

## **Daya Bunuh Ekstrak Daun Permot (*Passiflora foetida*) Terhadap Larva Nyamuk *Culex quinquefasciatus***

**Rina Priastini Susilowati, Budiman Hartono**

Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta  
rinapriastini67@gmail.com

### **ABSTRAK**

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah vektor penyakit arbovirus dan demam kaki gajah (filariasis). Hingga saat ini pengendalian nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah menggunakan insektisida sintetik. Namun penggunaan insektisida sintetik yang terus menerus memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan dan dapat menyebabkan resistensi. Oleh karena itu salah satu cara pengendaliannya adalah dengan memutus mata rantai perkembangan melalui insektisida yang efektif membunuh larva nyamuk. Insektisida alami merupakan pengendalian alternatif yang relatif aman bagi lingkungan dengan memanfaatkan tanaman yang mengandung bahan aktif pembunuh nyamuk yaitu permot (*Passiflora foetida*). Daun permot mengandung senyawa harmin, harmalin dan ermanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya bunuh dari ekstrak daun permot terhadap pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus*. Konsentrasi larutan ekstrak yang digunakan adalah 0 ppm (kontrol), 500 ppm; 1000 ppm; 1500 ppm; 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Parameter yang diamati meliputi mortalitas, LC<sub>50</sub> dan LC<sub>90</sub>. Hasil yang didapatkan tidak terdapat larva yang mati pada kontrol. Nilai LC<sub>50</sub> dianalisis dengan uji Probit sebesar 1165 ppm dan LC<sub>90</sub> sebesar 2030 ppm. Mortalitas larva juga disebabkan oleh kenaikan aktivitas asetilkolinesterase yang dapat menyebabkan paralisis bahkan kematian pada larva. Dapat disimpulkan bahwa dosis efektif ekstrak daun permot terhadap kematian larva *Culex quinquefasciatus* adalah 2030 ppm.

**Kata kunci:** permot, larvasida, mortalitas, *Culex quinquefasciatus*

### **ABSTRACT**

*Culex quinquefasciatus* mosquito is a vector of arbovirus disease and elephantiasis fever (filariasis). Until now *Culex quinquefasciatus* mosquito control is using synthetic insecticides. However, the use of synthetic insecticides that continues to have a negative impact on the environment and can cause resistance. Therefore one way of control is to break the chain of development through insecticides that effectively kill mosquito larvae (larvacide). Natural insecticides are alternative controls that are relatively safe for the environment by utilizing plants containing the active ingredients of mosquito killer that is permot (*Passiflora foetida*). Permot leaves contain compounds harmin, harmalin and ermanin. This study aims to determine the killing power of Permot leaf extract on the growth of *Culex quinquefasciatus* larvae. The concentration of extract solution used was 0 ppm (control), 500 ppm; 1000 ppm; 1500 ppm; 2000 ppm, 2500 ppm and 3000 ppm. The parameters observed included mortality, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>. The value of LC<sub>50</sub> is analyzed by Probit test of 1165 ppm and LC<sub>90</sub> at 2030 ppm. Larval mortality is also caused by an increase in acetylcholinesterase activity which can cause paralysis and even death in larvae. It can be concluded that the effective dose of permot leaf extract on mortality of *Culex quinquefasciatus* larvae is 2030 ppm.

**Key words:** permot, larvacide, mortality, *Culex quinquefasciatus*

## PENDAHULUAN

Nyamuk merupakan satu di antara jenis serangga yang dapat merugikan manusia karena perannya sebagai vektor penyakit. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* termasuk kelas insect, ordo Diptera dan famili Culicidae yang dapat menyebabkan beberapa jenis penyakit seperti filariasis, encephalitis dan dirofilariasis ditularkan melalui nyamuk *Culex quinquefasciatus* (Hadi dan Koesharto, 2006). Daerah endemis filariasis di Indonesia antara lain Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, NTT, Maluku, dan Irian Jaya (Oemijati dan Kurniawan, 2003).

Secara umum para ahli mencoba mengatasi masalah ini dengan menggunakan produk yang berasal dari tanaman untuk menekan atau mengontrol perkembangan nyamuk. Telah diketahui sebelumnya bahwa produk alami yang berasal dari tanaman bersifat efektif, aman dan secara luas dapat digunakan sebagai senyawa aktif biologis terutama di bidang penyakit infeksi (Cragg *et al.*, 1997). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan produk tanaman sebagai insektisida yang efektif dan larvasida untuk mengendalikan berbagai macam jenis nyamuk (Rahuman *et al.*, 2000; Das *et al.*, 2007; Sakthivadivel *et al.*, 2008 ).

