

Pengaruh Ekstrak daun Teklan (*eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*

Elena Astrid Yunita, Nanik Heru Suprapti, Jafron Wasiq Hidayat
Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Jurusan Biologi FMIPA Undip

Abstract

Synthetic pesticide application dealing with *A. aegypti* population was redundant and caused negative impact, such as environmental pollution and *A. aegypti* resistancy. Alelochemical found on plant, for instance, on leaf of *E. riparium* is valuable as an alternative pesticide replacing synthetic pesticide. The aims of this research are to find out the toxicity of leaf extract of *E. riparium* on *A. aegypti* larvae and to define the effect of sub lethal concentration on pupae development. The research was held at the Ecology and Biosystematics Laboratory of Biology Department of Diponegoro University from May until July 2006. Research design was used Complete Randomized Design with 7 concentrations and 4 replications. Toxicity test was analyzed by Probit Analysis. Data of toxicity test and sub lethal effect test were analyzed by ANOV A and Multiple Range Test Duncan of $\alpha = 5\%$. The result showed leaf extract of *E. riparium*, which is contained saponin, tannin, quinon and steroid is toxic on *A. aegypti* larvae. The mortality of larvae gets higher as the concentration level increased. Larvae mortality as much as 50% in 0,014% (v/v) concentration (LC_{50} -72 hour). The result of sub lethal effect test showed leaf extract had significant effect on percentage of pupae's development. The increased of concentration level decreasing pupae's development percentage.

Keyword: *pesticide, Eupatorium riparium, Aedes aegypti.*

PENDAHULUAN

Demam berdarah adalah penyakit yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan penderitanya meninggal dalam waktu beberapa hari. Vektor utama penyakit demam berdarah adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang termasuk kelas insekta.

Penyakit menular yang ditularkan serangga sebagai vektor saat ini masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia, terutama penyakit malaria dan demam berdarah. Menurut Borror (1992), tindakan pengendalian terhadap nyamuk ditujukan pada nyamuk dewasa atau pada larva. Tindakan yang ditujukan pada larva dapat mencakup memodifikasi habitat-habitat larva atau pengendalian habitat larva dengan pestisida.

Sejauh ini pengendalian serangga umumnya dilakukan menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik dianggap efektif, praktis, manjur dan dari segi ekonomi lebih menguntungkan (Yoshida dan Toscano, 1994 dalam Nursal dan Pasaribu, 2003). Namun demikian penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dan berulang-ulang dapat

menimbulkan pencemaran lingkungan, kematian berbagai macam jenis makhluk hidup dan resistensi dari hama yang diberantas. Pestisida sintetik mengandung bahan kimia yang sulit terdegradasi di alam sehingga residunya dapat mencemari lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan (Metcalf dan Luckmann, 1982; Schutterer, 1990 dalam Nursal dan Pasaribu 2003).

Melihat kerugian yang ditimbulkan oleh pestisida sintetik maka perlu suatu usaha untuk mendapatkan alternatif yang lebih efektif dalam mengendalikan populasi serangga. Salah satu alternatifnya adalah penggunaan pestisida alami untuk mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Pestisida alami mengandung bahan yang mudah dan cepat terdegradasi di alam serta mempunyai dampak yang kecil terhadap lingkungan sehingga tidak berbahaya. Oleh karena itu pestisida alami dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pestisida sintetik yang mengandung bahan kimia yang dapat merugikan lingkungan. Menurut Hadi (1996),

famili Asteraceae dapat digunakan sebagai pestisida alami, salah satunya antara lain *Eupatorium odoratum*. Beberapa spesies dari genus *Eupatorium* masih ada yang belum diketahui potensinya sebagai pestisida botani, misalnya *Eupatorium riparium*.

Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Biosistemika pada bulan Mei sampai dengan Juli 2006 ini bertujuan untuk menentukan toksisitas ekstrak daun *E. riparium* terhadap larva *Aedes aegypti* dan menentukan pengaruh konsentrasi sub letal ekstrak daun *E. riparium* terhadap perkembangan larva *A. aegypti* menjadi pupa.

BAHAN DAN METODE

Penyediaan Hewan Uji

Larva nyamuk *A. aegypti* (instar 3) diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengendalian Vektor dan Reservoir Penyakit (B2P2VRP) Salatiga.

