

**DISERTASI**

**POTENSI *Cabomba aquatica* DC SEBAGAI LARVASIDA  
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* L  
YANG POLIMORFISME *DNA***



**ERINA YATMASARI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM DOKTOR  
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN  
SURABAYA  
2016**

**DISERTASI**

**POTENSI EKSTRAK ETANOL *Cabomba aquatica* DC  
SEBAGAI LARVASIDA TERHADAP LARVA *Aedes aegypti* L  
YANG POLIMORFISME DNA**



**ERINA YATMASARI  
NIM. 091070811**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM DOKTOR  
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN  
SURABAYA  
2016**

**POTENSI *Cabomba aquatica* DC SEBAGAI LARVASIDA  
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* L  
YANG POLIMORFISME DNA**

**DISERTASI**

**Untuk Memperoleh Gelar Doktor  
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan  
Pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga  
Untuk dipertahankan di hadapan  
Panitia Ujian Doktor Terbuka**

**Pada hari : Selasa**

**Tanggal : 23 Februari 2016**

**Pukul : 10.00 – 13.00 WIB**

**Oleh :**

**ERINA YATMASARI  
NIM. 091070811**

**PENGESAHAN**

*Digertahankan di depan Tim Penguji Ujian Disertasi Tahap II (Terbuka)  
Program Studi Ilmu Kesehatan  
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga  
Dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Doktor (Dr.)  
Pada Tanggal 23 Februari 2016*

