

Efikasi Biolarvasida Berbagai Tanaman Untuk Pengendalian Vektor Nyamuk Anopheles

Biolarvicidal Efficacy of Various Plants for Controlling Anopheles Mosquito Vectors

Asrianto^{1,*}, Suarna Samai², Muhammad Sahidin³, Indra Taufik Sahli¹, Risda Hartati¹, Wiwiek Mulyani⁴

¹Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Jayapura, Indonesia

²Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

³Jurusan Ners Poltekkes Kemenkes Jayapura, Indonesia

⁴Jurusan Sanitasi Poltekkes Kemenkes Jayapura, Indonesia

*Email Korespondensi: asriantolopa98@gmail.com

Abstrak

Vektor nyamuk menjadi salah satu ancaman yang serius terhadap prevalensi dan insidensi penyakit malaria, demam berdarah, demam kuning dan filariasis. Malaria merupakan penyakit infeksi Plasmodium yang ditularkan nyamuk Anopheles betina. Kasus malaria di negara tropis dan subtropis menimbulkan dampak sosial dan ekonomi. Pengendalian vektor nyamuk selama ini menggunakan senyawa kimia dan sintesis. Metode ini mampu menurunkan kasus malaria, namun dalam jangka panjang menimbulkan masalah baru yang turut memperlambat eliminasi malaria. Pengendalian vektor pada fase larva menggunakan senyawa bioaktif berbagai tanaman menjadi alternatif untuk memberantas vektor, disamping itu memanfaatkan senyawa bioaktif tersebut relatif lebih aman, murah, mudah. Tanaman mengandung sejumlah senyawa yang bersifat toksik pada larva nyamuk Anopheles. Studi literatur ini bertujuan untuk hasil-hasil riset mengenai ekstrak berbagai tanaman yang berfungsi sebagai biolarvasida nyamuk Anopheles. Metode penelitian menggunakan studi literatur. Literatur yang berhubungan dengan topik penelitian diperoleh dari basis data *google scholar*, *semantic scholar*, *garuda*, *pubMed* dan *science direct*. Literatur utama merupakan publikasi 10 tahun terakhir. Hasil studi literatur menunjukkan tanaman *Vitex negundo* Linn., *Lawsonia inermis* Linn., *Stachys byzantina* K.Koch., *Pithecellobium dulce* Bth., *Olex dissitiflora* Oliv., *Ipomea cairica* Linn., *Ricinnus communis* Linn., *Carica papaya* Linn., *Paederia foetida* Linn., *Glycosmis pentaphylla* Retz., *Terminalia chebula* Retz., *Annona squamosa* Linn., *Tagetes erecta* Linn. dan *Azadirachta indica* Juss. terbukti memiliki kemampuan larvasida terhadap vektor nyamuk. Simpulan studi ini adalah senyawa metabolit sekunder tanaman dapat digunakan sebagai kandidat sekaligus alternatif untuk pengendalian larva nyamuk Anopheles.

Kata Kunci: Anopheles, larvasida, malaria, nyamuk, tanaman

Abstract

Mosquito vectors are a severe threat to the prevalence and incidence of malaria, dengue fever, yellow fever, and filariasis. Malaria is a Plasmodium infection that is transmitted by the female Anopheles mosquito. Malaria cases in tropical and subtropical countries have social and economic impacts. Mosquito vector control has been using chemical and synthetic compounds. This method can reduce malaria cases, but it creates new problems that also slow down the elimination of malaria in the long run. Vector control in the larval phase using bioactive compounds of various plants is an alternative to eradicating vectors; besides that, utilizing these bioactive compounds is relatively safer, cheaper, and more accessible. Plants contain several compounds that are toxic to Anopheles mosquito larvae. This literature study summarizes research on extracts of various plants that function as larvicides of the Anopheles mosquito. The research method uses a literature study. The literature related to the research topic was obtained from the databases of Google Scholar, Semantic Scholar, Garuda, PubMed, and Science Direct. The primary literature is a publication of the last ten years. The literature study results showed that the plants *Vitex negundo* Linn., *Lawsonia inermis* Linn., *Stachys byzantina* K.Koch., *Pithecellobium dulce* Bth., *Oxalis dissitiflora* Oliv., *Ipomea cairica* Linn., *Ricinus communis* Linn., *Carica papaya* Linn., *Paederia foetida* Linn., *Glycosmis pentaphylla* Retz., *Terminalia chebula* Retz., *Annona squamosa* Linn., *Tagetes erecta* Linn. and *Azadirachta indica* Juss. against mosquito vectors. This study concludes that secondary plant metabolites can be used as candidates and alternatives for controlling Anopheles mosquito larvae.

Keywords: Anopheles, plant, larvicide, mosquito

Received: 14 April 2022

Accepted: 11 Maret 2023

DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1172>



Copyright (c) 2023, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

How to Cite:

Asrianto, A., Samai, S., Sahidin, M., Sahli, I.T., Hartati, R., Mulyani, W., 2023. Efikasi Biolarvasida Berbagai Tanaman Untuk Pengendalian Vektor Nyamuk Anopheles. *J. Sains Kes.*, 5(2). 224-235. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1172>

1 Pendahuluan

Nyamuk merupakan vektor penularan patogen yang masih menjadi ancaman yang serius bagi masyarakat [1]. Terbukti setiap

tahun kurang lebih dari satu juta orang meninggal, karena penyakit yang ditularkan melalui vektor nyamuk di antaranya malaria, demam berdarah, demam kuning dan filariasis [2]. Malaria merupakan infeksi Plasmodium

terhadap sel darah merah yang ditularkan melalui gigitan nyamuk Anopheles betina. Saat ini terdapat lima spesies Plasmodium yang menjadi penyebab penyakit malaria yaitu *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* dan *P. knowlesi*. Malaria telah menjadi penyakit pembunuh utama di Afrika dan Asia, yang mempengaruhi sekitar 300-500 juta orang setiap tahunnya [3]. Kasus malaria yang terjadi diseluruh dunia menjadi masalah yang belum terselesaikan, sehingga seringkali menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang serius terutama di daerah tropis dan negara subtropis [4].

Diantara pengendalian dan eliminasi malaria adalah pengendalian vektor nyamuk penyebab penyakit malaria. Pengendalian vektor dianggap cara paling efektif dan terukur untuk mencegah malaria. Strategi pengendalian vektor nyamuk yang sering dilakukan adalah dengan pengendalian larva pada tempat perindukan nyamuk, selain itu pengendalian vektor yang selama ini dilakukan berorientasi pada pemanfaatan senyawa kimia dan insektisida sintesis, dengan hasil yang sangat signifikan. Dilaporkan pada rentang waktu tahun 2000-2015, penggunaan kelambu berinsektisida (*long lasting insectisida nets*) dan penyemprotan rumah (*indoor residual spraying*) secara signifikan menurunkan sekitar 41% angka kejadian malaria [5]. Namun penggunaan insektisida kimia dan sintesis menghasilkan banyak masalah baru seperti pencemaran lingkungan, efek toksik pada manusia dan organisme non target, dan resistensi pada populasi nyamuk [6,7].

Salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan akibat dari pemanfaatan senyawa kimia dan sintesis dalam pengendalian vektor nyamuk adalah dengan memanfaatkan insektisida nabati [8,9]. Tanaman merupakan salah satu sumber insektisida nabati yang mengandung senyawa bioaktif yang dapat dijadikan sebagai sumber agen larvasida alternatif untuk pengendalian vektor [10,11]. Produk larvasida asal tanaman memiliki beberapa keunggulan, diantaranya tidak beracun bagi organisme non target, mudah terurai secara alami, spesifik terhadap organisme target, dan ancaman terhadap lingkungan jauh lebih kecil [10,12-14]. Disamping itu secara kultural penggunaan tanaman untuk melindungi diri dari nyamuk

dan gigitan serangga lain telah lama dilakukan oleh komunitas masyarakat [9,15,16].

Motode yang dianggap ideal untuk mengendalikan vektor nyamuk adalah pada fase larva. Mengontrol populasi nyamuk pada tahap larva jauh lebih mudah dibandingkan dengan fase dewasa [17]. Penargetan terhadap larva merupakan bentuk tindakan preventif sebelum menyebar ketempat tinggal manusia, di samping itu fase larva tidak dapat mengubah perilaku ketika diberikan perlakuan, hal ini jauh berbeda dengan nyamuk dewasa [18]. Dirangkum dari Tang et al., [19] pengendalian vektor dalam bentuk larva dapat dilakukan dengan pendekatan mekanis, kimia dan biologi. Metode mekanis didasarkan pada perubahan atau rekayasa lingkungan seperti perbaikan drainase, pembersihan aliran air, penimbunan lubang-lubang yang menjadi sarang nyamuk, penghancuran wadah-wadah penampungan sampah, dan modifikasi sungai dan danau untuk mengurangi tempat berbiak nyamuk. Pengendalian secara biologi melibatkan pemanfaatan beberapa entitas biologis yang mempredatori larva nyamuk, misal ikan genus *Gambusia* dan *Poecilia*, krustasea, jamur dan bakteri genus *Bacillus*. Pengendalian secara kimia melibatkan penggunaan kelambu insektisida atau semprot rumah.

Diantara pengendalian senyawa kimia adalah pemanfaatan senyawa metabolit sekunder tanaman terhadap larva nyamuk. Penelitian tentang pemanfaatan ekstrak berbagai tanaman telah banyak dilaporkan. Penelitian Mavundza et al., [20] bahwa menunjukkan kulit batang *Olox dissitiflora* potensial untuk digunakan sebagai larvasida terhadap nyamuk *Anopheles arabiensis*. Penelitian Wachira et al., [21] melaporkan tanaman *Tithonia diversifolia* dan *Ricinus communis* dapat berfungsi sebagai kandidat insektisida terhadap larva *A.gambiae*. Selanjutnya Ramkumar et al., [22] menyatakan daun *Glycosmis pentaphylla* dapat dikembangkan sebagai larvasida. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Veni et al., [23] juga ikut melaporkan efikasi *Terminalia chebula* terhadap larva nyamuk. Berdasarkan pengamatan penulis, belum ada publikasi yang secara khusus mengumpulkan dan membahas efikasi ekstrak tanaman terhadap vektor nyamuk Anopheles. Studi literatur ini bertujuan untuk merangkum riset-riset ekstrak berbagai

tanaman yang berfungsi sebagai biolarvasida nyamuk Anopheles.

2 Metode Penelitian

Studi yang dilakukan dalam penyusunan naskah ini menggunakan penelusuran pustaka yang diperoleh dari basis data *google scholar*, *semantic scholar*, *garuda*, *pubMed* dan *Science direct*. Artikel jurnal yang dikumpulkan dari basis data tersebut berjumlah 43 jurnal. Jurnal-jurnal tersebut diskriminasi berdasarkan publikasi 10 tahun terakhir (2013-2021), judul dan abstrak artikel. Selanjutnya jurnal yang terpilih dieligitasi berdasarkan unsur kelengkapan dan kelayakan meliputi full paper dan jurnal ekstrak simplisia tanaman terhadap larva nyamuk. Jurnal yang menggunakan minyak esensial tanaman dikeluarkan. Terakhir

diputuskan beberapa artikel jurnal yang sesuai dengan kriteria dan tema studi literatur. 11 jurnal yang terpilih diperkuat dan dielaborasi dengan penjelasan dari sumber jurnal artikel lain.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil identifikasi, skrining, dieligitasi dan diputuskan terdapat 13 artikel penelitian yang sesuai dengan kriteria dan tema studi literatur. Artikel jurnal yang ditetapkan dilakukan review. Artikel jurnal terpilih tersebut melaporkan tentang efikasi ekstrak berbagai pelarut organ tanaman terhadap larva nyamuk Anopheles. Berbagai studi tentang efikasi ekstrak tanaman pada nyamuk Anopheles dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Efikasi ekstrak tanaman pada larva nyamuk Anopheles

No	Hasil Studi	Referensi
1	Ekstrak flavonoid kuncup bunga sibondo (<i>Vitex negundo</i> Linn.) menghasilkan mortalitas tertinggi pada konsentrasi 200 ppm terhadap larva <i>A. stephensi</i>	[6]
2	Ekstrak metanol organ bagian atas pacar paku (<i>Lawsonia inermis</i> Linn.) dan telinga kelinci (<i>Stachys byzantina</i> K.Koch) menunjukkan larvasida yang tinggi terhadap <i>A. stephensi</i> sebesar 69,40 ppm dan 103,28 ppm	[24]
3	Ekstrak metanol daun asam keranji (<i>Pithecellobium dulce</i> Bth.) menunjukkan kemampuan larvasida terhadap <i>A. stephensi</i> dengan nilai LC ₅₀ dan LC ₉₀ sebesar 145,43 dan 155,78 mg/l	[25]
4	Ekstrak kulit kayu <i>Olax dissitiflora</i> Oliv. menunjukkan aktivitas larvasida tertinggi dengan nilai LC ₅₀ sebesar 25,24 µg/ml.	[20]
5	Fraksi aseton daun bunga rambat ungu (<i>Ipomea cairica</i> Linn.) menunjukkan kemampuan larvasida pada <i>A. albopictus</i> dengan LC ₅₀ sebesar 105,59 ppm	[17]
6	Ekstrak metanol daun jarak (<i>Ricinus communis</i> Linn.) menunjukkan kemampuan larvasida terhadap <i>A. gambiae</i> setelah 72 jam paparan dengan nilai LC ₅₀ sebesar 0,18 mg/ml	[21]
7	Konsentrasi ekstrak air biji pepaya (<i>Carica papaya</i> Linn.) paling efektif membunuh 50% populasi larva Anopheles pada konsentrasi 80%	[26]
8	Fraksi etil asetat dari ekstrak etanol daun semburan (<i>Paederia foetida</i> Linn.) menunjukkan efek larvasida paling tinggi terhadap <i>Anopheles sp</i> , dengan nilai LC ₅₀ sebesar 14,96 µg/ml dan LC ₉₀ sebesar 25,65 µg/ml	[27]
9	Ekstrak aseton daun beri (<i>Glycosmis pentaphylla</i> Retz.) memiliki efek larvasida tertinggi melawan <i>An.stephensi</i> , dengan nilai LC ₅₀ dan LC ₉₀ sebesar 0,0004 mg/ ml dan 138,54 mg/ml	[22]
10	Ekstrak metanol daun <i>Terminalia chebula</i> Retz. menunjukkan kemampuan terhadap larva nyamuk <i>A. stephensi</i> , nilai LC ₅₀ 87,13 ppm dan LC ₉₀ 93,24 ppm	[23]
11	Ekstrak biji srikaya (<i>Annona squamosa</i> Linn.) menunjukkan kemampuan larvasida LC ₅₀ dalam waktu 48 jam sebesar 26,73 ppm	[28]
12	Ekstrak etanol bunga tahi ayam (<i>Tagetes erecta</i> Linn.) menunjukkan kemampuan larvasida terhadap <i>Anopheles sp</i> . dengan LC ₅₀ sebesar 40,07 ppm	[29]
13	Ekstrak etanol daun mimba (<i>Azadirachta indica</i> Juss.) menunjukkan aktivitas larvasida tertinggi dengan LC ₅₀ sebesar 40,73 ppm dan LC ₉₀ sebesar 186,66 ppm	[30]

