

UJI AKTIVITAS LARVASIDA EKSTRAK ETANOL DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium myrtifolium* Walp.) TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti*

Hafizh Maulana¹, Erida Wydiamala^{2,3}, Agung Biworo⁴

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat
Banjarmasin, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi Fakultas Kedokteran,
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

³Unit Pusat Riset Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat,
Banjarmasin, Indonesia

⁴Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat,
Banjarmasin, Indonesia

Email koresspondensi: keep.marchingonwards@gmail.com

Abstract: *Pucuk merah leaves' (*Syzygium myrtifolium* Walp.) secondary metabolites have the potency as larvicide against larvae of *Aedes aegypti* mosquitos. The purpose of this study is to determine the larvicidal activity of pucuk merah leaves against *Aedes aegypti*. The method used for this study is posttest-only method with control group design with eight groups for larvicide test and four replication. The eight groups were six serial concentrations obtained from the preliminary test, negative control (water) and positive control (temephos 1%). Probit analysis showed the values of LC_{50} and LC_{90} were 0,382 (0,282-0,444) and 0,769 (0,655-1,080). There are significant difference between concentrations and negative control groups, shown that pucuk merah leaves have larvicidal activities against *Ae. aegypti* larvae. The result of this study is the ethanolic extract of pucuk merah have larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae, and at 1% concentration is equal to 1% temephos.*

Keyword: *larvicide, pucuk merah, *Syzygium myrtifolium* Walp, *Aedes aegypti**

Abstrak: *Pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) memiliki kandungan metabolik sekunder yang berpotensi sebagai larvasida terhadap larva nyamuk. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui aktivitas larvasida dan ekstrak etanol daun pucuk merah terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode *posttest-only with control group design* menggunakan delapan kelompok untuk uji larvasida dengan empat replikasi. Delapan kelompok perlakuan tersebut adalah enam serial konsentrasi yang di peroleh dari uji pendahuluan, kontrol negatif (air) dan kontrol positif (temefos 1%). Hasil analisis probit didapatkan nilai LC_{50} dan LC_{90} sebesar 0,382 (0,282-0,444) dan 0,769 (0,655-1,080). Data menunjukkan perbedaan yang signifikan antara konsentrasi dengan kontrol negatif yang digunakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa daun pucuk merah memiliki aktivitas larvasida terhadap larva *Aedes aegypti*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah ekstrak etanol daun pucuk merah memiliki aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*, dengan konsentrasi 1% memiliki aktivitas larvasida setara dengan temefos 1%.*

Kata-kata kunci: *larvasida, pucuk merah, *Syzygium myrtifolium* Walp, *Aedes aegypti**

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara hyperendemis bagi Dengue, Indonesia diketahui memiliki keempat serotipe dari Dengue yang tersebar di 34 provinsi. Tercatat sekitar 71.668 kasus Dengue dari 2014, dari data yang diambil pada awal tahun hingga pertengahan bulan Desember dan sekitar 641 kasus berakhir dengan kematian. Diantara 34 provinsi tersebut, Kalimantan Selatan diketahui merupakan salah satu wilayah endemis untuk penyebaran dari Dengue, yang telah tersebar luas ke berbagai kota di Provinsi Kalimantan Selatan.¹

Beberapa tanaman memiliki efek terhadap serangga, terutama tanaman yang mengandung zat-zat fitokimia yang memiliki efek pengganggu terhadap nyamuk. Efek pengganggu nyamuk telah dilaporkan di tanaman-tanaman seperti *Azadirachta indica*, *Cymbopogon martini var sofia*, *C. citratus*, *C. nardus* and *Oscimum sp.* dan diketahui efektif kepada beberapa spesies nyamuk. Salah satu tanaman yang dilaporkan untuk memiliki efek anti-serangga adalah pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.), termasuk anti-nyamuk.^{2,3}

Salah satu kerabat dekat dari *Syzygium zeylanicum* adalah *Syzygium myrtifolium* Walp. atau yang lebih dikenal dengan nama pucuk merah. Tanaman ini tersebar luas dan termasuk populer sebagai tanaman hias dan dapat ditemukan di Banjarmasin. Berdasarkan penelitian terhadap *Syzygium zeylanicum*, ada kemungkinan bahwa *Syzygium myrtifolium* Walp. atau pucuk merah juga mengandung khasiat yang sama, namun lebih mudah didapat daripada *Syzygium zeylanicum*. Pada penelitian lain juga disebutkan bahwa *Syzygium myrtifolium* Walp. juga diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder berupa alkaloid, tanin dan flavonoid yang diketahui dapat menyebabkan kematian terhadap larva nyamuk.³

