



EFEKTIVITAS EKSTRAK KULIT BATANG MAJA (*Aegle marmelos* L) TERHADAP KEMATIAN LARVA NYAMUK *Anopheles* sp.

Sinta Debi Pratama¹, Prayudhy Yushananta^{2*}

^{1,2} Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang, Lampung, Indonesia

Artikel Info :

Received 3 Agustus 2021
Accepted 8 Agustus 2021
Available online 31 Agustus 2021

Editor: Mei Ahyanti

Keyword :

Larvae, *Anopheles*, *Aegle marmelos* L, concentration, contact time

Kata kunci :

Larva, *Anopheles* sp, *Aegle marmelos* L, konsentrasi, waktu kontak



Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Abstract

Malaria is one of the public health problems that can cause death in infants, children under five, pregnant women and reduces work productivity. Vector control by chemical means leads to vector resistance and environmental pollution and negatively impacts public and animal health. This study aims to determine the effectiveness of the bark extract of Maja (*Aegle marmelos* L) against the death of *Anopheles* sp mosquito larvae with concentrations of 5%, 10%, 20%, 40%, and 50% and the observation of contact times every 15 minutes, 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with Factorial. Extraction used maceration method, with 70% ethanol as solvent. Larvae of *Anopheles* sp. instar III obtained from malaria endemic area. The test used a 200 ml container, with two replications. All data were analyzed by two way ANOVA and Tukey HSD test. This study obtained mortality of 93.3% larvae at a concentration of 50% and a contact time of 120 minutes. The results of statistical analysis showed a significant effect of concentration ($p=0.0001$), contact time ($p=0.0001$), and interaction concentration-contact time ($p=0.004$) on the mortality of *Anopheles* sp. mosquito larvae. This study has proven the use of bark extract of Maja (*Aegle marmelos* L) as an alternative bio-insecticide in controlling mosquito larvae of *Anopheles* sp.

Malaria merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang dapat menyebabkan kematian pada bayi, anak balita, ibu hamil, dan menurunkan produktivitas kerja. Pengendalian vektor dengan cara kimiawi mengarah pada resistensi vektor, pencemaran lingkungan, dan berdampak buruk kesehatan masyarakat dan hewan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kulit batang Maja (*Aegle marmelos* L) terhadap kematian larva nyamuk *Anopheles* sp dengan konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 50% serta pengamatan waktu kontak setiap 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Penelitian menggunakan rancangan Completely Randomize Design (CRD) dengan Factorial. Ekstraksi dengan metode maserasi, menggunakan pelarut etanol 70%. Larva *Anopheles* sp. instar III diperoleh dari lingkungan endemik malaria. Pengujian menggunakan wadah 200 ml, dengan dua kali pengulangan. Keseluruhan data dianalisis dengan uji ANOVA two way dan Tukey HSD. Hasil penelitian ini mendapatkan mortalitas 93,3% larva pada konsentrasi 50% dan waktu kontak 120 menit. Hasil analisis statistik menunjukkan pengaruh signifikan dari konsentrasi ($p=0,0001$), waktu kontak ($p=0,0001$), dan interaksi konsentrasi-waktu kontak ($p=0,004$), terhadap kematian larva nyamuk *Anopheles* sp. Penelitian ini telah membuktikan penggunaan ekstrak kulit batang Maja (*Aegle marmelos* L) sebagai alternatif bio-insektisida dalam pengendalian larva nyamuk *Anopheles* sp.

Corresponding author: Prayudhy Yushananta
Jalan Soekarno-Hatta No 6, Bandar Lampung, Lampung.
Email : prayudhyushananta@gmail.com

PENDAHULUAN

Malaria masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting karena dapat menyebabkan kematian pada bayi, anak balita,

ibu hamil, dan menurunkan produktivitas kerja (Desai et al., 2018; Leffler et al., 2017; McClure et al., 2014; Rogerson et al., 2018; Sugiarto, Hadi, Soviana, & Hakim, 2016) . Secara global, diperkirakan sebanyak 228 juta kasus malaria

dengan kematian mencapai 405.000 kasus, dan anak balita menyumbang kematian sebesar 67% (WHO, 2020). Indonesia termasuk negara dengan transmisi malaria yang tinggi, dengan angka kesakitan sebesar 0,99 per 1000 penduduk (Kemenkes, 2018).

Malaria disebabkan oleh *Plasmodium* yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina, dan dapat menyerang semua orang (Ashley, Pyae Phy, & Woodrow, 2018; Kemenkes, 2018; Meibalan & Marti, 2017; WHO, 2020). Di Indonesia, terdapat lebih dari 80 spesies *Anopheles*, dan sekitar 24 dikonfirmasi sebagai vektor malaria. *Anopheles sundaicus* merupakan vektor malaria penting karena bersifat *antropofilik*, serta tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dari Sumatera hingga kepulauan Maluku (Sinka et al., 2011; Syafruddin et al., 2020).