Pengadaan Ekstrak Daun *Eupatorium riparium*

Daun *E. riparium* diambil dari Wana Wisata Nglimut Gonoharjo Kendal. Daun-daun tersebut dibersihkan dari kotoran ikutan kemudian dikering-anginkan. Daun yang telah dikeringkan dihaluskan dengan blender dan diayak sehingga diperoleh serbuk yang halus. Serbuk halus tersebut dimaserasi dengan etanol 96% selama 3-4 hari pada suhu kamar (Harbome, 1987). Maserat ditampung dalam erlenmeyer. Tahapan dari maserasi ini diulang sampai diperoleh maserat yang relatif bening dan diharapkan semua senyawa yang ada dapat larut ke dalam pelarut (Sudrajat dkk., 2003). Maserat diuapkan sehingga diperoleh ekstrak kental berupa pasta.

Uji Komposisi

Dilakukan uji komposisi berupa kandungan alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, kuinon, steroid dan terpenoid di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro.

Uji Pendahuluan

Larutan uji dibuat dengan melarutkan ekstrak daun dengan larutan Tween 80

agar ekstrak dapat larut dalam air pada waktu pembuatan larutan stok dengan konsentrasi 0,1 % (Anyaele dan Amusan, 2001). Selanjutnya larutan stok diencerkan dengan air sesuai konsentrasi yang diinginkan.

Percobaan dilakukan dengan gelas plastik 220 mL yang telah diisi 100 mL larutan uji dengan 20 ekor larva instar 3 dimasukkan ke dalam larutan uji. Pengujian dilakukan pada suhu kamar. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 0% (sebagai kontrol); 0,005%; 0,01 %; 0,02%; 0,04%; 0,08% dan 0,1% (v/v).

Pengamatan dilakukan dengan menghitung persentase kematian larva setiap jam sampai jam ke-6, kemudian pada jam ke-24 dan 48 (Komisi Pestisida Departemen Pertanian, 1995). Uji pendahuluan berakhir setelah 48 jam kemudian mortalitas larva selama 48 jam dicatat.

Uji Toksisitas

Kisaran konsentrasi yang digunakan pada uji utama ini ditentukan berdasarkan uji pendahuluan untuk menentukan dosis yang toksik terhadap larva *A. aegypti*. Interval enam konsentrasi pendugaan LC_{50} yang digunakan ditentukan dengan rumus Hubert (1979) dalam Widyastuti (1999), yaitu persamaan sebagai berikut :

$$1. \log \frac{N}{n} = k \cdot \log \frac{a}{n}$$

$$2. \frac{a}{n} = \frac{b}{n} = \frac{c}{n} = \frac{d}{n} = \frac{e}{n} = \frac{f}{n} = \dots = \frac{N}{n}$$

dimana:

N = konsentrasi ambang atas (b/v)

n = konsentrasi ambang bawah (b/v)

a = konsentrasi kecil yang dikehendaki setelah ambang batas bawah

k = jumlah perlakuan yang dikehendaki

Konsentrasi yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan rumus diatas adalah 0,007%,

0,01 %; 0,014%; 0,02%; 0,028%; 0,04% (v/v). Perlakuan ditambah konsentrasi 0% sebagai kontrol. Masingmasing perlakuan terdiri dari 20 larva instar 3 akhir. Percobaan dilakukan selama 72 jam dan mortalitas larva diamati setelah jam ke-6, 12, 24, 48 dan 72 jam dengan cara menghitung jumlah larva yang mati. Selanjutnya penentuan nilai LC₅₀ diperoleh dengan Analisis Probit Bushvine-Nash (Koestoni, 1985).

Uji Efek Sub Letal

Uji efek sub letal yang dilakukan hanya untuk mengetahui persentase larva *A. aegypti* instar 3 akhir yang dapat berkembang menjadi pupa pada konsentrasi sub letal. Setiap gel as perlakuan diisi 100 mL larutan uji dan 20 ekor larva dimasukkan ke dalam larutan tersebut. Pengujian ini terdiri dari 6 perlakuan dan 1 kontrol dengan 4 kali ulangan, dimana konsentrasi perlakuan adalah konsentrasi di bawah nilai LC₅₀. Nilai konsentrasi masing-masing perlakuan diperoleh dengan rumus Hubert (1979) dari kisaran nilai LC₅₀. Konsentrasi yang digunakan adalah 0% (sebagai kontrol); 0,009%; 0,01%; 0,011%; 0,012%; 0,013% dan 0,014% (v/v). Pengujian dilakukan pada suhu kamar. Pengamatan dilakukan setiap hari dan dihitung jumlah larva yang mati atau hidup sampai semua larva uji berkembang menjadi pupa

