

Studi Literatur Aktivitas Larvasida Tumbuhan Genus *Syzygium* Terhadap Beberapa Genus Nyamuk Vektor Penyakit

Dike Kusniati, Siti Hazar, Sri Peni Fitrianiingsih

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

dike.kusniati@gmail.com, sitihazar1009@gmail.com, spfitrianiingsih@gmail.com

Abstract. Mosquitoes are one of the vectors, controlling the development of mosquitoes is carried out chemically using insecticides. However, chemical control has been widely reported to cause resistance to mosquitoes because chemicals are not easily degraded and have a negative impact on the environment. One alternative to overcome this is the use of natural larvicides. As in plants of the genus *Syzygium*, they contain several secondary metabolites that can act as natural larvicides. This study aims to determine the potential of plants of the genus *Syzygium* as larvicides, the factors that influence this potential, the class of compounds that play a role, and their mechanism of action. The research method used is Systematic Literature Review (SLR). The results obtained were 7 plants from the genus *Syzygium* which were investigated for their activity and had the potential to be effective as larvicides. There are several factors that influence the potential for larvicidal activity such as the part and age of the plant used, the phytochemical content, the length of exposure time for the test, and the form of the test dosage form.

Keywords: *Larvicidal, Syzygium, Mosquitoes, Systematic Literature Review (SLR)*

Abstrak. Nyamuk merupakan salah satu vektor penyakit. Pengendalian perkembangan nyamuk salah satunya dilakukan secara kimiawi menggunakan insektisida. Namun pengendalian secara kimiawi telah banyak dilaporkan menyebabkan resisten terhadap nyamuk dikarenakan bahan kimia tidak mudah terdegradasi dan memberikan dampak negatif pada lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan digunakannya larvasida alami. Seperti pada tumbuhan genus *Syzygium* mengandung beberapa metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai larvasida alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tumbuhan genus *Syzygium* sebagai larvasida, faktor-faktor yang mempengaruhi potensi tersebut, golongan senyawa yang berperan, dan mekanisme kerjanya. Metode penelitian yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)*. Didapatkan hasil sebanyak 7 tumbuhan dari genus *Syzygium* yang diteliti aktivitasnya dan berpotensi efektif sebagai larvasida. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi potensi aktivitas larvasida seperti bagian dan usia tanaman yang digunakan, kandungan fitokimia, lama waktu paparan pengujian, dan bentuk sediaan uji.

Kata Kunci: *Larvasida, Syzygium, Nyamuk, Systematic Literature Review (SLR)*

A. Pendahuluan

Lingkungan sangat erat kaitannya dengan agen penyakit serta pejamunya, jika terjadi suatu ketidakseimbangan diantara ketiga hal tersebut dapat menyebabkan infeksi penyakit [1]. Salah satunya adalah infeksi penyakit yang ditularkan melalui vektor biologi yaitu nyamuk. Nyamuk merupakan vektor utama arthropoda penyakit manusia di seluruh dunia dan didukung juga dengan kondisi iklim tropis yang dapat menyebabkan dan menularkan berbagai penyakit diantaranya malaria, filariasis limfatik, chikungunya dan arbovirus seperti virus dengue dan virus Zika [2], [3].

Terdapat lebih dari 700.000 kasus kematian akibat penyakit yang disebabkan nyamuk, diantaranya malaria, demam berdarah, dan *Japanese encephalitis* [4]. Di Indonesia pada tahun 2021, kasus demam berdarah sebanyak 73.518 dengan angka kematian 705. Kasus chikungunya sebanyak 241 dan tidak ada angka kematian. Kasus filariasis sebanyak 9.354. Kasus malaria dilaporkan sebanyak 95,8% telah terkonfirmasi laboratorium, 68,6% diperiksa secara mikroskopis, dan 31,4% menggunakan *Rapid Diagnostic Test* (RDT) [5].

Pengendalian perkembangan nyamuk salah satunya secara kimiawi menggunakan insektisida seperti malathion dengan cara fogging [3] dan juga penggunaan temefos untuk membunuh larva nyamuk. Namun penggunaan insektisida tersebut dilaporkan telah menyebabkan resisten terhadap nyamuk di beberapa daerah di Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan salah satu di daerah Kota Bandung [6], [7]. Fase hidup nyamuk sebagai vektor penyakit yang harus dikendalikan yaitu pada fase larva. Alasannya adalah dengan dikendalikannya pada fase larva maka akan otomatis siklus kehidupan metamorfosisnya terputus, sehingga menjadi lebih efektif juga daripada pengendalian pada fase nyamuk dewasa [8].

Dalam hal mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan larvasida alami. Beberapa senyawa seperti saponin, steroid, isoflavonoid, minyak esensial, alkaloid, dan tanin terbukti mempunyai potensi sebagai larvasida alami [9]. Salah satunya pada tumbuhan genus *Syzygium* mengandung beberapa metabolit sekunder diantaranya senyawa fenol, terpen, steroid, flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin [10], [11].