Upaya pengendalian penyakit malaria dilakukan melalui pengobatan efektif dengan pemberian ACT (*Artemicin-based Combination Therapy*) (Kemenkes, 2018), serta pemberantasan vektor dengan cara kimia melalui *Indoor House Spraying (IRS)*, *long-lasting insecticidal nets (LLINs)*, dan *larvasiding* (Senthil-Nathan, 2020). Namun, program IRS dan LLINs hanya mampu menurunkan incidence malaria, tetapi tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap penurunan angka prevalence (Benelli & Beier, 2017). Pergeseran perilaku menggigit vektor (*bitting behaviour*) menjadi awal malam dan di luar ruangan (Afrane et al., 2016; Russell et al., 2011), serta resistensi pestisida kimia (Afrane et al., 2016; Ashley et al., 2018; Benelli & Beier, 2017; Russell et al., 2011), menyebabkan IRS dan LLINs tidak akan cukup sebagai intervensi pengendalian vektor malaria (McCann et al., 2017). Sehingga diperlukan program pengendalian larva untuk mendampingi IRS dan LLINs (Tusting et al., 2013).

Pengendalian larva terbukti efektif dalam mengurangi kelimpahan larva atau jentik, dewasa dan penularan, sehingga mengurangi morbiditas malaria (Afrane et al., 2016; Sukumar, Perich, & Boobar, 1991). Namun, penggunaan insektisida kimia dalam jangka panjang berdampak pada resistensi dan lingkungan, sehingga dibutuhkan pestisida alternatif yang ramah lingkungan (Benelli & Beier, 2017;

Meibalan & Marti, 2017; Senthil-Nathan, 2020; Sukumar et al., 1991). Salah satunya berasal dari tumbuhan (bio-pestisida) (Senthil-Nathan, 2020). Selain ramah lingkungan, bio-pestisida juga tidak berbahaya bagi musuh alami dan serangga menguntungkan lainnya (Tennyson, Ravindran, & Arivoli, 2012).

Sejumlah tumbuhan telah terbukti efektif membunuh nyamuk. Aktivitas biologis ekstrak tumbuhan disebabkan kandungan berbagai senyawa, termasuk *fenolat*, *terpenoid*, *alkaloid*, dan *flavanoid* yang terdapat pada tumbuhan (Akdeniz & Özmen, 2011; Rafael, Hereira-Rojas, Roper, Nunomura, & Tadei, 2008; Tennyson et al., 2012; Zanardi et al., 2015). Senyawa lain dalam tumbuhan yang bersifat insektisida adalah *saponin* dan *tanin* (Cannon, Burton, Wood, & Owen, 2004; Jiang, Hansen, Strobel, & Cedergreen, 2018; Rubio-Moraga et al., 2011). Beberapa tanaman dengan kandungan *fenolat*, *terpenoid*, *alkaloid*, *flavonoid*, *saponin*, dan *tanin* yang telah diteliti sebagai bio-insektisida, antara lain daun pepaya (*Carica papaya L.*) (Ningsi, Yuniar, & Fachlevy, 2016), biji panggi (*Pangilum edule Reinw*) (Sampe & Watuguly, 2016), rumput grinting (*Cynodon dactylon L.*) (Yasi & Lestari, 2020), daun tembelekan (*Lantana camara*) (Septarini Dian Anitasari, 2018), daun beneng taro (*Xanthosoma undipes K.Koch*) (Fatmawaty, Hermita, Hastuti, Kartina, & Hilal, 2019).

Maja (*Aegle marmelos L*) masuk dalam famili *Rutaceae*, yang penyebarannya pada ketinggian ± 500 m di atas permukaan laut, dan mampu tumbuh pada suhu 49°C hingga -7°C (Rismayani, 2013). Tanaman ini merupakan tanaman perdu dari India dan biasa digunakan sebagai obat (Elango et al., 2009). Beberapa tanaman dari famili *Rutaceae* berpotensi sebagai agent yang dapat mengusir nyamuk (Kim & Ahn, 2017; Sukumar et al., 1991).

Senyawa kimia yang terdapat pada tumbuhan Maja antara lain *alkaloid*, *flavanoid*, *fenol*, *terpenoid* *tanin* dan *saponin* (Kim & Ahn, 2017; Rismayani, 2013). Fitokimia seperti *alkaloid*, *fenol* dan *terpenoid*, sendiri atau kombinasi, berkontribusi terhadap toksisitas akut terhadap berbagai spesies *arthropoda* (Kim & Ahn, 2017). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan buah, akar, dan daun Maja (*Aegle marmelos L*) sebagai pestisida alami (Fatmawaty

et al., 2019; Ningsi et al., 2016; Rismayani, 2013; Sarma, Mahanta, & Khanikor, 2017; Sowmyashree, Chalannavar, Ghosh, Nityasree, & Supriya, 2019; Vlineetha & Murugan, 2009).

Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian untuk memanfaatkan kulit batang pohon maja (*Aegle marmelos L*) sebagai larvasida. Bagian kulit batang pohon maja (*Aegle marmelos L*) memiliki kandungan tinggi senyawa *tanin* dan *saponin* (Rismayani, 2013). Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak kulit batang pohon Maja (*Aegle marmelos L*) terhadap kematian larva nyamuk *Anopheles sp*, pada beberapa variasi konsentrasi dan waktu kontak.

METODE

1. Rancangan Penelitian

Eksperimen menggunakan rancangan *Completely Randomize Design* dengan *Faktorial* dan dua kali ulangan. Variabel yang diteliti adalah konsentrasi ekstrak yang terdiri dari lima level (5%, 10%, 20%, 40% dan 50%), dan waktu kontak yang terdiri dari lima level (15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit). Pada setiap perlakuan digunakan 15 larva *Anopheles sp* instar III yang ditempatkan pada gelas uji (volume 200 ml). Penelitian telah mendapatkan layak etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang nomor 190/EC/KEP-TJK/VII/2018.

