

## PEMANFAATAN MINYAK KULIT BATANG GEMOR (*Alseodaphne* spp) SEBAGAI ALTERNATIF MAT REPELLENT ALAMI

### THE USE OF GEMOR STEM SKIN OIL (*Alseodaphne* spp) AS A NATURAL ALTERNATIVE MAT REPELLENT

Arhamsyah dan Budi Tri Cahyana\*)  
\*) *Peneliti Baristand Industri Banjarbaru*

#### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pemanfaatan minyak kulit batang gemor (*Alseodaphne* spp) sebagai alternatif mat repellent alami dengan tujuan untuk memperoleh minyak essensial dari kulit batang gemor dengan cara destilasi dan ekstraksi sebagai bahan repellent yang aktif, efisien dan bioderabel disertai dengan uji aktivitasnya terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Variasi konsentrasi yang digunakan yaitu 10%, 20%, dan 30% dengan pengamatan masing-masing jam ke 02, 04, 06 dan 08 setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas anti nyamuk cenderung meningkat sesuai dengan bertambahnya konsentrasi. Penggunaan minyak essensial dari kulit batang gemor dengan konsentrasi 30% cukup efektif. Efektivitas terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dibandingkan dengan produk inovator yang mengandung DEET (N,N-diethyl-m-toluamid) sebagai repellent dan lebih ekonomis.

**Kata kunci :** *alseodaphne* spp, repellent, konsentrasi, *Aedes aegypti*, minyak essensial.

#### ABSTRACT

*The research about the utilization of gemor stem skin oil (Alseodaphne spp) as an alternative natural repellent mat has been done. This research aim to obtain essential oils from the bark using distillation and extraction method and used as repellent active ingredient. The result showed that the product is efficient and biodegradable proven by a test activity against the mosquito (Aedes aegypti). Varying the concentrations used are 10%, 20%, and 30% with the time observations to 02, 04, 06 and 08 hours after treatment. The results showed that anti-mosquito activity tends to increase with higher concentration. The use of 30% doses of Gemor bark essential oil is effective. The Effectiveness of the product against the mosquito (Aedes aegypti) and the economical value were compared with the innovator product containing DEET (N, N-diethyl-m-toluamid).*

**Keywords:** *alseodaphne* spp, repellent, concentration, *Aedes aegypti*, essential oils.

#### I. PENDAHULUAN

Perlindungan personal terhadap gigitan nyamuk dengan repellent dipandang sebagai "critical public health tools" untuk mengurangi transmisi penyakit akibat nyamuk dan iritasi akibat gigitannya (Osimitz dan Grothaus 1995, Fradin dan Day, 2002). Untuk diketahui, kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Chikungunya) di Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2009 terdapat 137.600 kasus dengan 1.170 kematian, ini jauh meningkat bila dibandingkan kasus DBD tahun 2008 yaitu

126.600 kasus dengan 1.084 kematian (<http://www.pdpersi.co/>, 2010).

DBD dan Chikungunya disebarkan kepada manusia oleh nyamuk *Aedes aegypti* (<http://www.e-dukasi.net>, 2010). Penggunaan repellent/pencegah nyamuk cenderung lebih praktis dan ekonomis untuk mencegah transmisi penyakit ini dari pada pemakaian kelambu atau obat nyamuk semprot/bakar karena *Aedes aegypti* beraktivitas pada siang hari.

Penggunaan insektisida/ bahan repellent sebaiknya mengikuti cara-cara yang ramah lingkungan dan *biodegradable*,

