

## EFFECT OF SOURSOP LEAF (*Annona muricata*) EXTRACT AS LARVICIDE AGAINST INSTAR III *Aedes aegypti* LARVAE

Sri Puji Hartini, Betta Kurniawan, Syazili Mustofa, Endah Setyaningrum

Faculty of Medicine, Universitas Lampung

### Abstract

**Background:** Dengue hemorrhagic fever (DHF) is an endemic disease in Southeast Asia, including Indonesia. The use of insecticide induce negative impact, so it required natural ingredients like soursop leaf (*Annona muricata*). The research was conducted to perceive the effectiveness of soursop leaf extract as larvicide,  $LC_{50}$  and  $LT_{50}$  values.

**Method:** The research design is an experimental, using completely randomized design. The amount of sample used was 480 larvae, which divided into 6 groups of soursop leaf extract concentration, 0% (negative control); 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1%; and abate 1% (positive control). Each container contained 20 larvae and was given 200 ml soursop extract solution, repeated for 4 times. Kruskal-wallis test ( $p < 0.05$ ), Post-Hoc Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) and Probit analyzed is used to analyze  $LC_{50}$  and  $LT_{50}$  value.

**Result:** The research showed that the amount of dead larvae was 28,75% at a concentration of 0,25%; 58,75% at a concentration of 0,5%; 95% at a concentration of 0,75%; and 96,25% at a concentration of 1%. The effective concentration were 0,75% and 1% because the larvicide potency is almost equal as abate 1%.  $LC_{50}$  value was 0,989% at at 20<sup>th</sup> minute; 0,897% at 40<sup>th</sup> minute; 0,777% at 60<sup>th</sup> minute; 0,349% at 120<sup>th</sup> minute; 0,220% at 240<sup>th</sup> minute; 0,207% at 480<sup>th</sup> minute; 0,165% at 1.440<sup>th</sup> minute; 0,110% at 2.880<sup>th</sup> minute and 0,087% at 4.320<sup>th</sup> minute.  $LT_{50}$  value was 1528,747 minutes at concentration of 0,5%; 148,688 minutes at a concentration of 0,75% and 106,650 minutes at a concentration of 1%.

**Conclusion:** Soursop leaf (*Annona muricata*) extract has larvicide effect against instar III *Aedes aegypti* larvae. [J Agromed Unila 2014; 1(1):8-15]

**Keywords:** *aedes aegypti*, *annona muricata*, larvicide

### Abstrak

**Latar belakang:** Demam berdarah dengue (DBD) adalah merupakan penyakit endemik di Asia Tenggara termasuk Indonesia. Pencegahan dengan insektisida menimbulkan dampak negatif, sehingga dibutuhkan bahan alami salah satunya daun Sirsak (*Annona muricata*). Penelitian dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun Sirsak, nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$ .

**Metode:** Desain penelitian adalah eksperimental dengan rancangan acak lengkap. Jumlah sampel sebanyak 480 larva, dibagi menjadi 6 kelompok yaitu 0% (kontrol negatif); 0,25 %; 0,5%; 0,75%; 1% dan abate 1% (kontrol positif). Setiap kelompok berisi 20 larva 200 ml larutan ekstrak daun sirsak dan dilakukan 4 kali pengulangan. Uji yang digunakan adalah *Kruskal-Wallis* ( $p < 0,05$ ), *Post-Hoc Mann-Whitney* ( $p < 0,05$ ) dan Probit untuk mencari nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$ .

**Hasil:** Jumlah kematian larva 28,75% pada konsentrasi 0,25%; 58,75% pada konsentrasi 0,5%; 95% pada konsentrasi 0,75%; dan 96,25% pada konsentrasi 1%. Konsentrasi yang efektif adalah 0,75% dan 1% karena memiliki daya bunuh hampir sama dengan abate 1%. Nilai  $LC_{50}$  0,989% pada menit ke-20, 0,897% pada menit ke-40, 0,777% pada menit ke-60, 0,349% pada menit ke-120, 0,220% pada menit ke-240, 0,207% pada menit ke-480, 0,165% pada menit ke-1440, 0,110% pada menit ke-2880, dan 0,087% pada menit ke-4320. Nilai  $LT_{50}$  1528,747 menit pada konsentrasi 0,5%, 148,688 menit pada konsentrasi 0,75% dan 106,650 menit pada konsentrasi 1%.