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni dengan *post-test only with control group design*. Desain penelitian ini dipilih karena tidak dilakukan pretes terhadap sampel sebelum perlakuan. Karena telah dilakukan randomisasi baik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol; kelompok-kelompok tersebut dianggap sama sebelum dilakukan perlakuan. Dengan cara ini memungkinkan dilakukan pengukuran pengaruh perlakuan (intervensi) pada kelompok eksperimen yang satu dengan cara membandingkannya dengan kelompok eksperimen yang lain dan kelompok kontrol.

Penelitian ini menggunakan tujuh kelompok perlakuan yaitu satu kelompok kontrol negatif, satu kelompok kontrol positif dan lima kelompok yang diberikan perlakuan berbeda masing-masing. Berdasarkan rumus *Federer*, akan dilakukan empat kali replikasi (n1, n2, n3, n4).

Seluruh proses untuk pengumpulan bahan dan ekstraksi dilaksanakan di Lab Bersama Parasitologi-Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin dan di Laboratorium Farmasi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Daun yang digunakan untuk ekstraksi dijemur selama 7 hari dan diproses menjadi bentuk simplisia. Simplisia yang didapat selanjutnya diproses menjadi ekstrak dengan menggunakan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70%.

Penelitian diawali dengan melakukan Uji Pendahuluan untuk menentukan rentang konsentrasi efektif yang mampu membunuh 10-95% larva uji. Selanjutnya akan dilanjutkan ke uji larvasida menggunakan serial konsentrasi yang didapat dari hasil uji pendahuluan. Percobaan dilakukan selama 48 jam dan dihitung jumlah larva yang mati. Larva dinyatakan mati apabila larva berhenti bergerak, dan tidak merespon terhadap rangsangan pengaduk.

Data diambil berdasarkan perhitungan kematian larva uji yang diberikan perlakuan setelah 24 jam dan 48 jam dengan ekstrak daun *Syzygium myrtifolium* Walp dan dimasukkan ke dalam tabel.

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan diolah melalui proses editing, tabulasi, dan pengelompokan, data kemudian dilakukan analisis statistik. Penyuntingan bertujuan untuk mengoreksi data, meliputi kebenaran dan kelengkapan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari uji pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak etanol pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) menyebabkan kematian terbesar pada 3% dan 1%, dimana dari 20 ekor larva yang digunakan dalam kedua perlakuan uji pendahuluan, didapatkan kematian sebesar 100%. Sedangkan pada konsentrasi 0,1% dan 0,01% terdapat kematian sebesar 55% dan 10%, sehingga rentang konsentrasi yang digunakan adalah dari 1% hingga 0,01% untuk uji aktivitas. Pada penelitian ini, rentang yang akan digunakan adalah 1%, 0,5%, 0,25%, 0,125%, 0,0625% dan 0,03125%.

Pada penelitian lanjutan, pengamatan dan penghitungan jumlah kematian larva dilakukan dalam rentang waktu 48 jam menggunakan konsentrasi yang telah

ditentukan dalam uji pendahuluan. Kontrol negatif tidak menunjukkan adanya kematian larva setelah pemaparan selama 24 jam dan 48 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa kematian larva hanya disebabkan oleh konsentrasi ekstrak yang diberikan pada perlakuan. Kelompok kontrol positif yang diberikan temefos 1% menunjukkan kematian 100% setelah 24 jam.

Kelompok perlakuan dengan konsentrasi ekstrak paling kecil yaitu 0,03125% menunjukkan kematian sebesar 8% dalam 24 jam (2 ekor larva dari 25) yang meningkat menjadi 24% dalam 48 jam (6 larva). Konsentrasi 0,0625% menunjukkan kematian sebesar 16% dalam 24 jam (4 larva) dan meningkat menjadi 28% dalam 48 jam (7 ekor). Konsentrasi 0,125% menunjukkan tren kematian yang mirip dengan konsentrasi sebelumnya, dengan kematian 28% (7 larva) pada 24 jam dan 40% (12 larva) pada 48 jam. Pada konsentrasi 0,25% terhitung kematian larva 48% (12 larva) pada 24 jam dan 60% (15 larva) pada 48 jam. Pada konsentrasi 0,5%, kenaikan kematian larva terhitung 76% (19 larva) pada 24 jam pertama dan 88% (22 larva) pada 48 jam. Pada konsentrasi tertinggi, yaitu 1%, kematian larva mencapai 92% (23 ekor) pada hari pertama dan 100% pada hari kedua. Data dari kematian dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji aktivitas ekstrak etanol daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) dalam rentang waktu 24 jam dan 48 jam.