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana potensi aktivitas larvasida tumbuhan genus *Syzygium* terhadap beberapa genus nyamuk vektor penyakit, serta faktor-faktor yang mempengaruhi potensi aktivitas larvasida. Golongan senyawa apa yang berperan sebagai larvasida. Bagaimana mekanisme kerja dari golongan senyawa tersebut sebagai larvasida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi aktivitas larvasida tumbuhan genus *Syzygium* terhadap beberapa genus nyamuk vektor penyakit, serta faktor-faktor yang mempengaruhi potensi aktivitas larvasida. Mengetahui golongan senyawa yang berperan sebagai larvasida. Mengetahui mekanisme kerja dari golongan senyawa tersebut sebagai larvasida.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Pencarian sumber berupa artikel penelitian baik nasional maupun internasional melalui mesin pencari media *online* seperti Google Scholar, Science Direct, Sage Publications, PubMed, dan ProQuest. Setelah dilakukannya pencarian, selanjutnya hasil yang diperoleh diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria eksklusi meliputi artikel berupa artikel penelitian, dipublikasikan minimal 10 tahun terakhir (2013-2023), terindeks SINTA atau SCOPUS atau WOS, berbahasa Indonesia ataupun bahasa Inggris, dan membahas aktivitas larvasida.

Sedangkan pada kriteria eksklusi berupa *review article*, tidak bisa diakses secara keseluruhan, dan tidak memuat nilai LC₅₀.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari hasil penelusuran pustaka didapatkan sebanyak 7 tumbuhan dari genus *Syzygium* yang sudah diteliti aktivitas farmakologinya berpotensi sebagai larvasida. Parameter pengujian potensi sebagai larvasida dapat ditentukan dari *lethal concentration* (LC) untuk 50%. Selanjutnya data LC₅₀ yang didapatkan, oleh beberapa penulis dikategorikan potensinya dalam menunjukkan aktivitasnya sebagai larvasida. Kategori potensi aktivitas larvasida tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kategori Potensi Aktivitas Larvasida Berdasarkan Nilai LC₅₀

Bahan Uji	Nilai LC ₅₀	Potensi	Pustaka
Ekstrak	<50 mg/L	Aktif	[44]
	50-100 mg/L	Cukup Aktif	
	100-750 mg/L	Efektif	
	>750 mg/L	Tidak Aktif	
Minyak Atsiri	<50 µg/mL	Sangat Aktif	[45]
	50-100 µg/mL	Aktif	
	>100 µg/mL	Tidak Aktif	

Informasi kategori potensi aktivitas larvasida tersebut selanjutnya dapat diterapkan pada penelitian ini untuk mengkaji potensi dari genus *Syzygium* terhadap beberapa genus nyamuk vektor penyakit. Diantaranya:

Potensi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Larvasida

Berdasarkan informasi kategori potensi aktivitas tersebut, dapat dianalisis bahwa aktivitas larvasida dari genus *Syzygium* menunjukkan potensinya yang berbeda-beda mulai dari yang sangat aktif, aktif, cukup, aktif, efektif, dan tidak aktif. Hasil penelusuran pustaka aktivitas larvasida terhadap genus nyamuk *Aedes* terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Aktivitas Larvasida Genus *Syzygium* Terhadap Genus Nyamuk *Aedes*

No	Nama Tumbuhan	Spesies Nyamuk	Bagian yang Digunakan	Metode Ekstraksi	Instar Uji	Waktu Pengujian	Sampel Uji	Parameter Pengujian LC50	Pustaka
1	<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Aedes aegypti</i>	Tunas	Hidrodistilasi	IV	24 jam	Minyak atsiri	92.56 mg/L	[16]
			Pucuk	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	93.56 ppm 92.97 ppm 106.90 ppm 95.00 ppm	[17]
			Kuncup bunga	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri Eugenol	66.90 mg/L 60.89 mg/L	[18]
			Tunas bunga	Hidrodistilasi	-	24 jam	Minyak atsiri Nano SAEO Eugenol	40.74 ppm 27.27 ppm 48.19 ppm	[14]
			Daun	Distilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	0.005%	[42]
		<i>Aedes albopictus</i>	Tunas	Hidrodistilasi	III	24 jam 48 jam	Minyak atsiri	239.509 ppm 235.482 ppm	[41]
			Daun muda			48 jam 72 jam		1.061 ppm 936 ppm	
			Daun tua	Maserasi	III	48 jam 72 jam	Ekstrak metanol	898 ppm 733 ppm	[13]
			Daun muda dan tua			48 jam 72 jam		922 ppm 778 ppm	
			Akar	Maserasi	I	192 jam 240 jam 288 jam	Ekstrak air-metanol	66.80 mg/L 66.80 mg/L 66.80 mg/L	[12]
4	<i>Syzygium polyanthum</i>	<i>Aedes aegypti</i>	Daun	-	III	24 jam	Air murni larutan <i>Syzygium polyanthum</i>	27.4%	[43]
							<i>Aedes albopictus</i>		26.1%
5	<i>Syzygium nervosum</i>	<i>Aedes aegypti</i>	Daun	-	IV	24 jam 48 jam	Minyak atsiri	28.63 µg/mL 11.97 µg/mL	[15]
6	<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>Aedes aegypti</i> <i>Aedes albopictus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	55.11 µg/mL 66.71 µg/mL	[19]
7	<i>Syzygium zeylanicum</i>	<i>Aedes albopictus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri α -Humulene β -elemene	90.45 µg/mL 6.86 µg/mL 11.15 µg/mL	[20]