yaitu dengan memanfaatkan tanaman anti nyamuk. Minyak esensial dari tanaman yang umumnya digunakan sebagai pewangi sebenarnya dapat direkomendasikan sebagai bahan *repellent* karena kandungan bioaktifnya potensial sebagai penghambat serangga (Isman, 1999). Selain itu karena alami, komponennya hampir tidak mempunyai efek yang membahayakan bagi manusia (Hadfield-Law 2000: Mumcuoglu et al, 2002), terutama bila dibandingkan dengan komponen sintetik yang banyak digunakan saat ini seperti DEET (N,N-diethyl-3-methylbenzamide, atau dietil-m-toluamid), DEET adalah bahan kimia sintetik yang efektif dan banyak dipakai dalam formulasi bahan antinyamuk komersial seperti losion, gel, krim, *aerosol* dan tisu (Golenda et al.1999; Govere et al. 2000). DEET ((N,N-diethyl-3-methylbenzamide, atau dietil-m-toluamid) sebagaimana bahan kimia sintetik lainnya cenderung toksik setelah pemakaian jangka panjang ataupun kesalahan pemakaian; menimbulkan efek yang tidak diinginkan seperti bau yang kurang enak, kulit mengeras dan menimbulkan kerusakan pada plastik, pakaian berbahan sintetik dan karet (Govere et al.2000: Fradin, 1998).

Salah satu kelompok hasil hutan yang potensial dan dewasa ini sedang mendapat perhatian adalah tumbuhan obat (Wardoyo, dalam Zuhud, 1991: Triyono, 2003). Disamping itu ada 1.180 spesies tumbuhan yang mengandung racun serangga atau sebagai insektisida kebanyakan belum diinvestigasi. Insektisida nabati atau insektisida botani adalah bahan alami yang berasal dari tumbuhan yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, fenolik dan zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi organisme pengganggu tidak berpengaruh terhadap fotosintesis, pertumbuhan atau aspek fisiologi tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Sistem yang berpengaruh pada OPT adalah sistem saraf atau otot, keseimbangan

hormon, reproduksi, perilaku, sistem pernapasan, dan lain-lain. Senyawa bioaktif ini juga dapat digunakan untuk mengendalikan serangga yang terdapat di lingkungan rumah. Toksitas dari senyawa kimia tumbuhan bersifat relatif, tergantung dosis yang diberikan pada periode waktu tertentu, umur dan kondisi tubuh hewan, mekanisme absorpsi dan model ekskresi.

Senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman dapat dimanfaatkan seperti layaknya insektisida sintetik. Perbedaannya adalah bahan aktif pada insektisida nabati disintesa oleh tumbuhan dan jenisnya dapat lebih dari satu macam (campuran). Bagian tumbuhan seperti daun, buah, bunga, biji, kulit, batang dan sebagainya dapat digunakan dalam bentuk utuh, bubuk ataupun ekstraksi (dengan air, ataupun senyawa pelarut organik). Insektisida nabati dapat dibuat secara sederhana dan kemampuan yang terbatas. Bila senyawa atau ekstrak ini digunakan di alam, maka tidak mengganggu organisme lain yang bukan sasaran. Insektisida nabati merupakan bahan alami, bersifat mudah terurai di alam (biodegradable) sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia karena residunya mudah hilang. Senyawa yang terkandung dalam tumbuhan dan diduga berfungsi sebagai insektisida diantaranya adalah golongan sianida, saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, minyak atsiri dan steroid.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian Pemanfaatan Minyak Kulit Batang Gemor (*Alseodaphne spp*) Sebagai Alternatif Mat Repellent Alami dengan tujuan untuk memperoleh minyak esensial dari kulit gemor dengan cara destilasi dan ekstraksi sebagai bahan repellent yang aktif, efisien dan bioderabel sebagai pengganti repellent yang berbahan aktif DEET (N,N diethyl-3-methylbenzamide atau dietil-m-toluamid).

### III. BAHAN DAN METODA

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang gemor, metanol, etanol,alkohol, petrolium eter, DEET, piretrin standar, bahan kertas untuk mat, mat elektrik, aqua bides, larva *Aedes*

*aegypti*, pakan larva dogfood Alpo dan bahan kimia lainnya. Alat yang digunakan yaitu alat destilasi, alat maserasi, pompa vacum, corong Buchner, rotary evaporator, neraca analitik, mikropipet dan peralatan gelas laboratorium lainnya serta alat untuk keperluan analisis dan Peralatan untuk uji toksisitas biolarvasida.

