

## Larvicidal Effect of Methanol Extract from Soursop Leaves Against 3rd Instar Larvae of *Culex* Sp. Mortality

Ni Putu Maitri Vidya Cita Riesky<sup>1\*</sup>, Syamsul Bahri<sup>1</sup>, Lalu Japa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biology Education Program Study, Faculty of Teacher Training and Education, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

### Article History

Received : October 21<sup>th</sup>, 2022

Revised : November 20<sup>th</sup>, 2022

Accepted : December 01<sup>th</sup>, 2022

\*Corresponding Author:

**Ni Putu Maitri Citra Riesky**,  
Fakultas Keguruan dan Ilmu  
Pendidikan, Universitas Mataram,  
Mataram, Indonesia;

Email:

[syamsulsalihu@yahoo.co.id](mailto:syamsulsalihu@yahoo.co.id)

**Abstract:** The *Culex* genus is widely distributed in Indonesia. It is responsible for disrupting and interfering of human daily activities and also transmitting some diseases for human. Vector control strategies normally involve the use of synthetic larvicide however excessive use causes adverse effect on environmental quality and resistance to larvae. Thus, extract from soursop (*Annona muricata* L.) leaves may be an alternative sources of larval control agents. The present study reveals the larvicidal effect of methanol extract from soursop leaves against 3<sup>rd</sup> instar larvae of *Culex* sp. mortality. Experimental method with Completely Randomized Design (CRD) consisting of 6 treatments (0 ppm, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm and 2000 ppm) and 4 replications was carried out with *Culex* sp. 3<sup>rd</sup> instar larvae and the larval mortality was recorded after 48 hours since the exposure. Data were analyzed using one way ANOVA which was continued by Tukey HSD and followed by Probit analyze to determine  $LC_{50}$  and  $LC_{90}$ . The results showed that the methanol extract of soursop leaves exhibited significant larvicidal activity with  $LC_{50}$  and  $LC_{90}$  values are 586,099 and 2119,645 ppm. The highest concentration increases the mortality rate of larvae. In conclusion, the soursop leaves methanol extract has a larvicide effect on the 3<sup>rd</sup> larvae of *Culex* sp.

**Keywords:** culex; larvicide; mortality; soursop leaves

### Pendahuluan

Nyamuk adalah serangga penghisap darah yang paling mengganggu dan perantara pembawa parasit yang merugikan bagi kesehatan manusia. Hal ini disebabkan karena nyamuk berperan sebagai vektor segala penyakit antara lain demam berdarah filariasis, malaria, Ciqungunya, *Japanese encephalitis* dan sebagainya (Amirulah *et al.*, 2019). *Culex* sp termasuk genus nyamuk yang dikenal sebagai vektor penular penyakit arbovirus, filariasis dan malaria (Ahdiyah dan Purwani, 2015). Penyebaran genus *Culex* paling luas di Indonesia, tidak terkecuali di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

Nyamuk *Culex* adalah genus yang paling banyak ditemukan setelah nyamuk *Aedes* ditiap kelurahan Kecamatan Sandubaya, Kota Mataram (Bagaskara, 2018). Informasi serupa juga

disampaikan dalam hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmah *et al* (2019) di Desa Kekeri, Kecamatan Gunung Sari, Lombok Barat dimana dalam penelitiannya ditemukan 6 jenis nyamuk yaitu *C. quinquefasciatus*, *C. tritaeniorhynchus*, *C. bitaeniorhynchus*, *C. sitiens*, *A. aegypti*, dan *M. uniformis* dengan nilai IKR spesies nyamuk tertinggi pada kawasan perumahan berasal dari genus *Culex*. Tingginya sebaran dan jumlah nyamuk dari genus ini pada daerah perumahan mengindikasikan adanya ancaman penyakit yang ditularkan.