Keterangan:
SAEO = *Syzygium aromaticum* essential oil

Tingkat potensi yang dihasilkan dari tanaman-tanaman tersebut berbeda-beda sesuai dengan bentuk sampel ujinya. Sampel dalam bentuk ekstrak menunjukkan potensi yang cukup aktif dan efektif pada *Syzygium guineense* [12], efektif pada *Syzygium cumini* [13]. Sampel dalam bentuk minyak atsiri menunjukkan potensi yang sangat aktif pada *Syzygium aromaticum* [14] dan *Syzygium nervosum* [15]. Potensi yang aktif pada *Syzygium aromaticum* [16]–[18], *Syzygium lanceolatum* [19], dan *Syzygium zeylanicum* [20]. Sampel dalam bentuk senyawa tunggal menunjukkan potensi yang sangat aktif pada *Syzygium aromaticum* [14] dan *Syzygium zeylanicum* [20]. Sedangkan pada *Syzygium aromaticum* [18] menunjukkan potensi yang aktif sebagai larvasida.

Selain pada genus nyamuk *Aedes*, uji larvasida juga dilakukan terhadap genus nyamuk *Culex*. Hasil penelusuran pustaka aktivitas larvasida terhadap genus nyamuk *Culex* terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Aktivitas Larvasida Genus *Syzygium* Terhadap Genus Nyamuk *Culex*

No	Nama Tumbuhan	Spesies Nyamuk	Bagian yang Digunakan	Metode Ekstraksi	Instar Uji	Waktu Pengujian	Sampel Uji	Parameter Pengujian LC50	Pustaka	
1	<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Culex pipiens</i>	-	Sonikasi	III	24 jam	Ekstrak heksana	363.70 µg/mL	[22]	
			Tunas	Maserasi (air)	III	24 jam	<i>S.a chitosan</i> -NPs	20 ppm	[23]	
			-	Maserasi (etanol 70%)	III	24 jam	Minyak atsiri	39 ppm	[26]	
		<i>Culex quinquefasciatus</i>	Tunas	Hidrodistilasi	IV	24 jam	Nanoemulsi	394 µg/mL	379 µg/mL	[16]
			-	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	124.42 mg/L	22.5 µg/mL	[24]
			-	Hidrodistilasi	III	24 jam	Eugenol	23.0 µg/mL		
2	<i>Syzygium cumini</i>	<i>Culex pipiens</i>	-	Hidrodistilasi	IV	24 jam	Minyak atsiri	100.1 mg/L	[25]	
3	<i>Syzygium nervosum</i>	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Daun	-	IV	24 jam	Minyak atsiri	32.64 mg/L		
4	<i>Syzygium polyanthum</i>	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Daun	Maserasi	III	24 jam	Minyak atsiri	46.09 µg/mL	[15]	
5	<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>Culex quinquefasciatus</i> <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Ekstrak air	22.74 µg/mL	[21]	
6	<i>Syzygium zeylanicum</i>	<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	60.01 µg/mL	[19]	
							α -Humulene	72.24 µg/mL		
							β -elemene	97.96 µg/mL	[20]	
							α -Humulene	7.39 µg/mL		
							β -elemene	12.05 µg/mL		

Keterangan:

S.a chitosan-NPs = *Syzygium aromaticum* chitosan - Nanoparticles

Tingkat potensi yang dihasilkan dari tanaman-tanaman tersebut berbeda-beda sesuai dengan bentuk sampel ujinya. Sampel dalam bentuk ekstrak menunjukkan potensi yang cukup aktif pada *Syzygium polyanthum* [21], potensi yang efektif pada *Syzygium aromaticum* [22]. Sampel dalam bentuk minyak atsiri menunjukkan potensi yang sangat aktif pada *Syzygium aromaticum* [23], [24], *Syzygium cumini* [25], dan *Syzygium nervosum* [15]. Potensi yang aktif pada *Syzygium lanceolatum* [19] dan *Syzygium zeylanicum* [20]. Potensi yang tidak aktif pada *Syzygium aromaticum* [16], [26] dan *Syzygium cumini* [25]. Sampel dalam bentuk senyawa tunggal menunjukkan potensi yang sangat aktif pada *Syzygium aromaticum* [24] dan *Syzygium zeylanicum* [20].

