

**FORMULASI LARVASIDA NABATI BERBASIS MINYAK BIJI KAMANDRAH (*Croton tiglium* L.)
TERSTANDAR SEBAGAI PENCEGAH PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE
*Botanical larvicides formulation based on standardized of kamandrah's (Croton tiglium L.)
seed oil as preventive of dengue haemorrhagic fever***

Evul Winoto²⁾, Dyah Iswantini^{1,2)}, Irmanida Batubara²⁾, dan Upik Kesumawati Hadi³⁾

¹⁾ Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB
Jalan Taman Kencana No. 3 Bogor
dyahprado@yahoo.co.id

²⁾ Departemen Kimia FMIPA IPB, Bogor 16680

³⁾ Departemen Parasitologi dan Entomologi Kesehatan,
Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor 16680

(diterima 10 Desember 2013, direvisi 16 Desember 2013, disetujui 23 Desember 2013)

ABSTRAK

Kamandrah (*Croton tiglium* L.) merupakan tanaman obat yang banyak terdapat di Kalimantan. Biji kamandrah banyak dimanfaatkan sebagai obat pencahar, racun ikan, dan pembunuh jentik nyamuk. Penelitian ini bertujuan mendapatkan formula minyak biji kamandrah untuk larvasida nabati yang efektif, aman dan mendapatkan minyak kamandrah terstandar sebagai bahan baku larvasida nabati. Analisis fisiko kimia minyak biji kamandrah hasil budidaya di Sukabumi memberikan hasil kadar air 0,33%, keasaman 0,09%, viskositas 4,1 cP, berat jenis 0,9425 g ml⁻¹, indeks bias 1,4788 serta kadar asam lemak bebas 1,65%. Hasil uji ini lebih baik dibanding dengan tanpa budidaya dari Kalimantan dan Sukabumi. Uji menggunakan spektrofotometri menunjukkan kandungan piperine minyak biji kamandrah hasil budidaya Sukabumi sebesar 0,046%; tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan masing-masing 0,043% dan 0,037%. Kandungan piperine berpengaruh terhadap hasil uji efikasi larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III, nilai LC₅₀ pengamatan 24 jam minyak kamandrah hasil budidaya Sukabumi sebesar 114,4 ppm, minyak kamandrah tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan masing-masing 125,2 dan 212,9 ppm. Formulasi larvasida metode granulasi basah terhadap minyak biji kamandrah hasil budidaya Sukabumi menunjukkan, kandungan minyak kamandrah 15% dengan emulsifier gom arab memberikan hasil paling efektif dengan nilai LC₅₀ 24 jam sebesar 210,01 ppm. Uji stabilitas formula larvasida nabati minyak biji kamandrah yang disimpan pada temperatur 30, 40 dan 50°C selama 28 hari menunjukkan tidak ada perubahan fisik pada granul. Selama penyimpanan terjadi peningkatan kandungan piperine dalam formula larvasida antara 0,6-234%. Uji durabilitas formula larvasida terhadap larva *A. aegypti* menunjukkan penurunan potensi larvasida sampai di bawah 50% pada hari ke 12 setelah aplikasi.

Kata kunci: *Croton tiglium*, larvasida nabati, standarisasi, formulasi

ABSTRACT

*Kamandrah (Croton tiglium L.) seeds have been used as laxative, fish poison, and larvicides. The study was aimed to obtain the optimal formula of kamandrah seed oil as biological larvicides, and to get standardized kamandrah oil as material for biological larvicides products. The physico-chemical analysis of cultivated-kamandrah seed oil from Sukabumi showed that the moisture content was 0.33%, acidity 0.09%, viscosity 4.1 cP, density 0.9425 g mL⁻¹, refractive index 1.4788, and free fatty acid 1.65%, better than non-cultivated plants from Kalimantan and Sukabumi. The spectrophotometric method test of kamandrah oil samples showed that the piperine content of cultivated plant from Sukabumi was 0.046%, while the non-cultivated plants from Sukabumi and Kalimantan was 0.043 and 0.037% respectively. The piperine content of kamandrah oil affected the efficacy as larvicide for the 3rd instar larvae of *Aedes aegypti*. The LC₅₀ value of a 24 hour observation on cultivated plant kamandrah oil from Sukabumi was 114.4 ppm, and LC₅₀ value for non-cultivated plants from Sukabumi and Kalimantan were 125.2 ppm and 212.9 ppm respectively. The larvicidal formulation of a wet granulation method was done on kamandrah seed oil. Formula with 15% kamandrah oil content with gum arabic as an emulsifier provided the most effective result. The formula stored at a temperature of 30, 40 and 50°C for 28 days showed no physical change in the granule. During the storage, the piperine content*

increased ranging from 0.6 to 234%. The efficacy of the formula as larvicide decreased below 50% on the 12th day after application.