Temepos adalah larvasida sintentik yang sangat efektif dalam membunuh larva nyamuk, namun penggunaannya yang terus berulang-ulang dapat menimbulkan efek samping pada manusia seperti gangguan pencernaan dan gangguan pernafasan (Ahmad dan Adriyanto, 2019). Selain itu penggunaan pestisida sintetik secara terus menerus akan menimbulkan

pencemaran lingkungan, kematian berbagai makhluk hidup lain dan menyebabkan hama pengganggu atau larva nyamuk menjadi resisten, bahkan dapat menyebabkan mutasi gen pada spesies ini. Pestisida sintetik bersifat bioaktif, mengandung bahan kimia yang sukar mengalami degradasi di alam sehingga residunya dapat mencemari lingkungan bahkan menurunkan kualitas lingkungan (Schutterer dalam Elena 2006 dalam Susanti *et al.*, 2015).

Larvasida/insektisida nabati dapat dibuat dengan bahan yang bersumber dari daun, biji, kulit batang dan buah yang mengandung senyawa kimia aktif (Hidayati dan Suprihatini, 2020). Hasil penapisan fitokimia yang dilakukan oleh Junaidi *et al* (2016) memperoleh bahwa ekstrak kasar metanol daun sirsak mengandung flavonoid, alkaloid, glikosida, fenolik, triterpenoid/steroid dan saponin. Kandungan senyawa kimia tersebut memiliki aktivitas sebagai larvasida. Selain itu daun sirsak mengandung Kandungan senyawa *annonaceus acetogenin* yang diketahui mempunyai efek insektisida, repelant dan antifeedant yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut (Kardinan, 2002). Oleh sebab itu penelitian ini ditujukan untuk mencari tahu apakah efek larvasida ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva *Culex* sp. Instar III.

## Metode Penelitian

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2021. Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi diantaranya pembuatan ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biologi, FKIP, Universitas Mataram. Rearing larva dan pengujian ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap larva *Culex* sp. dilakukan di rumah peneliti pada ruangan berukuran 2x4 m dengan kondisi ruangan dibuat steril seperti di laboratorium.

### Ekstraksi metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.)

Daun sirsak yang digunakan adalah daun tua dan muda yang terlebih dahulu dibersihkan dengan air kemudian dikeringkan dengan cara

diinginkan. Setelah itu daun dipotong kecil-kecil dan diblender hingga menjadi bubuk simplisia kemudian ditimbang sebanyak 100 gr lalu dimaserasi dengan pelarut metanol sebanyak 1000 ml selama 3x24 jam. Hasil rendaman disaring selanjutnya diuapkan dengan *rotary evaporatory* hingga metanol menguap dan diperoleh ekstrak kental.

### Rearing larva nyamuk *Culex* sp.

Pemasangan *ovitrap* dilakukan hingga diperoleh larva nyamuk *Culex* sp.. Kemudian dimasukkan ke dalam kandang pembiakan yang sudah didesain dengan ukuran 40 cm x 40 cm hingga larva berubah menjadi nyamuk dewasa. Nyamuk jantan diberi pakan larutan sukrosa sedangkan nyamuk betina betina diberi pakan berupa pemberian darah (*blood feeding*). Wadah tempat nyamuk bertelur dimasukkan ke dalam kandang hingga telur nyamuk diperoleh dan dipelihara hingga berkembang mencapai larva instar III. Selama perkembangannya larva diberi pakan berupa rebusan hati ayam dan pellet ikan. Alasan memilih larva instar III karena ukurannya sudah cukup besar sehingga mudah untuk diidentifikasi serta larva instar III merupakan sampel penelitian yang menjadi standar dari WHO (Kurnia dan Astuti, 2019).

### Uji pendahuluan

Uji pendahuluan bertujuan untuk mencari konsentrasi yang nantinya dijadikan sebagai acuan pembuatan konsentrasi yang digunakan pada uji lanjutan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari 5 varian larutan konsentrasi yaitu 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm dan 0 ppm (Kontrol) dengan volume 100 ml. Kemudian 20 larva *Culex* sp. dipaparkan ke dalam larutan tersebut selama 48 jam kemudian dihitung jumlah larva yang mati. Hasil uji pendahuluan diuji dengan uji probit untuk mencari LC<sub>50</sub> untuk dijadikan acuan untuk menentukan tingkat konsentrasi yang digunakan selanjutnya pada uji lanjutan. Alasan penggunaan LC<sub>50</sub> adalah karena konsentrasi ini merupakan batasan tengah dimana masih dapat memberikan efek terapi sekaligus efek toksik dari ekstrak uji (Kuncoro, 2013).