Pestisida yang berbahan dasar tanaman tidak memiliki efek yang berbahaya terhadap ekosistem, dan metabolit sekunder dan derivative sintetik memberikan alternative untuk mengendalikan nyamuk. Dengan demikian, strategi yang inovatif untuk mengendalikan vector adalah dengan menggunakan fitokimia sebagai sumber alternative untuk bahan insektisida dan larvasida untuk melawan vektor penyebab penyakit menjadi tidak terelakkan lagi (Senthil-Nathan *et al.*, 2006).

Salah satu cara pemberantasan *Culex quinquefasciatus* yang dapat dilakukan secara sederhana dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan adalah pemberantasan larva menggunakan senyawa kimia alami atau berasal dari senyawa aktif tanaman. Oleh karena itu, perlu diupayakan

adanya insektisida alternatif yang berupa senyawa kimia alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan serta ramah lingkungan seperti tanaman permot (*Pasiflora foetida*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) sebagai larvasida nyamuk *Culex quinquefasciatus* dengan menghitung LC<sub>50</sub> dan LC<sub>90</sub>, serta aktivitas asetilkolinesterase yang dapat menyebabkan paralisis bahkan kematian pada nyamuk.

## BAHAN DAN METODE

### Persiapan Larva *Culex quinquefasciatus*

Untuk persiapan larva uji dilakukan dengan sedikit modifikasi yang telah diadopsi (WHO, 2005). Uji dilakukan di dalam gelas kimia. Larva instar III diperoleh dari laboratorium hasil persilangan generasi F1 di laboratorium. Dipersiapkan larutan dengan konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Dua puluh larva instar III yang sehat dilepaskan masing-masing ke larutan dengan konsentrasi yang telah dibuat ke dalam gelas kimia. Mortalitas atau kematian larva uji diamati selama masa perlakuan 24 dan 48 jam. Larva dianggap mati ketika tidak menunjukkan tanda-tanda pergerakan saat disentuh dengan menggunakan jarum. Perlakuan dilaksanakan dengan 6 kali ulangan. Untuk kelompok kontrol gelas kimia hanya diisi dengan akuades tanpa penambahan ekstrak daun permot. Persentase mortalitas larva dihitung ketika mortalitas kelompok kontrol terjadi pada kisaran 5-20% dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbott (Abbott, 1925).

### Ekstraksi Daun Permot

Daun permot segar yang telah dipilih, dilayukan dan dipotong kecil-kecil. Dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°-50°C. Tujuan dikeringkan adalah agar kadar air yang ada pada bunga berkurang sehingga memudahkan pada saat ekstraksi. Pengeringan dengan oven membantu menjaga penguapan yang berlebihan,

karena suhu dapat diatur dan menghindari pengotor (bakteri, serangga) yang tidak diinginkan. Penghalusan dilakukan dengan cara diblender. Setelah terbentuk serbuk diayak dengan menggunakan ayakan 50 mesh agar serbuknya menjadi homogen. Serbuk yang sudah dihaluskan sejumlah 1 kg dimasukkan dalam bejana dan dituangi dengan pelarut etanol 96% sampai terendam dan dibiarkan selama 3 hari. Hasil rendaman kemudian disaring dengan bantuan pompa hisap. Ampas atau filtrat yang diperoleh kemudian dimaserasi ulang dengan pelarut etanol 96% yang baru dan dibiarkan selama 24 jam. Ekstrak cair yang diperoleh diuapkan dengan evaporator pada suhu 4°C sampai diperoleh ekstrak kental.