Key words: *Croton tiglium*, botanical larvicides, standardization, formulation

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis. Iklim tropis dapat menyebabkan adanya penyakit tropis yang disebabkan oleh nyamuk, seperti malaria, filariasis, chikungunya, dan demam berdarah dengue (DBD) yang sering terjangkit di masyarakat. Penyebab utama munculnya berbagai penyakit tropis tersebut karena perkembangbiakan dan penyebaran nyamuk sebagai vektor penyakit yang tidak terkendali. Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang dibawa oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Vazeille *et al.*, 2003).

Sampai saat ini belum ada vaksin atau obat-obatan spesifik bagi penderita demam berdarah, sehingga upaya kesehatan masyarakat difokuskan untuk membantu masyarakat mengambil langkah-langkah pencegahan agar tidak terinfeksi oleh penyakit ini. Cara yang paling tepat untuk pengendaliannya adalah dengan memutus siklus kehidupan nyamuk menggunakan larvasida dan insektisida. Penggunaan insektisida sintetik paling banyak dipilih karena sangat efektif, relatif murah, mudah dan praktis diaplikasikan, tetapi penggunaan dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai hal yang tidak diinginkan seperti kontaminasi terhadap manusia, hewan, satwa liar, ikan dan biota lainnya (Uthai *et al.*, 2011). Larvasida sintetik seperti temefos (abate) diduga beracun dan dapat menyebabkan sakit kepala, iritasi dan beracun terhadap hewan air (Cavalcanti *et al.*, 2004). Untuk mengurangi dampak negatif di atas, maka perlu dikembangkan larvasida nabati berbasis tumbuhan yang tidak menimbulkan bahaya dan lebih ramah lingkungan. Insektisida nabati adalah suatu insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman yang mengandung bahan kimia (bioaktif) yang toksik terhadap serangga namun mudah terurai

(biodegradable) di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia (Borah *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian untuk memperoleh insektisida serta larvasida nabati telah dilakukan terhadap beberapa jenis tanaman yang bersifat insektisida karena dapat membunuh larva nyamuk antara lain ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) (Sarita *et al.*, 2011), ekstrak metanol *Artemisia vulgaris* Linn. memiliki efek larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* tetapi dan aman bagi lingkungan (Ikram dan Farman, 2013), daun *Ipomoea pes-caprae* (Musman, 2013) dan *Pogostemon* (Anjana dan Thoppil, 2013).

Kamandrah (*Croton tiglium* L.) merupakan tanaman obat yang banyak ditemukan di daerah Kalimantan dan daerah lain di Indonesia. Hasil penelitian Iswanti *et al.* (2009) menunjukkan bahwa minyak kamandrah hasil pengempaan dari biji berpotensi paling tinggi sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III. Penelitian tentang potensi minyak kamandrah sebagai larvasida nabati banyak dilakukan, formula larvasida nabati berbahan aktif minyak kamandrah telah didapatkan. Formulasi larvasida nabati dalam bentuk granul lebih baik dibandingkan powder dengan nilai LC₅₀ pengamatan 24 jam sebesar 1.039 ppm (Iswanti *et al.*, 2009). Formulasi yang berbahan baku minyak biji kamandrah ini telah menghasilkan formula yang dapat terdispersi dalam air dengan sempurna dan cepat sehingga tidak meninggalkan bau dan warna. Namun demikian, formula yang telah ditemukan ini nilai LC₅₀ nya masih relatif besar, sehingga konsentrasi minyak biji kamandrah yang diperlukan masih besar. Formulasi ini perlu dimantapkan dengan menurunkan nilai LC₅₀, selanjutnya formula yang ditemukan ini perlu diuji stabilitas serta durabilitasnya. Standarisasi terhadap bahan baku minyak kamandrah sebagai zat

aktif dari suatu formula perlu dilakukan untuk mendapatkan ekstrak yang terukur atau terstandar.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan minyak kamandrah yang terstandar sebagai bahan baku produk larvasida nabati untuk menjamin keterulangan potensi produk yang dihasilkan. Mendapatkan formula yang optimal dari tanaman kamandrah sebagai larvasida nabati yang efektif dan aman, sehingga hasil dari penelitian dapat meningkatkan kontribusi tanaman obat di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Bahan biologis yang digunakan adalah biji kamandrah (*C. tiglium*) hasil budidaya di Sukabumi, biji kamandrah tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan, larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III dari Insektarium laboratorium Entomologi Kesehatan, Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan FKH IPB. Bahan kimia yang digunakan adalah etilena diklorida $C_2H_4Cl_2$ (Merck, Darmstadt, Germany), Standar piperin $C_{17}H_{19}NO_3$ (Sigma-Aldrich, St.Louis, Missouri, USA), Gom arab, Maltodekstrin, Amylum dan Laktosa Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis U-2800 Hitachi.

