

PEMANFAATAN *Cymbopogon nardus* SEBAGAI LARVASIDA *Aedes aegypti*

Endah Rita SD dan Dewi Retna Ningtyas

Jurusan Pendidikan Biologi
IKIP PGRI Semarang

THE USE OF *Cymbopogon nardus* AS *Aedes aegypti* LARVASIDA

ABSTRACT

Control of mosquitoes as vectors of disease is generally performed using synthetic pesticides, with all its negative impacts. So it takes an effort to obtain alternative materials which are more environmentally friendly but also effective in controlling insects that is botanical pesticides.

This study aims at: 1) determining the correct dosage of leaves extracts and stem of citronella as a botanical pesticide exterminator of *Aedes aegypti* mosquito larvae; 2) determining LD₅₀ extracts of leaves and stems of citronella and safe limits for non target organisms.

This research was done in Salatiga B2P2VRP Laboratory and the Laboratory of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Diponegoro. The method used is a bioassay (biological assay), i.e. acute toxicity testing of chemicals using the organism as a test animal. Subjects were *Aedes aegypti* three sub stadium (instar) as test target animals, and Goldfish (*Carassius auratus*) as test animals are not the target. Data obtained from test animals actually target and non target animals were analyzed and interpreted by a simple linear regression analysis.

The result showed that LD₁₀₀ *Aedes aegypti* larvae mortality was 24575 ppm, and the LD₅₀ is amounted to 35000 ppm, then the safe limit for other non target organism (environment) is 3500 ppm.

The conclusion is that citronella (*Cymbopogon nardus*) can be used as a botanical pesticide with a safe margin for other organisms is 3500 ppm.

Key words: *Cymbopogon nardus*, larvasida, *Aedes aegypti*, LD₅₀, *Carassius auratus*.

PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue (DBD) atau dengue haemorrhagic fever (DHF) adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* Famili *Flaviviridae* dengan genusnya adalah *Flavivirus* RNA *Togavirus*. Virus ini mempunyai empat serotipe yang dikenal dengan DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4. Selama ini secara klinis mempunyai tingkatan manifestasi yang berbeda, bergantung dari serotipe virus

Dengue. Vektor utama virus demam berdarah adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang tergolong dalam kelas insekta. Sampai saat ini penyakit demam berdarah dengue (DBD) telah menular dan melanda hampir di seluruh wilayah Indonesia, dengan jumlah kasus yang cukup banyak.

Ada banyak cara yang dapat diusahakan untuk mencegah atau meminimalkan penularan penyakit demam berdarah, salah satunya adalah dengan memutus siklus hidup vektor menggunakan pestisida maupun pengendali hayati. Menurut Borrer et.al. (1992) dan Elena (2006), tindakan pengendalian terhadap nyamuk ditujukan pada nyamuk dewasa atau pada larva. Tindakan yang ditujukan pada larva nyamuk dapat dengan memodifikasi habitat-habitat larva dengan menggunakan pestisida.

Selama ini pengendalian nyamuk sebagai vektor penyakit umumnya dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetis. Hal ini dikarenakan pestisida sintetis dianggap efektif, praktis, manjur, dan dari segi ekonomi lebih menguntungkan. Namun, hal ini perlu diwaspadai karena penggunaan pestisida sintetis secara terus menerus akan menimbulkan pencemaran lingkungan, kematian berbagai makhluk hidup lain dan menyebabkan hama pengganggu atau larva menjadi resisten, bahkan dapat menyebabkan mutasi gen pada spesies ini. Pestisida sintetis bersifat bioaktif, mengandung bahan kimia yang sukar mengalami degradasi di alam sehingga residunya dapat mencemari lingkungan bahkan menurunkan kualitas lingkungan (Metcalf dan Luckmann 1982, Schutterer 1990, dikutip oleh Elena, 2006).

Melihat kerugian berupa efek samping yang ditimbulkan oleh pestisida sintetis tersebut maka dibutuhkan suatu usaha untuk mendapatkan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan tetapi juga efektif dalam mengendalikan populasi serangga hama.

Permasalahannya ialah, berapa dosis ekstrak daun dan batang Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*) yang tepat untuk pengendalian *Aedes aegypti* tetapi aman bagi organisme bukan sasaran?

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menentukan dosis yang tepat ekstrak daun dan batang sereh wangi sebagai pestisida botani pembasmi larva nyamuk *Aedes aegypti*, 2) menentukan LD₅₀ ekstrak daun dan batang Sereh wangi dan batas aman bagi organisme bukan sasaran.

