

JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Aplikasi Substitutif Ekstrak Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dengan Batang Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Substitutional Application Of Moringa Stem Bark Extract (*Moringa oleifera* L.) With Basil Stem (*Ocimum basilicum* L.) On Mortality Of *Aedes aegypti* Mosquito Larvae

**Vinsensius M. Ati*¹, Paula M.D.S. Mau², Ermelinda D. Meye³,
Alfred O.M.Dima⁴, Djefry Amalo⁵**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui Kupang

*Email: vinsenmanekati@gmail.com

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi secara substitusi ekstrak kulit batang kelor (ekstrak MB) dengan ekstrak batang kemangi (ekstrak BS) terhadap mortalitas, LC₅₀ dan LT₅₀ larva *Aedes aegypti*. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan meliputi kontrol (tanpa ekstrak MB dan ekstrak BS), ekstrak MB 500 mg, ekstrak MB 350 mg dan ekstrak BS 150 mg, ekstrak MB 200 mg dan ekstrak BS 300 mg, ekstrak MB 50 mg dan ekstrak BS 450 mg, dan ekstrak BS 500 mg. Setiap perlakuan diulang 4 kali. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS berpengaruh sangat nyata ($p=0,00$) terhadap mortalitas larva. Uji Tukey membuktikan bahwa rata-rata mortalitas tertinggi diperoleh pada substitusi ekstrak MB 50 mg dengan ekstrak BS 450 mg. Analisis probit menunjukkan bahwa *median lethal concentration* (LC₅₀) diperoleh pada konsentrasi 35,96 mg/L dengan *median lethal time* (LT₅₀) dicapai dalam waktu 8,58 jam. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa substitusi ekstrak kulit batang kelor dengan ekstrak batang kemangi dalam ratio 1:9 berpotensi sebagai biolarvasida yang menyebabkan mortalitas larva nyamuk *A. aegypti* mencapai 97%, dengan *median lethal concentration* (LC₅₀) 35,96 mg/L dan *median lethal time* (LT₅₀) 8,58 jam.

Kata kunci: *Aedes aegypti*, ekstrak, kelor, kemangi, kematian, LC₅₀, LT₅₀

ABSTRACT

The research was carried out to determine the effect of substitutional of moringa stem bark extract (MB extract) with basil stem extract (BS extract) on mortality, LC₅₀ and LT₅₀ of *Aedes aegypti* larvae. The research was design using completely randomized design (CRD) consist of 6 treatments including control (without MB and BS extracts), 500 mg MB extract, 350 mg MB extract and 150 mg BS extract, 200 mg MB extract and 300 mg BS extract, 50 mg MB extract and 450 mg BS extract, 500 mg BS extract. Each treatment was repeated 4 times. The results of variance analysis indicated that substitution of MB extract with BS extract had a very significant effect ($p=0.00$) on larval mortality. Tukey's test proved that the highest average mortality was obtained by substitution of 50 mg MB extract with 450 mg BS extract. Probit analysis showed that LC₅₀ was obtained at a concentration of 35.96 mg/L and LT₅₀ achieved within 8.58 hours. Based on the research we concluded that substitution of MB extract with BS extract 1:9 in ratio has potential as a biolarvicide that cause 97% mortality of *Aedes aegypti*

mosquito larvae, which is the median lethal concentration (LC50) 35.96 mg/L and the median lethal time (LT50) 8.58 hours.

Keywords: *Aedes aegypti*, extract, moringa, basil, mortality, LC₅₀, LT₅₀.

PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang sangat serius ditengah merebaknya pandemi covid-19 terutama di daerah endemik DBD. Penyakit yang disebabkan oleh arbovirus ini ditularkan melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* sebagai vektor utama dan *Aedes albopictus* sebagai vektor potensial (Widyantoro dkk., 2021). Nyamuk *Aedes* telah menyebar di Amerika Utara dan Eropa (Kraemer *et al.*, 2015), Peru (Schneider *et al.*, 2004), Kuba (Gutierrez-Bugallo *et al.*, 2020), Kolombia, Ekuador dan Argentina (Talbot *et al.*, 2021) dan merupakan spesies polimorfik (Powell & Tabachnick, 2013). Populasi dunia yang menempati daerah berisiko penularan DBD mencapai 40% dan sekitar 100 juta penduduk terinfeksi setiap tahun dengan 500.000 kasus DBD dan 22.000 kematian (Akbar & Syaputra, 2019).

Penyakit DBD di Indonesia tergolong penyakit menular yang sering menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) (Salawati dkk., 2010). Pada tahun 2020 terdapat 108.303 kasus DBD tersebar di 477 kabupaten/kota di 34 provinsi dengan kematian mencapai 747 kasus. Selanjutnya tercatat 71.044 kasus di tahun 2021 tersebar di 467 kabupaten/kota pada 34 provinsi dengan kematian mencapai 690 orang. Pada tahun 2022 hingga minggu kelima DBD mencapai 5.041 kasus dengan jumlah kematian 59 orang menyebar pada 9 provinsi dan 102 kabupaten/kota (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022).

Upaya pencegahan dan penanganan kasus DBD harus dilakukan secara menyeluruh dan tuntas. Pencegahan dilakukan melalui pengendalian vektor biologi yang berperan dalam penyebaran virus DBD sedangkan penanganan dilakukan terhadap penderita DBD untuk menekan tingkat fatalitas. Menurut Talbot *et al.* (2021) aspek penting yang perlu diperhatikan adalah mengendalikan tempat

perkembangbiakan nyamuk, meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan melakukan pengawasan serta pengendalian nyamuk pada keluarga prasejahtera. Menurut Kesetyaningsih dkk. (2012) pengetahuan dan perilaku pencegahan DBD masyarakat kota lebih baik daripada desa.

Kegiatan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) untuk mencegah dan mengendalikan penularan DBD oleh gigitan nyamuk dapat dilakukan melalui 3M plus, larvasida dan fogging (Sutriyawan, 2021). Kegiatan pemberantasan *Aedes aegypti* melalui penggunaan larvasida lebih efisien dibanding membunuh nyamuk dewasa (Yasi & Harsanti, 2018). Umumnya larvasida yang digunakan adalah larvasida sintetis karena mudah digunakan, mudah diperoleh, dan lebih efektif. Namun demikian, penggunaan insektisida sintetis berdampak pada pencemaran lingkungan, efek residu, resistensi populasi nyamuk dan kesehatan manusia (Gautam *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2009). Menurut Taslisia dkk. (2018) larva *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap themephos pada pengujian resistensi menggunakan 0,012 mg/L. Kecenderungan resistensi terhadap insektisida disebabkan oleh penggunaan secara terus menerus dalam jangka panjang (Lesmana dkk., 2021).

Bahan kimia organik bioaktif tumbuhan memiliki keunggulan karena kurang beracun, kurang rentan terhadap resistensi dan mudah terurai secara biologi dibandingkan dengan pestisida sintetis (Prabhu dkk, 2011). Daun, biji, dan bunga kelor (*Moringa oleifera* L.) sudah sering dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi, obat tradisional dan biolarvasida. Ekstrak daun kelor (Yasi dan Harsanti, 2018), dan biji kelor (Bureni dkk., 2018) dapat membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti*. Ekstrak daun kelor 1% yang diperkaya minyak atsiri serai wangi 0,30% menghasilkan masker gel *peel-off* terbaik dan paling disukai (Adhayanti dkk., 2022). Aplikasi flavonoid (Ati *et al.*, 2022), alkaloid dan tanin

(Meye dkk, 2021) dari ekstrak daun kelor terbukti bersifat toksik terhadap larva *Aedes aegypti*. Demikian pula ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) memiliki efek larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* (Kartika dan Isti'anah, 2014).