Ekstraksi minyak biji kamandrah (*C. tiglium*)

Ekstraksi minyak biji kamandrah dilakukan dengan metode pengempaan menggunakan alat pengempa hidrolik pada tekanan 10,54 Mpa, temperatur 70-80°C selama 15 menit (Ahmadi et al., 2012).

Penentuan mutu minyak biji kamandrah sebagai bahan baku larvasida

Uji mutu minyak kamandrah sebagai bahan baku larvasida dilakukan dengan melakukan serangkaian uji fisika kimia berdasarkan SNI 02-3127-1992 tentang cara uji fisika kimia pestisida bentuk pekatan dalam minyak (Oil Concentrate, OC) meliputi uji kadar air, keasaman, kebiasaan, viskositas, berat jenis, asam lemak bebas.

Uji kandungan piperine minyak biji kamandrah (AOAC 987.07)

Pengukuran piperine dilakukan menggunakan dengan metode spektrofotometri sesuai dengan AOAC 2000 tentang penetapan kadar piperine dalam minyak. 0,5 g minyak kamandrah dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, dilarutkan dengan 50 mL etilena diklorida, direfluks dan diaduk selama satu jam. Didinginkan pada suhu kamar, disaring kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambah dengan Etilena diklorida sampai tanda batas. Absorban sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 342-345 nm.

Uji efikasi larvasida minyak biji kamandrah (WHO, 2005)

Uji efikasi dilakukan dengan menyiapkan larutan emulsi minyak kamandrah air dengan berbagai seri konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm. Emulsi dari setiap seri konsentrasi diambil 200 mL dan dimasukkan dalam gelas plastik, kemudian dimasukkan 25 ekor larva *Aedes aegypti* instar III. Diulangi perlakuan ini untuk lima ulangan. Pengamatan dilakukan setelah 24 dan 48 jam dengan menghitung banyaknya larva yang mati. Untuk menentukan angka kematian 50% dan 90% (LC50 dan LC90) dilakukan dengan metode probit analisis (Finney Method) menggunakan software SPSS versi 17.

Formulasi larvasida nabati minyak biji kamandrah

Formulasi larvasida minyak kamandrah dibuat dengan cara granulasi basah menggunakan larutan amyllum sebagai bahan pengikat dan laktosa sebagai bahan pengisi. Dibuat enam macam formula dengan Konsentrasi minyak biji kamandrah sebanyak 5, 10, dan 15% serta komposisi emulsifier yang berbeda.

- a. **Uji Efikasi.** Disiapkan larutan larvasida dalam air dengan berbagai seri konsentrasi. Larutan larvasida dari setiap seri konsentrasi diambil 200 ml dan dimasukkan dalam gelas plastik, kemudian dimasukkan 25 ekor larva A.

aegypti instar III diulangi perlakuan ini untuk lima ulangan. Pengamatan dilakukan setelah 24 dan 48 jam dengan menghitung banyaknya larva yang mati. Untuk menentukan angka kematian 50% dan 90% (LC₅₀ dan LC₉₀) dilakukan dengan metode probit analisis (*Finney Method*) menggunakan *software* SPSS versi 17.

- b. Uji Stabilitas.** Stabilitas formula ditentukan dengan menyimpan formula larvasida dalam inkubator pada beberapa tingkatan temperatur yaitu pada 30, 40, dan 50 °C, pengaruh temperatur tersebut dapat diketahui dengan menentukan kandungan *piperine* sebagai bahan aktif serta efikasi formula sebagai larvasida.
- c. Uji Durabilitas.** Uji durabilitas formula dilakukan dengan membuat larutan formula pada konsentrasi nilai LC₁₀₀, dari larutan tersebut dilakukan uji efikasi larvasida terhadap larva nyamuk *A. aegypti* instar III. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam dengan menghitung banyaknya larva yang mati. Pengujian dilakukan setiap hari sampai didapatkan tingkat kematian larva kurang dari 50%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi minyak biji kamandrah metode pengempaan

