

PENGARUH TINGKAT KEMATANGAN BUAH TERHADAP AKTIVITAS LARVASIDA DAN SIFAT FISIKO-KIMIA MINYAK KAMANDRAH (*Croton tiglium* L.)

NOOR ROUFIQ AHMADI¹⁾, DJUMALI MANGUNWIDJAJA²⁾, ONO SUPARNO²⁾, dan DYAH ISWANTINI P.³⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Timur

email : noorroufiqa@gmail.com

²⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, FTP, Institut Pertanian Bogor

email : djumali@ipb.ac.id

email : ono.suparno@ipb.ac.id

³⁾Departemen Kimia Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

email : dyahprado@yahoo.co.id

(Diterima Tgl. 7 - 4 - 2011 - Disetujui Tgl. 28 - 10 - 2011)

ABSTRAK

Indonesia terkenal kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk jenis tumbuhan yang mengandung bahan aktif insektisida. Tanaman kamandrah (*Croton tiglium* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang banyak terdapat di wilayah Indonesia dan telah dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiko-kimia minyak kamandrah pada berbagai tingkat kematangan sebagai larvasida nabati terhadap larva nyamuk demam berdarah dengue (*A. aegypti*). Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balitri) Sukabumi, Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian Bogor, Insektarium Laboratorium Parasitologi dan Entomologi Kesehatan FKH IPB Bogor, dan Biofarmaka-LPPM IPB Bogor, mulai bulan Februari sampai Desember 2010. Minyak kamandrah diperoleh dengan ekstraksi menggunakan pengempap hidrolik pada suhu 65°C dan tekanan 7,9 MPa pada buah kamandrah dengan tiga tingkat kematangan yang berbeda: warna kulit buah hijau kecokelatan, cokelat kehijauan, dan cokelat penuh. Minyak yang diperoleh selanjutnya dianalisis bilangan asam, kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, indeks bias, berat jenis, dan nilai warna minyak, serta uji larvasida terhadap larva nyamuk *A. aegypti* instar III. Penentuan nilai *lethal concentration* (LC) dilakukan dengan metode probit analisis (*Finney Method*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan nilai LC, rendemen, dan mutu minyaknya, buah kamandrah yang berwarna kulit cokelat penuh lebih berpotensi sebagai larvasida nabati terhadap larva *A. aegypti*. Rendemen minyak kamandrah 20,42% dan nilai LC₅₀ adalah 132,67 ppm (24 jam) dan 70,08 ppm (48 jam). Minyak tersebut memiliki bilangan asam 8,76 mg KOH/g minyak; kadar asam lemak bebas 4,36 mg KOH/g minyak; bilangan peroksida 3,59 meq O/100g minyak; indeks bias 1,4783; bobot jenis 0,9466 g/ml; dan warna meliputi nilai L* 73,03; a* 3,26; dan b* 64,13. Minyak kamandrah berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai larvasida nabati dalam pengendalian vektor penyakit DBD.

Kata kunci : *Croton tiglium* L., kematangan buah, minyak kamandrah, larvasida

ABSTRACT

Effect of Maturity Level of Fruits on Larvicidal Activity and Physico-Chemical Properties of Kamandrah (Croton tiglium L.) Oil

Indonesia is famously rich in biodiversity, including species of plants that contain active ingredient for insecticide. Kamandrah plant (*Croton tiglium* L.) is one of many medicinal plants found in parts of Indonesia and it has been used as an insecticidal plant. The objectives this research were to determine the physico-chemical characteristics and larvasidal activities of