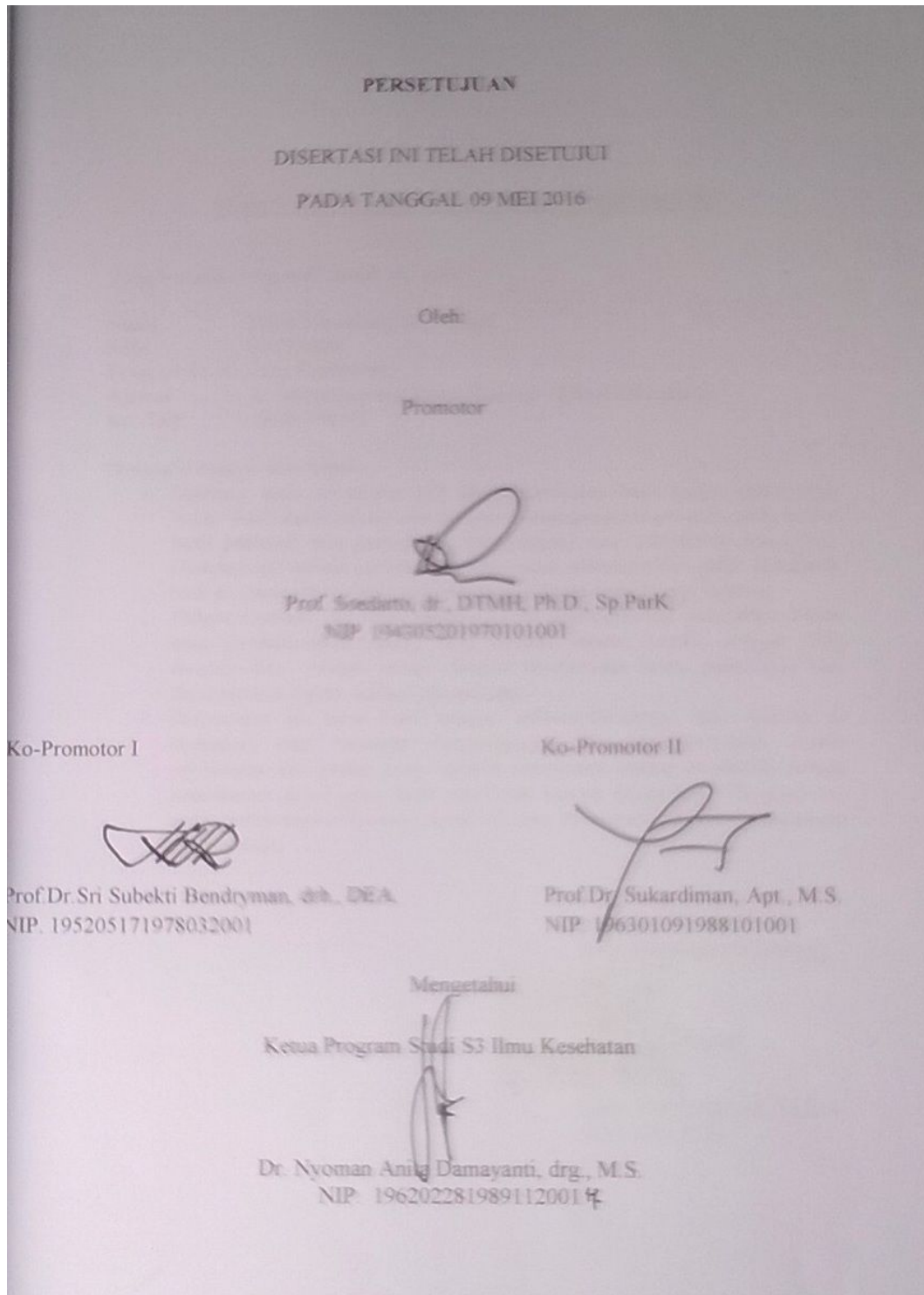
Mengesahkan

Universitas Airlangga  
Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dekan,



Prof. Dr. Tri Martiana, dr., M.S.  
NIP. 195603031987012001





**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Erina Yatmasari, dr., M.Kes.  
NIM : 091070811  
Program Studi : Ilmu Kesehatan  
Alamat : Jl. Graha Gunung Anyar Tambak 18/M-02 Surabaya  
No. Telp : 08123156313

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Disertasi saya ini adalah asli dan benar-benar hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dengan mengatasnamakan saya, serta bukan hasil peniruan atau penjiplakan (*plagiarism*) dari hasil karya orang lain. Disertasi ini belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Airlangga, maupun di Perguruan Tinggi lainnya;
2. Dalam disertasi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar kepustakaan;
3. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis Disertasi ini, serta sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan Peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 09 Mei 2016  
Yang membuat pernyataan,



Erina Yatmasari, dr., M.Kes.  
NIM. 091070811

## PANITIA PENGUJI DISERTASI

Telah diuji pada Ujian Doktor Tahap I (Tertutup)  
Tanggal 8 September 2015

---

Ketua : Dr. Hari Basuki Notobroto, dr., M.Kes.  
Anggota : 1. Prof.dr.H. Soedarto, DTMH., Ph.D., Sp.Par.K.  
2. Prof.Dr. Sri Subekti Bendryman, drh., DEA.  
3. Prof.Dr. Sukardiman, Apt., M.S.  
4. Prof.Dr. Teguh Wahyu Sardjono, dr., DTMH., M.Sc., Sp.Par.K.  
5. Prof.Dr. Eddy Bagus Wasito, dr., M.S., Sp.M.K.(K).  
6. Dr. Sunarjo, dr., M.S., M.Sc.



Ditetapkan dengan Surat Keputusan  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga  
Nomor : 116/UN.3.1.10/KD/2015  
Tanggal : 16 September 2015

## UCAPAN TERIMA KASIH

Assalammu'alaikum wr wb dan salam sejahtera,

Dalam kesempatan ini, perkenankanlah kami mengucapkan syukur alhamdulillah dan terimakasih yang terbesar ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas rahmat berkatnya disertai ini dapat kami selesaikan.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya juga kami sampaikan kepada promotor kami Prof. Soedarto, dr., DTMH., Ph.D., Sp.Par.K, ko-promotor Prof.Dr. Sri Subekti Bendryman, drh., DEA dan Prof.Dr. Sukardiman, Apt., M.S., yang telah membimbing kami dengan sabar dan sepenuh hati serta meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memberikan arahan kepada kami.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada yth. Rektor Universitas Airlangga, Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Wakil Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, Wakil Dekan I Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, Ketua Program Studi dan Sekretaris Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, atas segala perkenannya menerima dan memfasilitasi kami dalam pendidikan.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada yang terhormat Jajaran Ketua Yayasan Nala, Rektor Universitas Hang Tuah dan jajarannya serta Dekan Fakultas Kedokteran Hang Tuah dan jajarannya, yang telah memberikan kesempatan tugas belajar kepada kami.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada yang terhormat Koordinator Kopertis Wilayah VII dan jajarannya, yang telah memfasilitasi kami untuk melaksanakan tugas belajar.

Ucapan terimakasih yang dalam juga kami sampaikan kepada yang terhormat para Profesor, Doktor serta dosen senior yang bersedia menjadi penguji sejak ujian kualifikasi, sampai dengan ujian disertai tahap I (tertutup) dan menjadi konsultan kami, yaitu yang kami hormati: Prof.Dr. Teguh Wahyu Sardjono, dr., DTMH, M.S., Sp.ParK., Prof. Soedjadi Keman, dr, M.S., Ph.D., Prof.Dr. Ni Made Mertaniasih, dr, M.S., Sp.MK(K)., Prof.Dr. Eddy Bagus Wasito, dr, M.S., Sp.MK(K)., Prof.Dr. Fedik Abdul Rantam, drh., M.S., Dr. Sunarjo, dr, M.S., M.Sc., Dr. Hari Basuki, dr, M.Kes., Dr. Niken Murti Pratiwi, Ir., M.Sc., Dr. Budi Mulyaningsih, Apt., M.S., dan dr. Tri Martini, Sp.BK., M.S.