MATERIAL DAN METODE

1. TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fa-

kultas MIPA, Universitas Diponegoro (B2P2VRP) Salatiga pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009, yaitu untuk pengujian komposisi ekstrak daun dan batang Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*).

2. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah larva nyamuk *Aedes aegypti* sub stadium (instar) 3 sebagai hewan uji sasaran, dan Ikan mas (*Carassius auratus*) sebagai organisme bu-
kan sasaran.

3. BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun dan batang Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*), ethanol 70%, larutan Tween 80, air uji (air sumur) yang harus memenuhi persyaratan: temperatur antara 25° dan 27°C, pH antara 6,0 dan 7,5, konsentrasi DO antara 4 dan 8 ppm, CO₂ bebas kurang dari 50 ppm, kandungan nitrat, nitrit, maupun amonia tidak boleh lebih dari 10 ppm, konsentrasi HC03 anta ra 60 dan 70 ppm.

4. ALAT YANG DIGUNAKAN

Alat-alat yang digunakan adalah blender, aluminium foil, botol maserasi, cawan petri, kertas saring, ayakan, pemanas spiritus, tabung ukur, batang pengaduk, pH universal, pipet tetes, beker glass 1000 ml, gelas plastik bertutup dan ember .

5. PROSEDUR

a. Ekstraksi Bahan

Daun dan batang Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*) dibersihkan dari kotoran ikutan kemudian dikering-anginkan pada suhu kamar, agar senyawa metabolit sekunder yang dikandungnya tidak menjadi rusak oleh si nar matahari langsung. Setelah kering, Sereh wangi dipotong-potong dengan pisau, selanjutnya digiling dengan blender hingga menjadi serbuk. Kemudian serbuk segera dimaserasi de-
ngan pelarut polar etanol 70% selama 3—4 hari pada suhu kamar untuk menarik semua senyawa yang terkandung dalam serbuk.

b. Aklimasi Hewan Uji

Hewan-hewan uji sasaran larva nyamuk *Aedes aegypti* tidak diaklimasi terlebih dahulu karena perubahan fase larva yang cepat akan menyulitkan proses penga-
matan, akan tetapi 2—4 jam sebelum penelitian, larva tidak diberi makan .

c. Uji Kandungan Metabolit Sekunder

Ekstrak daun dan batang Sereh wangi diuji komposisi kandungannya. Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui kandungan alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, kuinon, steroid atau terpenoid di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro Semarang.

d. Uji Eksplorasi

Uji eksplorasi atau uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi perlakuan yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari jumlah populasi larva yang diuji. Kriteria mati disini adalah hewan uji atau larva tidak bergerak dan jika disentuh tidak memberikan reaksi.

e. Uji Sebenarnya

Larva *Aedes aegypti* sebagai hewan uji sasaran, percobaan dilakukan dengan enam buah gelas plastik yang telah diisi 100 ml larutan uji, kemudian 20 ekor larva *Aedes aegypti* dimasukkan ke dalam larutan uji. Menurut Tarumingkeng (1992), larva *Aedes aegypti* memiliki integumen yang mudah rusak sehingga untuk pengujian toksisitas ini metode yang digunakan adalah metode celup (dipping method), yaitu hewan uji dicelupkan atau dimasukkan ke dalam larutan uji. Pengujian dilakukan pada suhu kamar.

f. Analisis dan Interpretasi Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian berupa mortalitas larva nyamuk ditransformasi ke probit karena transformasi dapat membantu dalam memenuhi dugaan yang harus dibuat sebelum melakukan suatu pengujian dalam regresi linier.

Analisis probit digunakan untuk jenis eksperimen uji toksisitas suatu bahan kimia, sementara besarnya dosis dikonversi dalam bentuk logaritma dikarenakan bentuk logaritma dianggap sebagai bentuk transformasi yang kuat dimana nilai sebarannya relatif valid. Kemudian data tersebut dianalisis dan diinterpretasi dengan analisis regresi linear sederhana. Analisis dilakukan dengan menggunakan program SPSS 13,0 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. TOKSISITAS SEREH WANGI TERHADAP Larva *Aedes aegypti*

a. Uji Eksplorasi dengan Larva *Aedes aegypti*

Hasil uji eksplorasi ekstrak daun dan batang sereh wangi terhadap larva *Aedes ae-*

gypti dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, diketahui telah terjadi mortalitas larva pada dosis 0 ppm (larutan tidak diberi ekstrak) meskipun dalam jumlah kecil (10%). Hal ini dapat disebabkan karena faktor lain seperti faktor lingkungan abiotik misalnya suhu lingkungan, suhu air, kandungan bahan terlarut (DO, nitrit, nitrat, amonia, yang merupakan hasil ekskresi dan lain sebagainya), serta karena faktor resistensi larva *Aedes aegypti* dimana larva tidak dapat menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan yang terjadi secara drastis.