oil extracted from kamandrah seeds with varying levels of maturity as botanical larvicide for mosquito dengue fever. The experiments were conducted in the Laboratory of Indonesian Spice and Industrial Crops Research Institute (ISICRI) Sukabumi, Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development (ICAPRD), Insectarium Laboratory of Health Parasitology and Entomology, Faculty of Veterinary of Bogor Agricultural University (IPB), and Biopharmaka IPB Bogor, from February to December 2010. The oil was obtained through extraction using hydraulic pressurer at 65°C temperatures and 7.9 MPa pressures of kamandrah fruits with three different maturity levels : brownish green, greenish brown, and fully brown color of fruit skins. Oil gained was then analyzed its acid number, free fatty acid content, peroxides number, refractive index, specific gravity, and oil color values, as well as the oil larvasida test against mosquito larvae *A. aegypti* instar III. Determination the oil lethal concentration (LC) values was tested using probit analysis method (*Finney Method*). The results showed that based on the values of LC, content, and quality of the oil, full-brown colored kamandrah fruits are more potential as larvicide against *A. aegypti* larvae. Oil content of the kamandrah was 20.42% while LC₅₀ values were 132.67 ppm (at 24 hours) and 70.08 ppm (at 48 hours). The acid number of the oil was 8.76 mg KOH/g oil; free fatty acid level of 4.36 mg KOH/g oil; peroxide number of 3.59 meq O/100 g oil, refractive index of 1.4783; density of 0.9466 g/ml; and the color values were 73.03, 3.26, and 64.13 for L*, a*, and b*, respectively. Therefore, kamandrah oil is very potential to be used as larvicide for controlling the vector of dengue disease.

Key words: *Croton tiglium* L., fruit maturity, kamandrah oil, larvicide

PENDAHULUAN

Indonesia terkenal kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk jenis tumbuhan yang mengandung bahan aktif insektisida. Namun, pemanfaatan tumbuhan sebagai obat-obatan dan insektisida hanya 10% dari 300.000 jenis tumbuhan yang ada (HEYNE, 1987). Tanaman kamandrah (*Croton tiglium* L.) adalah suatu tanaman yang berasal dari suku *Euphorbiaceae*. Kamandrah merupakan salah satu tanaman obat yang banyak terdapat di wilayah Indonesia, sehingga tanaman ini ada yang menamakannya simalakian (Sumatera Barat), ceraken (Jawa), roengkok (Sumatera Utara), semoeke (Ternate), dan kowe (Tidore). Berdasarkan

kearifan lokal di masyarakat, biji kamandrah banyak dimanfaatkan sebagai obat pencakar (SIAGIAN dan RAHAYU, 1999; SAPUTRA *et al.*, 2008), racun ikan (HEYNE, 1987; ANONYMOUS, 1995), obat kembung dan pembunuh jentik nyamuk, daunnya sebagai obat penurun panas, sedangkan ranting/dahan dan batang sebagai pengusir nyamuk (SIAGIAN dan RAHAYU, 1999; ISWANTINI *et al.*, 2007).

Saat ini insektisida/larvasida yang paling luas digunakan untuk mengendalikan larva nyamuk *Aedes aegypti* adalah *temephos*, *methoprene*, *diflubenzuron*, *triflumuron*, dan *vetrazin*. Nyamuk *A. aegypti* (CHENG *et al.*, 2003) dan *A. albopictus* (MONLEY, 1979) merupakan vektor utama penyebab penyakit demam berdarah (DB) dan demam berdarah dengue (DBD). Penyakit ini masih merupakan masalah kesehatan utama di banyak negara tropis dan subtropis (GUBLER, 1998). Di Indonesia, daerah dengan kasus penyakit DBD terbesar adalah Jawa Barat (35.453 kasus), dengan kasus kematian tertinggi 287 orang. Kejadian luar biasa (KLB) terjadi di Provinsi Kalimantan Barat (9.792 kasus; 171 meninggal), Sumatera Utara (4.534 kasus; 57 meninggal), diikuti Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan Kepulauan Bangka Belitung (DEPKES RI, 2010).