Senyawa Fitokimia dapat dijadikan alternatif sebagai insektisida alami dimasa depan, karena murah dan dapat diperoleh di banyak tempat dan relatif aman [25]. Senyawa fitokimia bertindak sebagai racun baik terhadap nyamuk dewasa maupun terhadap larva [31]. Senyawa fenol, terpenoid, dan alkaloid, flavonoid, yang ditemukan pada tanaman, secara bersama-sama atau mandiri

berkontribusi terhadap aktivitas larvasida terhadap nyamuk [6,32]. Insektisida alami menawarkan keunggulan dibandingkan dengan penggunaan senyawa kimia dan sintesis. Mekanisme kerja insektisida alami terutama bekerja pada penghambatan asetilkolin esterase dan gangguan pada sistem oktopaminergik [14].

3.1 Sibondo (*Vitex negundo* Linn.)

Penelitian yang dilakukan Gautam et al., [6] menunjukkan flavonoid pada kuncup bunga tanaman sibondo memiliki kemampuan larvasida. Hasil analisis GC-MS pada penelitian tersebut menunjukkan flavonoid kuncup bunga mengandung beberapa senyawa diantaranya *phenol*, *naphthalene*, *2,3-dihydrobenzofuran*, *phenol2,4-Bis (1,1-dimethyl)*, *flavones 4'-OH,5-OH,7di-O-glucoside*, *5-hydroxy-3, 6, 7,3',4'-pentamethoxy flavones*. Flavonoid merupakan metabolit sekunder tumbuhan yang dapat mempengaruhi aspek perkembangan dan fisiologis serangga [33].

Beberapa flavonoid diketahui menghambat aktivitas enzim asetilkolin esterase, akan tetapi tidak ada korelasi aktivitas larvasida dan penghambatan asetilkolin [34]. Penelitian lain tanaman sibondo mengandung *Fatty acid methyl ester* (FAME) yang terdiri atas asam laurat, asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat. Uji FAME menunjukkan mortalitas 50% populasi larva nyamuk *C. quinquefasciatis* pada konsentrasi 18,64 ppm [35]. Sebelumnya studi yang dilakukan oleh Harada et al., [36] melaporkan asam lemak tak jenuh berupa asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat bersifat toksik terhadap nyamuk *A. albopictus*. Studi lain menunjukkan uji larvasida asam oleat dan asam linolenat tanaman *Citrullus colocynthis* memiliki kemampuan larvasida terhadap larva nyamuk *A. stephensi* [10]. Riset-riset tersebut mengkonfirmasi kandungan asam lemak yang terkandung pada tanaman sibondo memiliki efek larvasida.

3.2 Pacar Paku (*Lawsonia enermis* Linn.) dan Telinga kelinci (*Stachys byzantina* K.Koch.)

Senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman pacar paku dilaporkan oleh Al-Snafi [37] diantaranya fenol, alkaloid, saponin, terpenoid, quinon, kumarin, resin, flavonoid dan tanin. Uji larvasida ekstrak *L.enermis* menunjukkan mortalitas 50% populasi nyamuk terhadap larva IV nyamuk *C. quinquefasciatis* adalah 163,630 ppm [38]. Pada tahun yang sama Bakhshi et al., [39] melaporkan efek larvasida tanaman pacar paku terhadap larva nyamuk *A. stephensi* dengan nilai LC₅₀ sebesar 696,6 ppm dan LC₉₀ sebesar 3927,2 ppm. Tanaman telinga kelinci mengandung

tritriacontane, *hentriacontane*, asam oleat, stigmasterol dan lawsaritol. Kandungan asam oleat dan stigmasterol memiliki kemampuan larvasida terhadap larva nyamuk, hal ini sebagaimana terkonfirmasi pada studi [10,35,40].

3.3 Asam Keranji (*Pithecellobium dulce* Bth.)

Hasil investigasi senyawa kimia asam keranji dilaporkan oleh Devarakonda [41] terdiri atas alkaloid, flavanoid, glikosida, saponin, asam lemak, steroid, tanin, dan terpenoid. Selanjutnya dalam laporan yang sama biji asam keranji terdapat tujuh saponin pithedulosides A-G. Penelitian Govindarajan et al., [25] dapat menjadi justifikasi kuat biolarvasida tanaman asam keranji terhadap larva nyamuk *A.stephensi*. Disamping kemampuan larvasida, dilaporkan pula bahwa ekstrak kasar tanaman asam keranji memiliki potensi adultisidal pengendalian vektor filariasis *C.quinquefasciatus* [42]. Ekstrak daun dan biji tanaman asam keranji memiliki potensi untuk dikembangkan untuk pengendalian nyamuk [25].

3.4 Kayu (*Olex dissitiflora* Oliv.)

Senyawa kimia yang diisolasi dari akar kayu *O. dissitiflora* terdiri atas triterpenoid sapogenins, *21-epimachaerinic acid*, asam oleanolat, asam oleanolat 3-Oglucuronide, dan hederagenin [43]. Uji kemampuan larvasida ekstrak kulit kayu *O.dissitiflora* menunjukkan 100% kematian larva *A. arabiensis* pada konsentrasi 125 µg/ml [20]. Penelitian terbaru Mavundza et al. [44] campuran *exocarpic acid* dan *octadec-9,11-diyonic acid* yang diisolasi dari *O. dissitiflora* terhadap *A. arabiensis* menunjukkan aktivitas larvasida tertinggi dengan nilai EC₅₀ sebesar 17,31 µg/ml dibandingkan dengan *ximenycic acid* yang memiliki nilai EC₅₀ sebesar 62,17 µg/ml.