Kepada yang terhormat Kepala Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga Surabaya beserta staf, yang telah berkenan memfasilitasi kami dalam rangka melakukan penelitian pendahuluan untuk disertai ini, kami juga menyampaikan terimakasih yang mendalam.

Kepada yang terhormat Direktur Rumah Sakit Khusus Infeksi dan jajarannya, Universitas Airlangga Surabaya, Camat Kecamatan Gubeng Surabaya dan jajarannya, Camat Kecamatan Geneng Kabupaten Ngawi dan jajarannya, para guru dan para dosen kami, semua sejawat dan tenaga kependidikan di instansi kami, Mbak Dian, Pak Ambar dan Bu Yayuk, tak terlupa Bu Atin, Pak Pur, Bu



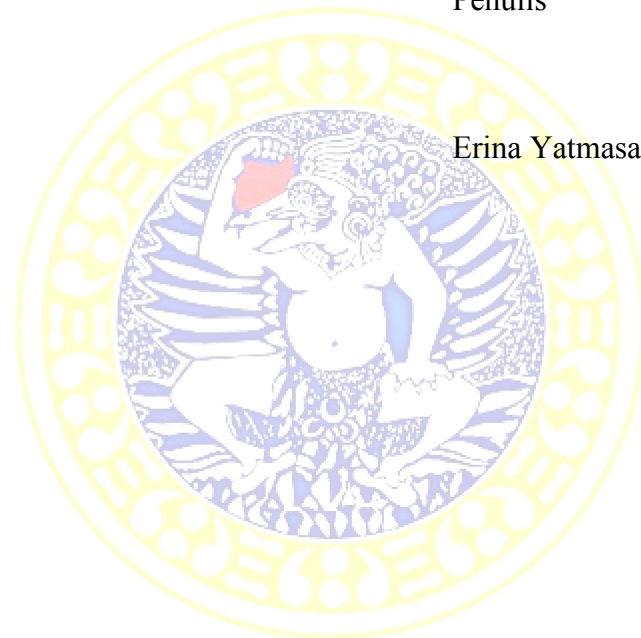
Yuni, Bu Wahyu, Mbak Arlene, Mbak Indah, Mbak Helen, Mas Erik, Pak Sujarwo, Pak Parto Mas Eko, Mbak Erna dan staf, serta kepada semua pihak yang telah memberikan, perijinan, pendampingan dan fasilitas dalam penelitian ini, yang tidak dapat kami sebutkan satu demi satu, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Terakhir, ijinlah kami mengucapkan terimakasih yang terdalam kepada kedua orang tua kami yang tercinta, ayahanda Mahayatma Soendoro, drg., P.A.H., ibunda Ertiningroem, S.H., saudara semata wayang saya adinda Eryani Sulistyo Yatmasari, S.S. dan keluarga besar kami yang senantiasa memberikan dukungan moral dan spiritual, kasih sayang serta pengertian selama kami menempuh pendidikan.

Wassalammu'alaikum wr wb.

Surabaya, 09 Mei 2016

Penulis



Erina Yatmasari

## RINGKASAN

### **POTENSI *Cabomba aquatica* DC SEBAGAI LARVASIDA TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* L YANG POLIMORFISME DNA**

Usaha dan strategi dalam pemberantasan demam berdarah dengue (DBD), lebih ditekankan pada tindakan preventif atau pencegahan, terutama tindakan pemberantasan nyamuk vektor DBD secara nasional. Pemberantasan vektor ini sangat sulit, karena perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* yang merupakan vektor utamanya tersebut adalah cukup cepat.

Penggunaan insektisida sintetis di masyarakat dilakukan dengan konsentrasi tidak terkontrol dan terus menerus dalam jangka panjang. Kondisi ini terjadi karena insektisida sintetis sangat mudah diperoleh dan beredar bebas. Hal ini mengakibatkan timbulnya resistensi nyamuk terhadap insektisida dan terjadinya pencemaran lingkungan.