Kematian	K (+)	1%	0,5%	0,25%	0,125%	0,0625%	0,03125%	K (-)
24 jam	100%	92%	76%	48%	28%	16%	8%	0%
48 jam	100%	100%	88%	60%	40%	28%	24%	0%

Jika dilihat dari Tabel 1 diatas, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin tinggi juga kematian yang dihasilkan, dengan konsentrasi 1% mencapai 92% kematian dalam 24 jam pertama dan 100% kematian dibawah 48 jam.

Terjadinya peningkatan persentase kematian seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak etanol daun pucuk

merah yang digunakan, disebabkan oleh adanya bahan aktif pada ekstrak etanol pucuk merah yang bersifat toksik terhadap larva. Senyawa bersifat toksik yang terdapat pada ekstrak etanol pucuk merah ini akan menyebabkan reaksi terhadap fungsi fisiologis dan metabolisme dari larva nyamuk jika masuk ke dalam tubuh larva.^{4,5}

Jika konsentrasi yang digunakan semakin tinggi, maka dapat dilihat efek yang ditimbulkan akan semakin tinggi. Ini dapat dijelaskan dari kadar bahan aktif yang masuk ke tubuh larva nyamuk semakin tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang digunakan. Dengan kata lain, semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin banyak bahan aktif yang dapat masuk ke tubuh larva dan semakin tinggi juga persentasi kematian yang dapat diamati.^{4,5}

Konsentrasi ekstrak yang rendah akan melihatkan persentasi kematian yang rendah, sebagaimana juga sebaliknya. Hal ini sejalan dengan penelitian penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa mortalitas hewan coba akan berbanding lurus dengan konsentrasi bahan yang digunakan.^{5,6}

Hasil penelitian dianalisis menggunakan fungsi uji probit *software SPSS 26* untuk mengetahui nilai Lethal Concentration 50/ LC₅₀ dan Lethal

Concentration 90/ LC₉₀ pada ekstrak etanol pucuk merah terhadap larva *Aedes aegypti*. Dari hasil uji probit, didapatkan hasil LC₅₀ hasil uji aktivitas ekstrak etanol pucuk merah memiliki konsentrasi rata-rata 0,284% (2840 ppm) dengan rentang atau range antara 0,221% (2210 ppm) hingga 0,344% (3440 ppm) untuk pemaparan 24 jam sedangkan pada 48 jam memiliki rata-rata 0,384% (3840 ppm) dengan rentang antara 0,282% (2820 ppm) hingga 0,444% (4440 ppm).

Untuk LC₉₀ dari hasil uji aktivitas ekstrak etanol pucuk merah memiliki konsentrasi rata rata 1,178% (11780 ppm) dengan rentang 0,921% (9210 ppm) hingga 1,692% (16920 ppm) untuk pemaparan 24 jam, namun untuk 48 jam, memiliki konsentrasi rata-rata 0,768% (7680 ppm) dengan rentang 0,655% (6550 ppm) hingga 1,080% (10800 ppm).

Untuk data LC₅₀ dan LC₉₀ dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ uji aktivitas ekstrak etanol daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) dalam rentang waktu 24 dan 48 jam.

Probability	24 Jam			48 Jam		
	Konsentrasi			Konsentrasi		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
LC ₅₀	0,284	0,221	0,344	0,382	0,282	0,444
LC ₉₀	1,178	0,921	1,692	0,769	0,655	1,080

Keterangan: Confidence Limit = 95% Kedalaman Air = 7cm

Hasil kematian larva selama 24 jam pemaparan diuji normalitas dan homogenitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk dan Levene. Pada uji statistik ini, konsentrasi 0,03125% disimbolkan sebagai P1, 0,0625% sebagai P2, 0,125% sebagai P3, 0,25% sebagai P4, 0,5% sebagai P5 dan 1% sebagai P6.

Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan hasil bahwa hanya data P3 dan P5 yang memiliki distribusi normal, jadi dapat disimpulkan bahwa keseluruhan data yang didapat tidak terdistribusi normal. Pada hasil uji homogenitas menggunakan metode *Levene*, didapatkan nilai signifikansi $p=0,044$ yang berarti data

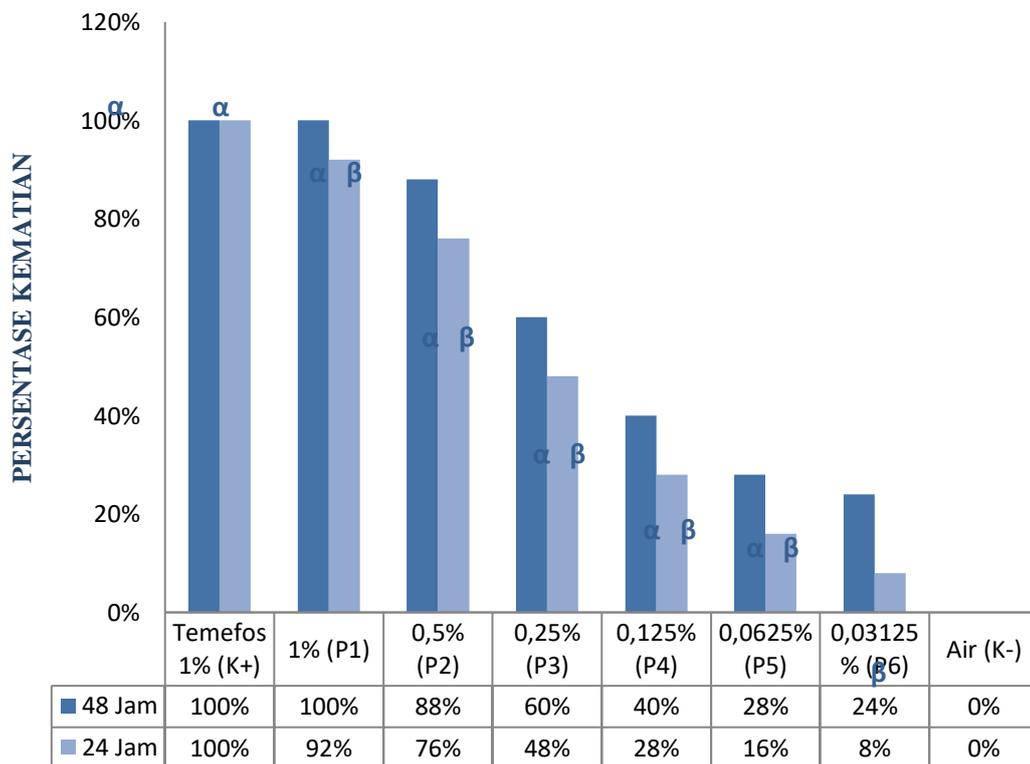
besifat tidak homogen. Oleh karena data yang didapat tidak homogen, maka dilakukan transformasi data. Setelah data ditransformasi, hasil uji normalitas dan homogenitas tetap menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, sehingga uji statistik dilanjutkan dengan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil uji *Kruskal-Wallis* didapatkan nilai signifikansi $P<0,05$ yang disini berarti terdapat perbedaan bermakna antara persentase kematian larva pada kontrol negatif, P1, P2, P3, P4, P5, P6 dan kontrol positif ($P<0,05$). Oleh karena itu, uji statistik dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.

Dari hasil uji *Mann-Whitney*, diketahui bahwa perbandingan antara kontrol negatif dengan konsentrasi P1, P2, P3, P4, P5 dan P6 didapatkan nilai signifikansi $P < 0,05$, sehingga dapat dinyatakan terdapat perbedaan bermakna antara kontrol negatif dan konsentrasi-konsentrasi tersebut. Ini dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi konsentrasi 0,03125%, konsentrasi 0,0625%, konsentrasi 0,125%, konsentrasi 0,25%, konsentrasi 0,5% dan konsentrasi 1% memiliki aktivitas larvasida.

Pada perbandingan kontrol positif dengan P1, P2, P3, P4, dan P5 terdapat nilai signifikansi $p < 0,05$, yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kontrol

positif dengan P1, P2, P3, P4 dan P5. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi 0,03125%, konsentrasi 0,0625%, konsentrasi 0,125%, konsentrasi 0,25% dan konsentrasi 0,5% tidak memiliki efektivitas yang setara dengan temefos 100 mg/L.

Pada konsentrasi 1% (P6), ditemukan nilai signifikansi $p = 1,000$, dimana jika dilihat dari signifikansi nilai p , dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara P6 dengan kontrol positif. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi 1% (P6) memiliki efektivitas yang mirip dengan temefos 1%.