Selain itu, uji larvasida juga dilakukan terhadap genus nyamuk *Anopheles*. Hasil penelusuran pustaka aktivitas larvasida terhadap genus nyamuk *Anopheles* terdapat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Aktivitas Larvasida Genus *Syzygium* Terhadap Genus Nyamuk *Anopheles*

No	Nama Tumbuhan	Spesies Nyamuk	Bagian yang Digunakan	Metode Ekstraksi	Instar Uji	Waktu Pengujian	Sampel Uji	Parameter Pengujian LC50	Pustaka
1	<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Anopheles stephensi</i>	-	-	III dan IV	24 jam	Minyak atsiri	57.49 ppm	[27]
							Eugenol	93.14 ppm	
2	<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>Anopheles stephensi</i> <i>Anopheles subpictus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	51.20 µg/mL	[19]
							Eugenol	61.34 µg/mL	
3	<i>Syzygium zeylanicum</i>	<i>Anopheles subpictus</i>	Daun	Hidrodistilasi	III	24 jam	Minyak atsiri	83.11 µg/mL	[20]
							α -Humulene	6.19 µg/mL	
							β -elemene	10.26 µg/mL	

Tingkat potensi yang dihasilkan dari tanaman-tanaman tersebut berbeda-beda sesuai dengan bentuk sampel ujinya. Sampel dalam bentuk minyak atsiri menunjukkan potensi yang aktif pada *Syzygium aromaticum* [27], *Syzygium lanceolatum* [19], dan *Syzygium zeylanicum* [20]. Sampel dalam bentuk senyawa tunggal menunjukkan potensi yang aktif pada *Syzygium aromaticum* [27] dan potensi yang sangat aktif pada *Syzygium zeylanicum* [20].

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya mulai dari bagian yang digunakan, usia bagian tanaman, jenis dan jumlah kandungannya, lama waktu pengujian, bentuk sampel uji, dan modifikasi sampel uji. Faktor yang berpengaruh terhadap banyaknya jumlah kandungan fitokimia pada tanaman diantaranya suhu, jenis tanah, kandungan air, dan cahaya. Penanganan pasca panen berpengaruh pada metabolisme fitokimia yang terjadi seperti adanya reaksi biokimia kompleks selama proses transportasi dan penyimpanan [28].

Usia ataupun tingkat kematangan tanaman akan mempengaruhi kadar kandungan senyawa fitokimia dan beragam kandungan senyawa fitokimia. Ketika usia ataupun tingkat kematangan tanaman lebih tinggi maka akan menghasilkan kadar kandungan

senyawa fitokimia yang lebih tinggi dan semakin beragam kandungan senyawa fitokimia [29].

Semakin lama waktu pengujian atau waktu paparan antara sediaan uji dengan objek uji yaitu dalam hal ini adalah larva nyamuk, maka akan semakin banyak objek uji yang mati [30]. Ketika semakin lama waktu pengujian, kematian objek uji akan semakin meningkat dan nilai LC₅₀ yang didapatkan semakin kecil [31]. Pemodifikasian sampel uji pada data yang didapatkan seperti dibuat dalam bentuk *nanocomposites* [14], *chitosan nanoparticles* [23], dan nanoemulsi [26]. Tujuan dibuatnya dalam bentuk termodifikasi adalah untuk membantu dalam penstabilan dan perlindungan pada minyak atsiri sehingga tidak akan mudah menguap dan tidak mudah teroksidasi [14], [32]. Adanya protektif dari polimer yang dienkapsulasi dapat memperpanjang efek larvasida [33]. Selain itu juga mendukung pelepasan obat yang diperpanjang dan peningkatan distribusi sehingga akan lebih efektif [26].

Golongan Senyawa dan Mekanisme Kerja yang Berperan Sebagai Larvasida

Berdasarkan data artikel yang dianalisis bahwa sampel uji yang digunakan baik dalam bentuk ekstrak, minyak atsiri, dan senyawa tunggal menunjukkan potensinya sebagai larvasida. Golongan senyawa dan mekanisme kerja yang berperan sebagai larvasida dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Golongan Senyawa dan Mekanisme Kerja dari Genus *Syzygium* yang Mempunyai Aktivitas Sebagai Larvasida

