

Efektivitas Ekstrak Daun Limau Kuit (*Citrus hystrix DC*) Sebagai Insect Growth Regulator Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*

Effectiveness of Citrus Lime Leaf Extract (*Citrus hystrix DC*) as an Insect Growth Regulator Against *Aedes aegypti* Mosquito

Erida Wydiamala^{1*} Gusti Marethasanda Syifa Ananda² Agung Biworo³

¹Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi, Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat.

²Departemen Farmakologi, Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat.

³Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat.

Corresponding Author: ewydiamala@ulm.ac.id

Abstrak

Demam dengue (DD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *dengue* dan menjadi masalah kesehatan di Indonesia. Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama dari penyebaran penyakit ini. Pencegahan terhadap penyakit demam dengue ini dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah *Insect Growth Regulator* (IGR). IGR adalah salah satu senyawa kimia yang mengganggu siklus hidup nyamuk dengan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangannya sehingga tidak akan menjadi nyamuk dewasa. Daun limau kuit mengandung senyawa metabolit sekunder minyak atsiri, flavonoid, saponin, steroid dan terpenoid yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan serangga. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol daun limau kuit sebagai IGR terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dengan *post test only with control grup design*, terdiri dari 4 kelompok perlakuan konsentrasi ekstrak etanol daun limau kuit konsentrasi (0,1%; 0,13%; 0,2%; dan 0,4%) dan 2 kelompok kontrol yaitu kontrol positif (*pyriproxyfen* 0,025 %) dan kontrol negative (akuades) dengan pengulangan sebanyak 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan Inhibition Emerge (IE) Adult 100% pada semua konsentrasi perlakuan (0,1%; 0,13%; 0,2% dan 0,4%). Hasil uji *Mann-whitney* terdapat signifikan $p < 0,05$ antara kelompok perlakuan konsentrasi dengan kelompok control positif (*pyriproxyfen* 0,025 %). Perbandingan kelompok konsentrasi dengan kontrol negatif didapatkan hasil signifikan $p < 0,05$. Kesimpulan ekstrak daun limau kuit (*Citrus hystrix DC*) efektif sebagai IGR terhadap nyamuk *Ae. aegypti* tidak setara dengan *pyriproxyfen* 0,025

Kata kunci: Daun Limau Kuit, *Insect Growth Regulator*, *Aedes Aegypti*

Abstract

Dengue fever (DF) is an infectious disease caused by the virus and causes health problems in Indonesia. *Aedes aegypti* mosquito is the main vector for this disease spread. Prevention of dengue fever can be done in various ways, one of them is by insect growth regulator (IGR). IGR prevents larval growth, leading to molting failure and digestive system damage. Secondary metabolite compounds found in limau kuit leaves include essential oils, flavonoids, saponins, steroids, and terpenoids. These compounds can be inhibition emmerge adult mosquito. The study's objective was to determine whether lime kuit leaf extract (*Citrus hystrix DC*) was effective against *Ae aegypti* as IGR. This study was a true experimental post-test study with a control group design and six treatment groups, the positive control group receiving *pyriproxyfen* at 0.025 mg/L (0.025 ppm), the negative control group receiving aquadest, and four concentration groups receiving 0.1 percent; 0.13%; 0.2%; with four replications, and 0.4%. In the insect growth regulator test against *Aedes aegypti* mosquitoes, Limau kuit leaf extract produced IE Adult% results of 100 percent at a concentration range of 0.1%; 0.13%; 0.2% and 0.4%. The Mann-Whitney test revealed $p < 0.05$ significant difference between the *pyriproxyfen*

*concentration groups. Results were significantly different between the concentration group and the negative control group, $p < 0.05$. This study's conclusion is that lime kuit leaf extract (*Citrus hystrix* DC) is effective against *Ae* mosquitoes as an IGR. *Pyriproxyfen* 0.025 ppm is not the same as *aegypti*.*