Rendemen minyak kamandrah hasil ekstraksi dengan pengempaan berkisar antara

12,46-22,21%. Rendemen rata-rata minyak kamandrah dari tanaman tanpa budidaya di Sukabumi dan Kalimantan masing-masing sebesar 21,97% dan 12,52%, sedangkan tanaman kamandrah hasil budidaya di Sukabumi sebesar 20%. Ekstraksi minyak dengan metode pengempaan memberikan rendemen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode lain. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa ekstraksi dari biji kamandrah dengan metode maserasi mempergunakan pelarut methanol menghasilkan rendemen 12,5% (Zhen *et al.*, 2012) sedangkan dengan pelarut etanol menghasilkan ekstrak 8,77% (Iswantini *at al.*, 2009) dan 18,6% (Saputera *et al.*, 2008). Pada penelitian ini rendemen yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan metode yang sama, didapatkan nilai rendemen tertinggi sebesar 27,97% (Ahmadi *et al.*, 2012).

Penentuan mutu minyak biji kamandrah sebagai bahan baku larvasida

Hasil uji beberapa sifat fisika kimia dari ketiga minyak kamandrah disajikan pada Tabel 1. Minyak kamandrah hasil budidaya di Sukabumi memiliki sifat fisiko kimia lebih baik jika dibandingkan dengan minyak kamandrah tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan.

Minyak kamandrah hasil budidaya Sukabumi mempunyai nilai viskositas yang lebih rendah yaitu sebesar 4,1 cP. Peningkatan nilai viskositas dapat terjadi karena minyak yang telah mengalami proses pemanasan dan oksidasi

Tabel 1. Uji fisiko-kimia minyak kamandrah (*C. tiglium*) dari beberapa daerah.
 Table 1. Physico-chemical tests of kamandrah (*C. tiglium*) oil from several areas.

Parameter uji (SNI 02-3127-1992)	Minyak kamandrah (<i>C. tiglium</i>)		
	Budidaya Sukabumi	Tanpa budidaya Sukabumi	Tanpa budidaya Kalimantan
Kadar air (% b b ⁻¹)	0,20	0,33	0,61
Keasaman (% b b ⁻¹)	0,09	0,11	0,13
Viskositas (cP)	4,1	4,4	5,8
Berat jenis (g ml ⁻¹)	0,9425	0,9433	0,9475
Indeks bias	1,4788	1,4785	1,4771
Asam lemak bebas (% b b ⁻¹)	1,65	2,18	2,56

sehingga terbentuk senyawa polimer di dalam minyak (Lucas *et al.*, 2013). Indeks bias minyak kamandrah hasil budidaya Sukabumi sebesar 1,4788 nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel minyak kamandrah tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan. Indeks bias yang tinggi menunjukkan kriteria kemurnian suatu minyak (Sutiah *et al.*, 2008).

Kandungan Piperine

Hasil analisis kandungan piperine dalam minyak kamandrah ditunjukkan pada Tabel 2. Kandungan piperine dari minyak kamandrah hasil budidaya di Sukabumi lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman kamandrah tanpa budidaya di daerah Sukabumi dan Kalimantan. Karakteristik minyak kamandrah dipengaruhi oleh varietas, ukuran biji, iklim, kelembaban, keadaan tanah tempat tumbuh, penanganan pasca panen serta tingkat kematangan dari buah kamandrah itu sendiri (Ahmadi *et al.*, 2012). Semakin tua umur buah kamandrah menunjukkan senyawa aktif piperine yang terdapat dalam biji kamandrah akan semakin meningkat (Ahmadi *et al.*, 2011).

Tabel 2. Kandungan *piperine* beberapa minyak biji kamandrah.

Table 2. The piperine content of some kinds of kamandrah seed oil.

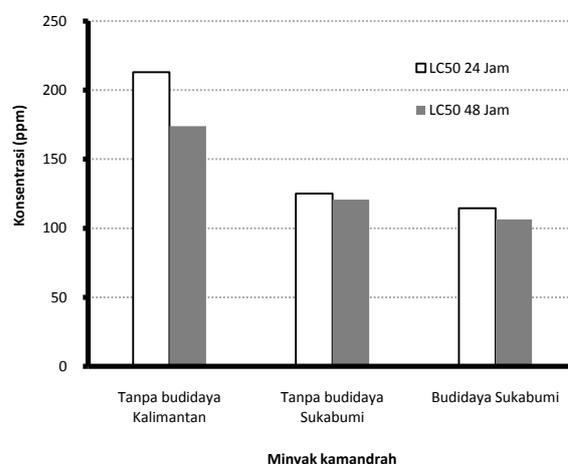
No.	Asal tanaman	Kadar Piperine (%)
1.	Budidaya Sukabumi	0,046
2.	Tanpa budidaya Sukabumi	0,043
3.	Tanpa budidaya Kalimantan	0,037