Di Indonesia, insektisida *temephos* telah digunakan secara massal untuk program pemberantasan *A. aegypti* sejak tahun 1976. Untuk mengatasi dampak negatif yang ditimbulkan dari pemakaian insektisida kimia, salah satu cara aman dan alami adalah dengan insektisida/larvasida nabati. THAMRIN (2002) menyatakan bahwa ekstrak biji kamandrah cukup ampuh membunuh jentik nyamuk *A. aegypti* hingga 84% dengan LD₅₀ sebesar 0,06%. Salah satu bahan aktif dari biji kamandrah adalah *phorbol 13-decanoate* dan *phorbol ester* (MARSHALL dan KINGHORN, 1984). Senyawa *12-0-tetradecanoylphorbol-13-acetate* (TPA) hasil isolasi dari kamandrah dapat membunuh 100% larva *Culex pipiens* instar 2 pada konsentrasi 0,6 ppm (MARSHALL *et al.*, 2005). Kandungan senyawa dalam minyak kamandrah yang berfungsi sebagai larvasida adalah *piperine* (ISWANTINI *et al.*, 2007; RIYADHI, 2008). Salah satu senyawa golongan *piperidine* dapat membunuh nyamuk *A. aegypti* dan yang menunjukkan aktivitas sebagai larvasida adalah *2-ethyl-piperidine*; *1-undec-10-enyl-piperidine*, *2-ethyl-1-undec-10-enyl-piperidine*, dan *piperine [(E,E)-1-piperoyl-piperidine]* (PRIDGEON *et al.*, 2007). ISWANTINI *et al.* (2009) menunjukkan bahwa minyak kamandrah mempunyai potensi tinggi sebagai larvasida terhadap nyamuk *A. aegypti* instar III dengan nilai LC₅₀ dan LC₉₀ berturut-turut 25,98 dan 168,80 ppm.

Kandungan senyawa yang terdapat dalam bahan menentukan aktivitas bioaktif dari bahan tersebut (COLEGATE dan MOLYNEUX, 1993), serta sangat tergantung dari ekologi/agroklimat tempat tumbuhan bahan tersebut (HERRERA *et al.*, 2006). Perbedaan komponen setiap bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain varietas, keadaan iklim tempat tumbuh, pemeliharaan tanaman, cara

panen, tingkat kematangan, waktu panen, dan kondisi penyimpanan.

Selama pematangan, buah mengalami beberapa perubahan nyata dalam warna, tekstur, dan bau, yang menunjukkan bahwa terjadi perubahan-perubahan dalam susunannya (PANTASTICO, 1986). Perubahan warna buah merupakan indikator pemasakan buah yang ditunjukkan dengan hilangnya warna hijau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh tingkat kematangan buah kamandrah terhadap sifat fisiko-kimia dan aktivitas larvasida minyak kamandrah terhadap larva *A. aegypti*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian Bogor, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri) Sukabumi, Insektarium Laboratorium Parasitologi dan Entomologi Kesehatan Fakultas Kedokteran Hewan IPB Bogor, dan Pusat Studi Biofarmaka-LPPM IPB Bogor, mulai bulan Februari sampai Desember 2010. Biji kamandrah diperoleh dari Kebun Agro Widia Wisata Balittri Sukabumi. Pemetikan buah didasarkan atas umur buah, dihitung dari hari setelah pembungaan (HSP) atau warna kulit luar buah kamandrah yaitu W1 = umur buah 24 HSP (warna kulit buah hijau kecokelatan); W2 = umur buah 33 HSP (warna kulit buah cokelat kehijauan); dan W3 = umur buah 42 HSP (warna kulit buah cokelat penuh) (Gambar 1).

Buah kamandrah dipilah untuk memisahkan buah yang baik dan yang rusak. Buah dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari sampai kulit luar kering, selanjutnya dikupas. Biji kamandrah dipilah kembali untuk memisahkan antara biji yang baik dan yang rusak. Biji dikeringkan pada suhu 50°C selama 3 jam, selanjutnya digiling menggunakan *hammer mill* sebanyak 2 kali agar ukurannya lebih kecil. Setiap proses ekstraksi minyak dengan pengempaan menggunakan 200 g biji kamandrah yang telah dihaluskan. Biji ditimbang dan dimasukkan dalam alat pengempa yang memiliki alat pemanas pada landasan tekan. Ekstraksi dilakukan dengan menekan tuas hidrolik secara berulang-ulang sampai dicapai tekanan piston yang diinginkan yaitu 7,9 Mpa dan dibiarkan pada suhu pemanasan 65°C selama 15 menit. Bersamaan dengan penekanan, minyak akan keluar disela-sela plat pemanas. Selanjutnya minyak ditampung menggunakan gelas piala. Pengempaan diulang 3 kali dengan cara yang sama. Minyak disaring menggunakan kertas saring. Hasil minyak pada setiap pengempaan dicampur dan ditimbang untuk mengetahui rendemen minyaknya. Minyak selanjutnya dianalisis sifat fisiko-kimianya meliputi rendemen minyak, bilangan asam, kadar asam lemak bebas, indeks bias, bobot jenis, bilangan peroksida, dan warna minyak (AOAC, 1995).