Keywords: *Limau Kuit Leaf, Insect Growth Regulator, Aedes Aegypti.*

Pendahuluan

Demam dengue yakni salah satu jenis penyakit yang disebarkan atas virus dengue lewat nyamuk *Aedes aegypti* yang berfungsi selaku vektor perantara. Demam dengue merupakan penyakit yang umum terjadi di banyak negara, termasuk Indonesia, serta sering menyerang daerah perkotaan maupun pedesaan (Sukeesi dkk, 2018). Negara Asia Tenggara dengan jumlah kasus DD yang tinggi yakni Indonesia. Penyakit ini endemik di provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. Di Provinsi Kalimantan Selatan, DBD ditemukan di 13 kabupaten serta kota. Kota Banjarmasin mengalami jumlah insiden terbanyak. Kondisi iklim di kota Banjarmasin yang tidak menentu membuat adanya peningkatan kasus DD setiap tahunnya. Perubahan iklim menjadi salah satu penyebab tingginya kasus penyakit ini, karena transmisi infeksi penyakit juga dipengaruhi oleh iklim terutama suhu, kelembapan, dan kecepatan angin (Ishak & Kasman, 2018). Sindrom syok dengue yakni salah satu gejala klinis infeksi virus dengue yang lebih parah serta berpotensi fatal. Nama lain guna kondisi tersebut termasuk infeksi tanpa gejala maupun sindrom flu ringan (Harapan dkk, 2019). Cara yang dapat dilakukan untuk memberantas penyakit demam dengue adalah melakukan pencegahan. Pemberantasan sarang nyamuk yakni salah satu cara yang bisa dilangsungkan masyarakat guna mencegah penyakit di rumah maupun di tempat umum (Widiyaning dkk., 2018). Cara yang dinilai efektif untuk memberantas larva nyamuk, yaitu menggunakan larvasida yang biasanya menggunakan bubuk abate dari golongan organophosphat yang berbahan aktif temephos, tetapi penggunaan insektisida sintetis yang terlalu banyak dan paparan guna waktu yang lama bisa mencemari lingkungan sekitar serta meningkatkan resistensi insektisida larva. Rotasi diperlukan guna mencegah resistensi terhadap larvasida tertentu atau pergantian jenis dan cara kerja dalam penggunaan larvasida (Prijadi dkk., 2014). Pemanfaatan larvasida hayati yang berasal dari tumbuhan diperlukan guna pengendalian vektor yang lebih aman, sederhana, serta baik bagi lingkungan (Irwan dkk. 2017). *Insect Growth Regulator* (IGR) merupakan salah satu larvasida lain yang bisa dipakai guna membunuh jentik serta pupa nyamuk *Aedes aegypti* yaitu *pyriproxyfen* dimana IGR akan menghambat pertumbuhan larva sehingga terjadi kegagalan pergantian kulit dan kerusakan sistem pencernaan (Solichah dkk., 2016). IGR bekerja dengan mengganggu hormon pertumbuhan seperti hormon juvenile untuk metamorfosis dan khitin untuk berganti kulit. *Pyriproxifen* adalah larvasida golongan IGR yang merupakan senyawa sintetis yang dapat memengaruhi proses pertumbuhan dan metamorfosis serangga. *Pyriproxifen* juga merupakan senyawa juvenoid atau *Juvenile Hormone Analoge* (JHA) yang bekerja secara spesifik dalam memberikan pengaruh terhadap morfogenesis, reproduksi dan embriogenesis serangga (Solichah dkk., 2016), suatu insektisida IGR yang bekerja dengan cara meniru hormon juvenil guna menjaga jentik serta pupa nyamuk *Aedes aegypti* pada stadium pra dewasa sehingga kalau mereka tidak tumbuh serta berkembang dengan baik serta akhirnya mati (Solichah dkk., 2016) Jeruk yang dikenal dengan nama jeruk kuit ini asli Kalimantan Selatan. Jeruk kuit bisa tumbuh subur di daerah pegunungan dengan tanah yang lembab serta berair. Berbeda dengan jeruk nipis serta jeruk purut, aroma jeruk nipis kuit khasnya kuat serta tajam ((Irwan dkk. 2017). Metabolit sekunder yang nampak atas daun jeruk kuit antara lain minyak atsiri, flavonoid, saponin, steroid, serta terpenoid yang semuanya berpotensi meracuni jentik nyamuk lewat keracunan kontak serta perut ((Irwan dkk. 2017; Hebert dkk., 2014).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental murni dengan metode *posttest-only with control group design* menggunakan enam kelompok terdiri dari 4 kelompok perlakuan dari bahan uji dan 2 kelompok kontrol (kontrol positif menggunakan *pyriproxyfen* 0,025 % dan kontrol negatif) menggunakan air ditambah Tween 80 dengan pengulangan 4 kali. Penelitian ini dilakukan Laboratorium Parasitologi, Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi FKIK ULM, Banjarmasin.

Subjek yang digunakan adalah larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III karena stadium tersebut merupakan stadium aktif makan (WHO, 2005).

Bahan penelitian yang digunakan adalah daun limau kuit (*Citrus hystrix* DC) yang tua karena pada helai tersebut senyawa aktif pada daun telah sudah banyak dan stabil (Dwinatari & Murti, 2015), diambil dari Kecamatan Astambul, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan yang telah diidentifikasi secara ilmiah di Laboratorium FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Ekstraksi dilakukan pada daun limau kuit dengan dikeringkan selama \pm 3 hari, selanjutnya dibuat serbuk dengan menggunakan blender. Kemudian serbuk dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96 % selama 72 jam sambil sekali kali diaduk. Selanjutnya disaring menghasilkan filtrat dan residu. Residu diremaserasi diberi pelarut baru etanol 96% dilakukan hingga 3 kali. Filtrat selanjutnya diuapkan di dalam rotary evaporator pada tekanan tinggi serta suhu 60°C hingga terbentuk ekstrak etanol yang kental. selanjutnya, diuapkan dalam penangas air guna menjaga massa konstan. Hasil ekstraksi bisa disimpan dalam lemari es pada suhu 4°C.

Bioassay dilakukan berdasarkan ketentuan WHO. Larva instar III *Ae. aegypti* sebanyak 25 ekor dimasukkan pada 200 ml ekstrak pada tiap ulangan. Ekstrak daun limau kuit menggunakan konsentrasi Untuk kelompok perlakuan menggunakan empat dosis larutan ekstrak limau kuit yaitu. P1, P2, P3, P4 yang telah didapatkan dari hasil analisis probit LC₁₀, LC₂₅, LC₅₀, dan LC₉₀. Setelah 24-48 jam pengamatan (WHO, 2005).