**Simpulan:** Ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) memiliki efek larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III. [J Agromed Unila 2014; 1(1):8-15]

**Kata kunci:** *aedes aegypti*, *annona muricata*, larvasida

## Pendahuluan

Demam berdarah dengue (DBD) atau *dengue hemorrhagic fever* (DHF) adalah penyakit virus yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penderita meninggal dalam waktu yang sangat pendek (beberapa hari).<sup>1</sup> DBD telah menjadi endemik di negara-negara Asia Tenggara, termasuk Indonesia.<sup>2</sup> Pemberantasan larva merupakan kunci strategi program pengendalian vektor di seluruh dunia. Penggunaan insektisida sebagai larvasida merupakan cara yang paling umum digunakan oleh masyarakat untuk mengendalikan pertumbuhan vektor. Insektisida yang sering digunakan di Indonesia adalah abate.<sup>3</sup>

Pemberantasan vektor DBD dengan menggunakan insektisida telah banyak menimbulkan dampak negatif antara lain peningkatan resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian makhluk bukan residu.<sup>4</sup> Dampak negatif lain dari insektisida kimia yang penggunaannya tidak sesuai dengan aturan pemakaiannya adalah resisten serangga sasaran sehingga memungkinkan berkembangnya strain baru, adanya residu insektisida dalam makanan maupun lingkungan dan efek lain yang tidak diinginkan terhadap manusia dan binatang peliharaan.<sup>5</sup>

Daun sirsak mengandung bahan aktif annonain, saponin, flavonoid dan tanin. Daun dan bijinya dapat berperan sebagai insektisida, larvasida *repellent* (penolak serangga) dan *anti feedant* (penghambat makan).<sup>6</sup> Hal inilah yang mendasari dilakukannya penelitian ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) sebagai salah satu biopestisida (larvasida) potensial yang dapat diambil manfaatnya.

## Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdiri atas 6 kelompok dengan 20 larva *Aedes aegypti* instar III dalam 200 ml ekstrak daun sirsak yang terbagi menjadi 4 perlakuan dan 2 kontrol (positif dan negatif) dengan 4 kali pengulangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari daun sirsak (*Annona muricata*), larva *Aedes aegypti* instar III, larutan ethanol 96%, abate 1%, *aquades*, pelet kelinci untuk makanan larva. Sedangkan alat yang digunakan dibagi menjadi tiga kelompok yakni pertama, alat untuk preparasi bahan uji terdiri dari nampan plastik, kain kasa, gelas plastik, sangkar nyamuk. Kedua, alat untuk pembuatan larutan uji terdiri dari timbangan, blender, toples, baskom dan saringan. Ketiga, alat untuk uji efektifitas terdiri dari pipet larva, pipet tetes, akar pengaduk, gelas ukur 250 ml, kontainer atau gelas plastik dan kertas label.

Subjek penelitian dibagi menjadi 6 kelompok yang masing-masing terdiri dari 20 ekor larva yang dimasukkan kedalam daun sirsak yang telah diencerkan sebanyak 200 ml. Kelompok 1 (kontrol negatif) hanya diberikan *aquades* dengan konsentrasi ekstrak daun sirsak 0%. Kelompok 2 adalah kelompok perlakuan dengan pemberian ekstrak daun sirsak 0,25%. Kelompok 3 adalah kelompok perlakuan dengan pemberian ekstrak daun sirsak 0,50%. Kelompok 4 adalah kelompok perlakuan dengan pemberian ekstrak daun sirsak 0,75%. Kelompok 5 adalah kelompok perlakuan dengan pemberian ekstrak daun sirsak 1%. Kelompok 6 (kontrol positif) adalah kelompok perlakuan

dengan pemberian abate 1%. Kemudian dilakukan pengujian selama 3 hari (72 jam) dan diamati pada interval waktu 10, 20, 40, 60, 120, 240, 480, 1.440, 2.880, dan 4.320 menit. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati setiap perlakuan pada interval waktu tersebut.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dianalisis secara statistik menggunakan program pengolah data statistik. Untuk mengetahui adanya perbedaan antara perlakuan yang diberikan maka digunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah, tetapi bila sebaran data tidak normal, maka dilakukan uji alternatif yaitu uji Kruskal-Wallis. Apabila pada uji ANOVA didapatkan hasil yang signifikan (bermakna) yaitu  $p < 0,05$  maka dilakukan analisis *post-hoc* untuk mengetahui kelompok perlakuan yang bermakna. Uji *post-hoc* untuk ANOVA satu arah adalah Bonferroni sedangkan untuk uji Kruskal-Wallis adalah Mann Whitney.

