

Uji Potensi Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L.

*Potential Test of Maja Fruit Extract (*Aegle marmelos* L.) As Vegetable Larvicide Against Mortality of *Aedes aegypti**

M. Azkal Umam^{1 *}, Sama' Iradat Tito^{2 **}, Hasan Zayadi³

^{1,2,3} Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Nyamuk *Aedes aegypti* (L) merupakan vektor dari penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Untuk mengurangi terjadinya kasus DBD yaitu dengan pemutusan siklus hidup nyamuk pada tahap larva, hal biasa digunakan yaitu menggunakan insektisida sintetik namun dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resistensi terhadap nyamuk dan larva maka perlu dilakukan alternatif lain berupa insektisida nabati yaitu bisa menggunakan ekstrak buah Maja (*Aegle marmelos* L.) karena mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu tanin, alkaloid saponin dan flavonoid senyawa kimia tersebut diyakini dapat dijadikan alternatif sebagai larvasida nabati. Tujuan penelitian untuk menguji ekstrak Buah maja (*Aegle marmelos* L.) pada berbagai level konsentrasi terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* (L). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan februari-maret di Lab Pusat Universitas Islam Malang metode penelitian ini adalah *True Eksperimental* dengan rancangan penelitian menggunakan RAL sampel larva yang digunakan adalah instar III sebanyak 20 ekor setiap perlakuan. Pada penelitian ini yaitu terdiri 1 kontrol (aquades) dan 5 kelompok perlakuan terdiri dari konsentrasi: 12 mg/ml, 24 mg/ml, 38 mg/ml, 48 mg/ml, 60 mg/ml dengan 4 kali ulangan pengamatan dilakukan selama 24 jam pengamatan. Analisis data menggunakan uji *one way* ANOVA dan LSD untuk mengetahui perbedaan antara setiap kelompok perlakuan selanjutnya untuk perhitungan nilai lethal concentration digunakan Analisis Probit. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak buah maja memiliki potensi sebagai larvasida nabati yang ditunjukkan pada perlakuan kontrol berbeda nyata pada kelompok perlakuan ekstrak buah maja dan pada setiap konsentrasi perlakuan ekstrak buah maja menunjukkan semakin tingginya konsentrasi dapat meningkatkan mortalitas larva. Berdasarkan hasil nilai LC50 yaitu 48,071 mg/ml (kisaran 45,068 - 50,676 mg/ml) bahwa pada perlakuan 48 mg/ml sudah efektif dapat meningkatkan mortalitas 50 % larva *Aedes aegypti* (L).

Kata kunci: *Aedes aegypti* L, *Aegle marmelos* L, DBD, Larvasida Nabati.

ABSTRACT

The *Aedes aegypti* (L) mosquito is a vector of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). To reduce the occurrence of dengue cases by terminating the mosquito life cycle at the larval stage, it is common to use synthetic insecticides but can cause environmental pollution, resistance to mosquitoes and larvae, it is necessary to do other alternatives in the form of vegetable insecticides, namely using Maja fruit extract (*Aegle marmelos* L.) because it contains secondary metabolites of tannins, alkaloids, saponins and flavonoids these chemical compounds are believed to be an alternative as vegetable larvicides. The purpose of the study was to test the extract of Maja fruit (*Aegle marmelos* L.) at various concentration levels on the mortality of *Aedes aegypti* (L) mosquito larvae. This research was carried out in February-March at the Central Lab of the Islamic University of Malang. This research method was *True Experimental* with a research design using RAL larval samples used were instar III as many as 20 birds per treatment. In this study, it consisted of 1 control (aquades) and 5 treatment groups consisting of concentrations: 12 mg/ml, 24 mg/ml, 38 mg/ml, 48 mg/ml, 60 mg/ml with 4 repetitions of observations carried out during 24 hours of observation. Data analysis used *one way* ANOVA and LSD tests to determine the difference between each treatment group, furthermore, for the calculation of the lethal concentration value, Probit Analysis is used. The results showed that maja fruit extract had potential as a vegetable larvicide which was shown in the control treatment that was significantly different in the maja fruit extract treatment group. and at each concentration of maja fruit extract treatment, the higher the concentration, the higher the larval mortality. Based on the results of the LC50 value of 48.071 mg/ml (range 45.068 - 50.676 mg/ml) that the 48 mg/ml treatment was effective in increasing the mortality of 50% of larvae *Aedes aegypti* (L).