2. Pengumpulan kulit pohon maja dan ekstraksi

Ekstraksi kulit batang pohon maja (*Aegle marmelos L*) dilakukan dengan metode maserasi. Kulit batang pohon Maja dicuci dengan air sumur dan dibilas dengan air destilasi dan dipotong halus, selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama tujuh hari tanpa sinar matahari langsung. Potongan kulit batang yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender dan ditimbang sebanyak 200 gram bubuk sebagai bahan ekstrak.

Proses ekstraksi dilakukan dengan cara merendam bubuk bahan ekstrak menggunakan etanol 70% di dalam labu ukur tertutup selama 3x24jam. Larutan hasil rendaman selanjutnya disaring menggunakan kertas saring dan diuapkan dengan *waterbath* hingga mengental. Cairan kental hasil ekstraksi digunakan sebagai larutan induk (100%). Pengenceran ekstrak

menggunakan air destilasi untuk mendapatkan 100 ml konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 50%. Metode pengenceran menggunakan formula :

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \quad (1)$$

;dimana V_1 = Volume awal, M_1 = Konsentrasi larutan induk, V_2 = Volume setelah pengenceran, dan M_2 = Konsentrasi setelah pengenceran

3. Persiapan Larva *Anopheles sp*.

Penelitian menggunakan larva instar III yang diambil dari beberapa *lagoon* (tambak terlantar) di wilayah Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, menggunakan gayung bertangkai panjang dan wadah plastik untuk menampung larva. Wilayah Kecamatan Rajabasa merupakan daerah endemik malaria dengan vektor utama *Anopheles sundaicus* (Dinas Kesehatan Kabupaten Lampung Selatan, 2017). Penggunaan larva instar III karena relatif stabil dari pengaruh faktor eksternal, dan sudah memiliki ketahanan hidup yang kuat (Hidayati & Suprihatini, 2020).

Larva diidentifikasi dan diseleksi untuk mendapatkan larva instar III dan ukuran yang relatif sama untuk dilakukan uji. Penelitian ini digunakan 750 larva sebagai bahan uji. Sebanyak 15 larva diuji pada masing-masing kombinasi perlakuan, dengan dua kali pengulangan. Pengujian menggunakan wadah plastik dengan total volume 200 ml.

4. Mortalitas larva *Anopheles sp*.

Sebanyak 15 larva dimasukkan ke dalam wadah uji, kemudian dipaparkan dengan ekstrak kulit batang pohon maja pada kombinasi konsentrasi (5%, 10%, 20%, 40% dan 50%) dan waktu kontak (15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit). Setiap perlakuan dengan dua kali pengulangan. Mortalitas larva dihitung menggunakan formula :

$$M = \frac{M_1}{M_0} \times 100\% \quad (2)$$

;dimana M = Persentase kematian larva, M_1 = Jumlah larva yang mati, dan M_0 = Jumlah larva yang diuji.

Penentuan kematian larva berdasarkan visual serta kondisi larva. Larva dinyatakan mati jika tenggelam ke dasar wadah, tidak bergerak, dan tidak merespons rangsangan berupa sentuhan

menggunakan lidi pada bagian sifon (WHO, 2005).

5. Analisis statistik

Analisis statistik menggunakan perangkat lunak SAS 9.4 untuk mengetahui Rata-rata kematian larva *Anopheles sp* berdasarkan variasi konsentrasi ekstrak kulit batang pohon maja (*Aegle marmelos L*), waktu kontak, serta pengaruh interaksi konsentrasi ekstrak dan waktu kontak. Teknik analisis yang digunakan adalah *Anova two-way* dan *Tukey HSD*. Model persamaan yang digunakan dalam pengujian adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (3)$$

;dimana Y_{ijk} = Respon kematian jentik, μ = Grand mean kematian jentik, α_i = Pengaruh konsentrasi pada level ke-i terhadap kematian jentik, τ_j = Pengaruh waktu kontak pada level ke-j

terhadap kematian jentik, $(\alpha\tau)_{ij}$ = Pengaruh interaksi konsentrasi pada level ke-i dan waktu kontak pada level ke-j terhadap kematian jentik, dan ϵ_{ijk} = Random error.

HASIL

1. Mortalitas larva *Anopheles sp*

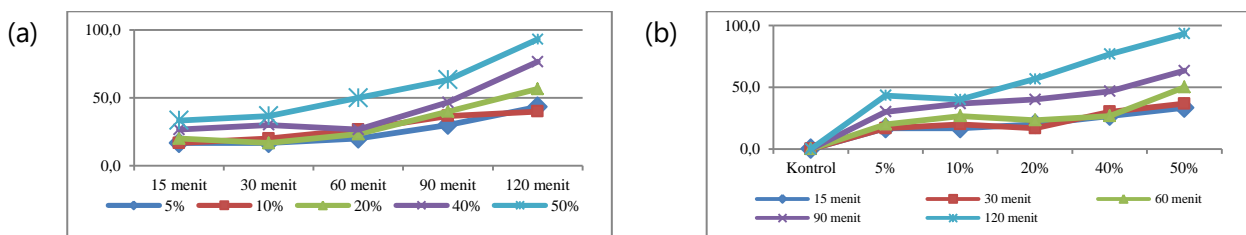
Larva *Anopheles sp* yang telah dipaparkan ekstrak kulit batang pohon Maja (*Aegle marmelos L*) diamati untuk mengetahui kematian pada masing-masing variasi konsentrasi ekstrak dan waktu kontak. Secara umum (Tabel 1), rata-rata kematian larva sebanyak 5,44 (SD=2,98). Mortalitas terendah pada konsentrasi 5% dan waktu kontak 15 menit (16,7%), dan tertinggi pada konsentrasi 50% dan waktu kontak 120 menit (93,3%).