Uji bebas etanol

Uji bebas etanol dalam Ekstrak Daun Limau Kuit (*Citrus hystrix* DC) dilakukan Jika tidak ada bau etanol ketika H₂SO₄ pekat ditambahkan serta CH₃COOH ditambahkan lagi setelah pemanasan, hasilnya positif. Guna mendapatkan ekstrak yang murni serta tidak terkontaminasi, dilangsungkan uji bebas etanol guna membebaskan ekstrak dari etanol.

Analisis Data:

Aktivitas *IGR* (*IE Adult* %) dipakai dalam analisis deskriptif data, serta data dikoreksi memakai rumus aktivitas *IGR* jika kemunculan nyamuk dewasa kelompok kontrol yakni antara 80% serta 95%.

Aktivitas *IGR*:

$$IE\ Adult\ (\%) = 100 - (T \times 100/C)$$

Keterangan:

IE Adult: *Inhibition Emergence Adult*

T: Persentase kelangsungan hidup atau kemunculan nyamuk dewasa pada kelompok uji

C: Persentase kelangsungan hidup atau kemunculan nyamuk dewasa pada kelompok control

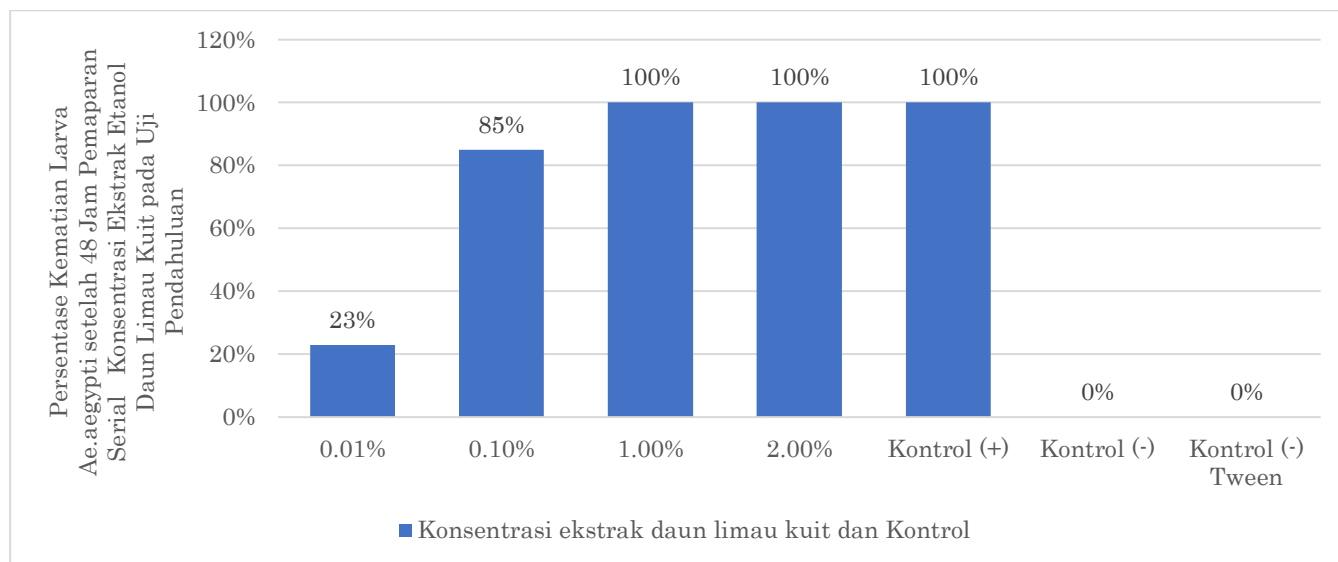
Data hasil penelitian akan dianalisis dengan Uji Probit menggunakan SPSS ver. 24. Uji homogenitas Lavene serta uji normalitas Shapiro-Wilk diterapkan pada data guna memastikan aktivitas bahan uji. Uji post hoc LSD akan dilanjutkan jika data homogen serta berdistribusi normal ($p > 0,05$). Uji Kruskal-Wallis dilangsungkan terlepas dari apakah datanya homogen maupun tidak. Uji Mann-Whitney harus dipakai guna menentukan perlakuan mana yang memegang nilai berbeda nyata jika data memegang nilai berbeda nyata ($p < 0,05$).

Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat dengan No. 550/KEPK-FK ULM/EC/XII/2022. Hasil rendemen pembuatan ekstrak etanol 96 % serbuk daun limau kuit sehingga didapatkan bubuk daun limau kuit dari 1.000gram