Batang kelor dan batang kemangi merupakan bagian tanaman yang belum dimanfaatkan secara optimal. Senyawa yang terkandung dalam kulit batang kelor adalah steroid, flavonoid, alkaloid, fenol dan tanin (Ikalinus dkk., 2015). Baharuddin (2018) membuktikan bahwa aplikasi ekstrak kulit dahan kelor dengan konsentrasi 4% efektif membunuh larva *Aedes aegypti*. Surahmaida & Umarudin (2018) menunjukkan bahwa ekstrak etanol batang kemangi mengandung tanin, alkaloid dan minyak atsiri. Minyak atsiri yang dikandung kemangi antara lain *linalool*, *eugenol*, *methyl eugenol*, *α-copaene*, *caryophyllene*, *germacrene-D*, *e-citral*, *d-gurjunene*, *β-bourbonene*, *β-selinene*, *z-citral*, *1,3-benzodioxole* dan *caryophyllene oxide* (Hikmawanti dkk., 2019). Alkaloid, tanin, minyak atsiri linalool dan eugenol daun kemangi efektif sebagai repellent *Aedes aegypti* (Christella dkk., 2020).

Kulit batang umumnya diperoleh dengan cara mengerat kulit hingga mencapai batang tanaman. Pemanfaatan dengan cara demikian berpotensi merusak tampilan dan mengganggu pertumbuhan tanaman kelor. Batang kemangi merupakan limbah yang dihasilkan setelah pemanfaatan daun kemangi untuk berbagai keperluan. Pendekatan substitusi dapat mengurangi pemanfaatan bahan yang masih produktif dengan limbah yang bernilai ekonomi. Selain itu penggunaan secara bersamaan memberikan manfaat komplementer dalam meningkatkan potensi biolarvasida sekaligus distribusi pemanfaatan bahan berpotensi biolarvasida. Penelitian ini ingin membuktikan pemanfaatan secara bersama-sama kulit batang kelor dan batang kemangi dengan cara substitusi dan pengaruhnya terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*, *median lethal concentration* (LC₅₀) dan *median lethal time* (LT₅₀).

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah pemeliharaan jentik nyamuk, timbangan analitik Ohaus, timbangan digital SF-400, stop watch, termometer air, humidity alarm AMT-123, *evaporator buchi rotavapor* R-210, ayakan 60 mess, gelas ukur, pipet tetes, tabung Erlenmeyer, tabung reaksi, spatula, blender, pisau dan toples kaca. Bahan yang digunakan meliputi ekstrak kulit batang kelor (ekstrak MB), ekstrak batang kemangi (ekstrak BS), larva *Aedes aegypti*, kertas saring whatman no.1, aquades dan pelet dogfood sebagai pakan jentik.

Pembuatan ekstrak kulit batang kelor dan ekstrak batang kemangi

Kulit batang kelor diambil dari batang utama dan cabang, dikerat melingkar sampai menyentuh bagian batang. Umur tanaman kelor yang dikoleksi kulit batangnya berkisar 3-5 tahun dengan diameter batang 25-30 cm dan tinggi 7-12 m. Tanaman kemangi yang digunakan berumur 2 bulan dengan tinggi 60-70 cm. Batang kemangi dipanen 2 cm dari permukaan tanah dan dipisahkan dengan daun dan bunga. Sampel dibersihkan, dicacah, dan dikering anginkan dalam suhu ruangan. Kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 60 mess. Hasil ayakan ditimbang. Simplisia dimaserasi menggunakan aquades (1:3) selama 24 jam dengan dua kali pengadukan. Biji kelor yang diekstraksi dengan aquades memiliki efek larvasida terhadap *Aedes aegypti* (Fitriyah dkk., 2019; Markus dkk., 2019) dan dapat meminimalisir toksisitas pada hewan non-target (Ohia *et al.*, 2013). Hasil maserasi disaring dengan kertas saring Whatman No. 1. Residu dimaserasi lagi sebanyak 4 kali dengan jumlah pelarut yang sama sampai filtratnya berwarna bening. Hasil penyaringan digabungkan dan dievaporasi dengan *rotary evaporator* pada suhu 60°C untuk memisahkan ekstrak dengan pelarutnya (Yasi dan Harsanti, 2018). Ekstrak kasar ditimbang dan ditentukan persentase rendemen (Hasnaeni dkk., 2019).