Tabel 1. Mortalitas larva *Anopheles sp* pada variasi konsentrasi dan waktu

Konsentrasi		Kontrol	5%	10%	20%	40%	50%
Waktu Kontak	15 menit	0	16,7	16,7	20,0	26,7	33,3
	30 menit	0	16,7	20,0	16,7	30,0	36,7
	60 menit	0	20,0	26,7	23,3	26,7	50,0
	90 menit	0	30,0	36,7	40,0	46,7	63,3
	120 menit	0	43,3	40,0	56,7	76,7	93,3

Berdasarkan konsentrasi ekstrak, mortalitas tertinggi pada konsentrasi 50% untuk setiap waktu kontak. Sedangkan berdasarkan waktu kontak, mortalitas tertinggi pada waktu 120

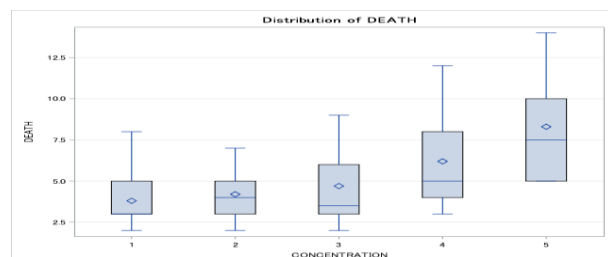
menit, untuk setiap konsentrasi ekstrak. Hasil ini mengindikasikan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak dan waktu kontak, maka semakin tinggi pula mortalitas larva *Anopheles sp* (Gambar 1).



Gambar 1. Mortalitas larva *Anopheles* berdasarkan konsentrasi (a), dan waktu kontak (b).

2. Pengaruh konsentrasi ekstrak

Rata-rata kematian berdasarkan konsentrasi ekstrak (Gambar 2), terendah pada konsentrasi 5% (\bar{X} =3,8; SD=1,8 larva), dan tertinggi pada konsentrasi 50% (\bar{X} =8,3; SD=3,4). Semakin tinggi konsentrasi, maka semakin tinggi jumlah kematian larva.



Gambar 2. Kematian larva berdasarkan konsentrasi

Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui perbedaan kematian larva berdasarkan level konsentrasi. Hasil analisis mendapatkan nilai $p\text{-value} < 0,0001$, menunjukkan perbedaan

jumlah kematian larva yang signifikan berdasarkan konsentrasi ekstrak (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji Anova

Variabel	DF	SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Concentration	4	135,320	33,830	49,75	<.0001
Time	4	246,520	61,630	90,63	<.0001
Concentration*Time	16	35,480	2,217	3,26	0.004
Concentration	4	135,320	33,830	49,75	<.0001

Sedangkan hasil uji *Tukey HSD* (Tabel 3) menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata kematian larva pada konsentrasi 5%, 10%, dan 20%; serta pada konsentrasi 40% dan 50%. Perbedaan nyata pada konsentrasi 5% dan 50% ($p\text{-value}=0,003$), 10% dan 50% ($p\text{-value}=0,009$), 20 dan 50% ($p\text{-value}=0,031$).

Pengaruh waktu kontak terhadap kematian larva ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan perbedaan jumlah kematian larva berdasarkan variasi waktu kontak ($p\text{-value} < 0,0001$). Hasil uji *Tukey HSD* (Tabel 4) menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata kematian larva pada lama waktu kontak 15, 30, dan 30 menit. Perbedaan nyata pada paparan 60 menit dan 120 menit, ($p\text{-value} < 5\%$).

Tabel 4. Hasil Uji *Tukey HSD*

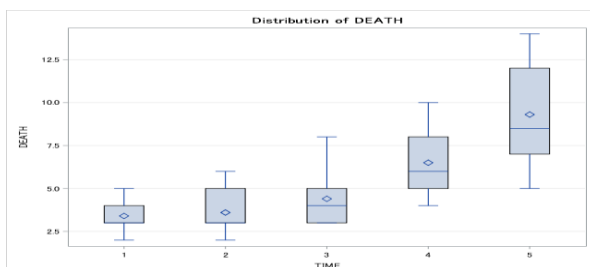
Konsentrasi (%)	5%	10%	20%	40%	50%
5%	-	>0,05	>0,05	>0,05	0,003
10%	>0,05	-	>0,05	>0,05	0,009
20%	>0,05	>0,05	-	>0,05	0,031
40%	>0,05	>0,05	>0,05	-	>0,05
50%	0,003	0,009	0,031	>0,05	-