Uji larvasida dengan larva nyamuk *A. aegypti* instar III dilakukan sebagai berikut :

Penyiapan larva nyamuk *A. aegypti*. Telur nyamuk *A. aegypti* dicelupkan dalam air suling pada nampan plastik ukuran 34 x 25 x 4,5 cm sebanyak 1 liter. Telur akan menetas setelah $\pm$ 24 jam menjadi larva instar I. Larva dipelihara dengan pemberian pakan hati ayam yang telah dikukus dan dihaluskan hingga menjadi instar III selama 3-4 hari. Perubahan tiap instar ditunjukkan dengan terjadinya *ecdysis* (pelepasan kulit).

Penyiapan sampel. Membuat seri konsentrasi dari minyak kamandrah, yaitu 0, 10, 50, 100, 250, dan 500 ppm.

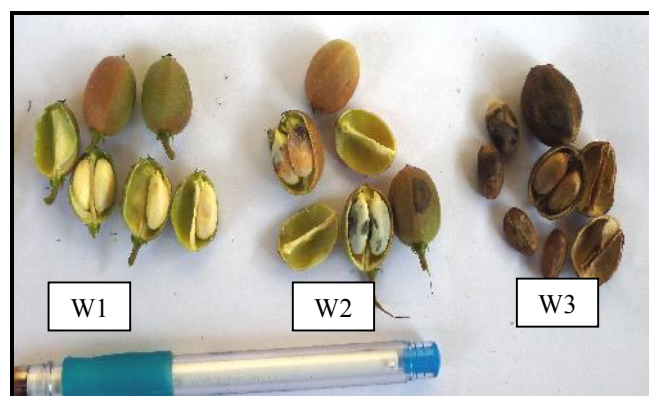
Pelaksanaan uji. Diambil 200 ml larutan dari setiap seri konsentrasi yang dibuat ke dalam gelas plastik, kemudian dimasukkan 25 ekor larva *A. aegypti* instar III. Lakukan untuk seri konsentrasi yang sama sebanyak 5 ulangan. Pengamatan dilakukan setelah 24 dan 48 jam dengan menghitung larva yang mati.

Analisis data menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). Untuk menentukan angka kematian 50% dan 90% (LC₅₀ dan LC₉₀) digunakan metode analisis probit (*Fenney Method*) menggunakan *software* SPSS versi 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik minyak kamandrah sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah kamandrah dan proses penanganannya. Karakteristik fisiko-kimia minyak kamandrah hasil penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah kamandrah yang dilihat dari warna kulit/umur pematikan buah berpengaruh nyata terhadap sifat fisiko-kimia



Gambar 1. Buah kamandrah
Figure 1. Kamandrah fruit

Keterangan : W1 = warna kulit buah hijau kecokelatan; W2 = warna kulit buah cokelat kehijauan; W3 = warna kulit buah cokelat penuh
Note : W1 = green brownish skin color, W2 = brown greenish skin color, W3 = full brown skin color

Tabel 1. Karakteristik fisiko-kimia minyak kamandrah pada berbagai tingkatan kematangan buah

Table 1. Physico-chemical characteristics of kamandrah oil at various maturity levels of fruit

Karakteristik Characteristics	Tingkat kematangan buah Maturity level		
	Hijau kecokelatan Brownish green (24 HSP)	Cokelat kehijauan Greenish brown (33 HSP)	Cokelat penuh Brown (42 HSP)
Rendemen (% b/b)	14,13 c	16,32 b	20,41 a
Bilangan asam (mg KOH/g)	1,65 c	5,74 b	8,76 a
Kadar asam lemak bebas (mg KOH/g)	0,82 c	2,85 b	4,36 a
Bilangan peroksida (meq O/100g)	1,98 c	2,47 b	3,59 a
Indeks bias $n_D^{30^\circ C}$	1,47 b	1,47 b	1,47 a
Bobot jenis (g/ml)	0,94 a	0,94 a	0,94 b
Warna (L*)	88,39 a	81,88 b	73,02 c
Warna (a*)	10,46 b	13,92 a	3,26 c
Warna (b*)	4,10 c	59,30 b	64,13 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$),
HSP : hari setelah pembungaan, L* : derajat kecerahan,
a* : derajat kemerahan, b* : derajat kekuningan