## Hasil

### • Uji Efektifitas

Kematian larva mulai terjadi pada menit ke-5 pada konsentrasi 0,5% dengan persentase rata-rata kematian larva uji sebesar 2,5%, dan pada konsentrasi 1% didapatkan kematian larva uji sebesar 5%. Pada konsentrasi 0% tidak dijumpai kematian larva uji sampai menit ke-4.320 (72 jam). Seiring dengan lamanya waktu pajanan dan besarnya konsentrasi, jumlah kematian larva uji juga semakin meningkat.

Selanjutnya dilakukan uji Kruskal-Wallis yang merupakan hipotesis komparatif variabel numerik dengan sebaran tidak normal dan terdapat  $>2$  kelompok yang tidak berpasangan, dimana nilai  $p < 0,05$ . Hasil yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah nilai  $p = 0,001$  sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan bermakna yang menunjukkan perbedaan jumlah larva yang mati selama pengamatan 2 konsentrasi.

**Tabel 1.** Persentase rata-rata kematian larva *Aedes aegypti* instar III pada berbagai konsentrasi ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) dalam waktu 4.320 menit

Konsentrasi (%)	Persentase Rata-rata Kematian Larva (%) pada menit ke-										
	5	10	20	40	60	120	240	480	1440	2880	4320
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0	0	1,25	2,5	7,5	23,75	23,75	23,75	23,75	27,5	28,75
0,5	2,5	2,5	5	13,75	22,5	35	40	41,25	45	52,5	58,75
0,75	0	0	3,75	8,75	26,25	63,75	78,75	83,75	90	95	95
1	5	7,5	8,75	15	25	56,25	90	91,25	95	96,25	96,25
Abate 1%	6,25	10	27,5	37,5	47,5	68,75	76,25	86,25	92,5	95	96,25

Kemudian dilakukan uji *Post-Hoc* Mann-Whitney untuk menentukan kelompok mana yang perbedaannya paling bermakna dalam menyebabkan kematian larva ( $p < 0,05$ ).

Data perbandingan antar kelompok konsentrasi dari hasil uji *post-hoc* Man Whitney disajikan dalam tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan antar kelompok (analisis *post-hoc* Mann-Whitney)

%	0	0,25	0,50	0,75	1	Absoransi 1%
0	-					
0,25	0,014*	-				
0,50	0,013*	0,020*	-			
0,75	0,013*	0,020*	0,020*	-		
1	0,013*	0,020*	0,020*	0,647	-	
Absoransi 1%	0,013*	0,020*	0,020*	0,647	1,000	-

\* Beda nyata pada taraf 5% (0,05)

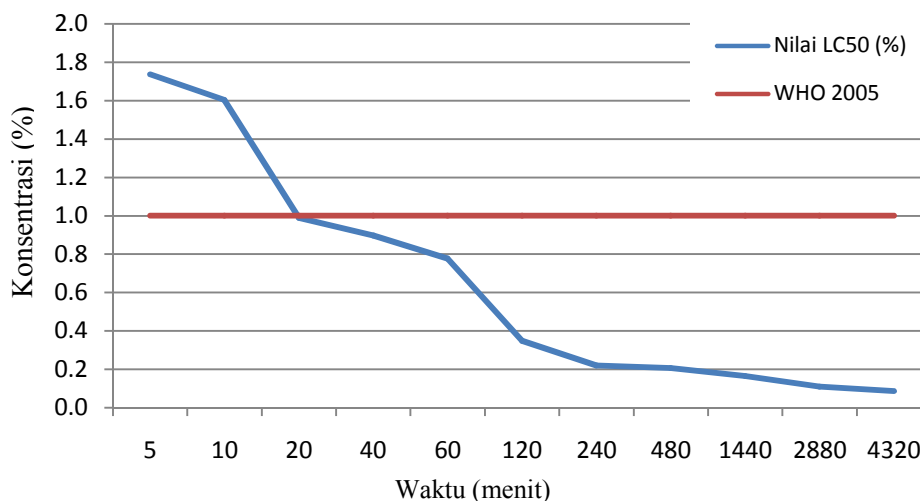
● **Lethal Concentration 50% (LC<sub>50</sub>)**