Keywords: *Aedes aegypti* L, *Aegle marmelos* L, DHF, Vegetable larvicides

^{*}) M. Azkal Umam, Jurusan Biologi FMIPA UNISMA, Jl. MT Haryono 193, Malang 65144 Telp.
Email: azkalumam199@gmail.com

^{**}) Dr. Sama' Iradat Tito, S.Si, M. Si., Jurusan Biologi FMIPA UNISMA, Jl. MT Haryono 193, Malang 65144 Telp.
Email: sama_iradat_tito@unisma.ac.id

Pendahuluan

Iklim tropis di Indonesia menyebabkan adanya variasi penyakit yang disebabkan oleh nyamuk, salah satunya adalah penyakit demam berdarah dengue (DBD). Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang dapat ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* maupun *Aedes albopictus*, dan *Aedes aegypti* memiliki peran dominan dalam penularan penyakit ini [1]. Faktor iklim sangat berpengaruh terhadap perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* diantaranya yaitu suhu, curah hujan dan kelembaban udara. Daerah dengan curah hujan yang tinggi lebih rentan terhadap wabah Demam Berdarah Dengue (DBD) yang disebabkan oleh *Aedes aegypti* [2]. Untuk mengurangi angka kejadian kasus demam berdarah, yang harus dilakukan adalah pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. Salah satu indikator yang digunakan untuk pengendalian DBD adalah Angka Bebas Jentik (ABJ). Perlu dilakukan pemberantasan jentik/larva nyamuk yang merupakan salah satu kunci program pengendalian vektor dengue di seluruh dunia [3]. Metode yang sering digunakan dalam pengendalian jentik/larva nyamuk adalah menggunakan insektisida sintetis, salah satunya yaitu menggunakan insektisida kimia bubuk abate.

Penggunaan bubuk abate ditetapkan sebagai bagian dari program pemberantasan massal larva *Aedes aegypti* di Indonesia. Penggunaan insektisida dengan dosis yang kurang tepat dapat menimbulkan dampak negatif diantaranya yaitu resistensi pada larva atau nyamuk, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian serangga non target dan residu [4]. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan pemberantasan dengan metode biologis yaitu menggunakan larvasida nabati merupakan metode yang memanfaatkan bahan-bahan dari tumbuhan [5]. Penggunaan larvasida nabati diharapkan akan lebih mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan tidak menimbulkan resistensi bagi serangga serta relatif aman bagi manusia dan ternak karena residunya mudah hilang [6].

Salah satu tumbuhan yang bisa dimanfaatkan sebagai larvasida adalah buah maja (*Aegle marmelos*) dikarenakan memiliki kandungan senyawa kimia dengan konsentrasi yang tinggi. Buah maja memiliki kandungan senyawa kimia seperti marmelosin, minyak atsiri, pektin, saponin, alkaloid, flavonoid, dan tanin. Penelitian terdahulu mengenai ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) pernah dilakukan Ratnawati menunjukan pada konsentrasi 1000, 100, 10 mg/L dapat membunuh larva udang laut (*Artemia salina*) dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* dengan nilai LC_{50} 47,97 mg/L [7].

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menguji ekstrak Buah maja (*Aegle marmelos*) pada berbagai level konsentrasi terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* sehingga berpotensi sebagai larvasida nabati dan untuk mengetahui level konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) yang optimal untuk mencapai konsentrasi letal (LC_{50}) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rotary evaporator*, *beaker glass*, cawan petri, pipet, labu ukur, mikroskop, gelas plastik, nampan, blender, shaker, pengaduk, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini Buah maja (*Aegle marmelos*), aquadest, etanol 95 %, tissue, gelas plastik, kertas saring, aluminium foil, air PDAM dan telur nyamuk *Aedes aegypti* yang diperoleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Adapun larva yang digunakan pada tahap instar III sebanyak 480 ekor.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah *True Eksperimental* dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 4 kali ulangan setiap perlakuan.