### Uji lanjutan

Penentuan konsentrasi larutan uji lanjutan didapatkan setelah melakukan uji pendahuluan. Adapun perlakuan yang digunakan terdiri dari 6 varian larutan konsentrasi yaitu 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm dan 0 ppm (kontrol) dengan 100 ml. Kemudian 20 larva *Culex* sp. dipaparkan ke dalam larutan tersebut selama 48 jam pada suhu ruang dengan sebanyak 4 kali replikasi.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) sedangkan variabel terikat adalah larva nyamuk *Culex* sp. instar III. Data kematian/mortalitas larva yang terkumpul selanjutnya dianalisis statistik menggunakan program komputer *SPSS 25.00 for software*. Analisa statistik dilakukan

dengan uji normalitas dan homogenitas, uji Analisis Varians (*ANOVA*) *One Way*, uji Tukey HSD (*Honest Significance Difference*) dan uji Probit.

## Hasil dan Pembahasan

### Uji pendahuluan

Data hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi 500 ppm mampu membunuh sebagian 55% rerata larva. Selain itu, hasil uji pendahuluan tersebut kemudian di analisis untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  menggunakan analisis probit dan diperoleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 1297,851 ppm. Hal ini menjadi dasar penentuan dalam membuat varian konsentrasi pada uji lanjutan. Hasil rerata mortalitas larva serta hasil uji probit disajikan pada Tabel 1.

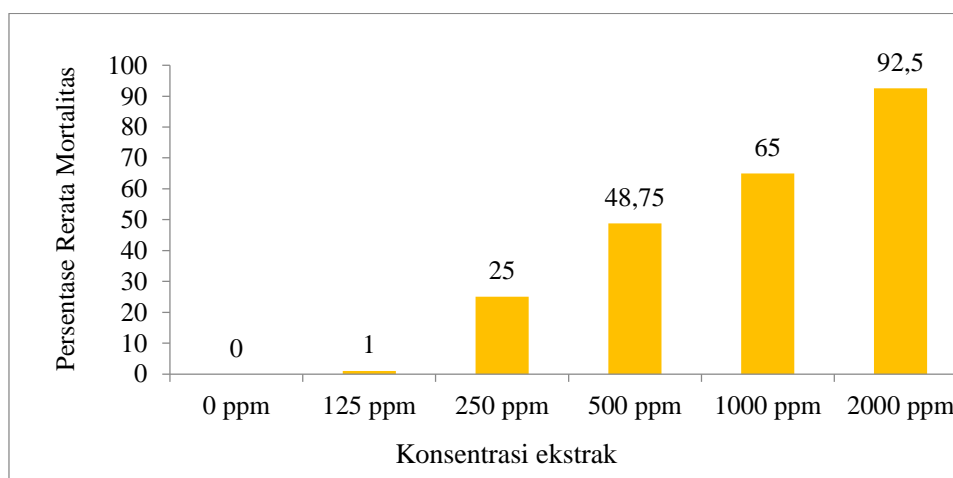
**Tabel 1.** Persentase mortalitas larva *Culex* sp. akibat pemberian ekstrak metanol daun sirsak selama 48 jam

No	Konsentrasi (PPM)	$\Sigma$ Larva Uji	Pengulangan (r)		rerata kematian	Kematian larva (%)	Nilai LC (Lethal of Concentration)
			1	2			
1.	0	20	0	1	0,50	2,50	$LC_{50} = 1297,85$
2.	500	20	14	8	11,00	55,00	
3.	1000	20	15	12	13,50	67,50	
4.	1500	20	18	15	16,50	82,50	$LC_{90} = 2310,08$
5.	2000	20	19	18	18,50	92,50	

### Uji lanjutan

Hasil uji lanjutan aktivitas ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* Linn.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Culex* instar III dalam waktu pemaparan ekstrak selama 48 jam.