Tabel 4. Hasil Uji *Tukey HSD*

Waktu (menit)	15	30	60	90	120
15	-	>0,05	>0,05	0,015	>0,05
30	>0,05	-	>0,05	0,027	>0,05
60	>0,05	>0,05	-	>0,05	>0,05
90	0,015	0,027	>0,05	-	0,037
120	0,000	0,000	0,000	0,037	-

2. Pengaruh waktu kontak

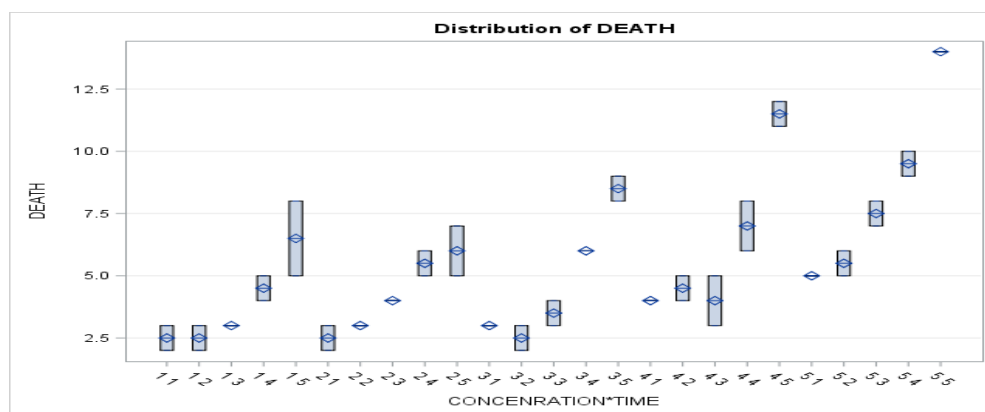
Rata-rata kematian terendah larva *Anopheles sp.* pada lama waktu kontak 15 menit ($\bar{X}=3,40$; $SD=1,07$ larva), dan tertinggi pada konsentrasi 120 menit ($\bar{X}=9,30$; $SD=3,33$). Menunjukkan semakin lama waktu kontak, maka semakin tinggi Rata-rata jumlah kematian larva. Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada waktu kontak 15 menit, 30 menit, dan 60 menit, Rata-rata kematian larva kurang dari 5 larva.



Gambar 3. Kematian larva berdasarkan waktu kontak (menit)

3. Pengaruh konsentrasi dan waktu kontak

Hasil analisis mendapatkan $p\text{-value}=0,004$, menunjukkan perbedaan jumlah kematian larva yang signifikan berdasarkan konsentrasi dan waktu kontak (Tabel 2). Pada Gambar 4 terlihat bahwa rata-rata kematian tertinggi pada kombinasi konsentrasi 50% dan waktu kontak 120 menit, sebanyak 12 larva. Hasil penelitian juga menunjukkan, pada masing-masing kelompok kombinasi perlakuan, paparan waktu 120 menit memberikan efek kematian yang lebih tinggi, pada seluruh konsentrasi perlakuan. Hasil ini mengindikasikan bahwa waktu kontak memberikan efek yang bermakna terhadap kematian larva.



Gambar 4. Rata-rata kematian larva *Anopheles* sp. berdasarkan konsentrasi dan waktu kontak

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh signifikan dari variabel penelitian, yaitu konsentrasi, waktu kontak, dan interaksi kedua variabel. Pada konsentrasi 5%, 10%, dan 20%, mortalitas kurang dari 50%. Pada penggunaan konsentrasi 40% dan 50%, mortalitas mencapai 50%. Demikian pula pada waktu kontak 15 menit, 30 menit, dan 60 menit, juga tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kematian larva. Kematian tertinggi pada waktu kontak 120 menit mortalitas lebih dari 50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan waktu kontak, maka semakin tinggi pula mortalitas larva.

Namun, hasil interaksi kedua variabel (Gambar 4) dapat memberikan pengaruh kematian 50% jentik pada konsentrasi 20% selama 120 menit, 40% selama 90 menit, dan 50% selama 60 menit. Hasil ini menunjukkan hubungan konsentrasi dan waktu kontak bernilai negatif. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka semakin pendek waktu kontak. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi, maka semakin panjang waktu kontak yang dibutuhkan.

Penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan konsentrasi 20% dan lama kontak 120 menit telah mampu mencapai kematian 50% larva. Penggunaan konsentrasi lebih rendah (5% dan 10%) masih dimungkinkan, dengan waktu kontak lebih dari 120 menit, mengingat siklus stadium jentik selama 7-10 hari, serta alasan ekonomis. Menurut WHO, lama waktu kontak untuk penilaian efektifitas larvasida hingga 48 jam (WHO, 2005).