Prosedur Penelitian

Pemeliharaan Sampel Uji: Larva nyamuk *Aedes aegypti* ditetaskan selama 5 hari untuk mendapatkan larva pada tahap instar III dengan cara telur diletakkan ke wadah nampan dengan ditambah air setinggi $\frac{1}{2}$ wadah. Hal-hal yang harus dilakukan dalam pemeliharaan larva nyamuk yaitu penggantian air dan pengambilan kotoran ataupun sisa-sisa pergantian kulit larva. Penggunaan larva instar III merupakan standar WHO dalam pengujian larvasida [8].

Pembuatan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos*): Buah maja (*Aegle marmelos*) yang diperoleh dari wilayah Kab Mojokerto. Pembuatan Ekstrak buah maja dilakukan menggunakan metode ekstraksi basah (Segar) dengan cara buah maja dipisahkan dari kulit, daging buah maja ditimbang sebanyak 1 kg lalu dipotong kecil-kecil, selanjutnya diblender, dimasukan kedalam wadah dan maserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:4 antara berat bahan baku simplisia dengan pelarut. Larutan tersebut ditutup menggunakan alumunium foil selama kurang lebih 4-5 hari pada suhu ruangan sambil diaduk sekali-kali. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk mendapat filtrat buah maja, filtrat cair yang didapatkan diuapkan agar bebas dari pelarut etanol pada suhu 60⁰ C kurang lebih selama 3-4 jam diperoleh hasil akhirnya berupa ekstrak murni (*Crude ekstrak*).

Uji Perlakuan Ekstrak Terhadap Larva *Aedes aegypti* : Crude ekstrak buah maja diambil sebanyak 60 ml lalu diencerkan dengan aquades sebanyak 1 liter. Pengenceran larutan induk ekstrak buah maja menggunakan rumus $V_1 M_1 = V_2 M_2$, diperoleh hasil pengenceran setiap perlakuan, P0 (kontrol) yaitu hanya aquades 100 ml, P1 (12 mg/ml) yaitu 20 ml larutan induk ekstrak buah maja ditambah aquades sampai 100 ml, P2 (24 mg/ml) yaitu 40 ml larutan induk ekstrak buah maja ditambah aquades sampai 100 ml, P3 (36 mg/ml) yaitu 60 ml larutan induk ekstrak buah maja ditambah aquades sampai 100 ml, P4 (48 mg/ml) yaitu 80 ml larutan induk ekstrak buah maja ditambah aquades sampai 100 ml dan P5 (60 mg/ml) yaitu 100 ml larutan induk ekstrak buah maja. Larva nyamuk yang digunakan pada tahap instar 3 yaitu sebanyak 20 ekor dan larva tersebut dimasukan ke dalam tiap-tiap gelas uji pada masing –masing konsentrasi perlakuan. Dilakukan pengamatan mortalitas sampai 24 jam pengamatan. Larva nyamuk dinyatakan mati jika tidak bergerak.

Parameter Penelitian

Data diperoleh dengan metode observasi langsung. Nilai mortalitas pada larva Nyamuk *Aedes aegypti* diperoleh dengan cara:

$$\text{Rata-rata yang mati} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{banyaknya pengulangan}}$$