#### Uji Aktivitas Asetilkolinesterase (AChE)

Analisis aktivitas asetilkolinesterase dilakukan menurut metode Ellman *dkk.* (1961) yang dilakukan pada larva *Culex quinquefasciatus*. Ke dalam tabung reaksi berisi 1,95 mL bufer kalium fosfat 0,1 M pH 7,5; ditambahkan 200 µL homogenat *Culex quinquefasciatus*, 150 µL DTNB 0,0011 M dalam buffer fosfat dan 100 µL larutan insektisida uji dalam air dan pengemulsi alkil aril poliglikol eter 400 mg/L 0,1%. Pada campuran kontrol suspensi insektisida diganti dengan larutan buffer. Setelah dikocok sempurna dan dibiarkan selama 10 menit, selanjutnya ke dalam setiap tabung reaksi ditambahkan 100 µL asetilkolin iodida 0,0105 M dalam buffer fosfat. Pengujian dilakukan pada konsentrasi ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat. Campuran blanko berisi komponen yang sama dengan campuran uji, kecuali homogenat sumber enzim diganti dengan bufer fosfat. Reaksi dibiarkan selama 30 menit, kemudian serapan cahaya larutan pada masing-masing tabung diukur pada panjang gelombang 412 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Aktivitas asetilkolinesterase dinyatakan dalam molar substrat terhidrolisis per menit per mg protein.

#### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji *one-way* Anova dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Sebelum dianalisis data dirubah ke bentuk prosentase jika menunjukkan sebaran yang tidak normal karena terdapat data di atas 70% dan di bawah 30% maka harus ditransformasikan untuk memperoleh sebaran yang normal, maka yang digunakan Arcsin $\sqrt{x}$  persen. Persamaan regresi linier dan uji probit digunakan untuk menentukan LC<sub>50</sub>. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data adalah SPSS 23.0 for Windows.

## HASIL

#### Pengukuran Suhu

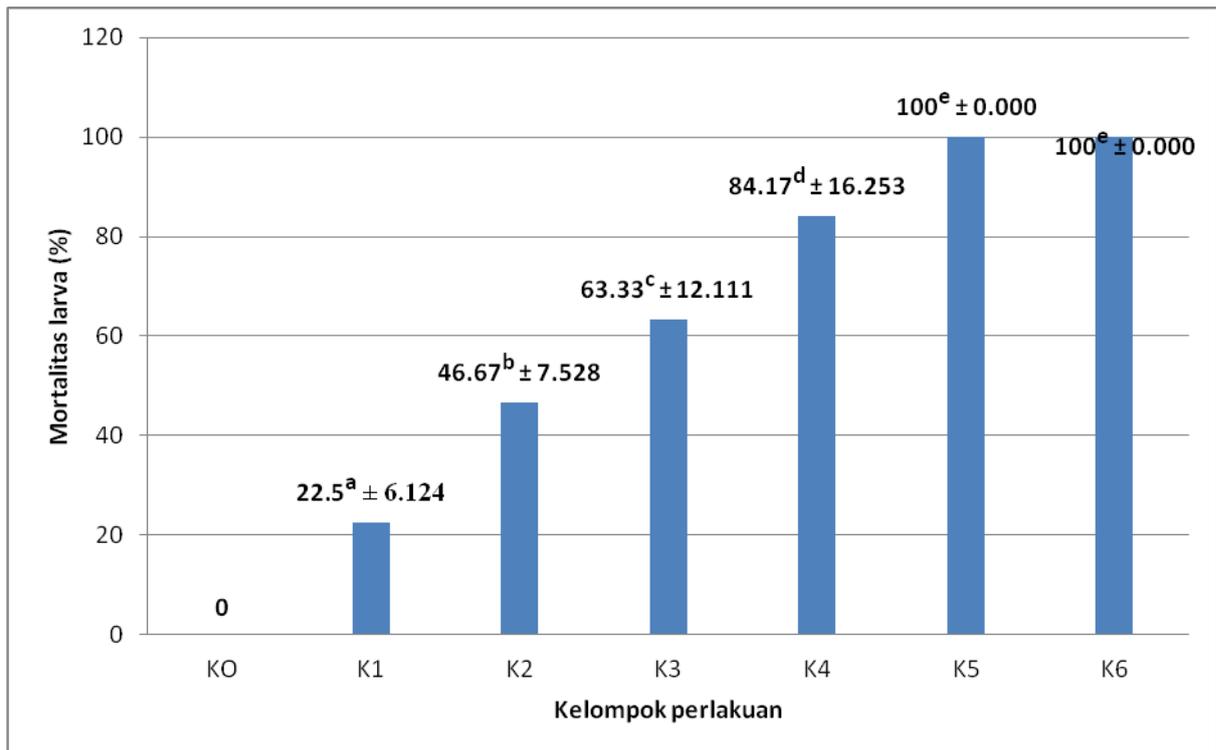
Pada saat penelitian pendahuluan, hasil pengukuran suhu awal sampai akhir suhunya dapat stabil pada 25°C. Kondisi ini merupakan kisaran suhu yang dapat digunakan larva *Culex quinquefasciatus* untuk hidup dengan baik.