3.5 Bunga Rambut Unggu (*Ipomea cairica* Linn.)

Fitokimia daun bunga rambut ungu mengandung alkaloid, saponin, tanin, flavonoid dan diterpen [45]. Uji larvasida bunga rambut ungu menunjukkan nilai LC₅₀ ekstrak kelopak, daun dan akar terhadap larva *A.albopictus* masing-masing adalah 20,5 mg/l, 7,9 mg/l dan 34,3 mg/l. Sementara LC₅₀ pada nyamuk *A. aegypti* ditemukan lebih rendah masing-masing

12,7 mg/l, 13,6 mg/l dan 31,9 mg/l [45]. Penelitian minyak esensial bunga rambat ungu terhadap larva nyamuk *A. stephensi* menunjukkan nilai LC_{50} yang relatif rendah 14,9 ppm [46]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Samuel et al.[47] nilai LC_{50} ekstrak metanol bunga rambat ungu terhadap nyamuk penyebab filariasis adalah 8,43 ppm. Diduga keberadaan senyawa fitokimia tersebut termasuk senyawa alkaloid memberikan efek larvasida, hal sesuai dengan Mathivanan [48] menyatakan bahwa keberadaan alkaloid dari buah *Piper longum* ditemukan aktif terhadap jentik nyamuk *C.Pipiens*.

3.6 Jarak (*Ricinus communis* Linn.)

Identifikasi senyawa pada daun jarak dilaporkan Waris et al.,[49] terdiri atas *anisole, gallic acid, Propyl acetate, 3-hydroxybutanoic acid, Pterin-6-carboxylic acid, thymol, 12-methyl-E,E-2, 13-octadecadien-1-ol, 13-Heptadecyn-1-ol, behenic alcohol* dan *Phenol,2,20-methylene bis[6-(1,1-dimethyl ethyl)-4-methyl*. Senyawa-senyawa ini diduga secara bersama-sama memberikan efek larvasida terhadap larva nyamuk. Kemampuan aktivitas larvasida daun dan biji jarak dengan berbagai pelarut telah banyak dilaporkan. Aktivitas larvasida dari ekstrak air tanaman jarak terhadap *A.arabiensis* [50] dan *A. maculipennis* [51] telah dilaporkan. Selanjutnya Basheer [52] melaporkan ekstrak etil asetat daun dan ekstrak etanol biji jarak menunjukkan LC_{50} terendah selama periode paparan 24 jam terhadap larva *A. arabiensis*. Selanjutnya Sogan et al.[53] melaporkan ekstrak daun dan biji jarak menunjukkan kematian yang signifikan terhadap larva *A.culicifacies*.

3.7 Pepaya (*Carica papaya* Linn.)

Efikasi ekstrak daun dan biji pepaya dilaporkan memiliki kemampuan larvasida terhadap vektor nyamuk *Culex* [54–57]. Demikian pula efek toksik terhadap nyamuk *Aedes* [57–61]. Penelitian efikasi terhadap nyamuk *Anopheles* dilaporkan oleh Nafiâ dan Sulistyowati [26] menunjukkan ekstrak air biji pepaya efektif membunuh populasi larva *Anopheles*. Studi lain efikasi ekstrak n-heksan daun pepaya menunjukkan konsentrasi 2% merupakan fraksi dengan kemampuan larvasida tertinggi yang membunuh 95% larva *Anopheles sp.*[62]. Penelitian yang dilakukan

Selvan dan Durai [63] melaporkan beberapa tanaman, termasuk pepaya dapat dijadikan sebagai insektisida untuk mengontrol perkembangan larva nyamuk.

3.8 Sembukan (*Paederia foetida* Linn.)

Penelitian yang dilakukan Rollando dan Hariono [27] ekstrak daun sembukan memiliki akitivitas larvasida terhadap nyamuk *Anopheles* dan *Aedes*. Kemampuan toksisitas ini disebabkan adanya kerja senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya. Senyawa yang terkandung pada tanaman sembukan terdiri dari iridoid glikosida, sitosterol, alkaloid, tanin, fenol, terpenoid, asam askorbat, flavonoid, saponin, stigmasterol, asam D/L galakturonat dan minyak volatil [64–66]. Senyawa sitosterol dan stigmasterol memiliki kemampuan larvasida terhadap nyamuk *A.stephensi* [40]. Studi efek neurotoksik stigmasterol melalui penghambatan asetilkolin esterase bertanggung jawab atas kematian *C. quinquefasciatus* dan *A.aegypti* [67]. Jauh sebelum itu dilaporkan β -sitosterol daun *Abutilon indicum* menunjukkan toksisitas terhadap larva *A.anopheles* (LC_{50} =3,58 mg/l) [10].

3.9 Beri (*Glycosmis pentaphylla* Retz.)

Kandungan senyawa kimia ekstrak aseton daun beri diantaranya *cyclopropanecarboxylic acid, 2-methyl-, 2,6-di-T-butyl-4 methylphenyl ester* memiliki aktivitas insektisida. Tanaman beri memiliki aktivitas terhadap larva nyamuk genus *Anopheles*, *Culex* dan *Aedes* [22]. Penelitian dilakukan oleh Vignesh et al.[68] menunjukkan minyak esensial daun beri mempunyai bioaktivitas terhadap larva *A. stephensi* selama 24 sampai dengan 48 jam paparan dengan LC_{50} masing-masing 13,79 ppm dan 45,06 ppm. Aktivitas larvasida minyak esensial tersebut dapat dikaitkan dengan keberadaan senyawa *caryophyllene oxide, terpinene* dan *beta pinene* [68]. Studi penelitian tanaman beri terhadap nyamuk genus *Aedes* menunjukkan, ekstrak daun beri menggunakan pelarut petroleum eter memiliki aktivitas larvasida [69].

3.10 Terminalia chebula Retz

Studi *T. chebula* terhadap *Anopheles* dilaporkan oleh Veni et al.,[23]. Dalam studi tersebut ekstrak metanol daun *T. chebula*

memiliki kemampuan sebagai larvasida. Riset lain menunjukkan ekstrak kloroform daun *T. chebula* toksik terhadap larva *C. quinquefasciatus* dengan nilai LC_{50} sebesar 157,86 ppm [70]. Selanjutnya ekstrak air daging buah *T. chebula* memiliki efek larvasida terhadap larva *A. Aegypti* [71]. Tanaman *T. chebula* memiliki senyawa metabolit yang beragam, termasuk mengandung 32% tanin [72]. Tingginya kuantitas kandungan tanin diduga kuat memberikan efek larvasida terhadap vektor nyamuk, termasuk Anopheles. hal ini didasarkan pada mekanisme kerja tanin yang menonaktifkan enzim dan protein dalam tubuh larva [73]. Riset lain berhasil diisolasi senyawa luteolin dan etil galat dari buah *T. chebula* [74]. Penyelidikan saat ini mengungkapkan bahwa luteolin-7-O glukosida dari *Gutterda speciosa* memiliki aktivitas larvasida terhadap larva *A. Stephensi* pada periode paparan yang lebih tinggi 60 dan 72 jam dan pada konsentrasi yang lebih tinggi [75].