No	Nama Tumbuhan	Bagian yang Digunakan	Spesies Nyamuk	Kandungan yang Berperan	Mekanisme Kerja	Pustaka
1	<i>Syzygium aromatum</i>	-	<i>Anopheles stephensi</i>	Minyak atsiri	Inhibitor enzim AChE dan enzim pencernaan	[27]
		-	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Eugenol		[24]
		-	<i>Culex pipiens</i>	Minyak atsiri	[26]	
		-	<i>Culex pipiens</i>	-	[22]	
		Tunas	<i>Aedes albopictus</i>	Minyak atsiri	[41]	
		Tunas	<i>Culex pipiens</i>	Minyak atsiri	[23]	
		Tunas	<i>Aedes aegypti</i> dan <i>Culex quinquefasciatus</i>	Minyak atsiri	[16]	
		Pucuk	<i>Aedes aegypti</i>	Minyak atsiri	Inhibitor enzim AChE dan enzim pencernaan	[17]
		Tunas bunga	<i>Aedes aegypti</i>	Minyak atsiri dan eugenol	[14]	
		Kuncup bunga	<i>Aedes aegypti</i>	Minyak atsiri	[18]	
-	<i>Aedes aegypti</i>	Minyak atsiri	[42]			
2	<i>Syzygium cumini</i>	Daun muda dan daun tua	<i>Aedes aegypti</i>	Flavonoid dan tanin	Inhibitor pernapasan, inhibitor enzim AChE, mengganggu sistem pencernaan	[13]
-	<i>Culex pipiens</i>	Minyak atsiri	Inhibitor enzim AChE dan enzim pencernaan	[25]		
3	<i>Syzygium guineense</i>	Daun dan akar	<i>Aedes albopictus</i>	-	-	[12]
4	<i>Syzygium lanceolatum</i>	Daun	<i>Anopheles stephensi</i> , <i>Anopheles subpictus</i> , <i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i> , <i>Culex quinquefasciatus</i> , dan <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	α-Humulene, β-elemene, caryophyllene oxide, dan phenyl propanal	Inhibitor enzim AChE dan enzim pencernaan	[19]
5	<i>Syzygium nervosum</i>	Daun	<i>Aedes aegypti</i> dan <i>Culex quinquefasciatus</i>	(E)-caryophyllene, dan caryophyllene oxide	[15]	
6	<i>Syzygium polyanthum</i>	Daun	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Tanin, saponin, alkaloid, dan flavonoid	Mengganggu sistem pencernaan, inhibitor enzim pencernaan, memperlambat penutupan saluran ion natrium, inhibitor enzim AChE, dan inhibitor pernapasan	[21]
		Daun	<i>Aedes aegypti</i> dan <i>Aedes albopictus</i>	Flavonoid, alkaloid, minyak atsiri, tanin, dan saponin	Inhibitor pernapasan, inhibitor enzim AChE, memperlambat penutupan saluran ion natrium, inhibitor enzim pencernaan, mengganggu sistem pencernaan	[43]
7	<i>Syzygium zeylanicum</i>	Daun	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Anopheles subpictus</i> , dan <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	α-Humulene dan β-elemene	Inhibitor enzim AChE dan enzim pencernaan	[20]

Kandungan fitokimia yang ada pada tumbuhan genus *Syzygium* berperan dalam menghasilkan aktivitas sebagai larvasida. Mekanisme kerja flavonoid sebagai larvasida yaitu sebagai inhibitor pernapasan, mitokondria dalam sel akan dihambat sehingga produksi ATP akan terganggu dan kerja dari mitokondria tidak akan maksimal dalam menggunakan oksigen, hal tersebut akan menimbulkan gangguan pernapasan pada larva [34]. Selain itu juga flavonoid berperan dalam penghambatan aktivitas asetilkolinesterase (AChE) [35].

Mekanisme kerja alkaloid sebagai larvasida yaitu sebagai inhibitor enzim asetilkolinesterase (AChE) [36] dan memperlambat penutupan saluran ion natrium sehingga akan membuat saraf mengalami depolarisasi yang cukup lama, mengakibatkan ion natrium akan terus masuk ke dalam membran sehingga saraf menjadi tidak aktif dan sulit mengalami repolarisasi. Hal tersebut akan menyebabkan larva dalam keadaan paralisis hingga kematian [37].

Saponin sebagai inhibitor enzim pencernaan mekanisme kerjanya yaitu dengan menurunkan aktivitas enzim pencernaan sehingga proses penyerapan makanan terganggu [38]. Mekanisme kerja dari tanin sebagai larvasida adalah dengan cara tanin akan mengikat protein pada sistem pencernaan, sehingga protein yang seharusnya diperlukan untuk pertumbuhan akan terganggu proses penyerapannya [39].

Eugenol, α -humulene, β -elemene, dan caryophyllene oxide termasuk ke dalam minyak atsiri. Mekanisme kerjanya yaitu dengan adanya penghambatan pada enzim asetilkolinesterase (AChE) dan penghambatan pada enzim tripsin (enzim pencernaan). Penghambatan enzim asetilkolinesterase (AChE) akan menyebabkan terakumulasinya asetikolin dalam tubuh larva yang menyebabkan gangguan neurotoksik sehingga terjadi kematian pada larva. Tripsin merupakan enzim pencernaan yang jumlah paling banyaknya berada di midgut larva. Penghambatan dari enzim tripsin tersebut akan mempengaruhi penyerapan nutrisi pada larva dan gangguan pertumbuhan sehingga akan menginduksi kematian larva [40].