Kulit batang gemor (*Alseopdaphne spp*) yang masih basah, terlebih dahulu dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering kulit kayu gemor dibersihkan dari debu, atau bagian lain serta dicuci sampai benar-benar terbebas dari kotoran. Kulit kayu yang sudah kering dipotong-potong kecil-kecil kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi uap. Proses destilasi terlihat seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Destilasi Pada Kulit Batang Gemor.

Destilat yang diperoleh merupakan campuran antara air dan minyak, selanjutnya minyak essential dipisahkan dengan menambahkan NaCl agar minyak atsiri yang teremulsi terpisah dengan air. Fase minyak yang diperoleh dipisahkan selanjutnya ditampung dan ditambahkan  $\text{CaCl}_2$  untuk menyerap air yang masih tersisa atau ikut dalam fase minyak selama lebih kurang 24 jam. Selanjutnya fase



Gambar 2. Minyak Essential dari Kulit Batang Gemor

minyak dipisahkan dengan  $\text{CaCl}_2$  dengan cara dekantasi. Minyak essential yang diperoleh (gambar 2) selanjutnya dipergunakan untuk uji aktivitas nyamuk.

Proses aplikasi minyak essential pada mat, yaitu mat direndam pada larutan minyak essential dengan beberapa variasi konsentrasi. Mat yang telah terisi minyak essential ditiriskan dan dikeringkan seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Mat yang Terisi Minyak Essential dari Kulit Batang Gemor.

Mat yang telah terisi minyak esensial diuji toksisitasnya terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

Pengujian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 (tiga) perlakuan dengan konsentrasi 10, 20 dan 30% yang masing-masing diulang sebanyak 5 (lima) kali dengan kontrol negatif tempat mat tanpa gemor dan kontrol positif mat komersial yang mengandung DEET (N,N-diethyl-m-toluamid).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Uji Potensi Minyak Esensial Kulit Batang Gemor sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* (Nyamuk yang terbang).

Penelitian mengenai uji aktivitas minyak esensial sebagai repellent alami dilakukan di Laboratorium Biologi MIPA Universitas Lambung Mangkurat terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Selama melakukan penelitian tersebut, rata-rata suhu ruangan antara  $27 - 29^{\circ}\text{C}$  dan suhu air  $23 - 28^{\circ}\text{C}$  dengan pH air berkisar 7. Kelembaban ruangan pada saat penelitian adalah sekitar 59 – 69 %.

Berdasarkan kondisi faktor lingkungan tersebut, maka dimungkinkan bahwa nyamuk uji dapat berkembang dengan baik, karena larva maupun nyamuk dewasa mampu hidup pada suhu udara 8 – 37 °C atau pada kondisi ruangan yang bersuhu hangat dan lembab (Moehammadi, 2005), sehingga dapat dikatakan bahwa faktor-faktor tersebut tidak berpengaruh selama penelitian berlangsung. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hasil pengamatan pada perlakuan kontrol (tanpa pemberian minyak essensial dari kulit kayu gemor) yang menunjukkan persentasi kematian adalah 0 %.

Perhitungan jumlah rata-rata nyamuk yang terbang menjauh terhadap mat yang diberi perlakuan/direndam dalam minyak essensial kulit batang gemor berdasarkan variasi konsentrasi larutan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Potensi Minyak Essensial Kulit Batang Gemor sebagai Repellent terhadap rata-rata Nyamuk *Aedes aegypti* yang terbang.

Konsentrasi Larutan	Pengamatan Setelah Perlakuan (ekor)			
	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
A (10%)	99	98	97	97
B(20%)	98	97	97	96
C(30%)	97	96	95	94
Kontrol Positif (DEET)	97	97	98	97

Dari Hasil pengujian yang tertera pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa respon nyamuk *Aedes aegypti* terhadap minyak essensial kulit batang gemor sangat sensitif, pengamatan setelah perlakuan 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam dengan variasi konsentrasi 10 %, 20% dan 30 rata-rata nyamuk yang terbang hampir 100%. Hal ini dapat dilihat dari 100 ekor contoh uji minimal 94 ekor yang terbang/menolak. Efektifitas minyak essensial kulit batang gemor tersebut cukup tinggi dan setara dengan kontrol positif menggunakan mat elektrik di pasaran.