Note : Numbers followed with the same letter in the same row are not significantly different ($\alpha = 0.05$)
HSP = Days after flowering, L* = degree of brightness,
a* = degree of redness, b* = degree of yellowness

minyak kamandrah yang dihasilkan. Dilihat dari karakteristik fisik, semakin cokelat penuh warna kulit buah kamandrah akan menghasilkan rendemen minyak yang semakin tinggi, yaitu 20,41%. Rendemen minyak ini didapatkan dari buah yang dipanen pada umur 42 HSP (berwarna kulit cokelat penuh). KETAREN (1986) menyatakan bahwa lemak dalam tanaman dibentuk dalam sel hidup yang merupakan hasil dari serangkaian reaksi yang kompleks dalam proses metabolisme. Hasil penelitian KKP₃T menunjukkan bahwa rendemen minyak tanaman kamandrah hasil budidaya di Kalimantan Tengah pada umur 10 bulan berkisar 4,94-13,14%, sedangkan pada umur 16 bulan rendemen minyak dapat mencapai 13,18-22,25% (ISWANTINI *et al.*, 2009). Banyaknya minyak/lemak yang dapat diekstraksi tergantung pada suhu pemanasan, lama pengepresan, tekanan yang digunakan, serta kandungan minyak dalam bahan asal (OWALARAFE *et al.*, 2007; OGUNSINA *et al.*, 2008; BAMGHOYE dan ADEJUMO, 2011).

Nilai indeks bias minyak kamandrah antara 1,4771-1,4783, mirip dengan nilai indeks bias minyak jarak yaitu 1,475-1,479 (SNI No. 01-1904-1990), karena masih satu suku *Euphorbiaceae*. SWERN (1982) menyatakan nilai indeks bias akan meningkat pada minyak/lemak dengan rantai karbon yang panjang dan juga dengan terdapat sejumlah ikatan rangkap. Nilai indeks bias dari asam lemak juga akan bertambah dengan meningkatnya bobot molekul, di samping naiknya derajat ketidakjenuhan dari asam lemak tersebut. Demikian pula halnya dengan nilai bobot jenis minyak kamandrah yaitu 0,9442-0,9466 g/ml. JACOBS

(1951) menyatakan bahwa nilai bobot jenis suatu cairan tergantung dari komponen-komponen dalam cairan tersebut. Semakin banyak komponen yang ada dalam cairan, maka fraksi beratnya semakin tinggi sehingga berat jenisnya juga semakin besar.

Tingkat kematangan buah kamandrah yang dilihat dari warna kulit/umur pemetikan buah berpengaruh nyata terhadap atribut warna minyak kamandrah yang dihasilkan. Terjadi penurunan derajat kecerahan (L^*) warna minyak dari 88,39 menjadi 73,02 dan derajat kemerahan (a^*) dari 13,92 menjadi 3,26, serta terjadi peningkatan derajat kekuningan (b^*) dari 4,10 menjadi 64,13. Penurunan derajat kecerahan menunjukkan adanya akumulasi senyawa yang berwarna kecokelatan akibat beberapa reaksi yang mempunyai visualisasi berwarna kecokelatan. Pigmen cokelat biasanya hanya terdapat pada minyak atau lemak yang berasal dari bahan yang telah busuk atau memar. Hal itu dapat pula terjadi karena reaksi molekul karbohidrat dengan gugus pereduksi seperti aldehida serta gugus amina dari molekul protein dan yang disebabkan oleh adanya aktivitas enzim-enzim seperti *phenol oxidase*, *polyphenol oxidase*, dan sebagainya. Peningkatan nilai $+b^*$ yang terukur menunjukkan derajat kekuningan minyak kamandrah akan semakin tinggi. Hal tersebut berarti derajat kekuningan warna minyak buah kamandrah yang lebih tua lebih tinggi dibandingkan buah kamandrah yang masih muda.