Analisis data

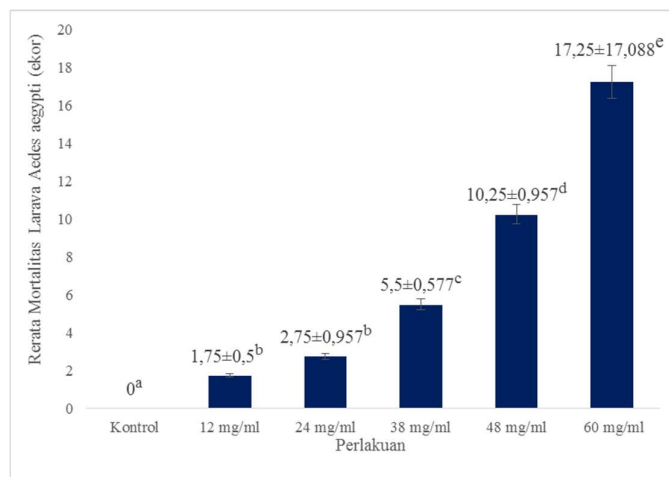
Pengolahan data pada penelitian ini yaitu menggunakan SPSS 25 dan Microsoft Excel. Untuk mengetahui pegaruh ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* maka dilakukan uji ANOVA satu jalur ($\text{sig} < 0,05$), apabila signifikan dilakukan uji lanjut *Least significant Different* (LSD). Untuk menentukan nilai dari *lethal concentration* (LC) digunakan Analisis Probit.

Hasil dan Diskusi

Hasil Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Setelah Pemaparan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos*)

Pengaruh ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) dengan berbagai konsentrasi setelah 24 jam pemaparan dengan 4 kali ulangan menunjukan setiap konsentrasi perlakuan ekstrak buah maja menyebabkan mortalitas pada larva *Aedes aegypti*, sedangkan pada perlakuan P0 (kontrol) tanpa pemberian ekstrak buah maja tidak terjadi mortalitas larva setelah 24 jam pemaparan, hal ini

membuktikan bahwa mortalitas larva *Aedes aegypti* disebabkan oleh pemberian ekstrak buah maja. Berdasarkan hasil mortalitas larva diperoleh rata rata setiap perlakuan yang disajikan pada diagram dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Rerata Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Setiap Perlakuan Setelah 24 Jam Pemaparan

Berdasarkan (Gambar. 1) rerata mortalitas larva menunjukkan tingginya konsentrasi perlakuan pada penelitian ini dapat meningkatkan mortalitas pada larva, bahwa mortalitas larva tertinggi yaitu terdapat pada perlakuan P5 (60 mg/ml) dan setiap kelompok perlakuan ekstrak buah maja menunjukkan mortalitas yang berbeda, mortalitas larva diduga disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam ekstrak buah maja yang masuk kedalam tubuh larva yang dapat mengganggu proses metabolisme sel sehingga menyebabkan mortalitas larva.

Berdasarkan hasil uji normalitas menunjukkan setiap perlakuan berdistribusi normal ($\text{sig}<0,05$), sedangkan pada hasil uji homogenitas menunjukkan varian data yang homogen ($\text{sig}<0,05$). Selanjutnya dilakukan uji *one way* ANOVA yang menunjukkan bahwa pada perlakuan ekstrak buah maja berbeda nyata (signifikan) pada perlakuan P0 (kontrol) terhadap jumlah mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* yang ditandai dengan nilai signifikansi $0,000<0,05$. Karena hasil uji *one way* ANOVA menunjukkan berbeda nyata (signifikan), maka dilakukan uji LSD untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing kelompok perlakuan. Dari hasil uji LSD menunjukkan pada masing-masing konsentrasi perlakuan terdapat perbedaan mortalitas larva *Aedes aegypti*, pada perlakuan P1 (12 mg/ml) dengan P2 (24 mg/ml) tidak berbeda nyata namun berbeda nyata pada perlakuan P3 (38 mg/ml) P4 (48 mg/ml), P5 (60 mg/ml), sedangkan pada perlakuan P3 (38 mg/ml) P4 (48 mg/ml), P5 (60 mg/ml) Berbeda nyata pada semua perlakuan yang ditunjukan pada notasi yang berbeda pada (Gambar 1) dari diagram tersebut menunjukkan hubungan yaitu semakin tinggi konsentrasi perlakuan, maka tingkat mortalitas larva *Aedes aegypti* juga semakin tinggi. Perlakuan P0 (kontrol) tidak terjadi mortalitas larva *Aedes aegypti* karena tidak ada kandungan ekstrak dalam gelas uji.