D. Kesimpulan

Berdasarkan data yang dianalisis maka dapat disimpulkan bahwa tumbuhan genus *Syzygium* berpotensi efektif sebagai larvasida, spesies dari genus *Syzygium* tersebut diantaranya *Syzygium aromaticum*, *Syzygium cumini*, *Syzygium polyanthum*, *Syzygium guineense*, *Syzygium lanceolatum*, *Syzygium nervosum*, dan *Syzygium zeylanicum*. Dari ke-7 tumbuhan genus *Syzygium* tersebut bahwa yang lebih berpotensi adalah *Syzygium nervosum* dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti*, *Syzygium aromaticum* dalam membunuh larva nyamuk *Culex quinquefasciatus*, dan *Syzygium lanceolatum* dalam membunuh larva nyamuk *Anopheles stephensi*. Potensi aktivitas larvasida tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya bagian dan usia tanaman yang digunakan, kandungan fitokimia, lama waktu paparan pengujian, dan bentuk sediaan uji. Golongan senyawa yang berperan sebagai larvasida diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan minyak atsiri. Mekanisme kerja dari golongan senyawa tersebut diantaranya sebagai inhibitor enzim asetilkolinesterase, inhibitor pernapasan, dan inhibitor enzim pencernaan.

Acknowledge

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Siti Hazar, M.Si. dan Ibu apt. Sri Peni Fitrianiingsih, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberi bantuan, masukan, dan dukungan kepada penulis selama proses penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] R. Novita, "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Timbulnya Penyakit Tular Nyamuk Terutama Limfatik Filariasis," *J. Heal. Epidemiol. Commun. Dis.*, vol. 5, no. 1, pp. 30–39, 2019, doi: : : <https://dx.doi.org/10.22435/jhecds.v5i1.1583>.
- [2] G. Benelli, C. L. Jeffries, and T. Walker, "Biological Control of Mosquito Vectors: Past, Present, and Future," *Insects*, vol. 7, no. 52, pp. 1–18, 2016.
- [3] E. Minarni, T. Armansyah, and M. Hanafiah, "Daya Larvasida Ekstrak Etil Asetat Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*," *J. Med. Vet.*, vol. 7, no. 1, pp. 27–29, 2013.
- [4] WHO, "Vector-borne diseases," 2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.
- [5] R. I. Kemenkes, *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022.

- [6] D. K. Merty, T. Rusmartini, and W. Purbaningsih, "Resistensi Malathion 0,8% dan Temephos 1% pada Nyamuk *Aedes Aegypti* Dewasa dan Larva di Kecamatan Buah Batu Kota Bandung," in *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Kesehatan)*, 2015, pp. 149–153.
- [7] Widiarti, B. Heriyanto, D. T. Boewono, U. W. Mujiono, Lasmiasi, and Yuliadi, "Peta Resistensi Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes egypti* Terhadap Insektisida Kelompok Organofosfat, Karbamat dan Pyrethroid di Propinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta," *Bul. Penelit. Kesehat.*, vol. 39, no. 4, pp. 176–189, 2011.
- [8] D. A. Widyastuti, P. Rahayu, and L. R. Dewi, "Potensi Ekstrak Sirsak (*Annona muricata*) Sebagai Larvasida Pengendali Populasi *Aedes albopictus*," *Bioeksperimen*, vol. 5, no. 1, pp. 48–54, 2019.
- [9] R. S. Rattan, "Mechanism of Action of Insecticidal Secondary Metabolites of Plant Origin," *Crop Prot.*, vol. 29, pp. 913–920, 2010.
- [10] A. B. Karisma and N. Hidajati, "Uji Fitokimia dan Uji Antioksidan Ekstrak Metanol dan Ekstrak Etil Asetat dari Kulit Batang Juwet (*Syzygium cumini*)," *UNESA J. Chem.*, vol. 5, no. 3, pp. 119–122, 2016.
- [11] J. Kumajas and D. H. O. Howan, "Studi Kandungan Kimia Ekstrak Buah Pakoba Merah (*Syzygium* sp)," *Fuller. J. Chem.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–62, 2018.
- [12] B. N. P. Francine, Tankeu Nzufu Cabral, P. C. Anatole, M. M. Bruno, N. Pauline, and N. Y. Jeanne, "Larvicidal Activities of Hydro-Ethanollic Extracts of Three Cameroonian Medicinal Plants Against *Aedes albopictus*," *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, pp. 1–6, 2016, doi: 10.1016/j.apjtb.2016.09.004.
- [13] S. E. Rahayu, A. Dharmawan, and V. A. L. Putri, "Potensi Ekstrak Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L.) Sebagai Larvasida Untuk Pengendalian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*," *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, vol. 6, no. 2, pp. 26–33, 2021.
- [14] A. J. Santos *et al.*, "Clay/PVP Nanocomposites Enriched with *Syzygium aromaticum* Essential Oil as A Safe Formulation Against *Aedes aegypti* Larvae," *Appl. Clay Sci.*, vol. 185, 2020.
- [15] N. T. G. An *et al.*, "Mosquito Larvicidal Activity, Antimicrobial Activity, and Chemical Compositions of Essential Oils from Four Species of Myrtaceae from Central Vietnam," *Plants*, vol. 9, no. 544, pp. 2–19, 2020, doi: 10.3390/plants9040544.
- [16] K. A. Fayemiwo, M. A. Adeleke, O. P. Okoro, S. H. Awojide, and I. O. Awoniyi, "Larvicidal Efficacies and Chemical Composition of Essential Oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* Against Mosquitoes," *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–34, 2014, doi: 10.1016/S2221-1691(14)60204-5.
- [17] A. F. de O. Araujo *et al.*, "Larvicidal Activity of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck Essential Oils and Their Antagonistic Effects With Temephos in Resistant Populations of *Aedes aegypti*," *Mem Inst Oswaldo Cruz*, vol. 111, no. 7, pp. 443–449, 2016.
- [18] G. N. Pandiyan, N. Mathew, and S. Munusamy, "Larvicidal Activity of Selected Essential Oil in Synergized Combinations Against *Aedes aegypti*," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 174, pp. 549–556, 2019, doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.03.019.
- [19] G. Benelli, M. Rajeswary, and M. Govindarajan, "Towards Green Oviposition Deterrents? Effectiveness of *Syzygium lanceolatum* (Myrtaceae) Essential Oil Against Six Mosquito Vectors and Impact on Four Aquatic Biological Control Agents," *Env. Sci Pollut Res*, 2016, doi: 10.1007/s11356-016-8146-3.