Uji efikasi larvasida minyak biji kamandrah

Nilai LC₅₀ beberapa sampel minyak kamandrah pada pengamatan 24 dan 48 jam terhadap larva *A. aegypti* instar III ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai LC₅₀ pada pengamatan 24 jam minyak kamandrah hasil budidaya Sukabumi sebesar 114,4 ppm, nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan minyak kamandrah tanpa budidaya dari Sukabumi dan Kalimantan masing-masing sebesar 125,2 ppm dan 212,9 ppm. Kandungan piperine dalam minyak kamandrah

berpengaruh terhadap hasil uji efikasi terhadap larva nyamuk *A. aegypti* instar III, semakin tinggi kandungan piperine dalam minyak maka semakin rendah nilai LC₅₀ nya, begitu juga sebaliknya semakin rendah kandungan piperine maka semakin tinggi nilai LC₅₀ nya. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian KKP3T yang melaporkan salah satu senyawa aktif yang diprediksi sebagai larvasida dari minyak biji kamandrah adalah senyawa piperidine, 1-[5-(1,3-benzodioxol-5-yl)-1-oxo-2,4-pentadienyl]-, (E,E).

Piperine adalah suatu alkaloida piperidine yang bersifat toksik yang biasa digunakan sebagai insektisida. Salah satu senyawa golongan piperidine yang telah diteliti sebagai pembunuh nyamuk *Aedes aegypti* adalah 2-ethyl-piperidine (Pridgeon *et al.*, 2007).



Gambar 1. Nilai LC₅₀ beberapa minyak kamandrah pada pengamatan 24 jam dan 48 jam.

Figure 1. LC₅₀ values of several kinds of kamandrah oil on 24 hours and 48 hours observations.

Formulasi larvasida nabati minyak biji kamandrah

Hasil uji terhadap minyak biji kamandrah menunjukkan bahwa minyak biji kamandrah hasil budidaya di Sukabumi memiliki kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan minyak kamandrah tanpa budidaya dari Kalimantan dan Sukabumi. Formulasi larvasida dilakukan terhadap minyak biji kamandrah hasil budidaya di Sukabumi. Granul larvasida yang dihasilkan ditentukan sifat kelarutannya dalam air. Tabel 3 menunjukkan

tingkat kelarutan serta sifat fisik air terhadap beberapa formula.

Data tersebut menunjukkan bahwa formula lima memiliki *Total Dissolved Solids* (TDS) yang paling tinggi yaitu sebesar 178,9 ppm, hal ini menunjukkan bahwa formula lima memiliki tingkat kelarutan yang lebih baik jika dibandingkan dengan formula lainnya. Hasil pengukuran beberapa parameter fisik air seperti pH, TDS dan CNd selama penelitian menunjukkan hasil yang masih memenuhi persyaratan Kepmenkes Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Persyaratan pH 6,5-8,5, batas maksimum TDS sebesar 1000 mg l⁻¹ serta batas maksimum conductivity atau CNd sebesar 125 µS m⁻¹.

Uji Efikasi

Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ beberapa formula pada pengamatan 24 dan 48 jam ditunjukkan pada Tabel 4. Nilai LC₅₀ dipengaruhi oleh kandungan minyak kamandrah serta penggunaan emulsifier pada formula. Kandungan minyak kamandrah

sebesar 15% serta penggunaan gom arab sebagai emulsifier pada formula lima (F5) memberikan nilai LC₅₀ paling rendah yaitu sebesar 210 ppm.

Gom arab memiliki sifat emulsifier serta dapat membentuk lapisan film yang sangat baik sedangkan maltodekstrin memiliki sistem jaringan matriks dan dapat melindungi bahan yang mudah menguap dari oksidasi yang cukup baik, namun maltodekstrin kurang memiliki sifat emulsifier yang baik (Pitchaon *et al.*, 2013).

Uji Stabilitas

Uji stabilitas dengan cara penyimpanan pada beberapa tingkatan temperatur selama 28 hari menunjukkan bahwa tidak ada perubahan fisik pada granul. Pengukuran kandungan piperine dalam granul menggunakan metode spektrofotometri menunjukkan bahwa kandungan piperine mengalami peningkatan selama penyimpanan. Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan piperine dalam formula larvasida selama penyimpanan meningkat antara 0,6-234%.

Tabel 3. Kondisi fisik air pada uji kelarutan beberapa formula larvasi nabati minyak biji kamandrah.

Table 3. The water physical condition in the solubility test of formulas of biological larvicides of kamandrah seed oil.