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir ekstrak}}{\text{Berat awal simplisia}} \times 100\% \dots (3)$$

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (Gasperz, 1991). Penentuan konsentrasi untuk rancangan perlakuan berdasarkan uji pendahuluan. Rancangan perlakuan yang digunakan adalah:

P0 = Aquades (kontrol)

P1 = Ekstrak kulit batang kelor (MB) 500 mg

P2 = Ekstrak MB 350 mg dan ekstrak batang kemangi (BS) 150 mg

P3 = Ekstrak MB 200 mg dan ekstrak BS 300 mg

P4 = Ekstrak MB 50 mg dan ekstrak BS 450 mg

P5 = Ekstrak BS 500 mg

Setiap perlakuan diulang empat kali. Ekstrak kasar ditimbang sesuai masing-masing perlakuan dan diencerkan dengan aquades untuk memperoleh 100 ml larutan ekstrak.

Persiapan larva nyamuk *Aedes aegypti*

Telur *Aedes aegypti* yang diperoleh dari Badan Loka Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Loka Litbangkes) Waikabubak ditetaskan dalam nampan plastik berisi air bersih 1000 cc dan makanan jentik (Moniharapon dkk., 2019). Setelah 3-4 hari (larva mencapai instar III dengan ciri ukuran cukup besar, corong pernapasan berwarna hitam dan sifon terlihat jelas), larva dipindahkan menggunakan pipet ke wadah uji berupa gelas plastik berukuran 9x10 cm.

Pengujian aktivitas larvasida

Larva sebanyak 25 ekor ditempatkan pada setiap wadah dan ditutup dengan jaring. Larva diberikan ekstrak MB dan ekstrak BS secara substitusi sesuai perlakuan. Selama penelitian larva diberi makan dogfood. Pengamatan dilakukan setiap 6 jam selama 24 jam dengan waktu pengamatan 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Perhitungan waktu, dimulai setelah memasukkan larva ke dalam wadah uji. Pengamatan dimulai saat larva uji diberikan ekstrak dan mampu bertahan hidup pada jangka waktu tertentu, namun tidak dapat mencapai tahap selanjutnya.

Variabel penelitian

Variabel penelitian meliputi kematian larva (mortalitas), *Lethal concentration 50* (LC₅₀) dan *Lethal Time 50* (LT₅₀). Penentuan persentase mortalitas mengacu kepada Hikma dan Ardiansyah (2018):

$$M = \frac{Mt}{M0} \times 100\% \dots (4)$$

M: persentase mortalitas larva uji (%)

Mt: jumlah larva uji yang mati

M0: jumlah larva mula-mula

Larva dinyatakan mengalami kematian (mortalitas) sebagai akibat aktivitas ekstrak MB dan ekstrak BS jika tenggelam ke dasar wadah, menjauh dari larva hidup, tidak bergerak dan tidak berespon saat diberikan rangsangan gerak air atau disentuh dengan lidi (Moniharapon dkk., 2019). LC₅₀ (*Lethal Concentration 50*) adalah konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian populasi hewan atau larva uji mencapai 50%. LT₅₀ (*Lethal Time 50*) yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50 % kematian hewan atau larva uji. Data mortalitas larva dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Tukey sedangkan nilai LC₅₀ dan LT₅₀ dilakukan analisis probit (Jauharlina dan Hendriwal, 2003; Yasi dan Harsanti, 2018) menggunakan software minitab versi 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Rendemen

Persentase rendemen kulit batang kelor dan batang kemangi secara berurutan 14,85% dan 15,57% sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Rendemen merupakan perbandingan antara ekstrak yang diperoleh terhadap simplisia awal. Persentase rendemen ekstrak kulit batang kelor lebih rendah 0,72% dari batang kemangi. Semakin tinggi nilai rendemen suatu ekstrak maka semakin tinggi kandungan senyawa bioaktif (Jhonprimen dkk., 2012).