3.11 Srikaya (*Annona squamosa* Linn.)

Biji srikaya yang menggunakan pelarut air berhasil terdeteksi adanya senyawa flavonoid, leucoanthocyanes, triterpen, sterol tak jenuh, polifenol dan polisakarida, selain itu berbagai asam lemak diantaranya asam palmitat, asam oleat, asam linoleat diidentifikasi dalam ekstrak minyak srikaya [76]. Biji srikaya mengandung sejumlah besar asetogenin. Senyawa asetogenin dapat bertindak sebagai inhibitor kompleks I mitokondria [7]. Ekstrak petroleum eter daun srikaya dilaporkan memiliki aktivitas insektisida pada tiga spesies nyamuk yaitu *A. stephensi*, *C. quinquefasciatus* dan *A. aegypti* [77]. Penelitian yang dilakukan Ravaomanarivo et al., [76] melaporkan ekstrak air biji srikaya toksik terhadap nyamuk *C. quinquefasciatus*. Studi lain ekstrak biji srikaya memberikan efek toksik pada *A. aegypti* [78].

3.12 Bunga Tahi Ayam (*Tagetes erecta* Linn.)

Ekstrak metanol dan kloroform bunga tanaman bunga tahi ayam mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid [29]. Dalam studi yang sama ekstrak etanol dan kloroform bunga tahi ayam memiliki aktivitas larvasida terhadap nyamuk Anopheles dengan nilai LC_{50} masing-masing sebesar 40,073 ppm dan 120, 42 ppm [29]. Sebelumnya penelitian beberapa jenis tanaman termasuk bunga tahi

ayam menunjukkan efek larvasida *A. subpictus* kategori sedang setelah 24 jam paparan pada 1.000 ppm [79]. Studi lain ekstrak bunga tahi ayam mempunyai aktivitas larvasida terhadap nyamuk *A. aegypti* [80,81]. Demikian pula bunga tahi ayam toksik pada nyamuk *C. quinquefasciatus* [82]. Terbaru studi identifikasi senyawa *nematosida terthienyl (2,2':5',2''-rerthiophene)* dalam bunga tahi ayam [83]. Senyawa ini diduga memiliki efek larvasida, hal terkonfirmasi dari penelitian senyawa *terthienyl (2,2':5',2''-terthiophene)* yang terdapat minyak *T. minuta* bersifat fototoksik aktif terhadap nyamuk [84].

3.13 Mimba (*Azadirachta indica* Juss.)

Tanaman mimba merupakan tanaman yang terkenal memiliki kemampuan insektisida [85]. Studi efikasi tanaman mimba terhadap nyamuk *A. gambie* telah dilaporkan [86,87]. Studi selanjutnya menggunakan ekstrak berbeda dari bagian tanaman mimba efektif membunuh larva nyamuk *A. gambie* [87,88]. Studi terbaru dilaporkan bahwa minyak biji mimba menunjukkan kematian 100% larva *A. gambiae* tercatat dalam tiga hari pada 500 ppm [89], dan studi larvasida terhadap larva nyamuk genus *Aedes* [90-93]. Demikian pula studi larvasida terhadap nyamuk *Culex* [94]. Ekstrak biji mimba memiliki kemampuan larvasida terhadap vektor penyakit penting pada kesehatan masyarakat seperti malaria, filaria, demam berdarah dan demam kuning [94]. Hasil analisis GC-MS yang dilakukan oleh Manzano et al., [93] ekstrak daun mimba mengandung beberapa senyawa potensial sebagai larvasida yaitu pitol (14,24%), asam linolenik (4,07%) dan 2-furakarboksaldehid (6,29%). Senyawa-senyawa tersebut telah dilaporkan memiliki kemampuan insektisida. Dijelaskan oleh Manzano et al., [93] bahwa senyawa pitol yang di ekstrak dari daun *Lantara chamber*, *A. indica* dan *Ocimum gratissimum* memiliki sifat larvasida terhadap *A. aegypti* dan *C. quinquefasciatus*. Senyawa 2 furalkarboksaldehid memiliki toksik terhadap larva *Drosophila melanogaster* [95]. Demikian juga senyawa lemak asam linolenik toksik terhadap larva nyamuk *A. aegypti* [10].

4 Kesimpulan

Senyawa bioaktif tanaman dapat dijadikan alternatif pengendalian larva nyamuk Anopheles. Pemanfaatan bioaktif tanaman sebagai biolarvasida relatif aman terhadap lingkungan, murah secara ekonomis dan mudah diaplikasikan. Beberapa tanaman yang potensial untuk dikembangkan sebagai larvasida antara lain *Vitex negundo* Linn., *Lawsonia inermis* Linn., *Stachys byzantina* K.Koch., *Pithecellobium dulce* Bth., *Olex dissitiflora* Oliv., *Ipomea cairica* Linn., *Ricinnus communis* Linn., *Carica papaya* Linn., *Paederia foetida* Linn., *Glycosmis pentaphylla* Retz., *Terminalia chebula* Retz., *Annona squamosa* Linn., *Tagetes erecta* Linn. dan *Azadirachta indica* Juss. Ragam tanaman ini terbukti bersifat toksik terhadap vektor nyamuk Anopheles.