Formula	Kondisi air		
	pH	TDS	CND
Kontrol	8,30	10,3	5,1
Formula 1	7,95	140,6	45,7
Formula 2	7,97	139,2	45,3
Formula 3	7,88	161,4	47,1
Formula 4	7,90	159,6	46,5
Formula 5	7,67	178,9	47,8
Formula 6	7,68	175,4	46,9

Keterangan:

TDS = Total Dissolved Solids (ppm), CNd =Conductivity (µS m⁻¹)

Note:

TDS = Total Dissolved Solids (ppm), CNd =Conductivity (µS m⁻¹)

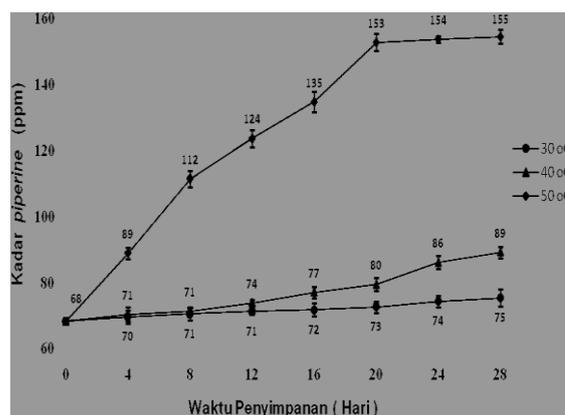
Tabel 4. Nilai *Lethal Concentration* (LC) beberapa formula larvasida minyak biji kamandrah.

Table 4. The values of *Lethal Concentration* (LC) of some biological larvicides formulas of kamandrah seed oil.

Formula	Kadar piperine		Nilai LC (ppm)			
			Pengamatan 24 jam		Pengamatan 48 jam	
			LC ₅₀	LC ₉₀	LC ₅₀	LC ₉₀
F.1	0,0023	23,25	3.015,58	31.806,34	1.769,10	6.068,10
F.2	0,0023	23,24	3.392,15	17.589,79	1.931,08	13.301,63
F.3	0,0048	48,06	900,44	4.581,43	655,06	3.024,23
F.4	0,0047	47,61	1.170,35	4.787,26	823,75	3.966,60
F.5	0,0068	68,30	210,01	404,17	193,62	346,53
F.6	0,0068	68,29	244,13	489,80	216,79	401,86

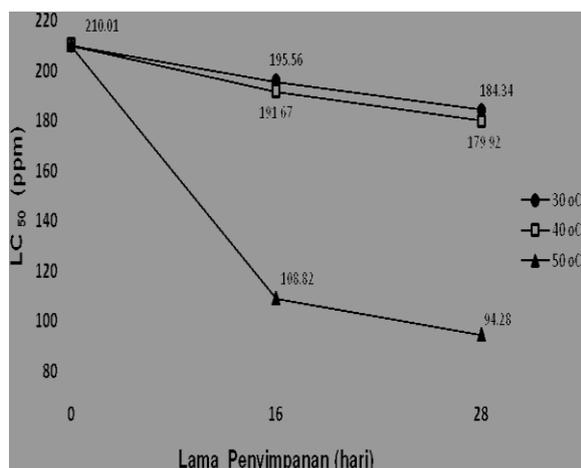
Janakiraman dan Manavalan (2011) telah melakukan penelitian terhadap stabilitas piperine. Penelitian ini dilakukan sebagai studi dipercepat dengan menyimpan formula selama enam bulan pada temperatur penyimpanan 40°C, sedangkan sebagai studi jangka panjang dengan menyimpan formula selama satu tahun pada temperatur penyimpanan 25°C. Penelitian menunjukkan bahwa senyawa piperine stabil selama penelitian jangka panjang (penyimpanan pada 25°C) dan bahkan pada kondisi dipercepat (penyimpanan pada 40°C). Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan kandungan piperine paling tinggi terjadi pada formula yang di simpan pada temperatur 50°C. Hal ini dapat terjadi karena diduga terdapat senyawa lain pada minyak kamandrah yang terurai ketika disimpan pada temperatur tinggi. Senyawa ini memiliki gugus kromofor yang menyerap pada panjang gelombang yang sama dengan piperine. Sehingga saat diukur pada spektrofotometer memberikan kontribusi pada nilai absorbansi piperine, akibatnya kandungan piperine yang terukur meningkat. Menariknya, hal ini sejalan dengan hasil uji efikasi formula setelah penyimpanan yang dapat dilihat pada Gambar 3. Data menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kandungan piperine dalam formula dengan penurunan nilai LC₅₀ formula. Semakin lama waktu penyimpanan, maka nilai LC₅₀ semakin rendah. Ini artinya, senyawa yang diduga terurai ketika disimpan pada suhu tinggi juga berpotensi sebagai larvasida.