Analisis Data

Data LC₅₀ yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Probit menurut Bushvine-Nash (Koestoni, 1985). Penelitian uji toksisitas ekstrak daun *E. riparium* terhadap larva *A. aegypti* ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu tujuh konsentrasi yang berbeda pada tiap-tiap uji dengan empat ulangan. Data hasil pengamatan mortalitas serta perkembangan larva menjadi pupa dianalisis dengan *analysis of varians* (ANOVA). Apabila terdapat beda antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf uji 5% (Gomez dan Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Toksisitas

Hasil pengukuran suhu ruangan selama waktu pengujian, baik uji pendahuluan, uji toksisitas utama maupun uji efek sub letal, berkisar antara 28°C dan 30°C. Kisaran ini masih berada dalam batas normal bagi larva nyamuk *A. aegypti*. Sementara pH medium kontrol dan larutan uji selama waktu pengujian berkisar antara 6 dan 7. Oleh karena kisaran suhu dan pH masih pada batas normal, maka kecil kemungkinan larva nyamuk dalam penelitian ini mati disebabkan oleh pengaruh suhu dan pH.

Jumlah larva *A. aegypti* yang mati pada uji pendahuluan akibat perlakuan ekstrak daun *E. riparium* ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Mortalitas Larva *A.aegypti* pada Perlakuan Ekstrak Daun *E. riparium* pada Uji Pendahuluan.

Kons. ekstra (%)	Ulangan ke-				JmlRerat		Persen Mort. (%)
	1	2	3	4			
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	2	1	0	1	4	1	5
0,01	4	5	4	2	15	3,75	18,75
0,02	1	18	16	18	65	16,25	81,25
0,04	2	20	20	20	80	20	100
0,08	2	20	20	20	80	20	100
0,1	2	20	20	20	80	20	100

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa nilai mortalitas larva *A. aegypti* semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak daun. Hal ini menunjukkan dan memastikan bahwa ekstrak tersebut bersifat toksik. Ekstrak tersebut mampu menyebabkan kematian sebesar 81,25% pada konsentrasi 0,02 persen (v/v) dan mematikan 100% hewan uji pada konsentrasi 0,04; 0,08; dan 0,1 persen (v/v) dengan waktu pemaparan 48 jam. Batas-batas ambang bawah dan ambang atas dapat ditentukan berdasarkan hasil yang terlihat pada Tabel 4.1, yaitu pada konsentrasi 0,005 dan 0,04 persen (v/v)

Berdasarkan hasil uji pendahuluan diperoleh konsentrasi larutan uji untuk uji toksisitas utama sebesar 0,007; 0,010; 0,014;

0,020; 0,028; dan 0,040 persen (v/v). Kisaran konsentrasi larutan uji ini digunakan untuk uji toksisitas utama (LC₅₀). Hasil pengujian nilai LC₅₀ ekstrak daun *E. riparium* terhadap mortalitas larva *A. aegypti* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil uji pendahuluan dan uji toksisitas utama secara umum menunjukkan bahwa nilai mortalitas larva *A. aegypti* semakin tinggi seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak daun. Hasil analisis statistik Tabel 2. dengan ANOVA menunjukkan bahwa larutan ekstrak daun *E. riparium* berpengaruh secara nyata terhadap mortalitas larva *A. aegypti*

Tabel 2. Mortalitas larva *A. aegypti* pada Perlakuan Ekstrak Daun *E. riparium* pada Penentuan LC₅₀.

Kons. ekstrak (%)	Ulangan					Rerata	Nilai LC ₅₀ 72 jam
	1	2	3	4	Jml		
0	0	0	0	0	0	0'	0,014 %(v
0,007	1	0	1	1	3	0,75 ^b	
0,010	5	4	4	2	15	3,75 ^c	
0,014	12	13	15	13	53	13,25 ^d	
0,020	18	18	13	17	66	16,5 ^e	
0,028	20	20	19	919	78	19,5 ^f	
0,040	20	20	20	20	20	20 ^f	

Keterangan : Angka-angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama untuk masing-masing kelompok perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji 5%

Hasil uji toksisitas utama kemudian diuji lanjut dengan Uji Duncan pada taraf uji 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasilnya menunjukkan bahwa semua konsentrasi larutan uji berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa semua konsentrasi larutan uji memberikan pengaruh terhadap kehidupan larva *A. aegypti*.