Hasil penelitian sesuai dengan beberapa penelitian yang menyatakan bahwa konsentrasi berpengaruh terhadap peningkatan mortalitas. Mortalitas larva *Ae.aegypti* dengan ekstrak buah Pare (*Momordica charantia*), meningkat dari 48% menjadi 89% setelah menggunakan konsentrasi 5% dan 15% (Syam & Pawenrusi, 2017). Pada penggunaan ekstrak daun pepaya (*C. papaya*), dilaporkan mortalitas larva *Anopheles aconitus* meningkat dari 8% menjadi 56% pada konsentrasi 125 ppm dan 1000 ppm (Ningsi et al., 2016). Penelitian dengan ekstrak daun Maja (*Aegle marmelos*), melaporkan bahwa pada pengamatan 24 jam dengan konsentrasi 1% menimbulkan mortalitas 26%, konsentrasi 2% sebesar 34%, dan konsentrasi 4,12% sebesar 50% (Puspa Sari & Priastini Susilowati, 2019). Penelitian menggunakan minyak esensial daun Maja dan pengamatan 24 jam, mendapatkan mortalitas 43% pada konsentrasi 50 ppm, dan mortalitas mendekati 100% pada konsentrasi 90% (Sowmyashree et al., 2019). Kesimpulan tentang konsentrasi bahan juga disampaikan beberapa peneliti lainnya (Hidayati & Suprihatini, 2020; Kim & Ahn, 2017; Rafael et al., 2008; Sarma et al., 2017; Septarini Dian Anitasari, 2018; Vlineetha & Murugan, 2009; Yasi & Lestari, 2020; Zanardi et al., 2015).

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi angka kematian. Diduga, tingginya kematian disebabkan oleh kekentalan bahan sehingga mengganggu pergerakan larva ke permukaan untuk mengambil oksigen. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi, maka semakin tinggi pula kandungan racun pada ekstrak. Akibatnya, semakin cepat proses paralisis larva

karena dapat menghambat kemampuan makan larva dan menekan aktivitas sistem saraf larva (Hidayati & Suprihatini, 2020).

Kematian larva disebabkan kerusakan pada bagian toraks dan abdomen akibat senyawa toksin yang terkandung pada ekstrak, yaitu senyawa *limonoid*, *alkaloid*, *flavonoid*, dan *saponin*. Kerusakan abdomen akibat senyawa *saponin* yang berfungsi sebagai *antifeedant* bagi larva, sehingga menghambat kemampuan makan larva sehingga kerja hormon pertumbuhan dan *ekdison* terganggu. Selain *saponin* juga disebabkan oleh senyawa *limonoid*, *alkaloid* dan *flavonoid* (Chaieb, 2017; Hidayati & Suprihatini, 2020; Puspa Sari & Priastini Susilowati, 2019).

Selain sebagai racun perut, cara kerja *saponin* dan *alkaloid* akan mempengaruhi kerja enzim *koliesterase* larva. *Flavonoid* bersifat *respiratory poison* dan *polifenol* bersifat *stomach poison*, sehingga mengakibatkan kematian pada larva. Di dalam tumbuhan Maja terdapat senyawa golongan *steroid sitosterol* dan *stigma sterol* yang dapat digunakan sebagai larvasida (Ghosh, 2013). *Alkaloid* merupakan senyawa racun yang ada dalam tumbuhan untuk memproteksi diri dari serangga (Puspa Sari & Priastini Susilowati, 2019). Kandungan senyawa *limonoid* pada famili *Rutaceae* telah digunakan dalam pembuatan beberapa formulasi insektisida karena efek racunnya terhadap serangga (Atul, Nilesh, Akkatai, & Kamlakar, 2012; Puspa Sari & Priastini Susilowati, 2019).

Walaupun telah memberikan bukti empiris, namun penelitian masih terbatas pada konsentrasi dan waktu kontak, serta menggunakan larva alami. Sehingga faktor lain yang ikut berperan dalam kehidupan larva belum diketahui, seperti temperatur, kandungan nutrisi organik, kadar garam, dan lain-lain. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan mengikutsertakan faktor lingkungan, faktor larva, larva endemik dari proses *rearing*, serta peningkatan waktu kontak.

SIMPULAN

Penelitian telah membuktikan bahwa ekstrak kulit batang Maja (*Aegle marmelos* L) sebagai alternatif bio-insektisida dalam pengendalian larva nyamuk *Anopheles* sp. Mortalitas larva tertinggi (93,3%) diperoleh pada konsentrasi

50% dan waktu kontak 120 menit. Kombinasi antara konsentrasi dan waktu kontak menimbulkan mortalitas 50% pada 20%-120 menit, 40%-90 menit, dan 50%-60 menit. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan konsentrasi efektif dengan memperhatikan faktor lingkungan, faktor larva, waktu kontak, serta dampak ikutan terhadap serangga/biota non target.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrane, Y. A., Mweresa, N. G., Wanjala, C. L., Gilbreath III, T. M., Zhou, G., Lee, M.-C., ... Yan, G. (2016). Evaluation of long-lasting microbial larvicide for malaria vector control in Kenya. *Malaria Journal*, *15*(1), 577. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1626-6>
- Akdeniz, D., & Özmen, A. (2011). Antimitotic effects of the biopesticide oxymatrine. *Caryologia*, *64*(1), 117–120. <https://doi.org/10.1080/00087114.2011.10589771>
- Ashley, E. A., Pyae Phy, A., & Woodrow, C. J. (2018). Malaria. *The Lancet*, *391*(10130), 1608–1621. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30324-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30324-6)
- Atul, P., Nilesh, D., Akkatai, R., & Kamlakar, K. (2012). a Review on *Aegle Marmelos*: a Potential Medicinal Tree. *International Research Journal of Pharmacy*, *3*(8), 86–91.
- Benelli, G., & Beier, J. C. (2017). Current vector control challenges in the fight against malaria. *Acta Tropica*, *174*, 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.06.028>
- Cannon, J. G., Burton, R. A., Wood, S. G., & Owen, N. L. (2004). Naturally Occurring Fish Poisons from Plants. *Journal of Chemical Education*, *81*(10), 1457. <https://doi.org/10.1021/ed081p1457>
- Chaieb, I. (2017). Saponins as Insecticides: A Review Saponins as Insecticides: a Review, Tunisian. *Journal of Plant. Protection*, *5*(1), 39–50.
- Desai, M., Gutman, J., Hill, J., ter Kuile, F. O., Fernandes, S., Webster, J., ... ter Kuile, F. O. (2018). Series Malaria in pregnancy 2 Prevention of malaria in pregnancy. *Lancet Infect Dis*, *18*(18), 119–151. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30064-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30064-1)
- Dinas Kesehatan Kabupaten Lampung Selatan. (2017). *Profil Kesehatan Kabupaten Lampung Selatan*. Kalianda: Dinas Kesehatan Kabupaten