Secara kimiawi, semakin tua umur buah atau semakin cokelat warna kulit buah kamandrah akan meningkatkan bilangan asam, kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida minyak kamandrah. Peningkatan bilangan asam dan kadar asam lemak bebas disebabkan oleh kenaikan suhu dan adanya air serta udara yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis, sehingga kandungan asam lemak bebasnya semakin besar. Bertambahnya asam lemak bebas tersebut menyebabkan kenaikan nilai bilangan asam. Selain itu, diduga disebabkan juga oleh masih tingginya aktivitas enzim dan mikro-organisme yang mengkatalis proses hidrolisis minyak. Kerusakan lemak oleh mikro-organisme biasanya terjadi pada lemak yang masih berada dalam jaringan dan dalam bahan pangan berlemak. Mikro-organisme yang menyerang biasanya termasuk tipe mikroba non pathologi, umumnya merusak lemak dengan menghasilkan cita rasa tidak enak, di samping menimbulkan perubahan warna (*discoloration*). Proses hidrolisis lemak netral (trigliserida) menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol dapat berlangsung pada waktu minyak masih berada dalam jaringan biji yang telah dipanen, selama pengolahan dan penyimpanan. Lemak nabati dan hewani yang masih berada dalam jaringan biasanya mengandung enzim yang dapat menghidrolisis lemak. Semua enzim yang termasuk golongan lipase, namun enzim tersebut nonaktif oleh panas (KETAREN, 1986). Meskipun demikian, diduga pemanasan pada suhu 65°C masih belum dapat mengnonaktifkan enzim tersebut,

sehingga proses hidrolisisnya berjalan lebih cepat. Terjadinya proses ketengikan ditandai dengan adanya bilangan peroksida. Semakin tinggi bilangan peroksida yang dihasilkan, maka minyak semakin tengik hingga mencapai bilangan maksimal 100 sehingga minyak bersifat racun (KETAREN, 1986). Nilai dari bilangan peroksida memiliki hubungan dengan nilai bilangan asam, bilangan iod dan bilangan penyabunan. Hidrogen pada asam lemak bebas dapat membentuk radikal asam lemak. Radikal asam lemak ini kemudian akan bereaksi dengan oksigen udara, sehingga akan berbentuk peroksida dan hidroperoksida (DECKER, 2002). Oksidasi lemak dalam bahan makanan dapat terjadi bila suhu dinaikkan atau selama penyimpanan, akibatnya nilai peroksida minyak semakin tinggi (LIN, 1991).

Penentuan Nilai *Lethal Concentration* (LC) Minyak Kamandrah

Nilai keefektifan minyak kamandrah sebagai larvasida nabati dapat dilihat pada Tabel 2. Peningkatan taraf umur petik buah kamandrah yang ditunjukkan dengan semakin cokelat warna kulit buah berdampak kepada peningkatan rendemen minyak kamandrah dan kandungan senyawa aktifnya. Semakin tua umur buah kamandrah menunjukkan senyawa aktif yang terdapat dalam biji kamandrah akan semakin tinggi pula. Hal ini ditunjukkan dengan semakin menurunnya nilai LC_{50} dan LC_{90} pada pengamatan 24 dan 48 jam, yaitu berturut-turut dari 385,48 menjadi 132,67 ppm dan dari 189,18 menjadi 70,08 ppm (Tabel 2). Semakin kecil nilai LC menunjukkan semakin beracun insetisida tersebut (SINGGIH *et al.*, 2006). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian KOMALAMISRA *et al.* (2005) bahwa ekstrak kamandrah yang ditanam di Bangkok memiliki nilai LC_{50} 60,87 ppm dan LC_{90} 263,66 ppm pada larva *A. aegypti* instar 3 dan 4. Minyak kamandrah hasil budidaya mempunyai potensi sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *A. aegypti* instar 3 dengan nilai LC_{50} dan LC_{90} berturut-turut 25,98 dan 164,80 ppm (ISWANTINI *et al.*, 2009).