5 Daftar Pustaka

- [1] WHO. Malaria Factsheet No. 94, 2010. Geneva World Heal Organ 2010.
- [2] WHO. A global brief on vector-borne diseases. World Health Organization; 2014.
- [3] Garcia LS. Malaria. Clin Lab Med 2010;30:93-129. <https://doi.org/10.1016/j.cl.2009.10.001>.
- [4] Van den Bossche P, Coetzer JAW. Climate change and animal health in Africa. Rev Sci Tech 2008;27:551-62.
- [5] WHO. World malaria report 2016. Geneva PP - Geneva: World Health Organization; 2016.
- [6] Gautam K, Kumar P, Poonia S. Larvicidal activity and GC-MS analysis of flavonoids of *Vitex negundo* and *Andrographis paniculata* against two vector mosquitoes *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. J Vector Borne Dis 2013;50:171.
- [7] Das NG, Goswami D, Rabha B. Preliminary evaluation of mosquito larvicidal efficacy of plant extracts. J Vector Borne Dis 2007;44:145.
- [8] Shaalan EA-S, Canyon D, Younes MWF, Abdel-Wahab H, Mansour A-H. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. Environ Int 2005;31:1149-66.
- [9] Ghosh A, Chowdhury N, Chandra G. Plant extracts as potential mosquito larvicides. Indian J Med Res 2012;135:581.
- [10] Rahuman AA, Venkatesan P, Gopalakrishnan G. Mosquito larvicidal activity of oleic and linoleic acids isolated from *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad. Parasitol Res 2008;103:1383-90. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1146-6>.
- [11] Sukumar K, Perich MJ, Boobar LR. Botanical derivatives in mosquito control: a review. J Am Mosq Control Assoc 1991;7:210-37.
- [12] Cetin H, Erler F, Yanikoglu A. Larvicidal activity of a botanical natural product, AkseBio2, against *Culex pipiens*. Fitoterapia 2004;75:724-8.
- [13] S Mann R, E Kaufman P. Natural product pesticides: their development, delivery and use against insect vectors. Mini Rev Org Chem 2012;9:185-202.
- [14] Isman MB. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu Rev Entomol 2006;51:45-66.
- [15] Himeidan YE, Temu EA, El Rayah EA, Munga S, Kweka EJ. Chemical cues for malaria vectors oviposition site selection: challenges and opportunities. J Insects 2013;2013.
- [16] Ejeta D. Ethno-botanical survey of plants used for prevention against mosquito bites and control of malaria in Assosa District, Western Ethiopia. Int J Ethnobiol Ethnomed 2019;4:12.
- [17] AhbiRami R, Zuharah WF, Thiagaletchumi M, Subramaniam S, Sundarasekar J. Larvicidal efficacy of different plant parts of railway creeper, *Ipomoea cairica* extract against dengue vector mosquitoes, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Insect Sci 2014;14.
- [18] Fillinger U, Lindsay SW. Suppression of exposure to malaria vectors by an order of magnitude using microbial larvicides in rural Kenya. Trop Med Int Heal 2006;11:1629-42.
- [19] Tang LH, Gao Q, Tang LH, Gao Q. [Malaria Control and Elimination in China]. 2013.
- [20] Mavundza EJ, Maharaj R, Chukwujekwu JC, Finnie JF, Van Staden J. Larvicidal activity against *Anopheles arabiensis* of 10 South African plants that are traditionally used as mosquito repellents. South African J Bot 2013;88:86-9.
- [21] Wachira SW, Omar S, Jacob JW, Wahome M, Alborn HT, Spring DR, et al. Toxicity of six plant extracts and two pyridone alkaloids from *Ricinus communis* against the malaria vector *Anopheles gambiae*. Parasit Vectors 2014;7:312. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-312>.
- [22] Ramkumar G, Karthi S, Muthusamy R, Suganya P, Natarajan D, Kweka EJ, et al. Mosquitocidal effect of *Glycosmis pentaphylla* leaf extracts against three mosquito species (Diptera: Culicidae). PLoS One 2016;11:1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158088>.
- [23] Veni T, Pushpanathan T, Mohanraj J. Larvicidal and ovicidal activity of *Terminalia chebula*

- Retz.(Family: Combretaceae) medicinal plant extracts against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *J Parasit Dis* 2017;41:693-702.
- [24] Khanavi M, Vatandoost H, Dehaghi NK, Dehkordi AS, Sedaghat MM, Hadjiakhoondi A, et al. Larvicidal activities of some Iranian native plants against the main malaria vector, *Anopheles stephensi*. *Acta Med Iran* 2013;141-7.
- [25] Govindarajan M, Rajeswary M, Sivakumar R. Larvicidal & ovicidal efficacy of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Fabaceae) against *Anopheles stephensi* Liston & *Aedes aegypti* Linn. (Diptera: Culicidae). *Indian J Med Res* 2013;138:129-34.
- [26] Nafiã I, Sulistyowati S. Penggunaan Ekstrak Biji Pepaya (*Carica Papaya* L) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Anopheles* Dan *Aedes Aegypti* Instar III. *STIGMA J Mat dan Ilmu Pengetah Alam Unipa* 2014;7.
- [27] Rollando R, Hariono M. Larvicidal Activity of Ethanol Extract, N-hexane Fraction, Ethyl Acetate, and Methanol Extract From Stinkvine Leaf (*Paederia Foetida* L.) Against Larvae of *Aedes Aegypti* and *Anopheles* Instar III. *Maj Obat Tradis* 2016;21:137-42.
- [28] Ristiati NP, Dewi NPSR, Mulyadiharja S, Prastuti NWG. Toxicity of extract seeds custard apple (*Annona squamosa*) on mortality of mosquito larvae *Anopheles* sp. *J Biol Udayana* 2019;23:1. <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2019.v23.i01.p01>.
- [29] Rombot D V, Samuel MY. Bioaktivitas Larvasida Nyamuk *Anopheles* sp. Dari Ekstrak Bunga *Tagetes erecta* L. Yang Berasal Dari Kota Tomohon. *J Biomedik JBM* 2020;12:161-7.
- [30] Ejeta D, Asme A, Asefa A. Insecticidal effect of ethnobotanical plant extracts against *Anopheles arabiensis* under laboratory conditions. *Malar J* 2021;20:466. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-04004-6>.
- [31] Mathew N, Anitha MG, Bala TSL, Sivakumar SM, Narmadha R, Kalyanasundaram M. Larvicidal activity of *Saraca indica*, *Nyctanthes arbor-tristis*, and *Clitoria ternatea* extracts against three mosquito vector species. *Parasitol Res* 2009;104:1017-25.
- [32] Jang Y-S, Kim M-K, Ahn Y-J, Lee H-S. Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *J Appl Biol Chem* 2002;45:131-4.
- [33] Simmonds MSJ. Flavonoid-insect interactions: recent advances in our knowledge. *Phytochemistry* 2003;64:21-30. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(03\)00293-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(03)00293-0).
- [34] Perumalsamy H, Jang MJ, Kim J-R, Kadarkarai M, Ahn Y-J. Larvicidal activity and possible mode of action of four flavonoids and two fatty acids identified in *Millettia pinnata* seed toward three mosquito species. *Parasitol Vectors* 2015;8:1-14.
- [35] Kannathasan K, Senthilkumar A, Venkatesalu V, Chandrasekaran M. Larvicidal activity of fatty acid methyl esters of *Vitex* species against *Culex quinquefasciatus*. *Parasitol Res* 2008;103:999-1001. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1078-1>.
- [36] Harada K, Suomalainen M, Uchida H, Masui H, Ohmura K, Kiviranta J, et al. Insecticidal compounds against mosquito larvae from *Oscillatoria agardhii* strain 27. *Environ Toxicol An Int J* 2000;15:114-9.
- [37] Al-Snafi AE. A review on *Lawsonia inermis*: A potential medicinal plant. *Int J Curr Pharm Res* 2019;11:1-13.
- [38] Dass K, Mariappan P. Larvicidal activity of *Lawsonia inermis* and *Murraya exotica* leaves extract on filarial vector, *Culex quinquefasciatus*. *Int J Mosq Res IJMR* 2014;1:25-7.
- [39] Bakhshi H, Abai MR, Amin G, Zolfi R, Pirmohammadi M, Bakhshi A, et al. Larvicidal Properties of Botanical Extracts of &#x26;Lawsonia inermis&#x26; against &#x26;Anopheles stephensi&#x26;. *Adv Infect Dis* 2014;04:178-85. <https://doi.org/10.4236/aid.2014.44025>.
- [40] Ghosh A. Efficacy of phytosterol as mosquito larvicide. *Asian Pacific J Trop Dis* 2013;3:252.
- [41] Devarakonda R. REVIEW OF LITERATURE : PHYTO PHARMACOLOGICAL STUDIES ON *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*. *J Glob Trends Pharm Sci Rev* 2019;9:5.
- [42] Kulkarni K V, Jamakhandi VR. Medicinal uses of *Pithecellobium dulce* and its health benefits. *J Pharmacogn Phytochem* 2018;7:700-4.
- [43] Gabetta B, Martinelli EM, Mustich G. Plants of Mozambique. V. Triterpenes of *Oxalis dissitiflora*. *Fitoterapia* 1974.
- [44] Mavundza EJ, Chukwujekwu JC, Maharaj R, Finnie JF, Van Heerden FR, Van Staden J. Identification of compounds in *Oxalis dissitiflora* with larvacidal effect against *Anopheles arabiensis*. *South African J Bot* 2016;102:1-3.
- [45] Ishak AR, Dom NC, Hussain H, Sabri NH. Biolarvacidal Potential of *Ipomoea cairica* Extracts Against Key Dengue Vectors. *Procedia-Soc Behav Sci* 2014;153:180-8. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.052>.
- [46] Thomas TG, Rao S, Lal S. Mosquito larvicidal properties of essential oil of an indigenous plant, *Ipomoea cairica* Linn. *Jpn J Infect Dis* 2004;57:176-7.