- Lampung Selatan.
- Elango, G., Rahuman, A. A., Bagavan, A., Kamaraj, C., Zahir, A. A., & Venkatesan, C. (2009). Laboratory study on larvicidal activity of indigenous plant extracts against *Anopheles subpictus* and *Culex tritaeniorhynchus*. *Parasitology Research*, *104*(6), 1381–1388. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1339-7>
- Fatmawaty, A. A., Hermita, N., Hastuti, D., Kartina, A. M., & Hilal, S. (2019). Phytochemical analysis of beneng taro (*Xanthosoma undipes* K.Koch) leaves: Cultivation as raw material for biopesticides for eco-friendly agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *383*(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/383/1/012006>
- Ghosh, A. (2013). Efficacy of phytosterol as mosquito larvicide. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *3*(3), 252. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60050-X](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60050-X)
- Hidayati, L., & Suprihatini, S. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Terhadap Kematian Larva *Culex* sp. *ASPIRATOR - Journal of Vector-Borne Disease Studies*, *12*(1), 45–52. <https://doi.org/10.22435/asp.v12i1.2171>
- Jiang, X., Hansen, H. C. B., Strobel, B. W., & Cedergreen, N. (2018). What is the aquatic toxicity of saponin-rich plant extracts used as biopesticides? *Environmental Pollution*, *236*, 416–424. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.058>
- Kemenkes, R. I. (2018). Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2017 (R. Kurniawan, Yudianto, B. Hardhana, & T. Siswanti, Eds.). Retrieved from website: <http://www.kemkes.go.id>
- Kim, S. Il, & Ahn, Y. J. (2017). Larvicidal activity of lignans and alkaloid identified in *Zanthoxylum piperitum* bark toward insecticide-susceptible and wild *Culex pipiens pallens* and *Aedes aegypti*. *Parasites and Vectors*, *10*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2154-0>
- Leffler, E. M., Band, G., Busby, G. B. J., Kivinen, K., Le, Q. S., Clarke, G. M., ... Kwiatkowski, D. P. (2017). Resistance to malaria through structural variation of red blood cell invasion receptors. *Science*, *356*(6343), eaam6393. <https://doi.org/10.1126/science.aam6393>
- McCann, R. S., van den Berg, H., Diggle, P. J., van Vugt, M., Terlouw, D. J., Phiri, K. S., ... Takken, W. (2017). Assessment of the effect of larval source management and house improvement on malaria transmission when added to standard malaria control strategies in southern Malawi: study protocol for a cluster-randomised controlled trial. *BMC Infectious Diseases*, *17*(1), 639. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2749-2>
- McClure, E. M., Meshnick, S. R., Lazebnik, N., Mungai, P., King, C. L., Hudgens, M., ... Dent, A. E. (2014). A cohort study of *Plasmodium falciparum* malaria in pregnancy and associations with uteroplacental blood flow and fetal anthropometrics in Kenya. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, *126*(1), 78–82. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2014.01.016>
- Meibalan, E., & Marti, M. (2017). Biology of Malaria Transmission. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, *7*(3), a025452. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025452>
- Ningsi, E., Yuniar, N., & Fachlevy, A. (2016). Efektivitas Uji Daya Bunuh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Anopheles Aconitus* Donits Dalam Upaya Pencegahan Penyakit Malaria Di Daerah Persawahan Desa Lalonggombu Kecamatan Andoolo Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, *1*(3), 183424.
- Puspa Sari, M., & Priastini Susilowati, R. (2019). Efektivitas Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* (L) Corr) sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. *YARSI Medical Journal*, *27*(1), 001. <https://doi.org/10.33476/jky.v27i1.797>
- Rafael, M. S., Hereira-Rojas, W. J., Roper, J. J., Nunomura, S. M., & Tadei, W. P. (2008). Potential control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) with *Piper aduncum* L. (Piperaceae) extracts demonstrated by chromosomal biomarkers and toxic effects on interphase nuclei. *Genetics and Molecular Research*, *7*(3), 772–781. <https://doi.org/10.4238/vol7-3gmr481>
- Rismayani, R. (2013). Manfaat Buah Maja Sebagai Pestisida Nabati Untuk Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*). *Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri*, *9*(3), 24–26. Retrieved from http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2014/01/perkebunan_warta-vol19No3-2013-7.pdf
- Rogerson, S. J., Desai, M., Mayor, A., Sicuri, E., Taylor, S. M., & van Eijk, A. M. (2018). Burden, pathology, and costs of malaria in pregnancy: new developments for an old problem. *The*