Perbedaan mortalitas setiap kelompok perlakuan ekstrak buah maja diduga karena adanya pengaruh senyawa kimia ekstrak buah maja yang berbeda pada setiap konsentrasi perlakuan. Berdasarkan uji LSD menunjukkan pada perlakuan P1 (12 mg/ml) dan P2 (24 mg/ml) memiliki potensi yang sama terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* diduga terdapat senyawa saponin yang menyebabkan menipisnya dinding sel larva. Pada perlakuan P3 (48 mg/ml), P4 (48 mg/ml) dan P5 (60 mg/ml) terjadi mortalitas yang berbeda hal tersebut dikarenakan semakin pekatnya larutan uji dan tingginya konsentrasi perlakuan semakin banyak kandungan bahan aktif yang dapat mengganggu proses metabolisme sel diduga terdapat senyawa kimia tanin, alkaloid dan Flavonoid yang

menyebabkan kerusakan pada bagian saluran pencernaan larva yang akan menyebabkan kematian pada larva.

Dari hasil analisa probit untuk mengetahui nilai LC (*lethal concentration*) larva *Aedes aegypti* dari total larva uji hasil analisa probit disajikan pada tabel di bawah ini.

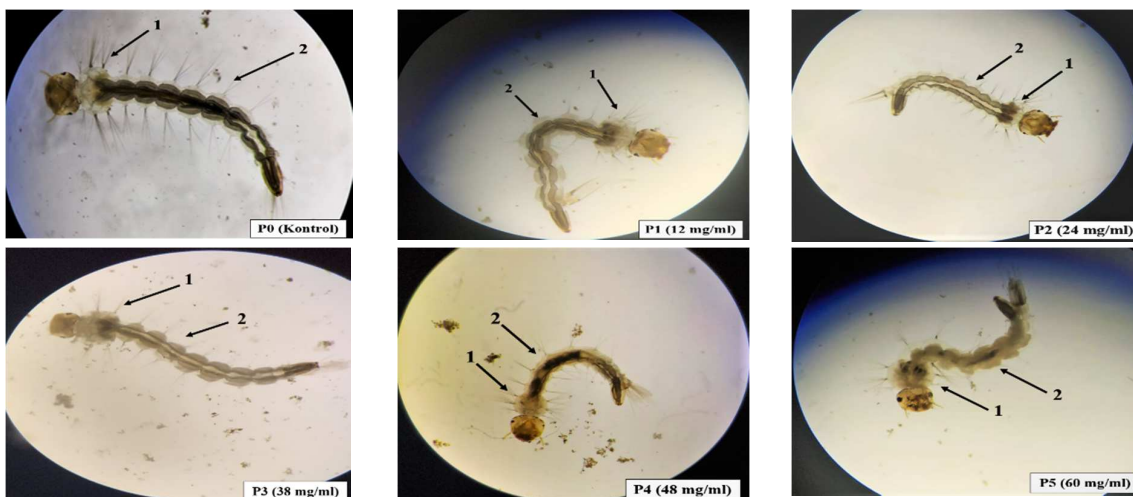
Tabel 1. Ringkasan Analisa Probit *Lethal Concentration* (LC50) Setelah 24 Jam Pemaparan

Mortalitas (%)	Konsentrasi (mg/ml)	Interval Kepercayaan	
		Batas Bawah	Batas Atas
10	27,708	20,731	32,290
30	30,792	24,174	35,029
50	48,071	45,068	50,676
70	54,428	51,612	58,352
80	58,675	55,271	64,415
90	65,118	60,301	74,465

Dari hasil analisis probit menunjukkan nilai LC50 diperoleh bahwa konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) mampu mencapai mortalitas sebesar 50% dari total larva uji yaitu 48,071 mg/ml dengan interval kepercayaan paling rendah dan paling tinggi untuk mencapai mortalitas 50% total larva *Aedes aegypti* yaitu 48,068 mg/ml dan 50,676 mg/ml dari hasil tersebut menunjukkan yaitu pada perlakuan P4 (48 mg/ml) dan P5 (60 mg/ml) sudah mampu mencapai mortalitas 50% dari total larva *Aedes aegypti* setelah 24 jam. Senyawa kimia dalam tumbuhan dikatakan berpotensi bioaktif apabila nilai $LC_{50} < 1000$ mg/L bersifat toksik dan bersifat non toksik bila $LC_{50} > 1000$ mg/L [9].