Peningkatan mortalitas larva terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak (Gambar 1). Varian konsentrasi yang memiliki angka mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi 2000 ppm.



**Gambar 1.** Mortalitas larva *Culex* sp. akibat pemberian ekstrak metanol daun sirsak selama 48 jam uji lanjutan

Data selanjutnya di analisis menggunakan uji One-Way ANOVA untuk mencari tahu apakah ada perbedaan nyata di antara kelompok perlakuan. Persyaratan uji ANOVA sebaran data harus dalam keadaan terdistribusi dengan normal dan homogen oleh sebab itu dilakukan

terlebih dahulu uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogen menggunakan uji *Levene test*. Hasil uji *Kolmogorova-Smirnov* dan uji *Levene test* menunjukkan bahwa sebaran data terdistribusi dengan normal dan homogen (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil uji normalitas dan homogenitas

No		P	Keterangan
1.	Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov )	0,200 (p > 0,05)	Data Terdistribusi Normal
2.	Uji Homogenitas (Levene test)	0,144 (p > 0,05)	Varian Data Homogen

Data yang diperoleh terdistribusi dengan normal dan homogen maka selanjutnya dilakukan uji *One-Way ANOVA* (Tabel 3). Nilai sig (*p*)  $0,00 < 0,05$  yang diartikan secara statistik bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Nilai tersebut

menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan terhadap kematian larva *Culex sp.* diantara pasangan kelompok perlakuan varian ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata L.*).

**Tabel 3.** Hasil uji *One-Way ANOVA*

No	Hasil	Sum of Square	Df	Mean square	F	Sig
1.	Between Groups	989,208	5,000	197,842	163,731	<0,001
2.	Within Groups	21,750	18,000	1,208		
3.	Total	1010,958	23,000			

Uji lanjutan perlu dilakukan untuk mengetahui minimal sepasang kelompok varian konsentrasi ekstrak yang berbeda nyata yang menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Culex sp.* Uji lanjutan dilakukan dengan menggunakan uji *Tukey HSD (Honest Significance Difference)* yang disajikan pada Tabel 4. Hasil uji lanjut menunjukkan adanya perbedaan signifikan diantara kelompok perlakuan satu dengan lainnya kecuali diantara kelompok perlakuan 0 ppm dan 125 ppm. Tidak adanya perbedaan signifikan di antara varian konsentrasi 125 ppm terhadap konsentrasi 0 ppm (kontrol) dapat dilihat dari nilai signifikansi yang kurang dari 0,05 ( $P > 0,05$ ).

Nilai tersebut menunjukkan varian konsentrasi 125 ppm memiliki aktivitas yang setara dengan 0 ppm (kontrol) sehingga dapat dikatakan varian konsentrasi tersebut tidak efektif untuk dijadikan sebagai larvasida. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kelima konsentrasi lainnya yaitu konsentrasi 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm dan 2000 ppm lebih efektif dibandingkan dengan konsentrasi 125 ppm karena memiliki aktivitas larvasida yang lebih baik. Selanjutnya ditentukan nilai  $LC_{50}$  ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata L.*) dengan analisis uji probit (Tabel 5).

**Tabel 4.** Hasil uji *Tukey HSD*

No	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata mortalitas/notasi Tukey HSD
1.	0	0,00 <sup>a</sup>
2.	125	2,00 <sup>ab</sup>
3.	250	5,00 <sup>c</sup>
4.	500	9,75 <sup>d</sup>
5.	1000	13,00 <sup>e</sup>
6.	2000	18,50 <sup>f</sup>

Uji probit bertujuan untuk mengukur tingkat varian konsentrasi yang dibutuhkan dalam membunuh 50% dan 90% larva nyamuk *Culex* sp. Hasil analisis uji probit menunjukkan bahwa konsentrasi 586,009 ppm dan 2119,645 ppm dapat membunuh populasi 50% dan 90% (Tabel 5). Hal ini berbeda dengan penelitian sejenis yang dilakukan Kewa *et al* (2020) mendapatkan nilai  $LC_{50}$  sebesar 0,736 % apabila dikonversi ke ppm maka sebesar 7360 ppm. Menurut Sumihe *et al* (2014) bahwa semakin kecil nilai  $LC_{50}$  dari suatu sampel maka senyawa bioaktifnya juga semakin tinggi.