Mekanisme kerja repellent adalah meracunkan atau mengintervensi alfaktori nyamuk dalam mendeteksi senyawa kimia

yang menjadi daya tolak mereka (*Chemical mosquitos attractants*), yang dihasilkan oleh manusia dan hewan mamalia, sehingga menghindarkan pemakaiannya dari nyamuk yang akan hinggap dan menggigit (Apperson C.S and Waldvogel MG, 2008).

Mortalitas nyamuk uji disebabkan adanya kandungan senyawa kimia yang berupa alkaloid, tanin, Fenolik, Flavonoid, Triterpenoid dan Glikosida yang terkandung pada kulit batang gemor. Senyawa tersebut merupakan senyawa kimia pertahanan tumbuhan yang termasuk kedalam metabolit sekunder atau aleokimia yang dihasilkan pada jaringan tumbuhan yang dapat bersifat toksik serta dapat juga berfungsi sebagai racun perut dan pernapasan (Yeni, 2008). Lebih lanjut menurut Nursal (2005), apabila nyamuk memakan yang mengandung senyawa aleokimia toksik, maka nyamuk tersebut perkembangannya akan terganggu hal ini disebabkan nyamuk menurunkan laju metabolisme dan sekresi enzim pencernaan, sehingga energi untuk perkembangan berkurang. Saporat (2010) mengemukakan alkaloid, flavonoid dan tanin mampu bekerja sebagai racun pada larva baik sebagai racun kontak maupun racun perut. Alkaloid merupakan komponen aktif dari obat anestesi, sedatif, stimulan, relaksan dan transqlizer. Selain bekerja disistem saraf, alkaloid juga dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan karena alkaloid bertindak sebagai racun perut yang masuk melalui mulut larva. Menurut Wakhyulianto (2005) flavonoid dapat digunakan sebagai larvasida karena dapat masuk melalui kutikula yang melapisi tubuh larva sehingga dapat merusak membran sel. Hopkin dan Huner (2004), 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, tanin menekan napsu makan dan kemampuan bertahan.

Tabel 2. Sidik Ragam Nyamuk *Aedes aegypti* Yang Terbang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan Galat	2	11,25	5,63	6,40**	3,49	5,95
Total	12	10,50	0,88			
	14	21,75				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata

Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak esensial kulit batang gemor terhadap penolakan nyamuk *Aedes aegypti* (nyamuk yang terbang) dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari sidik ragam pada Tabel 2, terlihat bahwa variasi konsentrasi minyak esensial kulit batang gemor berpengaruh sangat nyata terhadap nyamuk yang menjauh/ yang terbang. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin banyak pula racun yang dikonsumsi nyamuk *Aedes aegypti*.

### 3.2 Uji Potensi Minyak Esensial Kulit Batang Gemor Sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* (Nyamuk Yang Mabuk).

Dari hasil penelitian dan pengamatan potensi minyak esensial kulit batang gemor disamping sebagian besar nyamuk menjauh/terbang menghindari mat juga ditemukan nyamuk yang mabuk.

Perhitungan jumlah rata-rata nyamuk yang mabuk terhadap mat yang diberi perlakuan/direndam dalam minyak esensial kulit batang gemor berdasarkan variasi konsentrasi larutan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Potensi Minyak Esensial Kulit Batang Gemor sebagai Repellent terhadap rata-rata Nyamuk *Aedes aegypti* yang mabuk.