Berdasarkan kenyataan dan kondisi tersebut, maka perlu dikembangkan insektisida alami sebagai alternatif. Pengembangan tersebut dalam rangka meminimalkan terjadinya resistensi. Insektisida alami lebih ramah lingkungan dan lebih mudah terdegradasi di alam. Sifat insektisida alami ini tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan lebih aman digunakan dalam jangka waktu yang lama.

*Cabomba* sebagaimana pada umumnya tumbuhan air tawar memiliki peranan yang penting dalam lingkungan ekosistem perairan. Perannya antara lain sebagai sarana dan fasilitas berlindung, berkembang biak dan mendapatkan makanan untuk organisme hidup lain yang hidup di air tawar. Peranan yang lain adalah meningkatkan kadar oksigen dalam air. Khusus sebagai tumbuhan-tumbuhan air tawar yang berakar, akan sekaligus mampu meningkatkan kestabilan permukaan tanah.

Penelitian tentang golongan senyawa fitokimia yang terdapat dalam *Cabomba* sp. baru dilakukan pada spesies *Cabomba furcata* (red *Cabomba*) dari Tasik Chini, Malaysia. Pada penelitian tersebut didapatkan golongan senyawa fitokimia saponin, alkaloid dan flavonoid. Ketiga golongan senyawa fitokimia tersebut telah dikenal sebagai golongan senyawa fitokimia yang berpotensi sebagai larvasida terhadap larva serangga, nyamuk maupun lalat.

Suatu populasi organisme ataupun spesies organisme hidup yang sama, tetapi diisolasi dari asal yang berbeda, dapat berbeda secara genetik yang dikenal sebagai polimorfisme. Polimorfisme genetik merupakan keadaan perbedaan tingkat genetik spesies organisme hidup yang sama. Polimorfisme dapat dideteksi dari perubahan struktur DNA atau sekuens DNA organisme hidup. Polimorfisme dapat dibuktikan dengan metode analisis molekuler, antara lain reaksi berantai polimerase atau lebih dikenal sebagai PCR.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa fitokimia dan perbedaan potensi larvasida ekstrak etanol tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC, yang berasal dari Desa Gunung Bunder, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten

Bogor, terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*; serta polimorfisme *DNA* larva *Aedes aegypti* dari dua geografis yang berbeda.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, dengan penelitian deskriptif untuk menganalisis kandungan golongan senyawa fitokimia dalam ekstrak etanol tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC (kromatografi lapis tipis untuk alkaloid, fenol, flavonoid, saponin, steroid, tanin dan terpenoid). Jenis penelitian *true experimental post test only control group design*, untuk menganalisis pengaruh ekstrak tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC, terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian deskriptif untuk mengungkapkan susunan pita polimorfisme *DNA* pada spesies nyamuk *Aedes aegypti* dari lokasi di Kota Surabaya dan *Aedes aegypti* dari lokasi di Kabupaten Ngawi, dengan metode *RAPD-PCR* (*Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction*).

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah kromatografi lapis tipis (KLT) yang dilakukan pada ekstrak etanol *Cabomba aquatica* DC yang menunjukkan hasil positif secara kualitatif untuk golongan senyawa fitokimia polifenol dan terpenoid. Hasil uji paparan ekstrak etanol *Cabomba aquatica* DC selama 24 jam pada larva instar III/IV nyamuk *Aedes aegypti*, menunjukkan adanya perbedaan potensi untuk larva dari Kota Surabaya dibandingkan Kabupaten Ngawi, berdasarkan perbedaan persentase larva yang mati untuk setiap konsentrasi yang digunakan, yaitu 1250, 2500, 5000, 10000 dan 20000 ppm. Hasil *RAPD-PCR* yang dilakukan pada *DNA* larva instar III/IV nyamuk *Aedes aegypti* yang diisolasi dari dua lokasi geografis yang berbeda, menunjukkan adanya polimorfisme, dengan menggunakan lima macam sekuens primer oligonukleotida yang telah diseleksi.

## SUMMARY

### THE LARVICIDE EFFECT OF THE *Cabomba aquatica* DC TO THE THE *Aedes aegypti* L POLYMORPHIC LARVAL

Efforts and strategies in eradication of the dengue fever focussing on preventive or precautionary level recently, especially by controlling the dengue vector mosquito at national level, even though it is very difficult to do, because the *Aedes aegypti* mosquito breeds faster.

The use of synthetic insecticides in the communities were done with any concentration which were not even controlled and continuously for a long time, because it is very easy obtaining and regulating, which indicate the emergence of mosquito resistance to insecticides and environmental pollution.