Minyak kamandrah banyak mengandung senyawa lain yang berpotensi sebagai insektisida. Hasil pemeriksaan fitokimia terhadap minyak biji kamandrah menunjukkan adanya alkaloid, saponin dan tannin (Iswantini et al., 2009). Identifikasi senyawa aktif yang terdapat pada minyak biji kamandrah dengan GC-MS menunjukkan bahwa terdapat beberapa senyawa yang diprediksi berpotensi sebagai insektisida yaitu butacarboxim, 2,3,6-trichlorphenol, dnoc, propamocarb, 1,4-naphthoquinone dan piperidine,1-(1-oxo-3-phenyl-2-propynyl) (Ahmadi et al., 2012).



Gambar 2. Pengaruh temperatur serta lama penyimpanan terhadap kandungan piperine pada formula larvasida.

Figure 2. Effects of temperature and storage time on the piperine content of the larvicides formula.



Gambar 3. Pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap nilai LC_{50} formula larvasida pada pengamatan 24 jam.

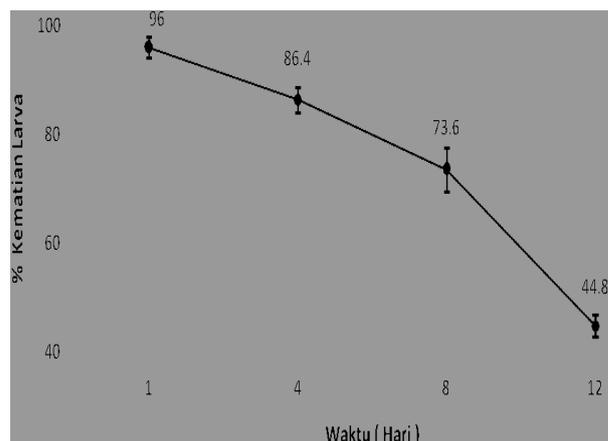
Figure 3. Effects of temperature and storage time on the LC_{50} value of larvicides formula during a 24 hour observation.

Uji Durabilitas

Uji durabilitas atau ketahanan formula larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III menunjukkan bahwa setelah larvasida nabati minyak biji kamandrah diaplikasikan dalam air maka potensi larvasidanya semakin menurun. Penurunan potensi larvasida sampai di bawah 50% terjadi pada hari ke 12 setelah aplikasi (Gambar 4).

Penurunan potensi suatu larvasida dengan bahan kimia aktif yang berasal dari tanaman (bioaktif) dapat terjadi karena bahan tersebut mudah terurai (biodegradable) sehingga tidak meninggalkan residu di udara, air dan tanah serta mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan racun-racun anorganik. Hal ini karena susunan molekul insektisida nabati sebagian besar terdiri atas senyawa organik yang mudah terurai menjadi senyawa yang aman bagi lingkungan dan hewan yang bukan sasaran (Borah *et al.*, 2012). Hal ini merupakan salah satu kelebihan dari larvasida nabati, sehingga peng-

gunaan bahan nabati sebagai larvasida cenderung tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia.



Gambar 4. Persentase kematian larva *Aedes aegypti* instar III pada uji durabilitas.

Figure 4. Mortality percentage of the 3rd instar larvae *Aedes aegypti* in the durability test.

