi terhadap aplikasi minyak atsiri maupun ekstrak *A. calamus* L.

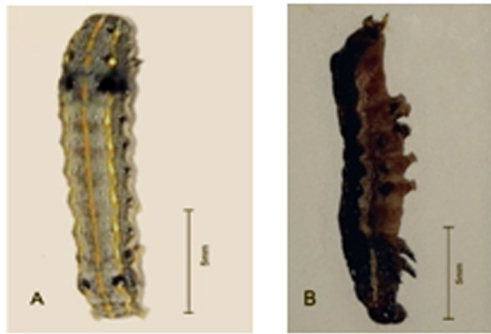
Mortalitas pada larva sudah tampak

terlihat pada 24 JSA dimana persentase mortalitas pada perlakuan P13 (33,75%) dan P15 (35%) memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya dan kontrol. Hal ini dikarenakan pada perlakuan lainnya pengaruh ekstrak belum sepenuhnya bekerja terhadap larva *S. litura* F. Sedangkan pada pengamatan selama 48 JSA, mortalitas tertinggi *S. litura* F. dihasilkan oleh perlakuan P13 dengan persentase mortalitas lebih dari 50% yaitu 53,75%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut lebih efektif dan cepat dalam mengendalikan larva dibandingkan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 72 JSA perlakuan P15 menghasilkan tingkat mortalitas tertinggi sebesar 73,75% yang diikuti oleh perlakuan P10 dan P13 yang memberikan hasil yang sama yaitu sebesar 68,75%. Akan tetapi perlakuan P10, P12, P13 dan P15 memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada 96 JSA. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang sangat berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. litura* F. adalah P13 (minyak atsiri 5×10^3 ppm) dan P15 (ekstrak metanol 10^5 ppm). Hal ini dikarenakan kedua perlakuan tersebut

selalu menunjukkan persentase mortalitas tertinggi selama pengamatan 24-96 JSA. Sesuai dengan Prijono (1999) ekstrak yang tidak aktif pada konsentrasi rendah mungkin disebabkan karena senyawa yang terkandung didalamnya kurang aktif atau senyawa tersebut sebenarnya cukup aktif tapi kandungannya rendah.

Pada pengamatan perilaku serangga uji, gejala yang ditimbulkan oleh larva yang memakan daun yang telah diaplikasikan dengan minyak dan ekstrak mengalami penurunan mobilitas, aktivitas makan menurun ditandai dengan jumlah pakan yang tidak habis disertai diare, dan terjadi perubahan warna tubuh menjadi lebih pucat menjadi warna kuning kecoklatan dan akhirnya larva mati kelaparan. Larva yang mati setelah aplikasi memiliki ciri-ciri yaitu tubuh larva menjadi mengkerut dan ukuran menjadi lebih kecil, berangsur-angsur mengering, dan warna tubuh berubah menjadi coklat kehitaman.

Metode celup pakan digunakan agar senyawa aktif yang terkandung dalam larutan dapat masuk ke dalam saluran pencernaan. Senyawa aktif masuk ke saluran pencernaan bagian



Gambar 2. Kenampakan visual larva instar tiga normal (A) dan larva mati setelah aplikasi (B)

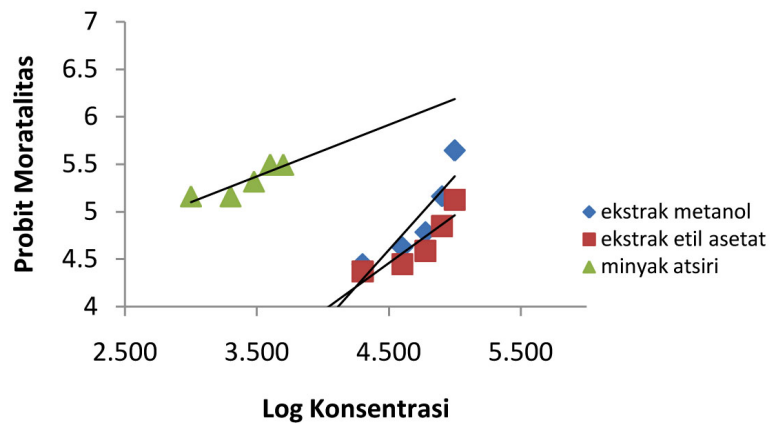
tengah (mesenteron) yang merupakan organ pencernaan utama serangga dan tersusun dari sel-sel epitel. Untuk menyerap nutrisi dan sekresi enzim-enzim pencernaan karena memiliki struktur yang tidak dilapisi kutikula. Senyawa aktif tersebut dapat mematikan sel-sel epitel sehingga enzim-enzim akan terganggu, terhambatnya pembentukan energi dan menyebabkan penyerapan nutrisi kurang optimal bahkan dapat menimbulkan kematian (Priyono, 1988).