Based on the reality and condition, it should be developed an alternative of natural insecticide, in order to minimize the occurrence of mosquito resistance and more environmentally friendly, as a natural insecticide is degraded easier in nature, and not induce pollution to the environment, it is meant making it safe to in a long time used.

*Cabomba* as a freshwater plant has important roles in aquatic ecosystems. It means as shelter facilities, breed and get food for other living organisms of freshwater arround. Another role is to increase oxygen levels in the water ecosystem, and specifically as freshwater plants which is rooted, will at once be able to increase the stability of the soil surface.

Research on the class of the phytochemical compounds which were contained in *Cabomba* sp. recently conducted to the species *Cabomba furcata* (red *Cabomba*) of Tasik Chini, Malaysia, was obtained phytochemical compounds of the saponins, alkaloids and flavonoids. Three class of the phytochemical compounds which are known as phytochemicals that have the potential as larvicides against insect larvae, mosquitoes and flies.

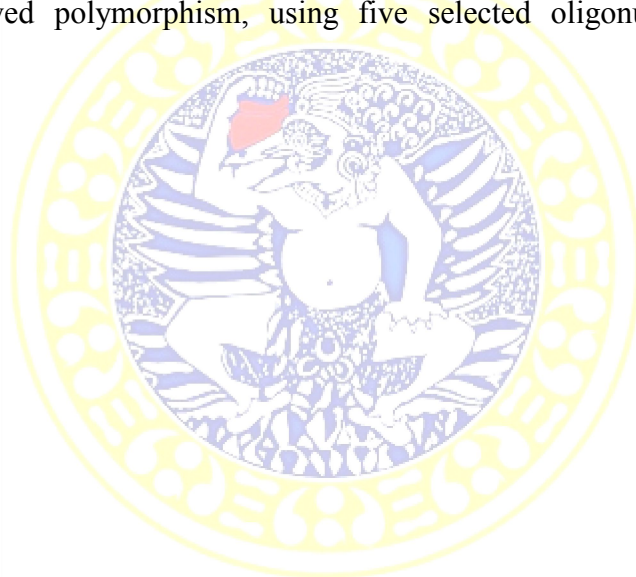
A population or a species of living organisms, which were isolated from different geographical areas, could be different genetically and was known as polymorphism. Genetic polymorphism is the difference on genetic level of a living species which could be detected by the DNA structure molecularly analysis such as by PCR method.

The aim of this study was to reveal the different of pontential of the ethanolic extract of freshwater plants *Cabomba aquatica* DC, isolated from Gunung Bunder village, Pamijahan district of Bogor Regency, West Java, Indonesia, as larvicide to the larvae of *Aedes aegypti* isolated from two difference geographical areas; the phytochemical compounds; and DNA polymorphism of both *Aedes aegypti* larvae.

This study consisted of three phases, a design of descriptive study to determine the phytochemical content of the compound in the ethanolic extract of the freshwater plants *Cabomba aquatica* DC (thin layer chromatography for

alkaloids, phenols, flavonoids, saponins, steroids, tannins and terpenoids). A design of the true experimental post test only control group, to determine the effect of plant extracts fresh water *Cabomba aquatica* DC against larvae of *Aedes aegypti*. A descriptive study to reveal the composition DNA polymorphism on the larva of the *Aedes aegypti* from the Surabaya and Ngawi, which was done by the RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) method.

Results which were obtained from these studies were: thin-layer chromatography (TLC) which was performed on the ethanolic extract of the *Cabomba aquatica* DC showed positive results of TLC qualitatively for the groups of polyphenolics and terpenoids. The exposure of the ethanolic extract of the *Cabomba aquatica* DC test results for 24 hours at instar larvae III / IV of the *Aedes aegypti*, showed a significance different of the potential and the exposure to the percentage of dead larvae for each concentration used, which were 1250, 2500, 5000, 10000 and 20000 ppm. Results of RAPD-PCR performed on DNA-instar larvae III / IV *Aedes aegypti* were isolated from two different geographical locations, showed polymorphism, using five selected oligonucleotide primer sequences.