Tabel 1. Persentase rendemen ekstrak MB dan ekstrak BS

Sampel	Serbuk MB	Serbuk BS
Pelarut	Aquades	Aquades
Berat simplisia kering (g)	100	100
Warna filtrate	Coklat	Hitam
Berat ekstrak (g)	14,85	15,57
Rendemen	14,85%	15,57%

Mortalitas larva *Aedes aegypti*

Hasil uji larvasida substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS terhadap larva *Aedes aegypti* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kematian larva *Aedes aegypti* dan persentasenya 24 jam setelah perlakuan

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata ± SD	(%)
	I	II	III	IV		
P0	0	0	0	0	0 ^a ± 0,00	0
P1	14	15	16	16	15,25 ^b ± 0,95	61
P2	22	21	22	19	21,00 ^c ± 1,41	84
P3	23	21	22	23	22,25 ^{cd} ± 0,95	89
P4	24	24	24	25	24,25 ^d ± 0,50	97
P5	17	18	17	15	16,75 ^b ± 1,25	67

(Ket: superskrip yang sama dalam kolom berbeda tidak nyata)

Rata-rata mortalitas tertinggi larva *Aedes aegypti* setelah 24 jam perlakuan diperoleh pada P4 (ekstrak MB 50 mg dan ekstrak BS 450 mg) diikuti P3 (ekstrak MB 200 mg dan ekstrak BS 300 mg) dengan rata-rata dan persentase mortalitas masing-masing secara berurutan 24,25±0,5 dan 97% serta 22,25±0,95 dan 89%.

Hasil analisis ragam (Anova) membuktikan bahwa perlakuan substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS berpengaruh sangat nyata ($p = 0,000$) terhadap rataan mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*. Uji Tukey mempertegas pembuktian Anova bahwa P4 berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan P3. Ekstrak MB yang disubstitusi dengan ekstrak BS pada ratio 1:9 (P4) memiliki toksisitas lebih tinggi diikuti dengan ratio substitusi 2:3 (P3). Sekalipun kedua perlakuan berbeda tidak nyata namun P4 menyebabkan persentase mortalitas 8,23% lebih

tinggi dibanding P3. Semakin tinggi perbandingan ekstrak BS terhadap ekstrak MB maka persentase kematian larva *Aedes aegypti* semakin besar. Larva yang mengalami keracunan memperlihatkan pergerakan dan respon yang lambat serta mati secara perlahan-lahan. Larva yang mati terlihat memutih, terpisah dari larva hidup dan tidak berespon ketika disentuh dan diberi rangsangan. Menurut Yuliana dkk. (2021) dalam pengamatan mikroskop larva yang mati tidak bergerak sama sekali bila disentuh, berwarna putih, memanjang, kaku dan tenggelam.

Namun dalam penelitian ini, pemberian ekstrak MB dan ekstrak BS secara tunggal pada konsentrasi yang sama memberikan efek toksik yang lebih rendah ditandai dengan persentase kematian kurang dari 70% dibanding kombinasi secara substitusi. Sebaliknya, kombinasi kedua macam bahan dalam perbandingan yang memadai meningkatkan efek toksik dan sangat potensial sebagai biolarvasida. Kematian larva diduga dipicu oleh alkaloid, flavonoid dan tanin pada ekstrak kulit batang kelor (Ikalinus dkk., 2015) yang dikombinasi dengan tanin, alkaloid dan minyak atsiri ekstrak kemangi (Surahmida dan Umarudin, 2018). Ati *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan 50 ppm flavonoid ekstrak daun kelor menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti* mencapai 95% dan pada konsentrasi 75 ppm meningkatkan kematian hingga 100%. Kombinasi ekstrak MB dan ekstrak BS yang dilakukan secara substitusi dalam penelitian ini bersifat saling melengkapi sehingga mampu meningkatkan mortalitas larva *Aedes aegypti* dengan ratio terbaik 1:9.