- Lancet Infectious Diseases*, 18(4), e107–e118.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30066-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30066-5)
- Rubio-Moraga, Á., Gerwig, G. J., Castro-Díaz, N., Jimeno, M. L., Escribano, J., Fernández, J.-A., & Kamerling, J. P. (2011). Triterpenoid saponins from corms of *Crocus sativus*: Localization, extraction and characterization. *Industrial Crops and Products*, 34(3), 1401–1409.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.04.013>
- Russell, T. L., Govella, N. J., Azizi, S., Drakeley, C. J., Kachur, S. P., & Killeen, G. F. (2011). Increased proportions of outdoor feeding among residual malaria vector populations following increased use of insecticide-treated nets in rural Tanzania. *Malaria Journal*, 10(1), 80.
<https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-80>
- Sampe, V., & Watuguly, T. (2016). Efektivitas Ekstrak Biji Pangi (*Pangium edule* Reinw) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles*. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 2(2), 152–159.
<https://doi.org/10.30598/biopendixvol2issue2page152-159>
- Sarma, R., Mahanta, S., & Khanikor, B. (2017). Insecticidal Activities of the Essential Oil of *Aegle marmelos* (Linnaeus, 1800) against *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823). *Universal Journal of Agricultural Research*, 5(5), 304–311.
<https://doi.org/10.13189/ujar.2017.050508>
- Senthil-Nathan, S. (2020). A Review of Resistance Mechanisms of Synthetic Insecticides and Botanicals, Phytochemicals, and Essential Oils as Alternative Larvicidal Agents Against Mosquitoes. *Frontiers in Physiology*, 10.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01591>
- Septarini Dian Anitasari, S. D. (2018). Efektivitas Biopestisida Daun Tembelekan (*Lantana camara*) Terhadap Hama Kutu Daun *Aphis* sp Tanaman Cabai. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 3(1).
<https://doi.org/10.32528/bioma.v3i1.1325>
- Sinka, M. E., Bangs, M. J., Manguin, S., Chareonviriyaphap, T., Patil, A. P., Temperley, W. H., ... Hay, S. I. (2011). The dominant *Anopheles* vectors of human malaria in the Asia-Pacific region: Occurrence data, distribution maps and bionomic précis. *Parasites and Vectors*, 4(1).
<https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-89>
- Sowmyashree, K., Chalannavar, R. K., Ghosh, S. K., Nityasree, B. R., & Supriya, S. (2019). Effect of Essential Oils of *Aegle marmelos* (L.) Correa and *Psidium guajava* L. On Larvae of Malaria Vector *Anopheles Stephensi* Liston. *Life Science, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Science*, 5(1), 704–711.
<https://doi.org/10.26479/2019.0501.59>
- Sugiarto, S., Hadi, U. K., Soviana, S., & Hakim, L. (2016). Karakteristik Habitat Larva *Anopheles* spp. di Desa Sungai Nyamuk, Daerah Endemik Malaria di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 12(1), 47–54.
<https://doi.org/10.22435/blb.v12i1.4653.47-54>
- Sukumar, K., Perich, M. J., & Boobar, L. R. (1991). Botanical derivatives in mosquito control: a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7(2), 210–237. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1680152>
- Syafruddin, D., Lestari, Y. E., Permana, D. H., Asih, P. B. S., St. Laurent, B., Zubaidah, S., ... Lobo, N. F. (2020). *Anopheles* *sundaicus* complex and the presence of *Anopheles epiroticus* in Indonesia. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(7), e0008385.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008385>
- Syam, I., & Pawenrusi, E. P. (2017). Efektifitas Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia*) Dalam Mematikan Jentik *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1), 19.
<https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.158>
- Tennyson, S., Ravindran, K. J., & Arivoli, S. (2012). Screening of twenty five plant extracts for larvicidal activity against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2), S1130–S1134.
[https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60372-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60372-4)
- Tusting, L. S., Thwing, J., Sinclair, D., Fillinger, U., Gimnig, J., Bonner, K. E., ... Lindsay, S. W. (2013). Mosquito larval source management for controlling malaria. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD008923.pub2>
- Vlineetha, A., & Murugan, K. (2009). Larvicidal and smoke repellency effect of *Toddalia asiatica* and *Aegle marmelos* against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Insecta: Diptera: Culicidae). *Entomological Research*, 39(1), 61–65.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2008.00193.x>
- WHO. (2005). Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. In *World Health Organization*. Retrieved from http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPEP_GCDPP_2005.13.pdf?ua=1

- WHO. (2020). Malaria. Retrieved September 13, 2020, from WHO Regional Publication SEARO website: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- Yasi, R. M., & Lestari, R. F. (2020). Potentials of Grinting Grass (*Cynodon dactylon* L.) For Biopesticides On *Sitophilus Zeamais* Motsch Mortality. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 6(1), 37–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/jams.v6i1.15618>
- Zanardi, O. Z., Ribeiro, L. do P., Ansante, T. F., Santos, M. S., Bordini, G. P., Yamamoto, P. T., & Vendramim, J. D. (2015). Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*, 67, 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.010>.