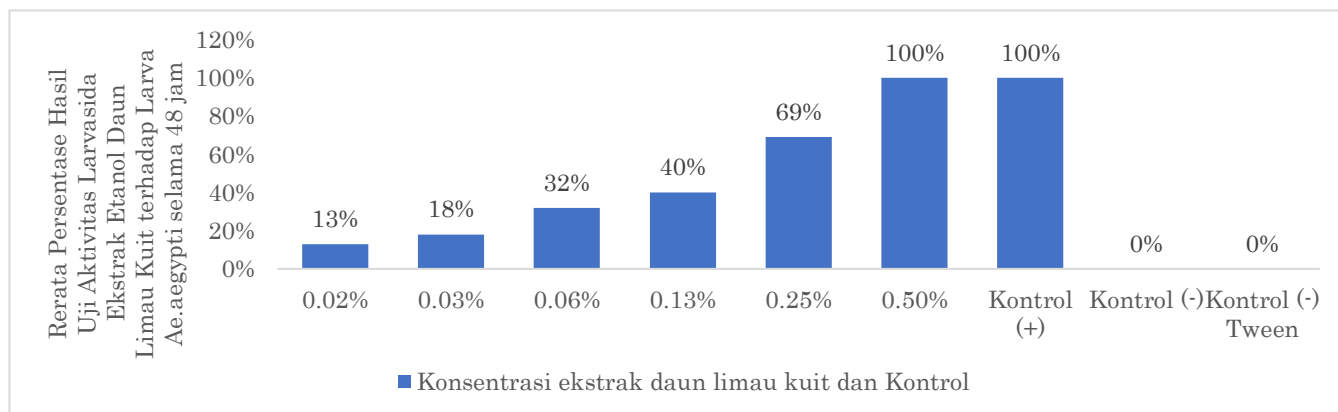
tersebut dimaserasi menggunakan etanol 96% dihasilkan ekstrak etanol kental sebanyak 104gram sehingga didapatkan rendemen sebesar 10,4%.

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan rentang konsentrasi efektif yang dapat mematikan 10-90% larva uji. Pengamatan terhadap efek paparan dilakukan setelah 48 jam. Hasil uji pendahuluan berupa rerata persentase kematian larva dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Persentase Kematian Larva *Ae. aegypti* setelah 48 Jam Pemaparan Serial Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit pada Uji Pendahuluan

Persentase kematian larva *Ae. aegypti* pada konsentrasi 0,01%; 0,10%; 1% dan 2% adalah 23%; 85%; 100%; 100%, persentase kematian larva semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi ekstrak etanol daun limau kuit. Dari hasil uji pendahuluan tersebut dapat ditentukan enam serial konsentrasi ekstrak daun limau kut yaitu 0,5 %; 0,25%; 0,13%; 0,06%; 0,03% dan 0,02 % serta kontrol negatif dan kontrol positif.



Gambar 2. Rerata Persentase Hasil Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit terhadap Larva *Ae. aegypti* selama 48 jam

Hasil uji aktivitas larvasida selanjutnya dianalisis dengan probit untuk menetapkan nilai LC_{10} , LC_{25} , LC_{50} , dan LC_{90}

Tabel 1. Hasil Analisis Probit LC_{10} , LC_{25} , LC_{50} , dan LC_{90}

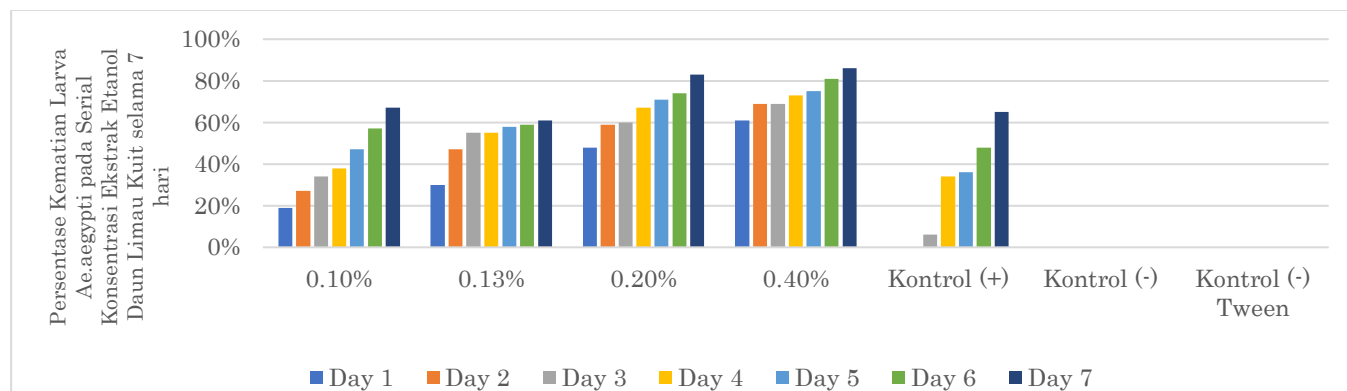
<i>Probability Unit</i>	<i>Estimate</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>
LC_{10}	0.092%	0.034%	0.132%
LC_{25}	0.128%	0.064%	0.167%
LC_{50}	0.186%	0.128%	0.220%
LC_{90}	0.379%	0.324%	0.539%

Keterangan: Confidence Limits=95%

Kedalaman air = 7 cm

Hasil probit analisis diperoleh nilai LC_{10} , LC_{25} , LC_{50} , dan LC_{90} berturut turut sesuai **tabel 1** LC_{10} sebesar 0,092 (0,034-1,132)%, LC_{25} sebesar 0,128 (0,064- 0,167)%, LC_{50} sebesar 0,186 (0,128- 0,22)%, dan LC_{90} sebesar 0,379 (0,324- 0,539)%,