Nilai LC<sub>50</sub> diperoleh dari analisis probit dengan menggunakan program

pengolah data statistik, hasil analisis probit berdasarkan lamanya waktu pengamatan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Persentase nilai LC<sub>50</sub> pada berbagai waktu pengamatan

No	Waktu (menit)	Nilai LC <sub>50</sub> (%)
1	5	1,736
2	10	1,603
3	20	0,989
4	40	0,897
5	60	0,777
6	120	0,349
7	240	0,220
8	480	0,207
9	1440	0,165
10	2880	0,110
11	4320	0,087



**Gambar 1.** Grafik nilai LC<sub>50</sub> pada tiap waktu

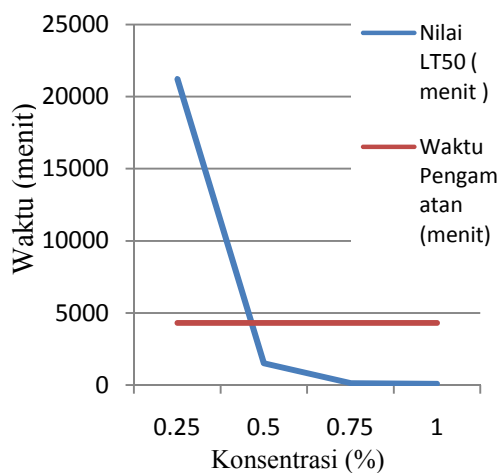
● **Lethal Time 50 % (LT<sub>50</sub>)**

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 0,25% melebihi batas waktu pengamatan yakni 4.320 menit sehingga kurang memiliki efek sebagai larvasida. Namun terjadi penurunan nilai LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 0,5%, 0,75% dan 1%, dimana nilai LT<sub>50</sub> semakin menurun seiring dengan meningkatnya

lkonsentrasi ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*). Data selengkapnya terdapat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai LT<sub>50</sub> kematian larva *Aedes aegypti* pada berbagai konsentrasi

No.	Konsentrasi	LT50 (menit)
1	0,25%	21240,878
2	0,50%	1528,747
3	0,75%	148,688
4	1%	106,650



**Gambar 2.** Grafik nilai LT<sub>50</sub> pada tiap konsentrasi

## Pembahasan

### • Uji Efektivitas

Uji efektivitas ekstrak daun sirsak ini merupakan suatu pengujian senyawa fitokimia yang terdapat pada daun sirsak (*Annona muricata*) terhadap larva *Aedes aegypti* instar III yang dibagi menjadi berbagai konsentrasi. Uji ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efek ekstrak daun sirsak terhadap kematian larva uji dalam waktu 4.320 menit atau 72 jam. Daun sirsak memiliki senyawa aktif yakni flavanoid dan saponin yang mempunyai efek larvasida.

Sirsak mengandung senyawa saponin dan flavonoid, sehingga ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) dapat digunakan sebagai bahan biopestisida (larvasida alami).<sup>7</sup> Flavonoid mempunyai efek antimikroba atau sebagai pelindung tanaman dari patogen dan serangga (*antifeedant*).<sup>8</sup> Flavonoid mempunyai efek mematikan pada serangga. Flavonoid (rotenon) bekerja sebagai racun respirasi sel, yaitu menghambat transfer elektron dalam NADH-koenzim ubiquinone reduktase (komplek I) dari sistem transpor elektron di dalam mitokondria.<sup>9</sup> Saponin

dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus larva menjadi korosif, selain itu menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan dan menghambat makan larva.<sup>10</sup> Oleh karena itu, ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) berpotensi dapat menyebabkan kematian pada larva uji karena terdapat senyawa fitokimia tersebut.