## ABSTRAK

Penggunaan insektisida sintetis di masyarakat dilakukan dengan konsentrasi tidak terkontrol dan terus menerus dalam jangka panjang. Hal ini karena mudah diperoleh dan beredar bebas. Pemakaian jangka panjang dan sering tersebut mengakibatkan timbulnya resistensi nyamuk terhadap insektisida dan terjadinya pencemaran lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis golongan senyawa fitokimia, perbedaan potensi ekstrak etanol tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC, yang berasal dari Desa Gunung Bunder, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor, sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* dan susunan pita polimorfisme *DNA* larva *Aedes aegypti* dari dua geografis yang berbeda.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu penelitian deskriptif untuk menganalisis kandungan golongan senyawa fitokimia dalam ekstrak etanol tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC. Disain penelitian *true experimental post test only control group design*, untuk menganalisis perbedaan potensi ekstrak tumbuhan air tawar *Cabomba aquatica* DC sebagai larvasida, terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* Kota Surabaya dan Kabupaten Ngawi. Tahap terakhir adalah penelitian deskriptif untuk mengungkapkan susunan pita polimorfisme *DNA* pada spesies nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan metode *RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction)*.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah: Kromatografi lapis tipis (KLT) yang dilakukan pada ekstrak etanol *Cabomba aquatica* DC yang menunjukkan hasil positif untuk golongan senyawa fitokimia polifenol dan terpenoid. Hasil uji paparan ekstrak etanol *Cabomba aquatica* DC selama 24 jam pada larva instar III/IV nyamuk *Aedes aegypti*, menunjukkan perbedaan potensi untuk Surabaya dibandingkan dengan Ngawi dan terdapat polimorfisme *DNA* larva nyamuk *Aedes aegypti*.

**Kata kunci:** *Aedes aegypti*, *Cabomba*, ekstrak etanol, larvasida, polimorfisme

## ABSTRACT

The use of synthetic insecticides in the communities were done with any concentration which were not even controlled and continuously for a long time. It is because easily in obtaining and regulation, which indicate the emergence of mosquitoes resistance to insecticides and induce environmental pollution. *Cabomba aquatica* DC as a freshwater plant known could be work as larvicide to the *Aedes aegypti* larval.

The aim of this study was to reveal the different of pontential of the ethanolic extract of freshwater plants *Cabomba aquatica* DC, isolated from Gunung Bunder village, Pamijahan district of Bogor Regency, West Java, Indonesia, as larvicide to the larvae of *Aedes aegypti* isolated from two difference geographical areas; the phytochemical compounds; and DNA polymorphism of both *Aedes aegypti* larvae. This study consisted of three phases, a design of descriptive study to determine the phytochemical content of the compound in the ethanolic extract of the *Cabomba aquatica* DC. A design of the true experimental post test only control group, to determine the effect of plant extracts fresh water *Cabomba aquatica* DC against larvae of *Aedes aegypti*. A descriptive study to reveal the composition of DNA polymorphism on the larva of the *Aedes aegypti* from the Surabaya and Ngawi, which was done by the RAPD-PCR .

Results which were obtained from these studies were: thin-layer chromatography (TLC) which was performed on the ethanolic extract of the *Cabomba aquatica* DC showed positive results of TLC qualitatively for the groups of polyphenolics and terpenoids. The exposure of the ethanolic extract of the *Cabomba aquatica* DC test results for 24 hours, showed a significance different of the potential between Surabaya and Ngawi. Results of RAPD-PCR performed on DNA-instar larvae III / IV *Aedes aegypti* were isolated from two different geographical locations, showed polymorphism.

**Keywords:** *Aedes aegypti*, *Cabomba*, ethanolic extract, larvicide, polymorphism

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b>	
<b>HALAMAN SAMPUL DALAM</b>	i
<b>HALAMAN PRASYARAT GELAR</b>	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	iv
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b>	v
<b>PENETAPAN PANITIA PENGUJI</b>	vi
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	vii
<b>RINGKASAN</b>	ix
<b>SUMMARY</b>	xi
<b>ABSTRAK</b>	xiii
<b>ABSTRACT</b>	xiv
<b>DAFTAR ISI</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL</b>	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xix
<b>DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH</b>	xx
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Manfaat Penelitian	12
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	14
2.1 Vektor Demam Berdarah Dengue	14
2.2 Penyebab DBD, Transmisi dan Epidemiologinya	37
2.3 Tumbuhan Air Tawar <i>Cabomba</i>	43
2.4 Bahan Alam dan Kesehatan	64
2.5 Diversitas Genetik dan Polimorfisme	81
2.6 <i>Urban</i> dan <i>Rural</i>	91
2.7 Geografi Lokasi-lokasi Penelitian	94
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL</b>	98
3.1 Kerangka Konseptual	98
3.2 Hipotesis Penelitian	99
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>	101
4.1 Penelitian Tahap Pertama	101
4.1.1 Disain penelitian	101
4.1.2 Populasi dan sampel penelitian tahap pertama	101
4.1.3 Teknik pengambilan sampel	102
4.1.4 Alat, bahan dan instrumen penelitian tahap pertama	102
4.1.5 Lokasi dan waktu penelitian	103
4.1.6 Cara pengambilan data penelitian tahap pertama	103
4.1.7 Cara analisis data penelitian tahap pertama	106