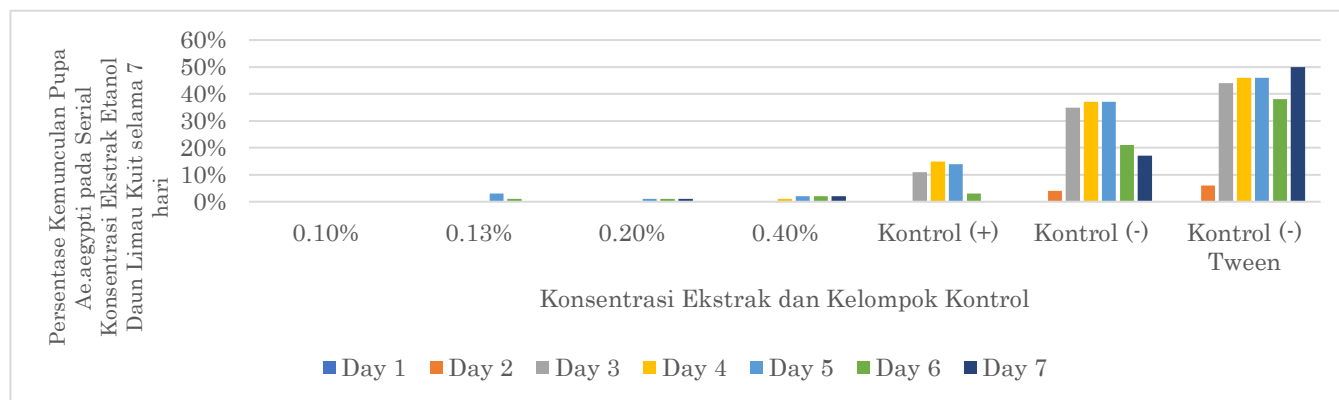
Hasil uji larvasida ekstrak etanol daun limau kuit diperoleh enam perlakuan yaitu aquades/air sebagai kontrol negatif, kontrol negatif pelarut tween 80 konsentrasi 0,1%; 0,13%; 0,2%; dan 0,4% ekstrak etanol daun limau kuit, dan *pyriproxyfen* sebagai kontrol positif, dengan paparan selama 7 hari dan pengamatan setiap 24 jam. Hasil dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Kematian Larva *Ae. aegypti* pada Serial Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit selama 7 hari

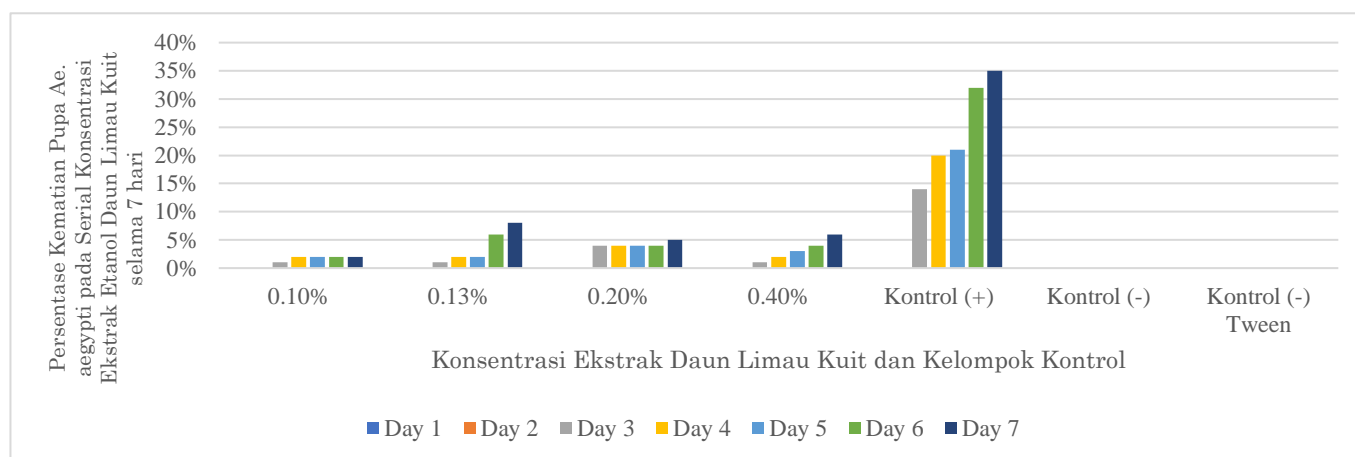
Hasil Pengamatan pada stadium larva. Pada konsentrasi ekstrak 0,1%; 0,13%; 0,2%; dan 0,4% terdapat persentase larva yang mati, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi kemungkinan nyamuk dewasa muncul selaku penghambatan pertumbuhan larva menjadi pupa dan nyamuk dewasa. penghambatan pertumbuhan larva ini dikarenakan ekstrak etanol daun limau kuit memiliki kandungan metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, dan terpenoid yang dapat menghambat perkembangan larva menjadi pupa dan nyamuk dewasa.