Tabel 2. Nilai LC minyak kamandrah berbagai tingkat kematangan buah pada pengamatan 24 dan 48 jam terhadap larva *A. aegypti* instar III

Table 2. LC value of kamandrah oil of various maturity levels of fruits at 24 and 48 hours of observation *A. aegypti* larva instar III

Nilai LC (ppm)	Tingkat kematangan buah		
	Hijau kecokelatan (24 HSP)	Cokelat kehijauan (33 HSP)	Cokelat penuh (42 HSP)
LC_{50} (24 Jam)	385,48	341,52	132,67
LC_{90} (24 jam)	1322,57	1063,37	446,08
LC_{50} (48 Jam)	189,18	163,66	70,08
LC_{90} (48 jam)	809,08	712,16	345,29

Keterangan : HSP = hari setelah pembungaan

Note : HSP = Days after flowering

RIYADHI (2008) menyatakan bahwa minyak kamandrah memiliki potensi paling tinggi sebagai larvasida dibandingkan hasil ekstrak dari air dan etanol pada daun, batang, dan biji kamandrah. Senyawa *12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate* hasil isolasi dari kamandrah dapat membunuh 100% larva nyamuk *Culex pipiens* instar 2 pada konsentrasi 0,6 ppm (MARSHALL *et al.*, 2005). Kandungan senyawa dalam minyak kamandrah yang berfungsi sebagai larvasida adalah *piperine* (ISWANTINI *et al.*, 2007; RIYADHI, 2008). Minyak kamandrah lebih berpotensi sebagai larvasida terhadap *A. Aegypti* instar III-IV. Penggunaan pada konsentrasi 0,3; 0,5% dapat menghambat nyamuk *A. aegypti* dan *A. aldopictus* (ASTUTI, 2008).

KESIMPULAN

Berdasar nilai LC, rendemen, dan mutu minyak kamandrah yang dipanen pada umur 42 HSP (berwarna kulit cokelat penuh) berpotensi sebagai larvasida nabati terhadap larva nyamuk *A. aegypti*. Rendemen minyak kamandrah adalah 20,42% dengan nilai LC₅₀ 132,67 ppm (24 jam) dan 70,08 ppm (48 jam). Minyak tersebut memiliki bilangan asam 8,76 mg KOH/g minyak; kadar asam lemak bebas 4,36 mg KOH/g minyak; bilangan peroksida 3,59 meq O/100 g minyak; indeks bias 1,4783; berat jenis 0,9466 g/ml; dan warna meliputi nilai L* 73,03, a* 3,26 dan b* 64,13. Minyak kamandrah berpotensi sebagai larvasida nabati dalam pengendalian vektor penyakit DBD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Proyek KKP₃T Kementerian Pertanian yang telah memberikan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ANONYMOUS. 1995. Medical Herb Index in Indonesia, 2nd ed. PT. Eisai Indonesia. Jakarta. 843p
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. the Association of Analytical Chemists. Washington D.C. 1141p.
- ASTUTI, E.P. 2008. Efektivitas Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Larvasida, Anti-oviposisi dan Ovicidal Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Tesis). Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 70p.
- BAMGBOYE, A.S. and O.I. ADEJUMO. 2011. Effects of processing parameters of roselle seed on its oil yield. Int. J. Agric. & Biol. Eng. 4(1): 82-86.
- CHENG, S.S., M.T. CHUA, K.H. TSAI, W.J. CHEN, and S.T. CHANG. 2003. Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaf of *Cryptomeria japonica* D. Don, [terhubung berkala] https://gra103.aca.ntu.edu.tw/gdoc/D8962_5006a.pdf [5 Maret 2006].
- COLEGATE, S.M. and R.J. MOLYNEUX. 1993. Bioactive Natural Products : Detection, Isolation, and Structural Determination. CRC Press, United States. 528p.
- DEPKES RI. 2010. Laporan Kasus Demam Berdarah Dengue. Subdit Arbovirosis, Ditjen PP&PL. DEPKES RI Jakarta. 6p.
- DECKER, E.A. 2002. Antioxidant Mechanism, In: C.C. AKOH. and D.B. MIN. (Eds): Food lipids, chemistry, nutrition and biotechnology. Marcel Dekker, Inc. New York. 1014p.
- GUBLER, D. J. 1998. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Clin. Microbiol. Rev. 11: 480-496.
- HERRERA, J.M., P. SIDDHURAJU, G. FRANCIS, G. DA'VILA-ORTIZ, and K. BECKER. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. Food Chem. 96:80-89.
- HEYNE, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid II. Jakarta : Badan Litbang Kehutanan. 1246p.
- ISWANTINI, D., R. ROSMAN, D. MANGUNWIDJAJA, U.K. HADI, dan M. RAHMINIWATI. 2007. Bioprospeksi Tanaman Obat Kamandrah (*Croton tiglium* L.) : Studi agrobiofisik dan Pemanfaatannya sebagai Larvasida Hayati Pencegah Demam Berdarah Dengue (Tahun Pertama). Laporan hasil penelitian KKP₃T. Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta. 44p. (Tidak dipublikasi).
- ISWANTINI, D., U.K. HADI, M. RAHMINIWATI, R. ROSMAN, dan A.S. TJOKROWARDoyo. 2009. Bioprospeksi tanaman obat kamandrah (*Croton tiglium* L.) : Budidaya dan pemanfaatannya sebagai larvasida hayati pencegah demam berdarah dengue. Laporan Hasil Penelitian KKP₃T. Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta. 125p. (Tidak dipublikasi).
- JACOBS, M.B. 1951. The chemical analysis of food and food products. Second Edition. D. van Nostrand Company, Inc., New York. 789p.
- KETAREN, S. 1986. Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. UI Press, Jakarta. 315p.
- KOMALAMISRA, N., Y. TRONGTOKIT, Y. RONGSRIYAM, and C. APIWATHNASORN. 2005. Screening for larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 6(36) : 1412-1422.
- LIN, S.S. 1991. Fats and Oils Oxidation in Introduction to Fats and Oils Technology. An Oil Chem. Soc. Champaign, Illinois. 638p.