4.2 Penelitian Tahap Kedua	106
4.2.1 Disain penelitian tahap kedua	106
4.2.2 Populasi dan unit eksperimen penelitian tahap kedua	108
4.2.3 Variabel dan definisi operasional variabel penelitian tahap kedua	111
4.2.4 Alat, bahan dan instrumen penelitian tahap kedua	113
4.2.5 Lokasi dan waktu penelitian tahap kedua	113
4.2.6 Prosedur pengambilan dan pengumpulan data penelitian tahap kedua	114
4.2.7 Cara analisis data penelitian tahap kedua	114
4.3 Penelitian Tahap Ketiga	115
4.3.1 Disain penelitian tahap ketiga	115
4.3.2 Populasi dan sampel penelitian tahap ketiga	115
4.3.3 Variabel dan definisi operasional variabel penelitian tahap ketiga	116
4.3.4 Alat, bahan dan instrumen penelitian tahap ketiga	117
4.3.5 Lokasi dan waktu penelitian tahap ketiga	118
4.3.6 Cara pengambilan data penelitian tahap ketiga	118
4.3.7 Cara analisis data penelitian tahap ketiga	120
4.4 Alur Penelitian	122
4.4.1 Alur Penelitian Tahap Pertama	122
4.4.2 Alur Penelitian Tahap Kedua	123
4.4.3 Alur Penelitian Tahap Ketiga	124
<b>BAB 5 HASIL DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN</b>	125
5.1 Hasil Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC	125
5.2 Hasil Uji Pengaruh Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC	130
5.3 Hasil <i>RAPD-PCR DNA</i> Larva Instar III/IV Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dan Analisisnya	133
5.4 Hasil Analisis Deskriptif Polimorfisme <i>DNA</i> Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Dikaitkan dengan Jumlah Kematian Larva	148
<b>BAB 6 DISKUSI DAN PEMBAHASAN</b>	151
6.1 Kandungan Golongan Senyawa Fitokimia Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC	151
6.2 Pengaruh Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC	157
6.3 Polimorfisme <i>DNA</i> Larva Instar III/IV Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	163
6.4 Hubungan Polimorfisme <i>DNA</i> Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dengan Jumlah Kematian Larva	168
6.5 Kebaruan Penelitian	169
6.6 Keterbatasan Penelitian	170
<b>BAB 7 PENUTUP</b>	172
7.1 Simpulan	172
7.2 Saran	172
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	174
<b>LAMPIRAN</b>	195

## DAFTAR TABEL

<b>Nomor</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Komposisi Nutrien dari Bagian-bagian Tumbuhan <i>Cabomba</i>	62
Tabel 2.2	Analisis Nutrient dari Berbagai Tumbuhan Air di Danau Mac Donald	62
Tabel 5.1	Hasil KLT Senyawa Golongan Fitokimia Polifenol	127
Tabel 5.2	Hasil KLT Senyawa Golongan Fitokimia Terpenoid	130
Tabel 5.3	Hasil Uji Pengaruh Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC	131
Tabel 5.4	Sebaran Pita Polimorfisme Larva Instar III/IV Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dari Surabaya dan Ngawi	138