Hasil Pengamatan pada stadium Pupa. Pada pupa *Ae. aegypti* hasil pengamatan pemaparan ekstrak etanol daun limau kuit dapat dilihat pada **Gambar 4**



Gambar 4. Persentase Kemunculan Pupa *Ae. aegypti* pada Serial Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit selama 7 hari

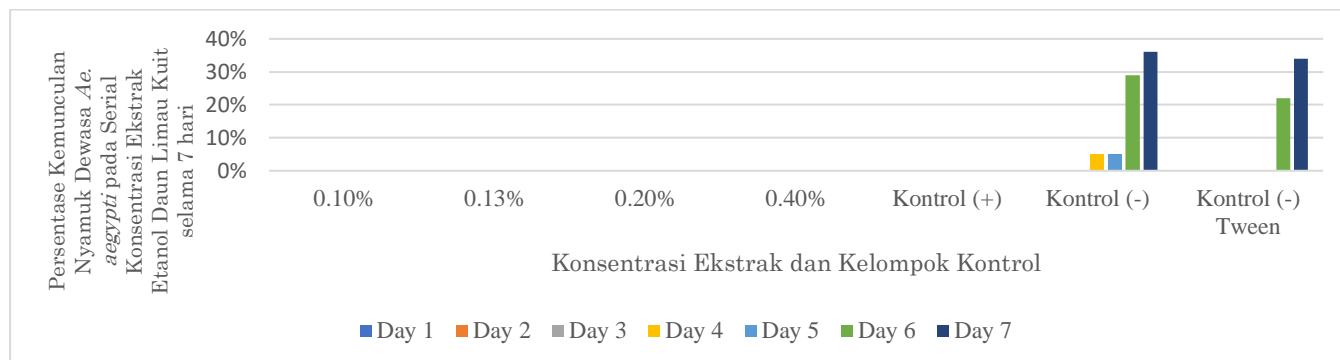
Pada konsentrasi 0,1% tidak terjadi kemunculan pupa karena pupa ditemukan mati dihari ketiga. Kemunculan pupa pada konsentrasi 0,13% dihari kelima sebesar 3% dan menurun di hari keenam menjadi 2% dengan rerata selama tujuh hari adalah 0,6%. Konsentrasi 0,2% didapatkan kemunculan pupa pada hari kelima sebesar 1% dengan rerata selama tujuh hari adalah 0,4%. Konsentrasi 0,4% pupa muncul pada hari keempat sebesar 1% dengan rerata selama tujuh hari adalah 1%. Hasil persentase kematian pupa *Ae. aegypti* selama paparan ekstrak etanol daun limau kuit dengan tujuh perlakuan yang diamati setiap 24 jam selama 7 hari dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Persentase Kematian Pupa *Ae. aegypti* pada Serial Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit selama 7 hari

Persentase kematian pupa *Ae. aegypti* atas konsentrasi 0,1% selama tujuh hari pengamatan adalah 1,3%. Konsentrasi 0,13% ditemukan kematian pupa pada hari ke tiga, sehingga persentase selama tujuh hari pengamatan adalah 2,7%. Persentase kematian pupa pada konsentrasi 0,2% selama tujuh hari pengamatan adalah 3%. Persentase kematian pupa pada konsentrasi 0,4% selama tujuh hari pengamatan adalah 2,3%. semakin besar difusi metabolit sekunder ke dalam tubuh larva, *Ae. aegypti*

Hasil Pengamatan pada stadium Dewasa. Pada stadium dewasa *Ae. aegypti* hasil pengamatan pemaparan ekstrak etanol daun limau kuit dapat dilihat pada **Gambar 6**



Gambar 6. Persentase Kemunculan Nyamuk Dewasa *Ae. aegypti* pada Serial Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Limau Kuit selama 7 hari

Gambar 6. Nyamuk dewasa *Ae. aegypti* yang muncul pada penelitian ini hanya terdapat pada control negatif baik pada aquades dan juga aquades dengan tween 1% sedangkan yang mendapatkan perlakuan ekstrak daun limau kuit dari konsentrasi 0,1 %; 0,13%; 0,2% serta 0,4% tidak ada kemunculan nyamuk dewasa.

Dari hasil pengamatan diperoleh *Inhibition Emergence Adult* (IE Adult%) pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil *IE Adult%* Ekstrak Daun Limau Kuit (*Citrus hystrix* DC) terhadap Nyamuk *Ae. aegypti*

Konsentrasi	Persentase Kemunculan Nyamuk Dewasa <i>Ae. aegypti</i>	<i>Inhibition Emergence Adult</i> (IE Adult)%
0,1%	0%	100%
0,13%	0%	100%
0,2%	0%	100%
0,4%	0%	100%
K (+) <i>pyriproxyfen</i>	0%	100%
K (-) aquadest	10%	0%
K (-) tween 80 0,0625%	8%	0%

Berdasarkan tabel 2 konsentrasi ekstrak 0,01%; 0,13%; 0,2%; dan 0,4% memiliki persentase *IE Adult%* sebesar 0%. Kontrol positif memiliki *IE Adult%* sebesar 0%. Kontrol negatif aquadest memiliki *IE Adult%* sebesar 10%, dan kontrol negatif dengan pelarut tween 80 sebesar 8%. Berdasarkan hasil *IE Adult%*, ekstrak daun limau kuit memiliki aktivitas sebagai IGR.