Tanin menghambat pembentukan enzim pencernaan larva yang menghambat aktivitas pencernaan protein sehingga menurunkan intensitas makan, pertumbuhan terganggu dan melemahnya otot gerak (Perdana, 2018). Selain itu, mengurangi nafsu makan yang mengakibatkan larva mati secara perlahan. Sedangkan flavonoid merupakan racun kontak yang bekerja menghambat sistem pernapasan dan mengganggu sistem saraf (Yuliana dkk., 2021) dengan merusak siphon, menimbulkan kejang otot dan menyebabkan kematian larva. Alkaloid bekerja menghambat hormon

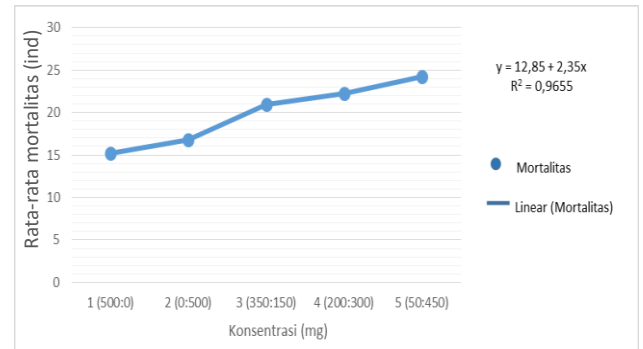
pertumbuhan dengan memperlambat kerja enzim kolinesterase yang menghambat metamorfosis larva (Alfarizy dkk., 2017). Alkaloid bersifat toksin, *repellent* dan *antifeedant*. Dalam konsentrasi tinggi alkaloid bersifat toksin bekerja sebagai racun kontak dan racun pencernaan (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

Semakin tinggi ekstrak daun kemangi (Kurnia & Astuti, 2019) maka semakin efektif daya bunuh terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Eugenol dan sineol (Ridhwan & Isharyanto, 2016), linalool dan eugenol (Hikmawanti *et al.*, 2019) merupakan minyak atsiri kemangi yang berpotensi larvasida. Menurut Ridhwan & Isharyanto (2016) minyak kemangi bekerja sebagai racun kontak yang terserap melalui permukaan kulit. *Linalool* dapat memberi efek toksik pada sistem pernapasan dan saraf larva ditandai dengan pergerakan larva yang melamban dan larva mati secara perlahan. Eugenol dapat menimbulkan efek racun kontak, perut dan pernapasan. Saat terjadi kontak antara larva dengan senyawa eugenol maka sistem saraf larva akan terganggu dan secara berangsur mengalami kematian (Agustina dkk., 2019; Pamungkas dkk., 2017).

Median Lethal Concentration (LC₅₀)

Nilai LC₅₀ ditentukan dengan analisis probit. Hasil analisis menunjukkan bahwa LC₅₀ dicapai pada konsentrasi 35,96 mg/L. Nilai LC₅₀ pada penelitian ini mengindikasikan bahwa aplikasi substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS pada konsentrasi 35,96 mg/L sudah cukup untuk membunuh 50% larva *Aedes aegypti* dari total larva uji selama 24 jam pengamatan. Dalam penelitian ini perlakuan substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS pada ratio 1:9 menghasilkan nilai rata-rata dan persentase mortalitas tertinggi.