- [47] Samuel L, Lalrotluanga, Muthukumaran RB, Gurusubramanian G, Senthilkumar N. Larvicidal activity of *Ipomoea cairica* (L.) Sweet and *Ageratina adenophora* (Spreng.) King & H. Rob. plant extracts against arboviral and filarial vector, *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Exp Parasitol* 2014;141:112-21. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2014.03.020>.
- [48] Mathivanan T, Govindarajan M, Elumalai K, Krishnappa K, Ananthan A. Mosquito larvicidal and phytochemical properties of *Ervatamia coronaria* Stapf.(Family: Apocynaceae). *J Vector Borne Dis* 2010;47:178-80.
- [49] Waris M, Nasir S, Abbas S, Azeem M, Ahmad B, Khan NA, et al. Evaluation of larvicidal efficacy of *Ricinus communis* (Castor) and synthesized green silver nanoparticles against *Aedes aegypti* L. *Saudi J Biol Sci* 2020;27:2403-9. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.025>.
- [50] Elimam AM, Elmaliq KH, Ali FS. Larvicidal, adult emergence inhibition and oviposition deterrent effects of foliage extract from *Ricinus communis* L. against *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in Sudan. *Trop Biomed* 2009;26:130-9.
- [51] Aouinty B, Oufara S, Mellouki F, Mahari S. Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (. BASE 2006.
- [52] Basheer AGM. *Ricinus communis* (CASTOR) as larvicide on *Anopheles arabiensis* Patton. *International J Adv Pharmacy, Biol Chem* 2014;3:319-28.
- [53] Sogan N, Kapoor N, Singh H, Kala S, Nayak A, Nagpal BN. Larvicidal activity of *Ricinus communis* extract against mosquitoes. *J Vector Borne Dis* 2018;55:282-90. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.256563>.
- [54] Rawani A, Ghosh A, Laskar S, Chandra G. Aliphatic amide from seeds of *Carica papaya* as mosquito larvicide, pupicide, adulticide, repellent and smoke toxicant. *J Mosq Res* 2012;2.
- [55] Ravichandran R, Thangaraj D, Alwarsamy M. Antimosquito activity of leaf extract of neem (*Melia azedarach*) and papaya (*Carica papaya*) detected against the larvae *Culex quinquefasciatus*. *Int J Innov Res Sci Eng Technol* 2014;3:11928-32.
- [56] Valiant M, Soeng S, Tjahjani S. Efek Infusa Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Larva Nyamuk *Culex* sp. *Maranatha J Med Heal* 2010;9:151364.
- [57] Chandrasekaran R, Seetharaman P, Krishnan M, Gnanasekar S, Sivaperumal S. *Carica papaya* (Papaya) latex: a new paradigm to combat against dengue and filariasis vectors *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *3 Biotech* 2018;8:1-10.
- [58] Ilham R, Lelo A, Harahap U, Widyawati T, Siahaan L. The effectivity of ethanolic extract from papaya leaves (*Carica papaya* L.) as an alternative larvicide to *Aedes* spp. *Open Access Maced J Med Sci* 2019;7:3395.
- [59] Malathi P, Vasugi SR. Evaluation of mosquito larvicidal effect of *Carica Papaya* against *Aedes Aegypti*. *Int J Mosq Res* 2015;2:21-4.
- [60] Kovendan K, Murugan K, Naresh Kumar A, Vincent S, Hwang J-S. Bioefficacy of larvicidal and pupicidal properties of *Carica papaya* (Caricaceae) leaf extract and bacterial insecticide, spinosad, against chikungunya vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2012;110:669-78.
- [61] Hayatie L, Biworo A, Suhartono E. Aqueous Extracts of Seed and Peel of *Carica papaya* gainst *Aedes Aegypti*. *J Med Bioeng Vol* 2015;4.
- [62] Anwar C, Febriyanto F, Dalilah D. Papaya Leaf (*Carica papaya* L.) Active Fraction Effective as Bioinsecticide Against *Anopheles* species (Diptera: Culicidae) Larva Invitro Study. *Biosci Med J Biomed Transl Res* 2018;2:1-11.
- [63] Selvam JP, Durai M. PHYTOCHEMICAL ANALYSIS AND ANTILARVICIDAL ACTIVITY OF AQUEOUS, ACETONE AND ETHANOL EXTRACTS OF SELECTIVE MEDICINAL PLANTS FROM TIRUCHIRAPPALLI DISTRICT AGAINST ANOPHELES LARVAE. 2018.
- [64] Steinmetz EF. *Paederia foetida*. *Q J Crude Drug Res* 1961;1:133-44.
- [65] Kumar V, Singh UP, Bhatt HR, Zaman K, Ali M. Isolation of new racemic sugar (D/L galacturonic acid) from leaves of *Paederia foetida* Linn. *Nat Preced* 2011:1.
- [66] Upadhyaya S. Screening of phytochemicals, nutritional status, antioxidant and antimicrobial activity of *Paederia foetida* Linn. from different localities of Assam, India. *J Pharm Res* 2013;7:139-41.
- [67] Gade S, Rajamanikyam M, Vadlapudi V, Nukala KM, Aluvala R, Giddigari C, et al. Acetylcholinesterase inhibitory activity of stigmaterol & hexacosanol is responsible for larvicidal and repellent properties of *Chromolaena odorata*. *Biochim Biophys Acta (BBA)-General Subj* 2017;1861:541-50.
- [68] Vignesh A, Elumalai D, Rama P, Elangovan K, Murugesan K. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of