Senyawa aktif utama pada minyak atsiri yaitu β asaron merupakan senyawa yang berperan sebagai racun kontak dan perut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasan *et al.*, (2006) bahwa minyak atsiri jeringau (*A. calamus L.*) berperan sebagai racun kontak dan perut. β asaron

sebagai racun kontak akan berpenetrasi ke bagian dalam tubuh larva melalui lapisan kutikula menuju hemolimfa sehingga sistem saraf serangga terganggu, sedangkan sebagai racun perut β asaron masuk melalui mulut kemudian merusak dinding usus sehingga sistem pencernaan terganggu dan menimbulkan kematian pada serangga. β asaron juga dapat mengacaukan sistem saraf dan bersifat menghambat enzim asetilkolinesterase yang menyebabkan terjadinya penumpukan asetilkolin pada sistem saraf serangga (Tarumingkeng *et al.*, 1992). Secara fisiologis asetilkolin yang dibentuk oleh sistem saraf berfungsi untuk menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot. Sedangkan enzim asetilkolinesterase berfungsi untuk memecah asetilkolin menjadi asetil ko-A dan kolin sehingga penyampaian impuls pada sinapsis dapat berkesinambungan. Penumpukan asetilkolin dapat mengakibatkan kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke sel-sel otot sehingga menyebabkan impuls tidak dapat diteruskan, otot menjadi kejang, lumpuh, dan berakhir dengan kematian (Matsumura, 1976). Penelitian Sharma

et al., (2008) juga menyatakan bahwa pemberian minyak atsiri secara oral sebesar 500 dan 1000 ppm juga dapat menyebabkan reaksi ketahanan seluler *S. litura* F. terganggu yang pada akhirnya mengakibatkan kematian. Sedangkan mortalitas pada larva *S. litura* F. yang terjadi akibat aplikasi ekstrak metanol dan etil asetat lebih disebabkan karena terganggunya sistem syaraf dan sistem metabolisme tubuh yang disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang terdiri alkaloid, flavonoid dan saponin.

ekstrak etil asetat diketahui bahwa toksisitas minyak atsiri dalam mematikan larva instar 3 sebesar 148,331 kali daya racun ekstrak etil asetat.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terhadap kematian larva *S. litura* F.

3.4 Pengaruh terhadap lethal median concentration (LC_{50}) larva *S. litura* F.

Berdasarkan hasil analisa probit diketahui bahwa perlakuan minyak atsiri lebih bersifat toksik dibandingkan dengan perlakuan kedua ekstrak lainnya. Hal ini terlihat dari nilai LC_{50} yang paling rendah sebesar 586,962 ppm, diikuti oleh aplikasi ekstrak metanol dengan nilai LC_{50} sebesar 58688,36 ppm dan ekstrak etil asetat sebesar 87064,88 ppm.

Berdasarkan uji kesejajaran garis regresi perlakuan minyak atsiri dan

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah:

1. Minyak atsiri dan ekstrak (etil asetat dan metanol) limbah rimpang jeringau (*A. calamus* L.) berpengaruh positif terhadap peningkatan mortalitas dan aktivitas larvasida *S. litura* F.
2. Toksisitas tertinggi dihasilkan oleh minyak atsiri dengan LC_{50} : 586,962 ppm (5×10^3 ppm), diikuti oleh ekstrak metanol dengan LC_{50} : 58688,36

ppm dan (10^5 ppm) dan ekstrak etil asetat dengan LC_{50} : 87064,88 ppm (10^5 ppm). Toksisitas minyak atsiri sebesar 148,331 kali ekstrak etil asetat.

3. Kandungan kimia senyawa bioaktif minyak atsiri *A. calamus* L. terdiri dari 0,04% Linalool; 0,63% Methyl Trans-Isoeugenol; 0,05% 3,9- Decadien-1-ol, 3-Methyl-6-(1-Methylethenyl)-, [R-(Z)]; 0,85% 4-Pentyl-1-(4 Propylcyclohexyl)-1 Cyclohexene; 0,04% 1,5-Diphenyl-2,4-Pentadione; 0,31% γ - asarone; dan 98,08% β - asarone sedangkan ekstrak etil asetat dan metanol limbah rimpang jeringau (*A. calamus* L) mengandung flavonoid, alkaloid, dan saponin.

Daftar Pustaka

Adfa, Morina., Fio Livandri, Neva Putri

Meita, Syalfinaf Manaf, Masayuki

Ninomiya, Irfan Gustian, Agus

Martono Hadi Putranto, Rochmah

Supriati, Mamoru Koketsu.

2015. Termiticidal activity of

Acorus calamus Linn. rhizomes

and its main constituents against

Coptotermes curvignathus

Holmgren. Journal of Asia-Pacific

Entomology. 18 (1): 47–50.

Arivoli, S. and Samuel Tennyson. 2012.

Antifeedant Activity Of Plant

Extracts against *Spodoptera litura*

(Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae).

American-Eurasian J. Agric. &

Environ. Sci., 12 (6): 764-768.

Balfas, Rodiah., Mahrita Willis. 2009.

Pengaruh Ekstrak Tanaman

Obat Terhadap Mortalitas dan

Kelangsungan Hidup *Spodoptera*

litura F. (Lepidoptera : Noctuidae).