Berdasarkan data uji toksisitas dari Tabel 2. yang dianalisis dengan menggunakan Analisis Probit menurut Bushvine-Nash diperoleh nilai LC₅₀ sebesar 0,014 persen (v/v). Artinya, bahwa pengaruh yang disebabkan oleh ekstrak daun *E. riparium* yang dilarutkan ke dalam larutan uji

mampu menyebabkan kematian 50% larva *A. aegypti* pada konsentrasi sebesar 0,014% dalam waktu dedah selama 72 jam. Hal ini berarti konsentrasi 0,014% ekstrak efektif memberikan pengaruh mortalitas terhadap larva *A. aegypti*.

Senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun *E. riparium* merupakan penyebab kematian larva karena senyawa bioaktif tersebut dapat berperan sebagai toksikan. Kematian larva disebabkan ketidakmampuan larva dalam mendetoksifikasi senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuhnya.

Berdasarkan hasil pengamatan, larva uji memperlihatkan gejala kegelisahan yang merupakan salah satu gejala keracunan. Gejala tersebut berupa gerakan teleskopik, yaitu gerakan-gerakan naik turun pada medium. Hal serupa juga terjadi pada larva yang keracunan dieldrin (Tarumingkeng, 1992). Perbedaan ini terlihat jika dibandingkan dengan kontrol, dimana larva menunjukkan kondisi istirahat dengan berada di permukaan membentuk sudut tertentu.

Uji toksisitas ini dilakukan dengan memasukkan larva ke dalam suatu larutan ekstrak dengan konsentrasi tertentu. Dengan demikian seluruh tubuh larva terdedah oleh zat toksik. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun *E. riparium* pada penelitian ini adalah saponin, tanin, kuinon dan steroid. Senyawa bioaktif sebagai zat toksik yang terkandung dalam ekstrak dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya. Menurut Sastrodihardjo (1979), dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar. Menurut Matsumura (1976), zat toksik relatif lebih mudah menembus kutikula dan selanjutnya masuk ke dalam tubuh serangga karena serangga pada umumnya berukuran kecil sehingga luas permukaan luar tubuh yang terdedah relatif lebih besar (terhadap volume) dibandingkan mamalia. Selain itu, kutikula bersifat hidrofob dan lipofilik sehingga senyawa bioaktif yang bersifat non polar mudah menembus kutikula.

Menurut Hopkins dan Huner (2004), saponin sebagai bahan yang mirip deterjen mempunyai kemampuan untuk merusak membran. Matsumura (1976) dan Tarumingkeng (1992)

menyatakan bahwa bahan deterjen dapat meningkatkan penetrasi senyawa toksik karena dapat melarutkan bahan-bahan lipofilik dengan air. Deterjen tidak hanya mengganggu lapisan lipid dari epikutikula tetapi juga mengganggu lapisan protein endokutikula sehingga berakibat senyawa toksik dapat masuk dengan mudah ke dalam tubuh larva.

Komponen tanin berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu. Menurut Hopkins dan Hiiner (2004), tanin menekan konsumsi makan, tingkat pertumbuhan dan kemampuan bertahan. Tanin, kuinon dan saponin memiliki rasa yang pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada larva uji. Rasa yang pahit menyebabkan larva tidak mau makan sehingga larva akan kelaparan dan akhirnya mati.

Senyawa bioaktif bersifat toksik yang dikonsumsi larva serangga akan mempengaruhi jumlah dan laju makannya sehingga berakibat pada laju pertumbuhan, berat larva dan kelulushidupannya. Pertumbuhan terganggu disebabkan pakan yang dikonsumsi tidak semuanya digunakan untuk pertumbuhan, tetapi juga digunakan untuk detoksifikasi senyawa toksik (Slansky dan Scriber, 1985 dalam Budiarto, 2000).

Uji Sub Letal

Tabel 13. menunjukkan bahwa ekstrak mampu menurunkan persentase pertumbuhan larva menjadi pupa. Data hasil pengamatan pada uji sub letal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Larva *A. aegypti* yang Menjadi Pupa pada Uji Sub letal pada Perlakuan Ekstrak Daun *E. riparium*.