Tabel 1. Data Mortalitas Larva *Aedes aegypti* dengan Dosis yang Berbeda pada Uji Eksplorasi Selama 48 jam

Dosis (ppm)	Jumlah larva	Jumlah larva mati	Mortalitas
0	20	2	10%
25000	20	5	25%
50000	20	7	35%
75000	20	9	45%
100000	20	10	50%
125000	20	13	65%

Kematian larva disebabkan adanya ketidakmampuan larva dalam menfetoksifikasi senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuhnya. Toksisitas kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak ini memberi efek toksisitas pada larva yang terlihat melalui gejala-gejala subletal hingga kematian larva.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat nilai mortalitas larva untuk nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 50% dari hewan uji terdapat pada dosis 100000 ppm, ini berarti dosis ini menjadi acuan untuk menentukan kisaran-kisaran interval dosis yang digunakan pada uji toksisitas sesungguhnya.

b. Uji Sebenarnya dengan Larva *Aedes aegypti*

Pada awal penelitian dilakukan uji kualitas air untuk mengetahui kondisi air sudah sesuai standar untuk penelitian dan air dalam kondisi tidak tercemar. Uji toksisitas sebenarnya bertujuan untuk menentukan nilai LD₁₀₀ ekstrak daun dan batang serih wangi terhadap larva *Aedes aegypti*, yaitu dosis perlakuan yang menyebabkan kematian sebanyak 100% dari jumlah populasi larva yang diuji (hewan sasaran).

Kisaran interbal dosis yang digunakan pada uji toksisitas sebenarnya diperoleh dengan cara menaikkan atau menurunkan nilai LD₅₀ pada uji eksplorasi, di

mana jarak interval tidak terlalu jauh. Kisaran interval dosis untuk uji toksisitas utama adalah 75000 ppm, 85000 ppm, 95000 ppm, 105000 ppm, 115000 ppm.

Tabel 2. Data Pengukuran Suhu, pH, dan DO Air yang Digunakan untuk Uji Toksisitas dengan Larva *Aedes aegypti*

Parameter	Nilai
Suhu	27 ⁰ C
pH	7,8
DO	7,0

Tabel 3. Data Mortalitas Larva *Aedes aegypti* dengan Dosis yang Berbeda pada Uji Sebenarnya selama 96 jam

Dosis (ppm)	Jumlah larva	Jumlah larva mati	Mortalitas (%)
75000	20	11	55%
85000	20	12	60%
95000	20	14	70%
105000	20	15	75%
115000	20	17	85%

Data di atas memperlihatkan kenaikan persentase mortalitas larva disetiap kenaikan level dosis ekstrak. Hal ini berarti apabila dosis ekstrak meningkat, maka mortalitas larva juga akan meningkat.

Pengamatan untuk gejala subletal pada uji toksisitas sebenarnya ini antara lain larva sering muncul ke permukaan dan frekuensinya sangat lama yang mengindikasikan bahwa kebutuhan oksigen yang terlarut dalam air berkurang sehingga larva sering ke permukaan untuk memenuhi kebutuhan oksigen, gejala yang lain adalah respon terhadap rangsang berkurang ditandai dengan agresivitas berkurang saat disentuh. Keadaan ini sebagai gejala aktif yang ditimbulkan akibat senyawa bioaktif dalam ekstrak daun dan batang Sereh wangi yang bersifat toksik, seperti saponin, tanin, kuinon, dan steroid.

Senyawa racun yang terkandung dalam ekstrak tersebut merupakan zat-zat asing bagi tubuh larva. Zat-zat ini dapat memasuki tubuh larva dan atau organisme lain melalui beberapa bagian tubuh, antara lain dinding permukaan tubuh, jalan pernapasan, serta pada alat pencernaan makanan.

Dinding permukaan tubuh merupakan bagian terluar tubuh larva yang dapat menyerap insektisida dalam jumlah besar karena bagian ini berhubungan

langsung dengan pestisida. Pada pernapasan larva, udara dan oksigen memasuki trakea secara difusi dengan bantuan pergerakan abdomen, begitu pula dengan zat-zat toksis pada ekstrak daun dan batang Sereh wangi juga dapat memasuki sistem pernapasan dalam bentuk gas ataupun butiran halus yang dibawa ke jaringan hidup.