#### Pengukuran pH Media

Hasil pengukuran pH awal dan akhir dari serbuk serai pada berbagai konsentrasi menambah keasaman dari media uji tersebut, akan tetapi pH hanya berkisar pada angka 5 dimana pada pH tersebut larva *Culex quinquefasciatus* dapat hidup dengan baik yaitu pada kisaran 4,4 -9,3.

#### Mortalitas Larva *Culex quinquefasciatus*

Pada penelitian ini menggunakan dosis bertingkat untuk ekstrak daun permot yang telah diuji pada masing-masing kelompok perlakuan. Kematian larva *Culex quinquefasciatus* bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi maka semakin tinggi pula jumlah kematian larva (Gambar 1).



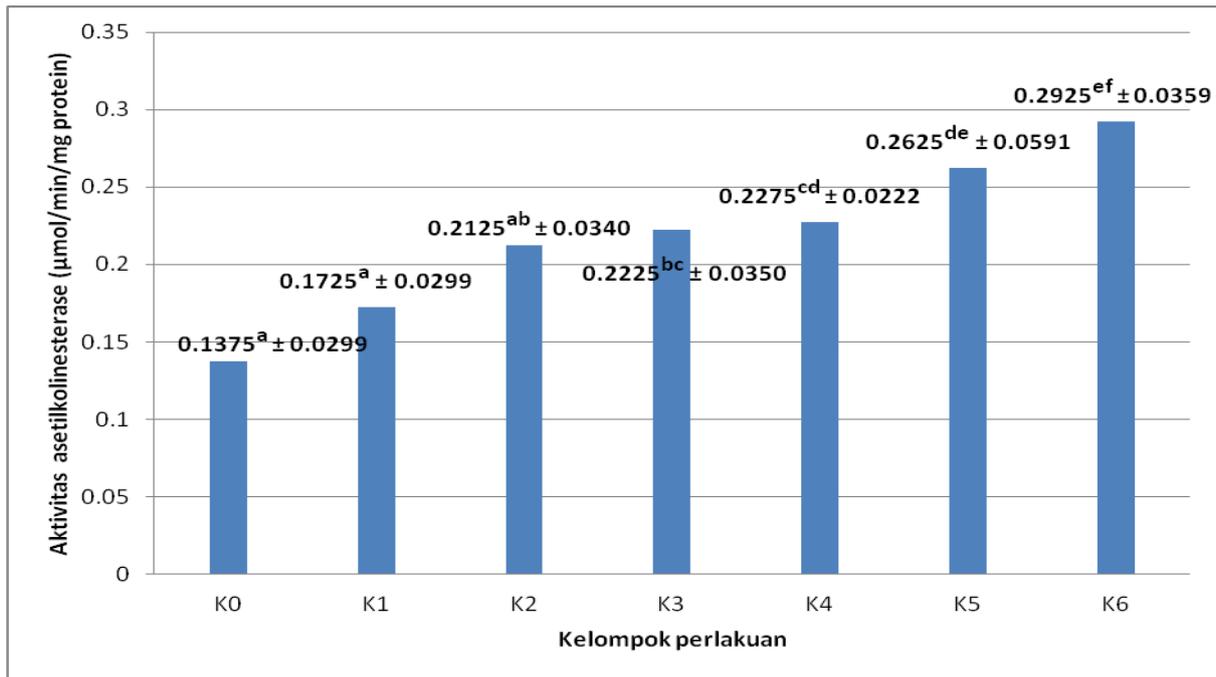
Gambar 1. Grafik Rerata Mortalitas Larva *Culex quinquefasciatus*

Dari grafik di atas menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi yang diberikan berbanding lurus dengan jumlah kematian larva *Culex quinquefasciatus*, kenaikan rata-rata kematian larva *Culex quinquefasciatus* berbanding lurus dengan kenaikan penambahan konsentrasi ekstrak daun permot. Berdasarkan uji *one-way* Anova diperoleh hasil ada perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat. Uji dilanjutkan dengan uji BNT diperoleh hasil semua kelompok perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat mengalami perbedaan yang bermakna, kecuali kelompok ekstrak daun permot 2500 ppm dan 3000 ppm. Hal ini berarti bahwa pada masa perlakuan selama 48 jam hanya perlakuan ekstrak daun permot dengan dosis 2500 ppm dan 3000 ppm yang mencapai 100% kematian larva *Culex quinquefasciatus*.