Hasil dari total kematian larva dan pupa selama 7 hari pemaparan ekstrak daun limau kuit dengan uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan hasil $P_1 (0,01\%) = 0,85$; $P_2 (0,13\%) = 0,001$; $P_3 (0,2\%) = 0,714$; $P_4 (0,4\%) = 0,161$. Berdasarkan hasil tersebut sebagian besar data terdistribusi normal, pada data $P_4 (0,4\%)$ memiliki nilai signifikansi 0,001. disimpulkan data tidak tersebar normal.

Pada uji homogenitas dengan metode *Lavene* diperoleh nilai signifikansi $p=0,004$ yang menunjukkan hasil tidak homogen, selanjutnya dengan uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai $p<0,05$ berarti signifikan persentase kematian larva pada kontrol negatif, P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , dan kontrol positif. Uji statistik dengan uji *Mann-Whitney* didapatkan perbandingan antara kelompok kontrol positif dengan kelompok perlakuan ekstrak daun limau kuit pada konsentrasi (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) diperoleh nilai $p<0,05$. Hal ini menyatakan bahwa konsentrasi $P_1 (0,1\%)$, $P_2 (0,13\%)$, $P_3 (0,2\%)$, dan $P_4 (0,4\%)$ efektif sebagai IGR terhadap nyamuk *Ae. aegypti* tidak setara dengan *pyriproxyfen* 0,025 ppm. Perbandingan antara kontrol negatif dengan kelompok perlakuan ekstrak daun limau kuit pada konsentrasi (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) diperoleh nilai $p<0,05$ sehingga dinyatakan bahwa kontrol negatif signifikan terhadap kelompok perlakuan ekstrak daun limau kuit pada konsentrasi yang diujikan memiliki efektivitas sebagai IGR.

Penelitian yang dilakukan oleh Melynda Lauren yang menggunakan ekstrak etanol buah belimbing wuluh selaku ovisida serta *insect growth regulator* atas nyamuk *Ae. aegypti* dari konsentrasi 0,04% memiliki

aktivitas sebagai IGR sebesar 99%, dan 0,05%; 0,07%; 0,12%; dan 0,18% sebesar 100%. Hal ini disebabkan adanya metabolit sekunder seperti saponin, tanin, flavonoid, serta terpenoid dalam ekstrak etanol buah belimbing wuluh yang semuanya memegang kemampuan guna mencegah pertumbuhan nyamuk (Lauren dkk., 2021)

Pengkajian yang diarahkan oleh Hafizh Maulana memanfaatkan konsentrasi etanol pucuk merah selaku pengontrol perkembangan ovisida serta serangga terhadap *Ae.* pada konsentrasi 0,2 persen, *aegypti*; 0,3%; 0,4%; Hasil aktivitas IGR 78%, 89%, 89%, 91%, serta 100% diperoleh hasil yakni 0,8% serta 1,4%. Hal ini disebabkan karena mekanisme kerja ekstrak etanol pucuk daun merah kaya flavonoid berfungsi selaku hormon juvenil, berdampak atas titer hormon juvenil tubuh nyamuk serta menghalangi perkembangan nyamuk (Maulana dkk., 2021)

Senyawa metabolit yang tercakup atas ekstrak daun limau kuit setelah uji fitokimia adalah flavonoid, alkaloid, tanin, steroid dan terpenoid.

Flavonoid dapat menghambat perkembangan larva menjadi dewasa. Senyawa ini bekerja melalui proses difusi dengan cara zat aktif masuk ke dalam tubuh dan dapat mengganggu proses metabolisme dan pertumbuhan. Karena denaturasi protein yang disebabkan oleh flavonoid, permeabilitas dinding sel dalam saluran pencernaan bisa berkurang, sehingga menghambat pertumbuhan serta mengganggu distribusi nutrisi (Lauren dkk., 2021; Nariratri dkk. 2014).

Alkaloid memiliki aktivitas fisiologis yang bersifat toksik dan dapat mencegah serangga berkembang biak. Alkaloid bisa memasuki sel berbahaya dengan merusak membran sel karena yakni garam. Warna tubuh larva berubah menjadi lebih transparan bila terdapat senyawa alkaloid. Selain itu, saat disentuh, tubuh larva bergerak lebih lambat serta selalu membungkuk. Selain itu, alkaloid memegang kemampuan guna menghambat tiga hormon utama: hormon edikson, hormon pertumbuhan, serta hormon otak (juga dikenal selaku hormon otak). Larva bisa gagal tumbuh jika hormonnya dirusak (Utami & Cahyati, 2017; Lauren dkk., 2021; Adnyani & Sudarmaja, 2016)

Tanin bisa mengendapkan protein serta disebut selaku "senyawa fenolik". Protein bisa diendapkan oleh tanin. Ini bisa mencegah larva berkembang serta akhirnya mati dengan menghambat protein yang dibutuhkan larva guna pertumbuhan (Lauren dkk., 2021)

Proses molting yang dimulai dari stadium larva serta berlanjut hingga stadium kepompong hingga nyamuk mencapai usia dewasa dipengaruhi oleh steroid. Penebalan dinding sel kitin pada tubuh nyamuk akibat steroid akhirnya menyebabkan nyamuk menjadi tidak normal. Molting larva diperlambat selaku akibat dari efek perlindungan steroid (Nariratri dkk. 2014; Marhamah & Husna, 2020).