Pada penelitian ini, zat toksik masuk kedalam mulut larva melalui sistem pernapasan yang berupa spirakel dipermukaan tubuh dan menimbulkan kelayuan pada saraf, serta kerusakan pada spirakel akibatnya larva tidak dapat bernapas dan akhirnya mati. Penyebab kelayuan pada saraf adalah senyawa saponin, ini dikarenakan senyawa saponin dapat menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Asetilkolin yang dibentuk oleh sistem saraf pusat berfungsi untuk menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot. Setelah impuls dihantarkan, prosesnya dihentikan oleh enzim asetilkolinesterase yang memecah asetilkolin menjadi asetil ko-A dan kolin.

Adanya senyawa insektisida (alkaloid dan saponin) akan menghambat bekerjanya enzim ini sehingga terjadi penumpukan asetilkolin yang akan menyebabkan terjadinya kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke otot yang dapat berakibat otot kejang, terjadi kelumpuhan (paralysis) dan berakhir ke kematian.

c. Penentuan Dosis Ekstrak Daun dan Batang Sereh wangi

Dosis ekstrak daun dan batang sereh wangi terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* dapat diprediksi dengan persamaan regresi estimasi. Agar dapat digunakan untuk memprediksi harus tidak menyimpang dari asumsi model klasik yang meliputi tidak terjadi autokorelasi dan tidak terjadi heteroskedastisitas.

Contoh prediksi, jika dosis ekstrak daun dan batang Sereh wangi sebesar 8,9 maka besarnya mortalitas larva *Aedes aegypti* dapat diprediksi sebagai berikut.

$$Y = a + bX$$

$$Y = 3,395 + 0,224 \cdot 8,9$$

$$Y = 5,3886 = 24468 \text{ ppm}$$

Jadi jika dosis ekstrak daun dan batang sereh wangi ditentukan sebesar 8,9 maka besarnya mortalitas larva *Aedes aegypti* dapat diprediksi sebesar 24468 ppm.

Dari persamaan regresi estimasi tersebut diperoleh hasil prediksi nilai LD_{100} sebesar 24468 ppm, sehingga ekstrak pada dosis ini dapat mematikan seluruh hewan sasaran.

Selanjutnya dari nilai LD_{100} tersebut dapat ditentukan kisaran interval dosis yang akan digunakan pada uji toksisitas dengan Ikan mas (*Carassius auratus*) untuk menentukan LD_{50} dan batas aman dosis ekstrak daun dan batang sereh wangi. Pengujian dengan Ikan mas digunakan untuk menentukan batas aman bagi hewan bukan sasaran.

2. TOKSISITAS SEREH WANGI TERHADAP *Carassius auratus*

Pada awal penelitian dilakukan uji kualitas air untuk mengetahui kondisi air sudah sesuai standar untuk penelitian dan air dalam kondisi tidak tercemar.

Uji toksisitas dengan ikan mas (*Carassius auratus*) sebagai hewan uji bukan sasaran bertujuan untuk mencegah apakah dosis dari hasil prediksi LD₁₀₀ uji toksisitas dengan larva *Aedes aegypti* aman bagi lingkungan atau tidak. Dalam hal ini, dosis yang dapat mematikan 100% hewan sasaran belum tentu aman bagi organisme bukan sasaran.

Tabel 4. Data Pengukuran Suhu, pH dan DO Air yang Digunakan untuk Uji Toksisitas dengan Ikan mas (*Carassius auratus*)

Parameter	Nilai
Suhu	26 ⁰ C
pH	7,1
DO	7,0

Oleh karena itu pengujian dilanjutkan dengan menggunakan Ikan mas sebagai hewan uji yang mewakili organisme lain bukan sasaran. Digunakan hewan uji Ikan mas karena Ikan mas merupakan salah satu organisme yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan serta Ikan mas mudah diamati.