Gambar 1. Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* dalam rentang waktu 24 jam dan 48 jam pemaparan. Data disajikan rerata \pm SD ($n=3$) dan diikuti oleh notasi hasil uji post-hoc *Mann-Whitney* (α jika nilai $p < 0,05$ terhadap kontrol negatif dan β jika nilai $p < 0,05$ terhadap kontrol positif).

Keterangan: α jika nilai $p < 0,05$ terhadap kontrol negatif
 β jika nilai $p < 0,05$ terhadap kontrol positif
 $\alpha\beta$ jika nilai $p < 0,05$ terhadap kontrol positif dan negatif
 K+ = temefos 1%
 K- = air

Pada Gambar 1 menunjukkan interpretasi dari uji *Mann-Whitney* yang ditandai dengan notasi pada masing-masing konsentrasi ekstrak pucuk merah.

Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi 0,03125%, konsentrasi 0,625%, konsentrasi 0,125%, konsentrasi 0,25% dan konsentrasi 0,5% memiliki efektivitas larvasida, namun tidak setara dengan temefos 1%. Konsentrasi 1% didapatkan memiliki efektivitas yang hampir setara dengan temefos 1%.

Ekstrak etanol daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) diketahui mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid dan tanin.^{7,8} Senyawa metabolit sekunder ini memiliki efek larvasida sehingga dapat menyebabkan gangguan dan kematian terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Senyawa-senyawa metabolit sekunder ini masuk kedalam tubuh larva nyamuk melalui mulut, dinding tubuh larva atau kutikula dan siphon, sehingga dapat menimbulkan efek terhadap fungsi fisiologis dan metabolisme dari larva nyamuk.⁹ Secara anatomi, larva serangga memiliki luas permukaan tubuh yang lebih luas dibandingkan dengan volume dalam tubuhnya.¹⁰ Ini memungkinkan terjadinya pajanan yang lebih menyeluruh dari konsentrasi ekstrak yang digunakan dibandingkan dengan volume tubuh dari larva itu sendiri. Proses pajanan dari larva *Aedes aegypti* terjadi secara dua arah, yaitu secara vertikal; melalui lapisan kutikula terluar hingga kedalam menuju ke hemolimfa, dan secara horizontal; melalui lapisan lilin kutikula dan melalui sistem trakea menuju jaringan tubuh dalam larva *Ae. aegypti*. Kutikula dari larva diketahui memiliki sifat hidrofobik dan lipofilik, sehingga senyawa bioaktif non-polar dapat masuk kedalam tubuh serangga.^{11, 12, 13.}

Pada pengamatan larva, terdapat larva yang mati, sekarat, tidak aktif bergerak dan ada yg masih bergerak aktif. Pada larva yang mati, larva tidak aktif bergerak, tidak ada respon terhadap rangsangan yang diberikan dan terdapat perubahan

morfologis dari tubuh larva, seperti tubuh larva berubah menjadi transparan ataupun lebih gelap tergantung konsentrasi yang diberikan atau bahkan hancur dengan kepala yang hampir terlepas. Ini sesuai dengan penelitian-penelitian terdahulu dimana larva uji yang digunakan terjadi perubahan morfologi yakni warna tubuh berubah menjadi lebih gelap dengan kerusakan pada bagian-bagian tubuh larva.^{12, 14}

Pengamatan yang dilakukan terhadap konsentrasi perlakuan didapatkan larva yang mati rata-rata memiliki perubahan ukuran yang memanjang. Menurut penelitian terdahulu¹⁵, ukuran larva yang memanjang ini disebabkan oleh efek dari saponin dan tanin, yang menyebabkan terjadinya relaksasi otot pada larva dikarenakan adanya hormon steroid pada zat metabolik sekunder tersebut.¹⁵ Selain itu, larva yang mati juga cenderung menjadi lebih gelap atau bahkan transparan. Perubahan warna ini disebabkan oleh zat-zat bioaktif dari metabolit sekunder yang masuk ke tubuh larva melalui difusi dan menyebabkan turunnya tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus larva menjadi korosif dan melemah. Ini secara perlahan menyebabkan tubuh larva teriritasi dari dalam dan menyebabkan melemahnya fisiologi struktural tubuh larva itu sendiri, yang secara bertahap menyebabkan kehancuran dari tubuh larva itu sendiri. Warna tubuh menggelap disebabkan oleh reaksi kutikula terhadap senyawa-senyawa yang masuk kedalam tubuh larva, sedangkan yang transparan dapat dijelaskan dengan masuknya air kedalam rongga tubuh larva yang mati (disebabkan oleh senyawa alkaloid dan tanin) sebelum adanya reaksi perubahan warna, sehingga tubuh terlihat transparan namun lama kelamaan akan berubah menjadi gelap.¹⁶