Karena terpenoid bersifat non-polar, mereka bisa dengan mudah memasuki membran sel di sisi hidrofobik serta membentuk misel. Artinya senyawa terpenoid non polar akan berinteraksi melalui membran sel non polar serta menyebabkan permeabilitas terganggu. Terpenoid dan alkaloid secara sinergis dapat mengakibatkan terhambatnya mitosis sel larva (Wulandari & Ahyanti, 2018; Sogandi & Gunarto, 2020)

Kesimpulan

Kesimpulan hasil penelitian ini, bahwa Ekstrak daun limau kuit (*Citrus hystrix* DC) pada rentang konsentrasi 0,1%; 0,13%; 0,2% dan 0,4% efektif sebagai insect growth regulator, namun tidak setara dengan pyriproxyfen 0,025 ppm. Disarankan untuk melakukan penelitian IGR dengan ekstrak daun limau kuit selama 14 hari, untuk melihat kesetaraan dengan pyriproxyfen.

Daftar Pustaka

- Adnyani IGAP, Sudarmaja IM. Pengaruh konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. E-Jurnal Medika Udayana. 2016; 5(9): 112-115.
- Dwinatari, I. K., & Murti, Y. B. (2015). Pengaruh waktu pemanenan dan tingkat maturasi daun terhadap kadar viteksikarpin dalam daun legundi (*Vitex trifolia* L.). *Traditional Medicine Journal*, 20(2), 105–111
- Harapan H, Michie A, Mudatsir M, Sasmono RT, Imrie A. Epidemiology of dengue hemorrhagic fever in Indonesia: analysis of five decades data from the National Disease Surveillance. *BMC research notes*. 2019; 12(1): 1-6.

- Hebert A, Yotoprano S, Hamidah H. Efektivitas ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*), jeruk limau (*Citrus amblycarpa*), dan jeruk bali (*Citrus maxima*) terhadap larva *Aedes aegypti*. Jurnal Aspirator. 2014; 6(1): 1-6.
- Ishak NI, Kasman K. The effect of climate factors for dengue hemorrhagic fever in Banjarmasin City, South Kalimantan Province, Indonesia, 2012-2016. Public Health of Indonesia. 2018; 4(3): 121-128.
- Irwan A, Mustikasari K, Ariyani D. Pemeriksaan pendahuluan kimia daun, kulit, dan buah limau kuit: jeruk lokal Kalimantan Selatan. Jurnal Ilmiah Berkala Sains dan Terapan Kimia. 2017; 11(2): 71-79.
- Karmila M, Hadi UK, Tiuria R. Evaluasi piriprosifen dalam ovitrap untuk mengendalikan nyamuk *Aedes Spp.* pada skala semi lapang. Jurnal Veteriner. 2019; 20(4): 472.
- Lauren M, Wydiamala E, Hayatie L. Uji aktivitas ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai ovisida dan insect growth regulator terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Homeostasis. 2021; 4(2): 319-326.
- Marhamah IH, Husna I. Potensi ekstrak rumput laut hijau (*Bryopsis pennata*) sebagai larvasida dalam menekan angka kejadian demam berdarah dengue (DBD). Jurnal Medika Malahayati. 2020; 4(1): 71-81.
- Maulana H, Wydyamala E, Biworo A. Aktivitas ekstrak etanol daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium Walp.*) sebagai ovisida dan *insect growth regulator* terhadap *Aedes aegypti*. Homeostatis. 2021; 4(3): 567-574.
- Nariratri AS, Setyaningrum E, Saftarina F, Kurniawan B. Uji efektivitas ekstrak buah mahkota dewa (*Phlaeria macrocarpa* (Scheff.) Boerl) sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* instar III. Medical Journal of Lampung University. 2014; 3(1): 30-36.
- Solichah N, Martini M, Susanto HS. Pengaruh pemberian larvasida insect growth regulator (IGR) berbahan aktif *pyriproxyfen* terhadap perubahan angka bebas jentik (ABJ) di Kelurahan Bulusan Kota Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. 2020; 4(1): 167-175.
- Prijadi DK, Wahongan GJP, Bernadus JBB. Uji efektifitas ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menghambat pertumbuhan larva *Aedes spp.* eBiomedik. 2014; 2(1).
- Sogandi S, Gunarto F. Efek larvasida fraksi etil asetat daun bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus*) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*. ASPIRATOR - Journal of Vector-Borne Disease Studies. 2020; 12(1): 27-36.
- Sukesi TY, Supriyati S, Satoto TT. Pemberdayaan masyarakat dalam pengendalian demam berdarah dengue (Literature Review). Jurnal Vektor Penyakit. 2018; 12(2): 67-76.
- WHO. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvacides. World Health Organization; 2005.
- Widiyaning MR, Musthofa SB, Widjanarko B. Faktor-faktor yang berhubungan dengan praktik pencegahan demam berdarah dengue (DBD) oleh ibu rumah tangga di Kelurahan Dopleng, Purworejo. Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip). 2018; 6(1): 761-769
- Wulandari K, Ahyanti M. Efektivitas ekstrak biji bintang (*Cerbera manghas*) sebagai larvasida hayati pada larva *Aedes aegypti* instar III. Jurnal Kesehatan. 2018; 9(2): 218-224.