Kisaran interval dosis yang digunakan pada uji ini diperoleh dengan cara menaikkan dan menurunkan nilai LD₁₀₀ pada uji sesungguhnya dengan larva *Aedes aegypti*. Kisaran dosis untuk toksisitas ini adalah 20000 ppm, 27500 ppm, 35000 ppm, 42500 ppm, dan 50000 ppm. Data mortalitas Ikan mas pada uji sebenarnya selama 96 jam adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Data Mortalitas Ikan Mas dengan Dosis yang Berbeda pada Uji Sebenarnya Selama 96 jam

Dosis (ppm)	Jumlah ikan	Jumlah ikan mati	Mortalitas (%)
20000	10	9	90%
27500	10	9	90%
35000	10	5	50%
42500	10	10	100%
50000	10	10	100%

Berdasarkan data pada Tabel 5, diketahui bahwa telah terjadi perbedaan mortalitas disetiap konsentrasi ekstrak. Pada dosis 20000 ppm dan 27500 ppm persentase ke -

matian Ikan sebesar 90% sementara pada dosis 35000 ppm terjadi penurunan drastis persentase kematian ikan yaitu sebesar 50%. Setelah itu pada dosis selanjutnya 42500 ppm dan 50000 ppm terjadi kenaikan lagi kematian ikan sebesar 100%.

Data di atas tidak sesuai dengan prediksi, asumsi seharusnya menyatakan apabila dosis lebih rendah maka mortalitas Ikan mas (*Carassius auratus*) yang terjadi lebih kecil. Tapi hasil dari penelitian ini terjadi sebaliknya, dalam hal ini penulis mengasumsikan bahwa penyebabnya atau faktor yang mempengaruhinya antara lain sebagai berikut.

a. Faktor Resistensi Ikan mas

Dalam penelitian ini permasalahan dapat terjadi karena faktor kondisi fisik pada Ikan mas yang berbeda-beda. Faktor utama yang mempengaruhi perbedaan resistensi ikan mas antara lain faktor genetik. Faktor genetik disebabkan karena ikan mas yang digunakan telah mengalami perubahan secara genetik. Hasil wawancara dengan pemilik dan pembudidaya ikan mas, bahwa generasi yang digunakan untuk penelitian ini berbeda dari generasi induk, dapat dikatakan bahwa seleksi tiap generasi telah menurunkan toleransi ikan mas terhadap zat toksik secara drastis, hal ini dikarenakan kondisi ideal bagi perkembangan Ikan mas serta terhindar dari zat toksik.

b. Faktor Parasit atau Penyakit

Penyakit atau parasit bisa menyerang ikan mas kapan saja tanpa kita tahu penyebabnya, dalam hal ini mungkin pada waktu pengkondisian atau aklimasi hewan uji selama 10 hari beberapa Ikan mas terserang penyakit dan beberapa ikan yang terserang penyakit mungkin ditempatkan atau dimasukkan pada dosis yang lebih rendah tersebut (20000 ppm atau 27500 ppm).

c. Faktor Perlakuan

Hal ini dapat terjadi pada waktu pengambilan ikan dari tempat pengkondisian atau aklimasi hewan uji ikan terkena pukulan atau hambatan yang tidak sengaja dari alat pengambilan ikan, sehingga badan ikan mas menjadi lemah atau lemas. Kemungkinan dimasukkan Ikan mas menjadi lemah atau lemas pada dosis yang rendah.

d. Faktor Prosedural

Dalam hal ini adalah cara kerja atau prosedur penelitian, misalnya kurang ketelitian pada saat pengukuran dosis yang digunakan, kurang ketelitian dalam proses pengamatan dan pencatatan data mortalitas atau sub letal Ikan mas, yang digunakan sebagai hewan bukan sasaran.

e. Faktor Abiotik

Penurunan tingkat selisih kematian ikan mas pada dosis 27500 ppm ke dosis 35000 ppm ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor-faktor abiotik seperti pH, air, suhu, kandungan kimia yang ada di dalam air (seperti DO, nitrit, nitrat, dan ammonia).

3. PENENTUAN DOSIS EKSTRAK SEREH WANGI DENGAN *Carassius auratus*

Untuk menentukan dosis ekstrak daun dan batang Sereh wangi dengan Ikan mas digunakan interpolasi dengan persamaan regresi estimasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= a + bX \\ Y &= 3,413 + 0,105 X \\ S_b &= 0,060 \\ t &= 1,745 \\ \text{Sig.t} &= 0,179 \end{aligned}$$

Dari persamaan regresi estimasi tersebut diperoleh interpolasi log LD₅₀ (dihitung dengan nilai 5.000—probit-dalam persamaan regresi) adalah 3,5. Jika dikonversi (anti log), akan diperoleh 96-h LD₅₀ 95% CI sebesar 35000 ppm dan batas aman sebesar 3500 ppm (10% x 35000).