Berdasarkan hitung  $LC_{50}$  bioinsektisida ekstrak daun permot pada larva *Culex quinquefasciatus* adalah 1165 ppm dan  $LC_{90}$  pada dosis 2030 ppm.

#### Aktivitas Asetilkolinesterase Larva *Culex quinquefasciatus*

*Culex quinquefasciatus* yang digunakan pada penelitian ini setelah mati (pengamatan jam ke 1, 6, 12, 24 dan 48 jam) dilakukan uji aktivitas enzim asetilkolinesterase. Uji aktivitas enzim asetilkolinesterase perlu dilakukan karena ada hubungan antara keadaan paralisis dan *knockdown* pada *Culex quinquefasciatus* dengan meningkatnya aktivitas enzim asetilkolinesterase. Hasil pengukuran aktivitas asetilkolinesterase dinyatakan dalam molar substrat terhidrolisis per menit per mg protein seperti yang tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas enzim asetilkolinesterase *Culex quinquefasciatus* antar kelompok perlakuan setelah 48 jam pengamatan

## PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan berbagai konsentrasi dari ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) yang telah diuji pada masing-masing kelompok larva. Kematian larva uji bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi dan waktu. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama pajanan waktu maka semakin tinggi juga kematian larva. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Hoedjo dan Sungkar (2008) bahwa khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam tubuh serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida.

Menurut Komisi Pestisida (1995) penggunaan larvasida dikatakan efektif apabila oleh zat toksik dari ekstrak daun permot. Senyawa toksik yang terkandung dalam daun permot dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya. Dinding tubuh serangga merupakan bagian tubuh

dapat mematikan 90-100% larva uji. Selain itu menurut WHO (2005) konsentrasi larvasida dianggap efektif apabila dapat menyebabkan kematian larva uji antara 10-95% yang nantinya digunakan untuk mencari nilai *lethal concentration*.

Penelitian ini menggunakan ekstrak permot (*Passiflora foetida*) yang merupakan bahan insektisida alami yang mengandung senyawa saponin, flavonoid, tannin dan alkaloid seperti ermanin, harmalin, harmin dan vitexin yang merupakan zat toksik bagi larva sehingga menyebabkan kematian larva uji (Patil *et al.*, 2003). Sastrodihardjo (1979) menyatakan uji toksisitas ini dilakukan dengan memasukkan larva nyamuk ke dalam suatu larutan ekstrak dengan konsentrasi tertentu. Dengan demikian seluruh tubuh larva terpapar serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar.

Mekanisme kerja larvasida dalam membunuh larva yaitu larvasida masuk melalui kontak dengan kulit. Kemudian diaplikasikan langsung menembus integumen serangga (kutikula), trakea atau kelenjar sensorik dan

organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Bahan kimia yang terkandung dalam insektisida melarutkan lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga menyebabkan bahan aktif yang terkandung dalam insektisida tersebut dapat menembus tubuh serangga (Pradani *dkk.*, 2011).

Cara kerja larvasida juga dapat masuk ke dalam tubuh larva melalui mulut (melalui makanan yang dimakan). Larva mati dikarenakan racun yang masuk melalui makanan tersebut kemudian dalam sel tubuh nyamuk akan menghambat metabolisme sel yaitu menghambat transport elektron dalam mitokondria sehingga pembentukan energi dalam sel tidak terjadi dan sel tidak dapat beraktivitas.

Hasil uji fitokimia yang dilakukan pada daun permot antara lain mengandung metabolit sekunder alkaloid, saponin, tannin dan flavonoid (Patil *et al.*, 2009). Cania (2013) menyatakan bahwa alkaloid dan saponin memiliki cara kerja sebagai racun perut dan menghambat kerja enzim kolinesterase pada larva. Flavonoid berperan sebagai racun pernafasan sehingga menyebabkan kematian larva. Tannin dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase).

Kandungan alkaloid ini berfungsi sebagai racun perut dan racun kontak. Alkaloid berupa garam sehingga dapat mendegradasi membrane sel saluran pencernaan untuk masuk ke dalam dan merusak sel serta dapat mengganggu system kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Dimana enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan pengiriman perintah kepada saluran pencernaan larva (*midgut*) sehingga gerakannya tidak dapat dikendalikan. Terjadinya perubahan warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuh larva yang melambat bila dirangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan juga disebabkan oleh senyawa alkaloid (Pavela *et al.*, 2009; Yunita *dkk.*, 2009).