Pengamatan dilakukan selama 4.320 menit dan peneliti membagi waktu pengamatan menjadi menit ke-5, menit ke-10, menit ke-20, menit ke-40, menit ke-60, menit ke-120, menit ke-240, menit ke-480, menit ke-1.440, menit ke-2.880 dan menit ke-4.320 mulai dari larva masih menjadi instar III hingga terdapat larva yang mati, menjadi pupa atau nyamuk dewasa yang memerlukan waktu 1-3 hari sampai beberapa minggu setelah menetas.<sup>11</sup>

Konsentrasi ekstrak daun sirsak yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Kriteria pembagian konsentrasi ekstrak daun sirsak ini berdasarkan *World Health Organization (WHO) Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides* tahun 2005 dimana maksimal persentase konsentrasi yang paling efektif dalam penelitian larvasida adalah sebesar 1% dengan jumlah larva sebanyak 20-30 ekor setiap perlakuan dan diamati selama 1 sampai 3 hari.<sup>3</sup> Pembuatan konsentrasi ekstrak daun sirsak ini dibuat dari 20 gram daun sirsak kering yang direndam dalam ethanol 96% sebanyak 200 ml selama 24 jam hingga didapatkan konsentrasi sebesar 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1%.

Pada tabel 1 diketahui bahwa pada kelompok kontrol negatif (konsentrasi 0%) tidak dijumpai kematian pada larva uji sedangkan pada masing-masing kelompok perlakuan yang diberi ekstrak daun sirsak menunjukkan adanya kematian larva uji. Pada konsentrasi 0,25%, kematian larva dimulai pada menit ke-20, pada konsentrasi 0,5 % di menit ke-5, pada konsentrasi 0,75 % di menit ke-20 dan pada konsentrasi 1% kematian larva uji terjadi di menit ke-5. Presentase jumlah kematian larva uji pada konsentrasi 1% sama dengan presentase jumlah kematian larva uji pada abate 1% yaitu sebesar 96,25%. Persentase rata-rata kematian larva uji pada masing-masing kelompok konsentrasi semakin tinggi seiring dengan semakin lamanya waktu pajanan dan besarnya konsentrasi. Hal ini memperlihatkan bahwa ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) memiliki daya bunuh terhadap larva uji.

Pada uji statistik non parametrik Kruskal-Wallis, terdapat perbedaan bermakna dari rata-rata setiap kelompok perlakuan yang dapat membunuh larva uji dengan nilai  $p=0,001$ . Pada analisis *post-hoc* Mann-Whitney, perbandingan antara kelompok kontrol negatif dengan kelompok perlakuan pada konsentrasi terendah ekstrak daun sirsak (0,25%) terdapat perbedaan yang bermakna, yaitu dengan nilai  $p=0,014$  ( $<0,05$ ). Pada kontrol positif (abate 1%) dan konsentrasi tertinggi ekstrak daun sirsak (1%) tidak terdapat perbedaan yang bermakna, yaitu dengan nilai  $p=0,131$  ( $p<0,05$ ), sehingga perlakuan dengan konsentrasi tertinggi yaitu 1% yang dipakai mempunyai efek yang hampir sama jika dibandingkan dengan kontrol positif yaitu abate 1%. Hal ini didukung

hasil dari perlakuan tiap-tiap ulangan, yaitu pada kematian larva uji pada kelompok yang diberikan ekstrak daun sirsak 1% terjadi lebih awal dibandingkan dengan kelompok kontrol positif dan sama-sama bisa menyebabkan kematian hampir 100% pada kelompok tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun Sirsak (*Annona muricata*) memiliki daya bunuh terhadap larva *Aedes aegypti* Instar III.

#### ● **Lethal Concentration 50 (LC<sub>50</sub>)**

Nilai LC<sub>50</sub> yang diperoleh dari analisis probit menunjukkan bahwa semakin lama konsentrasi ekstrak daun sirsak yang diberikan maka semakin kecil pula konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50% larva uji. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi maka toksisitas terhadap larva *Aedes aegypti* akan semakin besar sehingga jumlah kematian semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3 dimana nilai LC<sub>50</sub> dari menit-20 sampai menit ke-4.320 semakin menurun konsentrasinya.