Hasil pengujian komposisi ekstrak daun dan batang Sereh wangi terhadap senyawa kimia yang terkandung di dalamnya dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Analisis Fitokimia Ekstrak Daun dan Batang Sereh wangi

Uji Fitokimia	Hasil Uji Fitokimia
Alkaloid	-
Saponin	+
Flavonoid	-
Tanin	+++
Kuinon	+
Steroid / Triterpenoid	+++

Berdasarkan hasil pada tabel di atas, nampak bahwa ekstrak daun dan batang Sereh wangi yang diujikan pada larva *Aedes aegypti* dan Ikan mas (*Carassius auratus*) positif mengandung beberapa senyawa biokatif yaitu saponin, tanin, kuinon dan steroid.

Kandungan senyawa bioaktif yang banyak dimiliki ekstrak adalah tanin dan steroid. Hasil pengujian terhadap kandungan senyawa bioaktif berupa alkaloid

dan flavonoid menunjukkan hasil negatif. Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun mampu memberikan pengaruh negatif yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva untuk nyamuk *Aedes aegypti* menjadi pupa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun dan batang Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*) dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti*. LD₅₀ ekstrak daun dan batang Sereh wangi untuk Ikan mas adalah 35000 ppm, dengan batas aman 3500 ppm.

BIBLIOGRAFI

- Anderson, P.D., and S.D. Apollonia. 1978. *Aquatic animal*. Canada: Department of Biological Sciences. Canada.
- Anonim. 2004. *Siklus nyamuk Aedes aegypti*. <http://www.bratachem.com/abate/siklus.htm>
- . 2007. *Siklus nyamuk Aedes aegypti*. <http://phil.ede.gov/phil/result.asp>
- Barodji, H., T. Suwasono, Sularso, dan Sutopo. 2001. *Hasil penelitian uji kepekaan nyamuk vektor dan efikasi insektisida yang digunakan program terhadap nyamuk vektor*. Salatiga: Stasiun Penelitian Vektor Penyakit, Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.
- Connel, D. W, dan G. J Miller. 2006. *Kimia dan ekotoksikologi pencernaan*. Trans. Yanti Koestoer. Jakarta: UI.
- Darmowandono, W. 2001. *Demam berdarah*. Solo: UNAIR.
- Departemen Kesehatan. 2006. *Cymbopogon nardus* REG. <ftp.ui.edu/bebas/v12/artikel/tgtanamanobat/depkes/buku/1-120.pdf>. 4 Agustus 2007.
- Djunaedi, D. 2006. *Demam berdarah dengue (DBD)*. Malang: UMM.
- Elena. 2006. *Pengaruh ekstrak daun Eupatorium riparium terhadap mortalitas dan perkembangan larva nyamuk Aedes aegypti*. Semarang. Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNDIP, Semarang.
- Fox, R. 2004. *Toxicity bioassay: static acute toxicity bioassay*. Laboratory Exercise for Biology 306 Ecology, Lander University Greenwood SC.

- Goenarso, D. 1988. *Perubahan faal ikan sebagai indikator kehadiran insektisida dan detergen dalam air*. Bandung: ITB.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode fitokimia: penuntun dan cara modern menganalisis tumbuhan*. Trans. Padmawinata, J. Dan I. Soediro. Bandung: ITB.
- Koestoni, M.T. 1985. *Analisis probit*. Bandung: Kelompok Peneliti Hama Balai Penelitian Hortikultura Lembang.
- Larson, A., B.E. Bengston and O. Svaberg. 1979. *Efekt of cadmium for hematologies and biochemis on fish*. London: Chambridge University Press.
- Mark, Jr. H.B. 1981. *Water quality measurement the modern analytical techniques*. Departements of Chemistry of Cioncinatre, Ohio .
- Nunik, S.A., S.H. Sigit, S. Partosoedjon dan Chairul. 2001. *Hasil penelitian .S. rarak, D. metel dan E. prostata sebagai Larvisida Aedes aegypti* . Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.
- Purnomo, H. 2007. *Petunjuk praktikum pengetahuan lingkungan* . Semarang: IKIP PGRI Semarang.
- Santoso, B.H. 1992. *Sereh wangi bertanam dan penyulingan*. Yogyakarta: Kani-sius.
- Tarumingkeng, R.C. 1992. *Insektisida sifat, mekanisme kerja, dan dampak penggunaannya*. Jakarta: Ukrida
- Wahyuningsih, N.E. 1996. *DB Bahaya dan upaya pengendaliannya* . Jakarta: Agro Media Pustaka.