Kons. Ekstrak(%)	Ulangan ke			Jmlh (%)	Rerata (%)
	2	3	4		
0	100	95	100	390	97,5 ^a
0,009	10	25	10	25	17,5 ^b
0,010	10	5	10	5	7,5 ^c
0,011	0	0	0	0	0 ^d
0,012	0	10	0	5	3,75 ^{cd}
0,013	0	0	0	0	0 ^d
0,014	0	0	0	0	0 ^d

Keterangan ; Angka-angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama untuk masing-masing kelompok perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji 5%.

Pemberian ekstrak *E. riparium* dengan konsentrasi yang semakin meningkat dapat menekan keberhasilan larva yang menjadi pupa. Hasil analisis statistik Tabel 3. dengan ANOVA menunjukkan bahwa ekstrak daun *E. riparium* memberikan pengaruh penurunan yang nyata terhadap persentase pertumbuhan larva yang menjadi pupa. Uji Duncan pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan tiap perlakuan menunjukkan bahwa semua konsentrasi larutan uji berbeda secara nyata dengan kontrol. Artinya ekstrak daun *E. riparium* memberikan pengaruh terhadap keberhasilan larva menjadi pupa.

Penurunan persentase larva yang menjadi pupa diduga karena kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak. Senyawa bioaktif seperti saponin dan tanin dapat menghambat pertumbuhan. Keduanya dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan. Larva tidak mau makan sehingga menjadi kelaparan dan akhirnya tidak mampu mencapai berat kritisnya untuk dapat tumbuh menjadi pupa. Tanin bersifat toksik dan menghalangi serangga dalam mencerna makanan karena dapat mengikat protein yang diperlukan larva untuk pertumbuhan. Saponin memiliki rasa yang pahit dan tajam serta dapat menyebabkan iritasi lambung bila dimakan. Kuinon memiliki rasa yang pahit dan memiliki efek sebagai pencahar. Sementara menurut Hopkins dan Huner (2004), steroid pada tumbuhan memiliki fungsi protektif, misalnya fitoekdison yang memiliki struktur mirip dengan hormon molting serangga sehingga kandungan steroid dapat menghambat proses molting larva jika termakan.

Uji Kandungan Metabolit Sekunder

Eupatorium riparium

Ekstrak daun *E. riparium* yang diujikan pada larva nyamuk *A. aegypti* positif mengandung beberapa senyawa bioaktif yaitu saponin, tanin, kuinon dan steroid. Kandungan senyawa bioaktif yang banyak dimiliki ekstrak adalah tanin dan steroid. Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun mampu memberikan pengaruh negatif yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva nyamuk *A. aegypti* menjadi pupa.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun *E. riparium* efektif pada konsentrasi 0,014 persen (v/v) karena mampu menyebabkan kematian 50% hewan uji selama 72 jam.

Ekstrak daun *E. riparium* berpengaruh nyata terhadap persentase jumlah larva yang berubah menjadi pupa, yaitu semakin tinggi tingkatan konsentrasi ekstrak maka semakin menurun jumlah larva yang mampu berkembang menjadi pupa