Uji larvasida pada suatu senyawa dikatakan aktif pada konsentrasi  $LC_{50}$  maksimal

1000 ppm, jika harga  $LC_{50} \leq 30$  ppm dikatakan sangat toksik,  $LC_{50} \leq 1000$  ppm dikatakan toksik, sedangkan senyawa dikatakan tidak toksik jika mempunyai nilai  $LC_{50} \geq 1000$  (Supriadin, 2017). Oleh sebab itu, ekstrak metanol daun sirsak (*Annona Muricata* L.) dapat berpotensi untuk dijadikan sebagai larvasida terhadap mortalitas larva *Culex* sp. sebab memiliki nilai  $LC_{50} > 1000$  ppm. Hal ini mengindikasikan ekstrak tersebut memiliki efek untuk membunuh larva nyamuk *Culex* sp. Selain itu, berada di bawah standar pengamatan WHO dimana waktu maksimal yang efektif untuk membunuh larva uji adalah 4320 menit atau 72 jam.

**Tabel 5.** Hasil uji Probit

No	Lethal Concentration	48 jam		
		Estimate (ppm)	lower bound (ppm)	upper bound (ppm)
1	$LC_{50}$	586,099	358,316	775,505
2	$LC_{90}$	2119,645	1650,96	3178,086

## Pembahasan

Larva *Culex* sp. yang ditemukan pada ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) yang diakibatkan oleh senyawa metabolit sekunder. Larva yang mengalami mortalitas setelah diberi ekstrak selama 48 jam teramati mengalami perubahan morfologi berupa penyusutan ukuran tubuh, warna larva pucat dan terjadi kerusakan pada segmen badan dan terdapat bagian tubuh yang tidak utuh dan terlepas. Mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi tinggi, dimana semakin pekat konsentrasi maka semakin banyak senyawa metabolit sekunder yang berkontak dengan larva *Culex* sp (Gambar 1). Ekstrak daun sirsak mengandung senyawa acetogenin yang menyebabkan kematian larva karena bersifat tosisitas tinggi (Khaer dan Ekawardana, 2017).

Senyawa toksik apabila masuk ke dalam larva menyebabkan terjadinya penurunan lajut pertumbuhan. Hal ini menyebabkan larva tidak dapat bertahan hidup. Senyawa metabolit sekunder lainnya yang bersifat toksik ditemukan pada ekstrak metanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) antara lain alkaloid, tanin, saponin dan tanin (Pramadya dan Hendrayana, 2020).

Falvonoid berperan untuk menghambat sistem pernapasan larva *Culex* sp yang disebut siphon. Molekul flavonoid masuk ke dalam tubuh larva melalui membran siphon dan merusak membran siphon dengan memutuskan ikatan fosfolipidnya (Fantin *et al.*, 2019).

Pecahnya membran sel inilah yang menyebabkan kematian sel (akibatnya larva akan kekurangan pasokan oksigen sehingga warna tubuh larva berubah menjadi pucat (Oktiansyah *et al.*, 2020). Kerusakan pada membran siphon ini menyebabkan terganggunya penyerapan oksigen. Selain itu, flavonoid juga menghambat kerja enzim ATPase yang menyebabkan larva mengalami kekurangan pasokan energi sehingga mengalami kelumpuhan pada organ pernapasan (Semwal *et al.*, 2016; Neupane *et al.*, 2018).