- Glycosmis pentaphylla (Retz.) against three mosquito vectors. *Int J Mosq Res* 2016;3:62-7.
- [69] Misvar Ali, K., MityThambi, Tom Cherian, Sunaina Jamal K and ATJ. A Preliminary Study On Larvicidal Efficacy Of Three Traditional Medicinal Plants Against Dengue Vector, *Aedes Aegypti*. *Int J Curr Res* 2015;7:18406-9.
- [70] Sathya Narayanan PC, Kalpana Devi R, Pushpalatha M, Raveen R, Lingathurai S. Bio-Efficacy of Terminalia chebula Retz.(Combretaceae) against Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). *Int J Curr Res Biosci Plant Biol* 2014;1:41-9.
- [71] Swargiary A, Daimari M, Roy M, Haloi D, Ramchiary B. Evaluation of phytochemical properties and larvicidal activities of Cynodon dactylon, Clerodendrum viscosum, Spilanthes acmella and Terminalia chebula against *Aedes aegypti*. *Asian Pac J Trop Med* 2019;12:224.
- [72] Muhammad S, Khan BA, Akhtar N, Mahmood T, Rasul A, Hussain I, et al. The morphology, extractions, chemical constituents and uses of Terminalia chebula: A review. *J Med Plants Res* 2012;6:4772-5.
- [73] Sudjari IA, Telussa AS. Pengaruh Dekok Daun Mint (*Mentha arvensis* var *javanica*) Sebagai Larvasida Nabati Nyamuk Anopheles sp di Pantai Balekambang, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang. Fakultas Pendidikan Kedokteran Universitas Brawijaya: Malang. 2005 [Cited 2012 May 10] 2008.
- [74] Klika KD, Saleem A, Sinkkonen J, Kähkönen M, Lopenen J, Tähtinen P, et al. The structural and conformational analyses and antioxidant activities of chebulinic acid and its thrice-hydrolyzed derivative, 2, 4-chebuloyl- β -D-glucopyranoside, isolated from the fruit of Terminalia chebula. *Arkivoc* 2004;7:83e105.
- [75] Jayanthi C, Merina AJ. Bactericidal and mosquito larvicidal activity of luteolin - 7 - o - glucoside from the flowers guttered speciosa 2015:81-2.
- [76] Ravaomanarivo LHR, Razafindraleva HA, Raharimalala FN, Rasoahantaveloniaina B, Ravelonandro PH, Mavingui P. Efficacy of seed extracts of *Annona squamosa* and *Annona muricata* (Annonaceae) for the control of *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* (Culicidae). *Asian Pac J Trop Biomed* 2014;4:798-806.
- [77] Kaushik R, Saini P. Growth inhibiting effects of *Annona squamosa* leaf extract on vector mosquitoes. *J Exp Zool India* 2009;12:395-8.
- [78] Romianingsih NPW, Muderawan IW, Tika IN. LARVICIDAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT OF SUGAR APPLE (ANNONA SQUAMOSA) SEEDS AGAINST AEDES AEGYPTI. *Wahana Mat dan Sains J Mat Sains, dan Pembelajarannya* 2017;9:20-4.
- [79] Elango G, Rahuman AA, Bagavan A, Kamaraj C, Zahir AA, Venkatesan C. Laboratory study on larvicidal activity of indigenous plant extracts against *Anopheles subpictus* and *Culex tritaeniorhynchus*. *Parasitol Res* 2009;104:1381-8.
- [80] Wardani IGA, Santoso P, Cahyaningsih E. Efektivitas Sediaan Granul Bunga Gumitir (*Tagetes Erecta* L) Sebagai Larvasida *Aedes Aegypti*. *J Ilm Medicam* 2018;4:123-7.
- [81] Marques MMM, Morais SM, Vieira IGP, Vieira MGS, Raquel A, Silva A, et al. Larvicidal activity of *Tagetes erecta* against *Aedes aegypti*. *J Am Mosq Control Assoc* 2011;27:156-8. <https://doi.org/10.2987/10-6056.1>.
- [82] Nikkon F, Habib MR, Saud ZA, Karim MR. *Tagetes erecta* Linn. and its mosquitocidal potency against *Culex quinquefasciatus*. *Asian Pac J Trop Biomed* 2011;1:186-8. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60024-5](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60024-5).
- [83] Zannah NS, Cahyana AH, Saefumillah A. Analysis of α -terthienyl (2, 2': 5', 2''-terthiophene) in Indonesian *Tagetes erecta* flower by HPLC and LC-MS/MS. *AIP Conf. Proc.*, vol. 2374, AIP Publishing LLC; 2021, p. 40007.
- [84] Broussalis AM, Ferraro GE, Martino VS, Pinzón R, Coussio JD, Alvarez JC. Argentine plants as potential source of insecticidal compounds. *J Ethnopharmacol* 1999;67:219-23.
- [85] Wandscheer CB, Duque JE, da Silva MAN, Fukuyama Y, Wohlke JL, Adelman J, et al. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon* 2004;44:829-35.
- [86] Ziba MM. Preliminary laboratory trial of Neem on anopheles and culex larvae in Zambia. *Cent Afr J Med* 1995;41:137-8.
- [87] Okumu FO, Knols BGJ, Fillinger U. Larvicidal effects of a neem (*Azadirachta indica*) oil formulation on the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Malar J* 2007;6:1-8.
- [88] Howard AF V, Adongo EA, Hassanali A, Omlin FX, Wanjoya A, Zhou G, et al. Laboratory evaluation of the aqueous extract of *Azadirachta indica* (neem) wood chippings on *Anopheles gambiae* ss (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *J Med Entomol* 2009;46:107-14.
- [89] Ayinde AA, Morakinyo OM, Sridhar MKC. Repellency and larvicidal activities of *Azadirachta indica* seed oil on *Anopheles gambiae* in Nigeria. *Heliyon* 2020;6:e03920.
- [90] Nicoletti M, Serafini M, Aliboni A, D'Andrea A, Mariani S. Toxic effects of neem cake extracts on *Aedes albopictus* (Skuse) larvae. *Parasitol Res* 2010;107:89-94.

- [91] Maheswaran R, Ignacimuthu S. A novel herbal formulation against dengue vector mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Parasitol Res* 2012;110:1801-13.
- [92] Silapanuntakul S, Keanjoom R, Pandii W, Boonchuen S, Sombatsiri K. Efficacy of Thai neem oil against *Aedes aegypti* (L.) larvae. *Southeast Asian J Trop Med Public Heal* 2016;47:410-5.
- [93] Manzano P, García OV, Malusín J, Villamar J, Quijano M, Viteri R, et al. Larvicidal activity of ethanolic extract of *Azadirachta indica* against *Aedes aegypti* larvae. *Rev Fac Nac Agron Medellín* 2020;73:9315-20.
- [94] Dua VK, Pandey AC, Raghavendra K, Gupta A, Sharma T, Dash AP. Larvicidal activity of neem oil (*Azadirachta indica*) formulation against mosquitoes. *Malar J* 2009;8:1-6.
- [95] Miyazawa M, Anzai J, Fujioka J, Isikawa Y. Insecticidal compounds against *Drosophila melanogaster* from *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc. *Nat Prod Res* 2003;17:337-9.