- [20] M. Govindarajan and G. Benelli, “ α -Humulene and β -elemene from *Syzygium zeylanicum* (Myrtaceae) Essential Oil: Highly Effective and Eco-Friendly Larvicides Against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus*, and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae),” *Parasitol Res*, 2016, doi: 10.1007/s00436-016-5025-2.
- [21] V. Rohmayani, A. R. R. Arimurti, and R. R. Samsudin, “The Potency of Water Leaves Extract of Bay (*Syzygium polyanthum*) and Papaya (*Carica Papaya*) as Larvacides to *Filaria Vector Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae),” *Bioma*, vol. 11, no. 2, pp. 135–141, 2022, doi: 10.26877/bioma.v11i2.10587.
- [22] N. Abutaha, F. A. Al-Mekhlafi, M. S. Al-Khalifa, and M. A. Wadaan, “Larvicidal Activity and Histopathological Changes of *Cinnamomum burmannii*, *Syzygium aromaticum* Extracts and Their Combination on *Culex pipiens*,” *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 29, pp. 2591–2596, 2022, doi: 10.1016/j.sjbs.2021.12.035.
- [23] E. G. E. El Gohary, S. M. Farag, A. A. El-Sayed, R. R. Khattab, and D. M. Mahmoud, “Insecticidal Activity and Biochemical Study of the Clove Oil (*Syzygium aromaticum*) Nano- Formulation on *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae),” *Egypt. J. Aquat. Biol. Fish.*, vol. 25, no. 1, pp. 227–239, 2021.
- [24] S. A. Ochoa *et al.*, “Oviposition Deterrent and Larvicidal and Pupaecidal Activity of Seven Essential Oils and their Major Components Against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae): Synergism–Antagonism Effects,” *Insects*, vol. 9, no. 25, pp. 2–17, 2018.
- [25] H. E.-D. M. Zahran, H. K. Abou-Taleb, and S. A. M. Abdelgaleil, “Adulticidal, Larvicidal and Biochemical Properties of Essential Oils Against *Culex pipiens* L,” *J. Asia. Pac. Entomol.*, vol. 20, pp. 133–139, 2017, doi: 10.1016/j.aspen.2016.12.006.
- [26] H. A. Mahran, “Using Nanoemulsions of the Essential Oils of a Selection of Medicinal Plants from Jazan, Saudi Arabia, as a Green Larvicidal Against *Culex pipiens*,” *PLoS One*, vol. 17, no. 5, pp. 1–14, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0267150.
- [27] M. Osanloo, M. M. Sedaghat, F. Esmaeili, and A. Amani, “Larvicidal Activity of Essential Oil of *Syzygium aromaticum* (Clove) in Comparison with Its Major Constituent, Eugenol, against *Anopheles stephens*,” *J Arthropod-Borne Dis*, vol. 12, no. 4, pp. 361–369, 2018.
- [28] H. Li, R. Tsao, and Z. Deng, “Factors Affecting the Antioxidant Potential and Health Benefits of Plant Foods,” *Can. J. Plant Sci.*, vol. 92, pp. 1101–1111, 2012.
- [29] I. Nainggolan, Indriyani, and Yernisa, “Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak N-Heksan Kernel Biji Teh,” in *Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 2018, p. 354–367.
- [30] C. B. Putra, Ngadino, and Setiawan, “Potensi Filtrat Daun Salam Sebagai Bioinsektisida Lalat Rumah dengan Metode Efikasi Aerosol,” *J. Penelit. Kesehat. Suara Forikes*, vol. 13, no. 3, pp. 865–869, 2022, doi: 10.33846/sf13356.
- [31] Z. Rusli, B. L. Sari, S. Wardatun, and W. Aristyo, “Skrining Toksisitas Akut Beberapa Fraksi Buah Karonda (*Carissa carandas* L.) Pada Embrio Zebrafish (*Danio rerio*),” *Fitofarmaka J. Ilm. Farm.*, vol. 10, no. 1, pp. 42–53, 2020, doi: 10.33751/jf.v10i1.1923.
- [32] A. Giannakas, I. Tsagkalias, D. S. Achilias, and A. Ladavos, “A Novel Method for The Preparation of Inorganic and Organo-modified Montmorillonite Essential Oil