Mekanisme Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Setelah Diberi Perlakuan Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos*)

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop stereo Olympus SZX7 dengan pembesaran 20x, terlihat adanya perbedaan pada larva pada perlakuan kontrol dan pada perlakuan larva yang mati setelah terpapar ekstrak buah maja setelah 24 jam pemaparan. Terlihat pada larva perlakuan kontrol pada bagian saluran pencernaan (abdomen) larva dan bagian tubuh lainnya masih terlihat normal sedangkan pada larva pada masing-masing konsentrasi perlakuan setelah terpapar ekstrak buah maja mengalami kerusakan pada bagian saluran pencernaan (abdomen) yang ditandai dengan perubahan warna putih pucat dan lebih transparan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Kondisi Larva pada Setiap Perlakuan Setelah 24 Jam Pengamatan Menggunakan Mikroskop dengan Pembesaran 20x. Keterangan Gambar: 1. Dada (Thorax), 2. Saluran Pencernaan (Abdomen).

Berdasarkan (gambar. 2) tersebut setiap konsentrasi perlakuan mengalami kerusakan pada bagian tubuh larva yang berbeda diduga disebabkan oleh tinggi konsentrasi perlakuan. Berdasarkan kerusakan pada saluran pencernaan larva diduga disebabkan oleh senyawa toksik yang masuk kedalam saluran pencernaan larva, senyawa toksin tersebut akan mengikat reseptor yang ada pada bagian membran sel pencernaan yang akan menyebabkan terjadinya peningkatan permeabilitas membran sel pencernaan selanjutnya akan terjadi pembekakan sel pencernaan yang akan diikuti dengan lisisnya sel pencernaan, Lisis merupakan peristiwa pecah atau rusaknya membran sel sehingga larva akan mengalami kematian setelah membran sel pencernaan hancur atau rusak diduga senyawa yang berpengaruh terhadap kerusakan pada bagian saluran pencernaan (abdomen) larva adalah senyawa tanin [10].

Selain senyawa tanin juga terdapat terdapat senyawa saponin, alkaloid, flavonoid senyawa kimia tersebut memiliki rasa pahit dapat menurunkan nafsu makan larva dan juga senyawa kimia yang dimiliki oleh ekstrak buah maja memiliki sifat hemolisis (merusak sel darah merah) yang mengakibatkan larva mengalami gangguan pada organ tubuh larva karena kekurangan sel darah merah dalam tubuh larva sehingga menyebabkan larva mengalami mortalitas [11]. Berdasarkan pengamatan terlihat gejala awal yang ditimbulkan larva *Aedes aegypti* pada perlakuan konsentrasi ekstrak buah maja yaitu gerakan naik turun yang sangat cepat ke permukaan atau gerakan teleskopik merupakan gejala awal keracunan senyawa kimia yang masuk kedalam tubuh larva sedangkan pada larva yang terdapat pada perlakuan kontrol bergerak dengan gerakan normal yaitu gerakan tiba-tiba berhenti dengan posisi tubuh larva sejajar dengan permukaan air ketika beristirahat. Senyawa kimia tersebut diduga masuk kedalam tubuh larva melalui mulut yaitu masuk melalui makan yang ikut tertelan saat mencari makan selanjutnya akan diserap melalui dinding saluran pencernaan dan mengganggu aktivitas protein di dalam saluran pencernaan, hal ini menyebabkan kematian terhadap larva dan juga senyawa kimia dapat masuk melalui kulit larva di karena larva kontak langsung dengan konsentrasi larutan uji sehingga senyawa-senyawa kimia dapat masuk kedalam tubuh karena larva pada umumnya berukuran kecil sehingga luas permukaan luar tubuh yang terdedah relatif lebih besar [12].