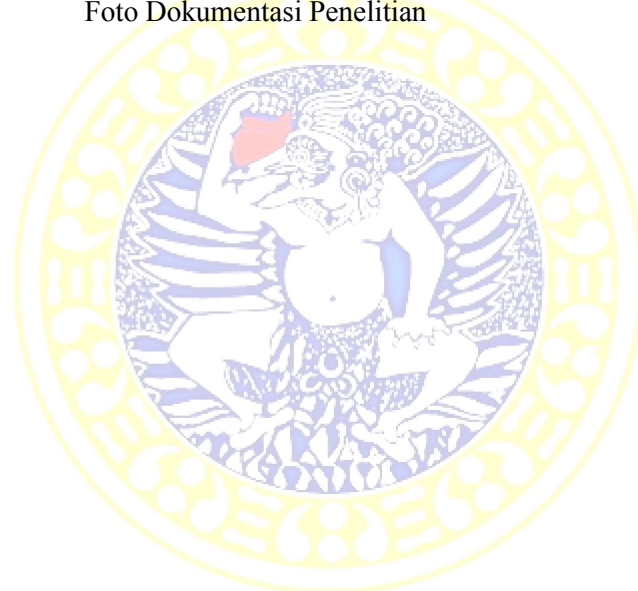


## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Bagian Punggung Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dan <i>Aedes albopictus</i> Dewasa	17
Gambar 2.2	Perbedaan Skematis Nyamuk <i>Aedes</i> sp., <i>Anopheles</i> sp. dan <i>Culex</i> sp.	18
Gambar 2.3	Perbandingan Morfologi Larva <i>Aedes</i> dengan <i>Anopheles</i>	20
Gambar 2.4	Siklus Hidup dan Stadium Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	24
Gambar 2.5	Kunci Identifikasi <i>Aedes aegypti</i> dan <i>Aedes albopictus</i>	34
Gambar 2.6	Gambar Skematis Genus <i>Cabomba</i>	49
Gambar 2.7	<i>Cabomba</i> sp.	50
Gambar 2.7	Struktur Kimia Umum Alkaloid	74
Gambar 2.8	Struktur Dasar Flavonoid	76
Gambar 2.9	Struktur Kimia Umum Saponin	78
Gambar 3.1	Bagan Kerangka Konseptual	98
Gambar 4.1	Skema Disain Penelitian Tahap Kedua	107
Gambar 5.1	Hasil Kromatografi Lapis Tipis Polifenol positif	126
Gambar 5.2	Hasil Kromatografi Lapis Tipis Terpenoid positif	129
Gambar 5.3	Grafik Hasil Perlakuan dengan Ekstrak <i>Cabomba aquatica</i>	135
Gambar 5.4	Hasil <i>RAPD-PCR DNA</i> Larva Instar III/IV Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	137
Gambar 5.5	Dendogram Kemiripan Genetik Larva <i>Aedes aegypti</i>	145

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>Judul Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Tabel Daftar Ekstrak Tumbuhan dan <i>LC50</i> sebagai Larvasida <i>Aedes aegypti</i>	195
Lampiran 2	Surat Keterangan Komisi Etik Penelitian	196
Lampiran 3	Ijin Penelitian 1	197
Lampiran 4	Ijin Penelitian 2	198
Lampiran 5	Surat Keterangan Identifikasi Tumbuhan	199
Lampiran 6	Surat Keterangan Kadar Air Tumbuhan	200
Lampiran 7	Hasil Uji Statistik <i>Post Hoc</i>	201
Lampiran 8	Hasil Uji Statistik <i>ANOVA</i> Faktorial	203
Lampiran 9	Hasil Uji Statistik <i>Probit Analysis</i> Surabaya	205
Lampiran 10	Hasil Uji Statistik <i>Probit Analysis</i> Ngawi	210
Lampiran 11	Foto Dokumentasi Penelitian	215



## DAFTAR LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH

### Daftar Lambang

<	= kurang dari
>	= lebih dari
≤	= kurang dari atau sama dengan
≥	= lebih dari atau sama dengan
=	= sama dengan
+	= ditambah
-	= dikurangi
x	= dikali
:	= dibagi
α	= alfa
β	= beta

### Daftar Singkatan

Aubl.	= Aubletii
DBD	= Demam Berdarah Dengue
DC	= De Candole
<i>DENV</i>	= <i>Dengue Virus</i>
Depkes RI	= Departemen Kesehatan Republik Indonesia
<i>DHF</i>	= <i>Dengue Haemorrhagic Fever</i>
Ditjen	= Direktorat Jenderal
<i>DNA</i>	= <i>Deoxyribo Nucleic Acid</i>
<i>DSS</i>	= <i>Dengue Shock Syndrome</i>
<i>HPLC</i>	= <i>High Performance Liquid Chromatography</i>
<i>HPTLC</i>	= <i>High Performance Thin Layer Chromatography</i>
<i>IPGRI</i>	= <i>International Plant Genetic Resources Institute</i>
Kemenkes	= Kementerian Kesehatan
KLB	= Kejadian Luar Biasa
KLT	= Kromatografi Lapis Tipis
<i>LC</i>	= <i>Lethal Concentration</i>
P2BB	= Pemberantasan Penyakit Bersumber Binatang
P2PL	= Pemberantasan Penyakit dan Penyehatan Lingkungan
<i>PCR</i>	= <i>Polymerase Chain Reaction</i>
<i>RAPD</i>	= <i>Random Amplified Polymorphic DNA</i>
<i>Rf</i>	= <i>Retention/restriction factor</i>
<i>sp.</i>	= <i>species</i>
<i>TLC</i>	= <i>Thin Layer Chromatography</i>
<i>UV</i>	= <i>Ultra Violet</i>