Tannin merupakan kandungan terbanyak setelah alkaloid. Tannin adalah senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa

kompleks dengan protein. Tannin tidak dapat dicerna lambung dan mempunyai daya ikat dengan protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral (Ridwan *dkk.*, 2010). Menurut Yunita *dkk.* (2009), tannin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tannin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga diperkirakan proses pencernaan larva *Culex quinquefasciatus* menjadi terganggu akibat zat tannin tersebut.

Saponin dapat menghambat kerja enzim yang menyebabkan penurunan kerja alat pencernaan dan penggunaan protein. Sifat-sifat saponin ini yaitu berbusa dalam air, mempunyai sifat detergen yang baik, beracun bagi binatang berdarah dingin, mempunyai aktivitas hemolisis, tidak beracun bagi binatang berdarah panas mempunyai sifat anti eksudatif dan mempunyai sifat anti inflamatori. Selain itu, saponin mempunyai kemampuan untuk merusak membran (Yunita *dkk.*, 2009). Selain itu, Saponin mengandung glikosida dalam tanaman yang sifatnya menyerupai sabun dan dapat larut dalam air. Saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat makan serangga dan juga bersifat toksik. Cara kerja senyawa-senyawa tersebut adalah sebagai *stomach poisoning* atau racun perut yang dapat mengakibatkan gangguan sistem pencernaan larva *Culex quinquefasciatus*, sehingga larva gagal tumbuh dan akhirnya mati (Sastrodiharjo, 1979).

Saponin dalam ekstrak daun permot diduga dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding pencernaan menjadi korosif. Kandungan kimia saponin dan flavonoid mempunyai potensi sebagai larvasida *Aedes aegypti*, saponin merupakan senyawa berasa pahit menusuk dan dapat menyebabkan alergi serta sering mengakibatkan iritasi terhadap selaput lendir, saponin dapat menghancurkan butir darah merah melalui reaksi hemolisis, bersifat racun bagi hewan (Aminah *dkk.*, 2001).

Penyebab kelemahan pada saraf serangga juga dapat yang disebabkan oleh bahan aktif flavonoid yang terdapat pada ekstrak daun permot, dimana fungsinya adalah menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Asetilkolin yang dibentuk oleh sistem saraf pusat berfungsi untuk menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot. Setelah impuls dihantarkan, proses dihentikan oleh enzim asetilkolinesterase yang memecah asetilkolin menjadi asetil ko-A dan kolin. Adanya flavonoid akan menghambat bekerjanya enzim ini sehingga terjadi penumpukan asetilkolin yang akan menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem penghantaran impuls ke otot yang dapat berakibat otot kejang, terjadi paralisis dan berakhir pada kematian. Selain itu, juga dapat mengganggu aliran  $\text{Na}^+$  (*sodium*) dalam sel saraf dan neurotransmitter (transmitter kimia) pada sinaps (Winslow, 2002).

Lebih lanjut Winslow (2002) menjelaskan bahwa ermanin, harmalin, harmin dari ekstrak daun permot dalam saraf akan memperpanjang aliran ion  $\text{Na}^+$  masuk ke dalam membran dengan cara memperlambat atau menghalangi penutupan *channel*. Apabila ermanin, harmalin, harmin dan piretrin memperlambat penutupan *channel* maka saraf dalam keadaan depolarisasi cukup lama, sehingga ion  $\text{Na}^+$  akan banyak masuk ke dalam membran. Hal ini akan menimbulkan gejala kejang dan gemetar. Ermanin, harmalin, dan harmin juga mampu menghalangi penutupan *channel*, keadaan ini akan menyebabkan membran kelebihan ion  $\text{Na}^+$  yang akhirnya saraf menjadi tidak aktif. Ketidakaktifan saraf ini dikarenakan saraf terlalu positif dan sulit untuk repolarisasi (kembali ke keadaan semula). Gejala yang akan ditimbulkan adalah kelumpuhan atau paralisis (Winslow, 2002).

Ekstrak daun permot memiliki sifat larvasida yang sangat berguna untuk mengendalikan larva nyamuk di tempatnya berkembang biak (di air). Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menjelaskan aktivitasnya terhadap berbagai macam stadium jenis nyamuk dan juga mengidentifikasi bahan-bahan aktif dalam ekstrak yang berfungsi sebagai larvasida.