Suatu kandungan metabolit sekunder dalam tumbuhan dipengaruhi oleh faktor ekologi dimana tanaman tumbuh. Karena setiap lokasi memiliki faktor ekologi seperti suhu, pH tanah, bahan organik, dan kalium yang berbeda setiap daerah, maka perbedaan perkembangan tanaman di setiap daerah berdampak terhadap pertumbuhan tanaman tersebut sehingga senyawa yang dihasilkan dari proses tersebut akan berbeda yang akan mempengaruhi hasil pengujian [13]. Berdasarkan kondisi lingkungan di daerah Pacet Mojokerto tempat tumbuh tanaman maja memiliki suhu udara 25⁰ C dengan kelembaban 80% memiliki ketinggian 240 mdpl dari permukaan laut sehingga dapat dikatakan cocok terhadap pertumbuhan tanaman maja karena tumbuhan maja dapat tumbuh dalam keadaan ekstrim pada suhu 49⁰ C pada musim kemarau sampai -7⁰ C pada musim dingin. Senyawa kimia yang dihasilkan dari proses metabolit sekunder pada tanaman berfungsi sebagai perlindungan tanaman dari serangan hama maupun faktor lingkungan. Sehingga senyawa kimia dalam tumbuhan bisa dimanfaatkan sebagai insektisida/larvasida nabati [14].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) pada berbagai level konsentrasi terbukti mampu meningkatkan jumlah mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*. Berdasarkan hasil nilai LC50 nilai konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) 48,071 mg/ml (kisaran 45,068 - 50,676 mg/ml) yang menunjukkan bahwa pada level konsentrasi 48 mg/ml dapat meningkatkan 50 % mortalitas larva *Aedes aegypti*.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Kesehatan RI. 2010. Demam Berdarah Dengue. Jakarta.
- [2] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2013. Profil Kesehatan Jawa Timur 2012. Surabaya.

- [3] Fredros O, Okumu, Bart G J Knols and Ulrike F 2007. Larvicidal effects of a neem (*Azadirachta indica*) oil formulation on the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Jurnal Malaria Journal*, 6(63), hal. 1475-2875.
- [4] Daniel. 2008. Ketika Larva dan Nyamuk Dewasa Sudah Kebal Terhadap Insektisida. *Racika Kuhsus*. Vol 7 (7).
- [5] WHO. 2012. Handbook For Integrated Vektor Management. *Outlooks Pest Manag*, 24(3), hal. 1-7.
- [6] Nusu, I. 2020. Implementasi Ekstrak Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 1(1), hal. 143-154.
- [7] Ratnawati, D. 2012. Uji Aktifitas Biologis Ekstrak Kulit Dan Daging Maja (*Aegle marmelos* (L.) Corr) Dengan Metode *Brina Shrimp Lethality Test*. *Molluca Jurnal Of Chemistry Education*. Vol 2 (1), 17-26.
- [8] World Health Organization. 2005. Guidelines For Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides. Geneva. World Health Organization. 2012. Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations. Interim guidance for entomologists.
- [9] Meyer, B, N., Ferigni, N.R., Putnam, J.E., Ja Cobsen, L.B., Nichols, D.E and Laughlin, J. L. 1982, Brine Shrip A Convenient General bioassay for Active Constituents. *Planta Medica*. Vol 45 (3). 31-34.
- [10] Kaihena, M. Laliatu, V. Nindatu, M. 2012. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopeles* sp Dan *Culex*. *Jurnal Molluca Media*, Vol 4 (1).
- [11] Rismayani. 2013. Manfaat Buah Maja Sebagai Pestisida Nabati Untuk Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha Cramerella*). *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. Vol 19 (3), 24-26.
- [12] Yunita E. A, Suprpti N. H, dan Hidayat J.W. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupotarium riparium*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Bioma*. Vol 11 (1), 11-17.
- [13] Artanti, N, Rizana, T dan Faiza, M. 2013. Pengaruh Lokasi Dan Pelarut Pengekstraksi Terhadap Kandungan Fitokimia Dan Antioksidasi Eksrak Pegagan (*Centella asiatica* L.). *JKTI*. Vol 6 (2), 88-92.
- [14] Setyorini, Sulistyo DWI dan Eriyanto Yusnawan. 2016. Peningkatan Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Aneka Kacang sebagai Respon Cekaman Biotik. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. Vol 11 (2), 167-175.