KESIMPULAN

Minyak biji kamandrah hasil budidaya di Sukabumi memiliki kualitas lebih baik jika dibandingkan dengan minyak kamandrah tanpa budidaya. Formula optimum larvasida nabati minyak biji kamandrah diperoleh pada kandungan minyak kamandrah sebesar 15% atau kandungan piperine dalam formula sebesar 68,03 ppm. Nilai LC_{50} 24 jam pada formula terbaik sebesar 210,01 ppm. Hasil uji kelarutan dalam air menunjukkan bahwa formula larvasida nabati minyak biji kamandrah tidak mempengaruhi kualitas air. Hasil uji stabilitas formula menunjukkan bahwa produk larvasida tidak stabil jika disimpan pada temperatur tinggi. Peningkatan temperatur menyebabkan kandungan zat aktif yang berpotensi sebagai larvasida dalam formula meningkat. Ketahanan formula selama delapan hari setelah aplikasi dengan kemampuan membunuh larva *A. aegypti* lebih dari 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi NR, Mangunwidjaja D, Suparno O dan Iswantini D. 2012. Optimasi Proses Ekstraksi Biji Kamandrah (*Croton tiglium* L.) Dengan Pengempaan dan Identifikasi Kandungan Bahan Aktifnya Sebagai Larvasida Nabati Pencegah Penyakit Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 21(3): 154-162.
- Ahmadi NR, D Mangunwidjaja, O Suparno dan D Iswantini. 2011. Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Terhadap Aktivitas Larvasida dan Sifat Fisiko-Kimia Minyak Kamandrah (*Croton Tiglium* L.). *Jurnal Littri*. 17(4): 163-168.
- Anjana S and JE Thoppil. 2013. Chemical composition of the essential oils of four *Pogostemon* spp. and their larvicidal activity against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *International Journal of Environmental Biology*. 3(1): 26-31.
- Borah R, MC Kalita, RCh Goswami and AK Talukdar. 2012. Larvicidal Efficacy of Crude Seed Extracts of Six Important Oil Yielding Plants of North East India against the Mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *J Biofertil Biopестици*. 3: 2.
- Cavalcanti ES, SM Morais, MA Lima dan EW Santana. 2004. Larvacidal activity of the essential oil from Brazilian plants against *Ae. aegypti* L., *Mem Inst Oswaldo Cruz* 99: 541-544.
- Ikram I and U Farman. 2013. Larvicidal Activities of Different Parts of *Artemisia vulgaris* Linn. against *Culex quinquefasciatus* Say. (Diptera: Culicidae). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2(2): 189-195.
- Iswantini D, R Rosman, D Mangunwidjaja, UK Hadi dan M Rahminiwati. 2009. Bioprospeksi Tanaman Obat Kamandrah (*Croton tiglium* L.) : Studi Agrobiotik dan Pemanfaatannya sebagai Larvasida Hayati Pencegah Demam Berdarah Dengue (Tahun Pertama). Laporan Hasil Penelitian KKP3T. Institut Pertanian Bogor berkerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Iswantini D, R Rosman, U Kesumawati, D Mangunwidjaja, M Rahminiwati dan A Riyadh. 2009. Agrobiophysiology Study of Kamandrah (*Croton tiglium*) and Preliminary Determination of its Potential Used as Biological Larvacidal for Preventing Dengue Haemorrhagic Fever, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 14 No. 2.
- Janakiraman K and R Manavalan. 2011. Compatibility and stability studies of ampicillin trihydrate and piperine mixture. Department of Pharmacy, Annamalai University, Annamalainagar, Tamil Nadu, India.
- Lukas BW, A Windi dan SA Bambang. 2013. Extraction Cashew Nut Shell Liquid (Cnsl) From Cashew Nut Shell Using Pressing Method. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2: 2.
- Musman M, K Sofyatuddin dan A Said. 2013. Larvicides of *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) from *Ipomoea pes-caprae* (Solanales: Convolvulaceae). *International Journal of the Bioflux Society*. Vol. 6.
- Pitchaon M, W Tanawan and H Thepkunya. 2013. Tamarind kernel powder, gum arabic and maltodextrin as a novel combination for encapsulating agents of phenolic antioxidants. *International Food Research Journal*. 20(2): 645-652.
- Pridgeon JW, KM Meepagala, JJ Becnel, GG Clark, RM Pereira and KJ Linthicum. 2007. Structure-Activity Relationships of 33 Piperidines as Toxicants Against Female Adults of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 44(2): 263-269.
- Saputera, D Mangunwidjaja, S Raharja, LBS Kardono and D Iswantini. 2008. Characteristics, efficacy and safety testing of standardized extract of *Croton tiglium* seed from Indonesia as laxative material. *Pakistan journal of biological sciences*. 11(4): 618-622.
- Sarita K, W Radhika and W Naim. 2011. Relative Larvicidal Efficacy of Three Species of Peppercorns against Dengue Fever Mosquito, *Aedes aegypti* L. *J. Entomol. Res. Soc.c.*, 13(2): 27-36.
- Sutiah, KS Firdausi dan WS Budi. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*. 11(2): 53-58.
- Uthai LU, P Rattanapreechachai and L Chowanadisai. 2011. Bioassay and Effective Concentration of Temephos Against *Aedes aegypti* Larvae and the Adverse Effect Upon Indigenous Predators: *Toxorhynchites splendens* and *Micronecta* sp. *Asia Journal of Public Health*. 2: 2.
- Vazeille M, L Rosen, L Mousson and AB Failloux. 2003. Low Oral Reseptivity For Dengue Type 2 Viruses of

Aedes Albopictus From Southeast Asia Compared With That of *Aedes Aegypti*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 68(2): 203-208.

Zhen L, W Gao, J Zhanga and J Hua. 2012. Antinociceptive and Smooth Muscle Relaxant Activity of *Croton tiglium* L Seed: An In-vitro and In-vivo Study. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11(2): 611-620.