Saponin menghambat sekresi enzim pencernaan sehingga menyebabkan proses pencernaan terganggu (Ishaaya, 1986 dalam Roopashree dan Naik, 2019). Gangguan pencernaan pada usus larva mengakibatkan penyerapan makanan terhambat sehingga mengurangi tingkat pertumbuhan larva (Roopashree dan Naik, 2019). Selain itu, saponin dapat mengganggu perkembangan dan gangguan pergantian kulit pada larva (*moulting*) sehingga

larva tidak akan mampu berkembang ke stadium selanjutnya (Kartikasari dan Novitasari, 2018). Kehadiran saponin di dalam tubuh larva dapat mengganggu proses metamorfosis. Hal ini disebabkan saponin dapat mengikat sterol bebas yang terdapat pada perut larva dengan membentuk senyawa kompleks yang tidak terlarut mengakibatkan penyerapan sterol oleh hemolimfe berkurang.

Gangguan penyerapan ini akan menghentikan larva dalam proses sintesis steroid dan hormon molting sehingga pertumbuhan dan perkembangan larva terganggu (Wahyuni *et al.*, 2014). Mekanisme senyawa alkaloid sebagai larvasida berpengaruh pada sistem saraf pusat serangga dengan bekerja sebagai reseptor pada beberapa neuronstransmitter untuk memprovokasi gerakan otot yang tidak terkendali, kelumpuhan, kejang dan kematian (Rattan, 2010). Alkaloid mempengaruhi saluran natrium membran sel saraf sehingga transmisi impuls saraf terganggu (Narciso *et al.*, 2014 dalam Wuillda, 2019). Terjadinya gerakan tubuh larva yang melambat bila dirangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan disebabkan oleh senyawa alkaloid.

Senyawa tanin berperan dalam mortalitas larva karena berfungsi sebagai penghambat enzim pencernaan, dimana enzim protease dalam mengkatalisis protein menjadi asam amino sebagai asupan nutrisi terganggu. Deposisi protein oleh tanin menyebabkan enzim protease tidak dapat memecah protein sehingga kerja enzim terhambat dan metabolisme larva terganggu. Jika proses ini terjadi terus menerus akan menyebabkan kematian larva yang ditandai dengan ukuran tubuh larva yang menyusut (Oktiansyah *et al.*, 2020).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol daun sirsak (*Annona Muricata Linn.*) memiliki efek larvasida terhadap mortalitas larva nyamuk *Culex* sp instar III selama 48 jam pemaparan. Konsentrasi yang paling banyak membunuh larva *Culex* sp adalah 2000 ppm yaitu mampu membunuh rerata larva sebanyak 92,5% dalam waktu 48 jam. Hasil uji probit LC<sub>50</sub> dan LC<sub>90</sub> yang diperoleh pada ekstrak

metanol daun sirsak (*Annona Muricata L.*) pada penelitian kali ini secara berturut-turut yaitu 586,099 dan 2119,645 ppm dalam waktu pemaparan 48 jam.

## Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada penulis-penulis yang telah disitasi penulisannya dan kepada dosen pembimbing yang telah memberi kritik dan saran yang membangun.

## Referensi

- Ahdiyah, I., & Purwani, K. I. (2015). Pengaruh Ekstrak Daun Mangkokan (*Nothopanax scutellarium*) sebagai Larvasida Nyamuk *Culex* sp. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2):32-36.
- Ahmad, A., & Adriyanto. (2019). Efektivitas Serbuk Biji Pepaya (*Carica Papaya L.*) Terhadap Kematian Jentik (Larva) *Culex* sp. *Medikes Media Informasi Kesehatan*, 6(1), 104-112.
- Amirullah, Malik, N., & Rosmaya. (2019). Efektivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betleL*) dan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Bionature*, 20(1), 47-56.
- Bagaskara, R. (2018). *Pemetaan Sebaran Nyamuk Culex di Kecamatan Sandubaya Kota Mataram Menggunakan Geographic Information SYSTEM (GIS) sebagai Dasar Pengendalian Penyakit Filariasis*. Kota Mataram: UIN Mataram.
- Fantin, M., Garelli, F., Napoli, B., Forgiarini, A., Gumeni, S., Martin, D. S., Orso, G. (2019). Flavonoids Regulate Lipid Droplets Biogenesis in *Drosophila melanogaster*. *Natural Product Communications*, 14(5), 1-8.
- Hidayati, L., & Suprihatini, S. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Terhadap Kematian Larva *Culex* sp. *Aspirator*, 12(1), 45-52.
- Kardinan, A. (2002). *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Swadaya.