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 1 menjelaskan bahwa nilai LC<sub>50</sub> pada menit ke-5 dan menit ke-60 berada di atas nilai standar WHO (konsentrasi 1%). Nilai tersebut merupakan batas standar konsentrasi larvasida yang dapat digunakan sehingga pada waktu tersebut ekstrak daun sirsak belum efektif untuk membunuh 50% dari jumlah larva uji. Sementara pada menit selanjutnya ekstrak daun sirsak efektif untuk membunuh 50% dari jumlah larva uji

#### ● **Lethal Time 50 % (LT<sub>50</sub>)**

Nilai LT<sub>50</sub> pada tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar

konsentrasi ekstrak daun sirsak yang diberikan maka semakin singkat pula waktu yang diperlukan untuk membunuh 50% larva uji. Pada konsentrasi 0,25% (21.240,878 menit) diperoleh nilai  $LT_{50}$  yang melebihi batas waktu pengamatan yaitu 4.320 menit, sehingga pada konsentrasi ini pemberian ekstrak tersebut kurang efektif jika dipakai sebagai larvasida karena pada waktu lebih dari 3 hari telur nyamuk yang menetas akan berubah menjadi pupa atau fase yang tidak membutuhkan makan.

Hasil berbeda ditunjukkan pada konsentrasi 0,5%, 0,75% dan 1%, nilai  $LT_{50}$  pada konsentrasi tersebut lebih rendah dari batas waktu pengamatan (4.320 menit). Pada konsentrasi 0,5% nilai  $LT_{50}$  adalah 1.528,747 menit, pada konsentrasi 0,75% adalah 148,688 menit dan pada konsentrasi 1% adalah 106,650 menit. Menurunnya nilai  $LT_{50}$  pada kedua konsentrasi tersebut disebabkan karena semakin tingginya konsentrasi yang diberikan pada larva uji. Besarnya konsentrasi yang diberikan menyebabkan paparan toksik terhadap larva uji semakin tinggi, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membunuh larva menjadi semakin cepat.

### Simpulan

Ekstrak daun Sirsak (*Annona muricata*) memiliki efek sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III. Konsentrasi yang efektif dalam membunuh larva *Aedes aegypti* instar III adalah konsentrasi 0,75 % dan 1%. Nilai  $LC_{50}$  dari ekstrak daun sirsak sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III adalah 0,989% pada menit ke-20; 0,897% pada menit ke-40; 0,777% pada menit ke-60; 0,349% pada menit ke-120; 0,220% pada menit ke-240;

0,207% pada menit ke-480; 0,165% pada menit ke-1.440; 0,110% pada menit ke-2.880; dan 0,087% pada menit ke-4.320. Nilai  $LT_{50}$  dari ekstrak daun sirsak sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III adalah 1.528,747 menit pada konsentrasi 0,5%; 148,688 menit pada konsentrasi 0,75%; dan 106,650 menit pada konsentrasi 1%.

### Daftar Pustaka

1. Sungkar S, Djakaria S, Hoedoyo R, Zulhasril. Parasitologi kedokteran. Edisi ke-4. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2008. hlm. 265-8.
2. World Health Organization. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. Geneva: WHO; 2005. hlm. 6-8.
3. Daniel. Ketika larva dan nyamuk dewasa sudah kebal terhadap insektisida. FARMACIA. 2008; 7(7):44.
4. Murtanti D, Astuti UNW. Pengaruh ekstrak etanol daun mindi, *Melia azedarach* L terhadap daya tetas telur, perkembangan dan mortalitas larva *Aedes albopictus*. Jurnal Forum MIPA. 2005; 4(1):13-20.
5. Naria E. Insektisida nabati untuk rumah tangga. Info Kesehatan Masyarakat. 2005; 9(1):28-32.
6. Kardinan A. Pestisida nabati, ramuan dan aplikasi. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004. Hlm. 6-7.
7. Mangan Y. Solusi sehat mencegah dan mengatasi kanker. Jakarta: Agromedia Pustaka; 2009. hlm. 49.
8. Utami S, Syaufina L, Haneda NF. Daya racun ekstrak kasar daun bintangor (*Cerbera odol/am Gaertn.*) terhadap larva *Spodoptera litura* Fabricius. J Ilmu Pert Indonesia. 2010; 15(2): 96-100.
9. Hollingworth RM. Inhibitors and uncouplers of mitochondrial oxydative phosphorylation. Dalam: Krieger R, editor. Handbook of pesticide toxicology Volume 2. San Diego: Academic Press; 2001. hlm. 1181-7.
10. Aminah NS, Sigit S. Partosoedjono S, Chairul. S. rarak, D. metel dan E. prostata sebagai larvasida *Aedes aegypti*. Cermin Dunia Kedokteran. 2001; (131):7-9.

11. Hoedojo R, Zulhasril. Buku ajar parasitologi kedokteran. Edisi Ke-4. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2008. hlm. 250-3.