- MARSHALL, G.T., J.A. KLOCKE, L.J. LIN, and A.D. KINGHORN. 2005. Effects of diterpene esters of tiglane, daphnane, ingenane, and lathyrane types on pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae). *Journal of Chemical Ecology*. 11(2): 191-206.
- MARSHALL, G.T and A. D. KINGHORN. 1984. Short-chain phorbol ester constituents of croton oil. *JOAOCS* 61(7): 1220-1225.
- MONLEY, D. 1979. *Prioritas Pediatri di Negara Sedang Berkembang* (Terjemahan Samhari Baswedan). Yayasan Essentia Medica, Yogyakarta. 523p.
- OGUNSINA, B.S., O.K. OWOLARAFE, and G.A. OLATUNDE. 2008. Oil point pressure of cashew (*Anacardium occidentale*) kernels. *Int. Agrophysics*. 22: 53-59.
- OWOLARAFE, O.K., A.S. OSUNLEKE, and B.E. OYEBAMIJI. 2007. Effect of hydraulic press parameters on crude palm oil yield. *Int. Agrophysics* 21: 285-291.
- PANTASTICO, ER.B. 1986. *Fisiologi Pascapanen : Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 906p.
- PRIDGEON, J.W., K.M. MEEPAGALA, J.J. BECNEL, G.G. CLARK, R.M. PEREIRA, and K.J. 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.
- RIYADHI, A. 2008. Identifikasi Senyawa Aktif Tanaman Kamandrah (*Croton tiglium*) dan Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Larvasida Nabati Vektor Demam Berdarah Dengue (Tesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 113p.
- SAPUTRA, D. MANGUNWIDJAJA, S. RAHARJA, L.B.S. KARDONO, dan 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.
- SIAGIAN, M.H., and M. RAHAYU. 1999. Ethnobotanical study on *Croton tiglium* L. as traditional medicine and its development aspect in Bengkulu. Prosiding seminar hasil-hasil penelitian bidang ilmu hayat (16 September 1999). Pusat antar universitas Ilmu Hayat IPB. Bogor. 258-265p.
- SINGGIH H.S., F.X. KOESHARTO, U.K. HADI, J. GUNANDINI, S. SOVIANA, I.A. WIRAWAN, M. CHALIDAPUTRA, M. RIVAL, S. PRIYAMBODO, S. YUSUF, dan S. UTOMO. 2006. *Hama Pemukiman Indonesia: Pengenalan, Biologis, dan Pengendalian*. Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman. Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor. 478p.
- SWERN, D. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley and Sons, New York. 603p.
- THAMRIN, U. 2002. Tanaman kamandrah pembunuh jentik nyamuk demam berdarah. *Sinar Harapan* 6 Februari 2002. [terhubung berkala] www.terranet.co.id. [3 Maret 2007].