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) memiliki aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes*

aegypti. Namun, menurut penelitian-penelitian terdahulu, dikatakan bahwa suatu ekstrak bahan alam efektif sebagai pestisida jika LC₅₀ tidak lebih dari 1000 ppm (0,1%). Nilai LC₅₀ dari ekstrak pucuk merah yang didapat sekitar 0,382% atau sekitar 3820 ppm (konversi 1% = 10000 ppm), sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol pucuk merah masih memiliki daya bunuh yang kurang terhadap larva *Ae. aegypti*. Ini kemungkinan disebabkan oleh bentuk ekstrak yang masih berupa ekstrak kasar atau tidak berupa senyawa murni, sehingga perlu dilakukan pemurnian senyawa sebelum dapat dimanfaatkan sebagai larvasida untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) memiliki aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* dimulai dari konsentrasi 1% dengan konsentrasi LC₅₀ dan LC₉₀ sebesar 0,382% dengan range 0,282%-0,444% dan 0,769% dengan range 0,655%-1,080%, serta ekstrak etanol daun pucuk merah dengan konsentrasi 1% memiliki aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* setara temefos 1%.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap senyawa metabolit sekunder pada ekstrak etanol pucuk merah dengan mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa-senyawa yang menyebabkan efek larvasida ditambah perlunya untuk dilakukan pengamatan dan uji *Insect Growth Regulator* (IGR) ekstrak etanol pucuk merah terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kasman K, Ishak NI. Analisis penyebaran penyakit demam berdarah dengue di kota Banjarmasin tahun 2012-2016. MPPKI (Media Publ
2. Makhaik M, Naik SN, Tewary DK. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. J Sci Ind Res. 2015;64(2):129–33.
3. Govindarajan, M., and Benelli, G. α -Humulene and β -elemene from *Syzygium zeylanicum* (Myrtaceae) essential oil: highly effective and eco-friendly larvicides against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus*, and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). Parasitology Research. 2016; 115(7), 2771–8.
4. Syahroni YY, et.al. Insecticidal Activity of mixtures of Piper aduncum L. (Piperaceae) and *Sapindus rarak* (Sapindaceae) extracts against *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crabidae) Larvae. Journal Entomology Ind. 2013;10(1).
5. Wardani RS, et.al. Pengaruh konsentrasi ekstrak *Lantana camara* terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang. 2010;6(2): 30-9.
6. Komisi Pestisida. Metode standar pengujian efiksai pestisida. Jakarta: Departement Pertanian; 1995.
7. Dias CN, Moraes DFC. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: Review. Parasitol Res. 2014;113(2):565–92.
8. Noviantri T, Saleh C, Erwin. Identifikasi senyawa metabolit sekunder ekstrak N-Heksana daun berwarna merah dari *Syzygium Myrtifolium* Walp. J Kim Mulawarman. 2016.
9. Nugroho AD. Kematian Larva *Aedes aegypti* setelah pemberian Abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2011; 7(1).

10. Haldane, JBS. On Being the Right Size: Square Cube Law. UCLA. 2017.
11. Kaihena M, Vika L, Maria N. Efektivitas ekstrak etanol *Piper betle* L. terhadap mortalitas nyamuk *Anopheles sp.* dan *Culex*. *Molucca Medica*. 2012;4(1):88-105.
12. Widiastuti FA. Aktivitas larvasida fraksi polar ekstrak etanol 96% *Piper retrofractum* V. terhadap larva nyamuk *Anopheles sp.* Dan *Aedes aegypti* serta profil kromatografi lapis tipisnya. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta: 2013.
13. Wikipedia. Flavonoid. 2014 [cited 16 December 2020]. Available from: <https://wikipedia.org/wiki/Flavonoid>.
14. Dwi S, et.al., Morphological and histological effects of Bruceine A on the larvae of *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2018;11(10):422.
15. Chetan J. Larvicidal activity of some saponin containing plants against the dengue vector *Aedes aegypti*. *Trends in Biotechnology Research*. 2014.
16. Cania E. Uji Efektivitas larvasida ekstrak etanol *Vitex trifolia* terhadap larva *Aedes aegypti*. *Med Journal of Lampung University*. 2013;4(1):88-105.