## KESIMPULAN

Dosis efektif ekstrak daun permot terhadap kematian larva *Culex quinquefasciatus* adalah 2030 ppm. Paralisis atau kematian larva *Culex quinquefasciatus* berhubungan dengan meningkatnya aktivitas asetilkolinesterase yang dipicu oleh bahan-bahan kimia yang terdapat di dalam ekstrak daun permot yang merupakan larvasida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Aminah, N.S., S. Sigit, S. Partosoedjono, Chairul. 2001. S. lerak, D. metel dan E. prostata sebagai larvasida *Aedes aegypti*. *Cermin Dunia Kedokteran* 131.
- Cania, E. 2013. Efektivitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Medical of Journal Lampung University* 2(4).
- Cragg, G.M., D.J. Newmann, K.M. Snader. 1997. Natural products in drug discovery and development. *Journal of Natural Products* 60(1):52-60.
- Das, N.G., D. Goswami, B. Rabha. 2007. Preliminary evaluation of mosquito larvicidal efficacy of plant extracts. *Journal of Vector Borne Diseases* 44(2):145-148.
- Ellman, G.L., K.D. Courtney, V. Andres, Jr., R.M. Featherstone 1961. A New and rapid calorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemistry Pharmacology* 7: 88-95.
- Hadi, U.K., F.X. Koesharto. 2006. Hama dan permukiman Indonesia: pengenalan, biologi dan pengendalian. Upik KH, Singgih HS, editor. IPB Pr, Bogor.
- Hoedjo, R., S. Sungkar. 2008. *Morfologi, Daur Hidup dan Perilaku Nyamuk : Parasitologi Kedokteran*. Edisi Ke-4. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. 383 hlm.
- Komisi Pestisida. 1995. *Metode Standar Pengujian Efikasi Pestisida*. Komisi Pestisida Bandung, Bandung.

- Oemijati, S., A. Kurniawan. 2003. Epidemiologi Filariasis. *Dalam: S. Gandahusada, H.H. Illahude, dan W. Pribadi (Eds). Parasitologi Kedokteran. 3rd ed. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. Hal. 42-43.*
- Patil, A.S., H.M. Paikrao, S.R. Patil. 2013. *Passiflora foetida* Linn : a complete morphological and phytopharmacological review. *International Journal Pharmacology Biology Science* 4(1) : 285-296.
- Pavela, R., N. Vrchotová, J. Tříška. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research* 105: 1365–1370.
- Pradani, F., M. Ipa, R. Marina, Y. Yuliasih. 2011. Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan metode *susceptibility* di Kota Cimahi terhadap *Cypermethrin*. *Aspirator* 3(1):18-24.
- Rahuman, A.A., G. Gopalakrishnan, B.S. Ghouse, S. Arumugam, B. Himalayan. 2000. Effect of *Feronia limonia* on mosquito larvae. *Fitoterapia* 71:553-555.
- Ridwan, Y., F. Satrija, L. Darusman, E. Handharyani. 2010. Afektivitas anticestoda ekstrak daun miana (*Coleus blumei* Benth) terhadap cacing *Hymenolepis microstoma* pada mencit. *Media Peternakan* 33(1):6-11.
- Sakthivadivel, M., T. Daniel. 2008. Evaluation of certain insecticidal plants for the control of vector mosquitoes viz., *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. *Applied Entomology and Zoology* 43(1):57-63.
- Sastrodiharjo. 1979. *Pengantar Entomologi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Senthil-Nathan, S., P.G. Chung, K. Murugan. 2006. Combined effect of biopesticides on the digestive enzymatic profiles of *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) (Rice leafhopper) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). *Ecotoxicol. Environ. Saf* 64: 382-389.
- Susilowati, R.P. 2013. Efektivitas ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*. [Laporan Penelitian]. Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta.
- W.H.O. 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*. WHO, Geneva. p. 10-12.
- Winslow, L. 2002. The Effects of Pyrethrins and Pyrethroids on Human Physiology. [Internet] [sitasi 05 Februari 2017]. Didapat dari : [http://www.thenakedtruthproject.com/files/pyrethrins\\_pyrethroids.pdf](http://www.thenakedtruthproject.com/files/pyrethrins_pyrethroids.pdf).
- Yunita, E., N. Suprpti, J. Hidayat. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Bioma* 11(1):11-17.