Bul. Littro. Vol. 20 No. 2, 148 - 156.

Cahyadi, R. 2009. Uji Toksisitas Akut

Ekstrak Etanol Buah Pare

(*Momordica charantia* L.) Terhadap

Larva *Artemia salina* Leach

Dengan Metode Brine Shrimp

Lethality Test (BST). Skripsi.

Semarang: Universitas Diponegoro.

Chapman RF. 1995. Mechanics of food

handling by chewing insects. Di

dalam: Chapman RF & G de Boer

- (eds.), Regulatory Mechanisms in Insect Feeding. New York: Chapman and Hall. Hal. 3-31.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2008. Laporan Luas Dan Serangan Hama Dan Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta.
- Finney, DJ. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press. Cambridge, London. Hal. 156-572.
- Ganiswara, 1995. Farmakologi dan Terapan. Edisi IV. Bagian Farmakologi. Fakultas Kedokteran. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Harborne, J. B. 1987. Metode Fitokimia: *Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung. (diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro). ITB, Bandung.
- Hasan, M.U., M. Sagheer, E. Ullah, F. Ahmad dan W. Wakil. 2006. Insecticidal activity of different doses of *Acorus calamus* oil against *Trogoderma granarium* (everts). *J. Agriculture Science*. 43 (1-2): 55-58
- Hendrajaya, Kusuma and Kesuma, Dini. 2003. Skrining Fitokimia Limbah Rimpang *Acorus Calamus* L. yang Telah Terdestilasi Minyak Atsirinya. Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXIII. pp. 75-81. ISSN 979-97953-0-3 .
- Jiyavorrant, T., Chanbang, Y., Supyen, D., Sonthichai, S., dan Jatisatienr, A., 2003. The Effect of *Acorus calamus* Linn and *Stemona tuberosa* Lour. Extract on the Insect Pest, *Pluttela xylostella* (Linnaeus). *Proc. Int. Conf. on MAP*, Eds. J. Bernath et al., Acta Hort. 597, 23-229.
- Kardinan, A. 2004. Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasinya. Penebar swadaya. Jakarta.
- Komisi Pestisida Pertanian. 1995. Metode standar pengujian efikasi pestisida. Departemen

Pertanian Republik Indonesia.

Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan

Koul, O. 1987. Antifeedant and Growth inhibitory effect of calamus oil and neem oil on *Spodoptera litura* under laboratory conditions. *Phytoparasitica*. 15 (3) : 169-180

Park, S. J., S. G. Lee, S. C. Shin, B. Y. Lee, and Y. J. Ahn. 1997. Larvicidal and antifeeding activities of oriental medicinal plant extracts against four species of forest insect pests. *Appl. Entomol. Zool.* 32: 601-608.

Koul, O., Smirele, M.J., dan Isman M.B., 1990. Asarones from *Acorus calamus* L. Oil their Effect on Feeding Behaviour and Dietary Utilization *Peridroma saucia*. *J. Chem. Ecol.* 16(6): 1911-1920.

Prijono, D. 1988. Pengujian insektisida. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Matsumura. F. 1976. Toxicology of Insecticides. Plenum Press. New York.

Prijono, D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami. Dalam Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. Pusat Kajian Institut Pertanian Bogor, Bogor, 9-13 Agustus 1999. Hal 1-7.

Meyer, J.R. 2006. Chemoreceptors. NC State University. Available online at <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/tutorial/mechano.html> (diakses pada september 2014).

Prijono D. 2005. Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani (Bahan Pelatihan). Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor

Onasis, A., 2001. Pemanfaatan Minyak Jerangau (*Acorus calamus* L.) untuk Membunuh Keco (Periplaneta americana). Skripsi. Fakultas

Rismunandar. 1988. Rempah-rempah
Komoditi Ekspor Indonesia.
Sinar Baru. Bandung.

Sa'diyah, Na., Kristanti Indah Purwani,
Dan Lucky Wijayawati. 2013.
Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro
(*Cerbera Odollam*) Terhadap
Perkembangan Ulat Grayak
(*Spodoptera litura* F.) Jurnal Sains
Dan Seni Pomits. 2(2): 2337-3520

Senthilkumar, A., V Venkatesalu. 2012.
Larvicidal potential of *Acorus*
calamus L. essential oil against
filarial vector mosquito *Culex*
quinquefasciatus (Diptera:
Culicidae). Asian Pacific Journal of
Tropical Disease. 2 (4) : 324–326.

Sharma, Parduman R. , Om P. Sharma,
Bhaskar P. Saxena. 2008. Effect
of sweet flag rhizome oil (*Acorus*
calamus) on hemogram and ul-
trastructure of hemocytes of the
tobacco armyworm, *Spodoptera*
litura (*Lepidoptera: Noctui-*
dae). Micron. 39 (5): 544–551.

Singh S P and Jalali S K. 1997. Management
of *Spodoptera litura* (Fabricius)
(*Lepidoptera: Noctuidae*). In:
Spodoptera litura in India. Proc.
Natl. Sci. Forum *Spodoptera*
litura, 2-4 Apr 1996.