DAFTAR PUSTAKA

- Aminoto, A. 1995. Pengaruh Ekstrak Daun dan Ekstrak Tangkai Daun *Eichhornia crassipes* (Mart) Solm. Terhadap Larva *Aedes aegypti* (L). *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro, Semarang.
- Anonim. 1995. Metoda Standar Pengujian Efikasi Pestisida. Komisi Pestisida Departemen Pertanian.
- Anyaele, O. O. dan A. A. S. Amusan 2001. Toxicity of Hexalonic Extract of *Dennetia tripetala* (G. Baxer) on Larvae of *Aedes aegypti* (L). *African Journal of Biomedical Research* Volume 6: 49-53.
- Borrer, D. J., C. A. Triplehorn dan N. F. Johnson. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi Keenam. *Alih bahasa*: Soetiyono Partosoedjono. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gaspersz, V. 1989. Metode Perancangan Percobaan. Armico. Bandung.
- Gomez, K. A. dan A. A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. *Alih bahasa*: Sjamsudin, E. dan J. S. Baharsjah. DI Press, Jakarta.
- Gunawan, D. dan S. Mulyani. 2004. Ilmu Obat Alam (Farmakognosi). Jilid 1. Cetakan Pertama. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Hadi, M. 1996. Pengaruh Ekstrak Bunga dan Daun Paitan *Titonia diversifolia* Grey (Asteraceae) Terhadap Sifat Anti Makan dan Indeks Nutrisi Larva Instar V *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera-Noctuide). *Tesis*. ITB, Bandung.
- Harborne, J. B. 1987. Metode Fitokimia: Penuntun dan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. *Alih bahasa*: Padmawinata, K. dan I. Soediro. ITB, Bandung.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia III. TeJemahan Balitbang Kehutanan.
- Hijriyati, M. A. 2006. Pengaruh Ekstrak Daun *Eupatorium inulifolium* Terhadap Mortalitas dan Pertumbuhan Larva *Aedes aeg 35* (L). *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakunas MIP A Universitas Diponegoro (belum dipublikasikan.), Semarang.
- Hopkins, W. G. and N. P. A.HOner. 2004. Introduction to Plant Physiology. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc. Ontario.
- Jumpowati, M. D. B. 1999. Pestisida Alami Alternatif: Inventarisasi dan Pemanfaatan. *SIGMA* Volume II (2): 75-80.
- Kardinan, A. dan A. Dhalimi. 2003. Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) Tanaman Multi Manfaat. *Perkembangan Teknologi TRO* Volume XV (1): 1-10.
- Koestoni, M. T. 1985. Analisa Probit, Penggunaan LD 50 dan LC 50 serta Perhitungannya Menurut BushvineNash dan E. A. Heinrich, dkk. Kelompok Peneliti Hama Balai Penelitian Hortikultura Lembang, Bandung.
- Mardihusodo, S. J. 1987. Mengembangkan dan Meningkatkan Peran Serta Masyarakat dalam Upaya Pemberantasan Vektor Dengue Haemorrhagic Fever. *BIK* 19 (1) : 19-25
- Matsumura. F. 1976. Toxicology of Insec-ticides. Plenum Press. New York.
- Macedo, M. E., R. A. G. B. Consoli, T. S.

- M. Grandi, A. M. G. dos Anjos, A. M. G. de Oliveira, N. M. Mendes, R. O. Queiroz dan C. L. Zani. 1997. Screening of Asteraceae (Compositae) Plants Extracts for Larvicidal Activity Against *Aedes jluviatilis* (Diptera, Culicidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz Rio de Janeiro* 92 (4): 565-570.
- Nursal dan N. Pasaribu. 2003. Indeks Nutrisi Larva Instar V *Heliothis armigera* Hubner pada Makanan yang Mengandung Ekstrak Kulit Batang Bakau (*Rhizophora mucronata* Larnk.) dan Temperatur yang Berbeda. FMIP A USU, Medan.
- Nursal dan E. S. Siregar. 2005. Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Daun Lengkuas (*Lactuca indica* L.), Toksisitas dan Pengaruh Sub Letalnya Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda FMIP A Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sastrodihardjo, S. 1979. Pengantar Entomologi Terapan. Penerbit ITB, Bandung.
- Sudrajat, D. M. dan R. Kartika. 2003. Isolasi Bahan Bioaktif dari Kulit Pohon Kayu Bawang Kalimantan (*Scorodoarpus borneensis* Becc) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *FRONTIR Universitas Mulawarman* Volume 18 (2): 88-93.
- Sundari, S. dan T. Wulandari. 2005. Efikasi Fase Air Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa*, L) Sebagai Larvasida Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kedokteran YARSIV* Volume 13 (1): 56-60.
- Tarumingkeng, R. C. 1992. Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaannya. Universitas Kristen Krida Wacana. Jakarta.
- Tjokronegoro, R. K. 1987. Penelusuran Senyawa Kandungan Tumbuhan Indonesia. Bioaktif Terhadap Serangga-serangga. Senyawa Penghambat Pertumbuhan Larva *Bombyx mori*. Asal Tumbuhan *Acorus calamus*, *Cuminum cyminum*, *Annona muricata* dan *Toona surebi*. *Disertasi*. Biologi UNPAD, Bandung.
- Widyastuti, B. 1999. Pengaruh Logam Berat Tembaga (Cu) Terhadap Mortalitas dan Pertambahan Berat Badan Larva Artemia. Fakultas MIPA Universitas Diponegoro, Semarang