- Hybrids,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 146, pp. 362–370, 2017.
- [33] T. P. Ferreira *et al.*, “Prolonged Mosquitocidal Activity of Siparuna guianensis Essential Oil Encapsulated in Chitosan Nanoparticles,” *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 13, no. 8, pp. 1–23, 2019.
- [34] W. D. Qinahyu and W. H. Cahyati, “Uji Kemampuan Anti Nyamuk Alami Elektrik Mat Serbuk Bunga Sukun (*Artocarpus altilis*) di Masyarakat,” *J. Care*, vol. 4, no. 3, pp. 9–20, 2016.
- [35] H. Perumalsamy, M. J. Jang, M. Kadarkarai, and Y.-J. Ahn, “Larvicidal Activity and Possible Mode of Action of Four Flavonoids and Two Fatty Acids Identified in *Millettia pinnata* Seed Toward Three Mosquito Species,” *Parasit. Vectors*, vol. 8, no. 237, pp. 2–14, 2015, doi: 10.1186/s13071-015-0848-8.
- [36] E. Cania and E. Setyaningrum, “Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Legundi (*Vitex trifolia*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*,” *Med. J. Lampung Univ.*, vol. 2, no. 4, pp. 52–60, 2013.
- [37] R. P. Susilowati and M. P. Sari, “Histopathological Changes of Midgut Epithelial Cells of *Aedes aegypti* Larvae Exposed to Permot Leaf Extract (*Passiflora foetida*),” *J. Pembelajaran Dan Biol. Nukl.*, vol. 8, no. 1, pp. 53–63, 2022.
- [38] B. R. Sidik, “Pengaruh Variasi Dosis Larutan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Culex* sp. Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Materi Insekta,” *J. Pendidik. Biol.*, vol. 6, no. 2, pp. 105–111, 2015.
- [39] E. A. Yunita, N. H. Suprpti, and J. W. Hidayat, “Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*,” *Bioma*, vol. 11, no. 1, pp. 11–17, 2009.
- [40] T. R. S. A. Luz, L. S. S. de Mesquita, F. M. M. do Amaral, and D. F. Coutinho, “Essential Oils and Their Chemical Constituents Against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) Larvae,” *Acta Trop.*, vol. 212, 2020.
- [41] F. M. Nawi *et al.*, “Larvicidal Potential of Essential Oils Extracted from *Syzygium aromaticum* Against *Aedes albopictus* In Malaysia: A Preliminary Study,” *Malaysian J. Med. Heal. Sci.*, vol. 18, no. 15, pp. 9–13, 2022.
- [42] Budiman *et al.*, “Effectiveness of Clove Oil (*Syzygium aromaticum*) as Biolarvacide of *Aedes aegypti*,” *Biomed. Pharmacol. J.*, vol. 15, no. 4, pp. 2287–2292, 2022, doi: 10.13005/bpj/2566.
- [43] H. Fatimah, Isnawati, and T. Zubaidah, “Daya Bunuh Larutan Tanaman Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Terhadap Kematian Larva *Aedes* sp.,” *GEMA Lingkungan. Kesehat.*, vol. 20, no. 1, pp. 71–76, 2022.
- [44] N. Komalamisra, Y. Trongtokit, Y. Rongsriyam, and C. Apiwathnasorn, “Screening for Larvicidal Activity in Some Thai Plants Against Four Mosquito Vector Species,” *Southeast Asian J Trop Med Public Heal.*, vol. 36, no. 6, pp. 1412–1422, 2005.
- [45] S.-S. Cheng, H.-T. Chang, S.-T. Chang, K.-H. Tsai, and W.-J. Chen, “Bioactivity of Selected Plant Essential Oils Against the Yellow Fever Mosquito *Aedes aegypti* Larvae,” *Bioresour. Technol.*, vol. 89, pp. 99–102, 2003.