Konsentrasi Larutan	Pengamatan Setelah Perlakuan (ekor)			
	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
A (10%)	1	1	1	2
B(20%)	1	2	2	2
C(30%)	2	2	2	3
Kontrol Positif (DEET)	0	0	0	0

Pengujian jumlah nyamuk yang mabuk dilakukan berdasarkan waktu pengamatan selama 8 jam dengan interval waktu pengamatan setiap 2 jam yaitu pada jam ke 02,04,06 dan 08. Hasil pengujian menunjukkan pada jam ke 02 hingga jam ke 08, masing-masing perlakuan masih menunjukkan potensi yang optimal. Potensi optimal berarti disamping nyamuk terbang juga memabukkan. Hal ini dikarenakan pada jam ke 02 hingga jam ke 08 bau dan bahan aktif minyak esensial kulit batang gemor masih optimal untuk membuat nyamuk terbang hingga ada yang mabuk. Ditinjau dari konsentrasi larutan yang digunakan, peningkatan konsentrasi cenderung menyebabkan peningkatan potensi repellent sehingga mempunyai daya tolak nyamuk yang lebih kuat. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kadar senyawa yang berpotensi sebagai anti nyamuk pada setiap konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi, semakin banyak kandungan senyawa alkaloid, tanin, Fenolik, Flavonoid, Triterpenoid dan Glikosida sehingga potensi yang dimiliki minyak esensial kulit kayu gemor dengan konsentrasi yang besar akan semakin tinggi pula.

Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak esensial kulit batang gemor terhadap nyamuk *Aedes aegypti* yang mabuk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sidik Ragam Nyamuk *Aedes aegypti* Yang Mabuk.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	9,50	4,75	36,54**	3,49	5,95
Galat	12	1,50	0,13			
Total	14	11,00				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata.

Dari sidik ragam pada Tabel 4, terlihat bahwa variasi konsentrasi minyak essential kulit batang gemor berpengaruh sangat nyata terhadap nyamuk yang mabuk. Seperti halnya pengaruh konsentrasi minyak essential pada mat terhadap nyamuk yang terbang maka semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin banyak pula racun yang dikonsumsi nyamuk *Aedes aegypti* sehingga nyamuk tersebut tidak hanya menjauh bahkan memabukkan.

### 3.3. Uji Potensi Minyak Esensial Kulit Batang Gemor Sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* (Nyamuk Yang Mati).

Dari hasil penelitian dan pengamatan potensi minyak essential kulit kayu gemor disamping sebagian besar nyamuk menjauh/terbang menghindari mat maupun yang mabuk juga ditemukan nyamuk yang mati.

Perhitungan jumlah rata-rata nyamuk yang mati terhadap mat yang diberi perlakuan/direndam dalam minyak essential kulit batang gemor berdasarkan variasi konsentrasi larutan dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari hasil pengujian efektifitas minyak essential dari minyak kulit batang gemor sebagai repellent alami yang tertera pada Tabel 5 pengamatan sampai jam ke 08, untuk konsentrasi 10% nyamuk yang

Tabel 5. Hasil Uji Potensi Minyak Essential Kulit Batang Gemor sebagai Repellent terhadap Rata-rata Nyamuk *Aedes aegypti* yang mati.

Konsentrasi Larutan	Pengamatan Setelah Perlakuan (ekor)			
	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
A (10%)	0	1	2	2
B(20%)	1	1	2	3
C(30%)	1	2	3	3
Kontrol Positif (DEET)	3	3	2	3

mati adalah 2 ekor dan untuk konsentrasi 20% dan 30% masing-masing 3 ekor. Hal ini erat kaitannya dengan salah satu komponen kandungan minyak kulit batang gemor yaitu limonoid sebagai racun perut masuk ke pencernaan tubuh *Aedes aegypti* dan diserap oleh dinding usus kemudian beredar bersama darah yang akan mengganggu metabolisme tubuh nyamuk sehingga akan kekurangan energi untuk aktivitas hidupnya dan mengakibatkan nyamuk itu kejang dan akhirnya mati.

Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak essential kulit batang gemor terhadap nyamuk *Aedes aegypti* yang mati dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari sidik ragam pada Tabel 6, terlihat bahwa variasi konsentrasi minyak essential kulit batang gemor tidak berpengaruh nyata terhadap nyamuk *Aedes aegypti* yang mati. Hal ini menunjukkan peningkatan konsentrasi

Tabel 6. Sidik Ragam Nyamuk *Aedes aegypti* Yang Mati.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	5,00	2,50	2,22	3,49	5,95
Galat	12	9,00	0,75			
Total	14	14,00				

dari 10% menjadi 20% dan 30% walaupun otomatis terjadi peningkatan kandungan bahan efektif pada mat yang berfungsi sebagai anti nyamuk tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kematian nyamuk.

#### IV. KESIMPULAN

1. Minyak essensial kulit batang gemor memiliki potensi sebagai repellent terhadap *Aedes aegypti*. Semakin tinggi konsentrasi minyak essensial dari kulit batang gemor, dari segi efektivitasnya sebagai repellent alami semakin meningkat walaupun memiliki batas optimal.
2. Uji potensi minyak essensial kulit batang gemor sebagai repellent baik mengakibatkan nyamuk terbang, mabuk maupun mati pada konsentrasi 30 % setara dibandingkan dengan kontrol positif/produk inovator DEET yaitu untuk pengamatan nyamuk yang terbang berkisar antara 94 – 97 ekor untuk repellent minyak essensial kulit gemor dan 97 – 98 untuk DEET. Nyamuk yang mabuk berkisar 2 – 3 ekor waktu repellent alami dan 0 ekor untuk DEET. Nyamuk yang mati 1 – 3 ekor untuk repellent alami dan 2 – 3 ekor untuk DEET.
3. Penggunaan minyak essensial dari kulit batang gemor cukup efektif dan setara serta lebih ekonomis dibandingkan dengan produk inovator yang mengandung DEET (NN,-dietil-m-toluamid) sebagai repellent.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Apperson CS, and Waldvogel MG. 2005. Insect Repellent Products. Departmen of Entamology North Carolina Cooperative Extention, (Online), (<http://www/ccs.ncsv.edu/depts/ent/notes/urban/repe/.htm>). Diakses 12 Maret 2011.
2. Golenda CF, Solberg VB, Burge R, Gambel JM, Wirtz RA. 1999. Gender-related efficacy difference to an extended duration formulation of

topical N,N-diethyl-m-toluamide (DEET). *Am J Trop Med Hyg* 3(60):654–657.

3. Hadfield-Law L. 2000. Head lice for A & E nurses. *Accid Emerg. Nurs* 8 (2):84–87.
4. Hopkins WG, Huner NPA. 2004. Introduction to Plant Physiology. *Third Edition*. Ontario: John Wiley and Sons Inc.
5. <http://www.pdpersi.co.id/>, 2010. Kasus DBD di Indonesia Meningkat. Cakrawala. Diakses 19 Februari 2010.
6. <http://www.e-dukasi.net>, 2010. Demam Berdarah Dengue. Diakses 19 Februari 2010.
7. Isman MB. 1999. Pesticides Based On Plant Essential Oils. *Pestic Outlook* 2(10):68–72.
8. Nursal S. 2005. Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Daun Lengkuas (*Lactua indica* Linn) Toksisitas dan Pengaruh Subletalnya Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Laporan Penelitian pada Universitas Sumatera Utara Medan. Tidak diterbitkan.
9. Saporot S. 2010. Chemical Ecology and Function of Alkaloids. (<http://pirun.ku.ac.th/g4686045/alkaloid.pdf> diakses tanggal 15 Agustus 2010
10. Wakhyulianto. 2005. Uji Daya Bunuh Ekstrak Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L) Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. Semarang: Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
11. Yeni. 2008. Efektivitas Ekstrak Daun Babondotan (*Ageratum conyzoides* Linn) terhadap Larva *Anophilis sundaicus* Linn di Desa Babakan Pangandaran Jawa Barat. Laporan Kerja Praktek pada Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung. Tidak diterbitkan.