- Kartikasari, D., & Novitasari, M. (2018). Uji Aktivitas Larvasida Perasan Herba Seledri (*Apium graveolens* L.) Terhadap Larva *Aedes Aegypti*. *As-Syifaa*, 10 (2) : 152-160.
- Kewa, M. M., Almet, J., & Laut, M. M. (2020). Median Lethal Concentration (LC50) Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata* Linninn) terhadap Larva *Culex* sp. *Jurnal Kajian Veteriner*, 8 (2) :147-152.
- Khaer, A., & Ekawardana. (2017). Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) dalam Membunuh Jentik *Aedes aegypti*. *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 17 (1) : 9-14.
- Kuncoro, H. (2013). Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Tumbuhan Mara Tunggal (*Clausena Excavata* Burm.F) Dan Daun Zodia (*Euodia Ridleyi* Hochr) Terhadap Larva Nyamuk *Culex* Sp. *J. Trop. Pharm. Chem*, 2(2), 91-99.
- Kurnia, B., & Astuti, F. (2019). Uji Efek Larvasida Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Larva Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes Aegypti*. *Bachelor thesis*, Universitas Ahmad Dahlan
- Neupane, P., Bhujju, S., Thapa, N., & Bhattarai, H. K. (2018). ATP Synthase: Structure, Function and Inhibition. *BioMol Concepts* 2, 10(1), 1-10.
- Oktiansyah, R., Wicaksono, A., Armanda, , F., Nurokhman, A., Habisukan, U. H., Aini, K., & Hapida, Y. (2020). Biolarvacide of *Culex quinquefasciatus*. *Biota: Biologi dan Pendidikan Biologi*, 13(1) :1-11.
- Pramadya, P., & Hendrayana, M. (2020). Efek Ekstrak Metanol Daun Sirsak (*Annona Muricata*) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Salmonella Typhi* Secara In Vitro. *Jurnal Medika Udayana*, 9 (9) : 65-69.
- Rahmah, L. A., Tresnani, G., & Suryadi, B. F. (2019). Identifikasi Jenis Nyamuk dan Karakteristik Habitatnya di Desa Kekeri Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat. *Biowallacea Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1):36-42.
- Rattan, R. S. (2010). Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*, 29 (9) : 913-920.
- Roopashree, K., & Naik, D. (2019). Saponins : Properties, Applications and as Insecticides: A Review. *Trends in Bioscience*, 12 (1) : 1-14.
- Semwal, D. K. (2016). Myricetin: A dietary molecule with diverse biological activities. *Nutrients*, 8(2), 1–31
- Sumihe, G., Runtuwene, M. R., & Rorong, J. A. (2014). Analisis Fitokimia dan Penentuan Nilai LC50 Ekstrak Metanol Daun Liwas. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 125-128.
- Supriadin, A. K. (2017). Efek Larvasida Hasil Fraksinasi Metanol Daun *Aglaiia glabrata* terhadap Larva *Aedes aegypti*. *JURNAL ISTEK*, 10 (1) : 69-82.
- Susanti, M., Kuncoro, H., & Rijai, L. (2015). Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Keladi Birah (*Alocasia indica* Schott) terhadap Larva Nyamuk *Culex* sp. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1 (1) : 5-10.
- Wahyuni, D., Prajnaparamita, D., & Suratno. (2014). Toksisitas Granula Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiwa Tahun*, 1-5.
- Wuillda de Souza, A. C. J., Campos Martins, R. C., & Costa, F. D. N. (2019). Larvicidal activity of secondary plant metabolites in *aedes aegypti* control: An overview of the previous 6 years. *Natural Product Communications*, 14(7), 1934578X19862893.