Kurva persamaan regresi linear antara konsentrasi dengan rata-rata mortalitas larva *Aedes aegypti* diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva persamaan regresi linear antara konsentrasi dengan rata-rata mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Hubungan rata-rata kematian larva *Aedes aegypti* (Y) dan konsentrasi substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS (X) mengikuti persamaan $Y = 12,85 + 2,35X$, dimana setiap pertambahan konsentrasi ekstrak BS menggantikan ekstrak MB sebesar satu satuan maka mortalitas larva *Aedes aegypti* akan meningkat sebanyak 2,35 individu dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9655. Dengan demikian 96,55% mortalitas larva *Aedes aegypti* terjadi sebagai akibat substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS dan selebihnya dikontribusi oleh faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Ekstrak MB yang disubstitusi dengan ekstrak BS memiliki toksisitas kategori sedang. Nilai LC₅₀ untuk uji toksisitas dikategori memiliki daya racun sangat tinggi jika < 1 mg/L, tinggi jika berkisar $1 - 10$ mg/L, sedang jika $> 10 - 100$ mg/L dan rendah apabila > 100 mg/L (Hendri dkk, 2010). Semakin rendah nilai LC₅₀ maka semakin efektif larvasida tersebut (Hasbullah, 2018; Kurnia dan Astuti, 2019).

Ekstrak batang kemangi lebih toksik dibanding daun kemangi. *Lethal concentration 50* (LC₅₀) larva *Aedes aegypti* yang diberi ekstrak daun kemangi dicapai pada konsentrasi 1.290 ppm (Kartika dan Isti'annah, 2014) dan 605,76 mg/L jika diekstraksi dengan methanol (Ratnawati dkk., 2016) sedangkan dalam penelitian ini dicapai pada 35,96 mg/L. Toksisitas ekstrak BS dipengaruhi oleh kandungan minyak atsiri. Penelitian Hikmawanti dkk. (2019) menunjukkan bahwa batang kemangi memiliki minyak atsiri dengan komposisi: *linalool* (1.58%), *eugenol* (2.4%),

methyl eugenol (52.6%), *α-copaene* (4.93%), *caryophyllene* (18.75%), *germacrene-D* (9.19%), *e-citral* (3.39%), *d-gurjunene* (3.16%), *β-bourbonene* (1.58%), *β-selinene* (0.81%), *z-citral* (2.37%), *1,3-benzodioxole* (0.75%) dan *caryophyllene oxide* (0.64%). Senyawa-senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri ekstrak batang kemangi diduga menghambat reseptor larva sehingga gagal mendapatkan stimulus rasa yang mengakibatkan larva tidak mampu mengenali makanannya, mengalami kelaparan dan kematian (Rochmat dkk., 2016).

Median Lethal Time (LT₅₀)

Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LT₅₀ yang dicapai melalui perlakuan substitusi ekstrak MB 50 mg dan ekstrak BS 450 mg membutuhkan waktu lebih singkat dibanding perlakuan lainnya. Lima puluh persen (50%) mortalitas larva yang mendapat perlakuan substitusi ekstrak MB dan ekstrak BS dengan ratio 1:9 dicapai dalam waktu lebih singkat yaitu 8,58 jam dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3).

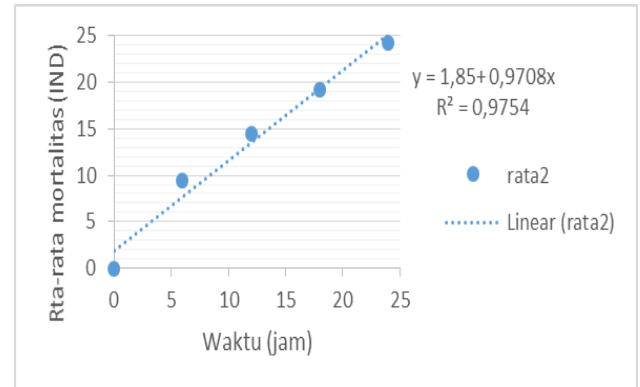
Tabel 3. Analisis probit LT₅₀ substitusi ekstrak MB dengan ekstrak BS

Perlakuan	Nilai LT ₅₀ (jam)
P0	0
P1	20,68
P2	12,20
P3	10,09
P4	08,58
P5	18,20

Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeliminasi larva *Aedes aegypti* dalam penelitian ini lebih singkat dibandingkan penelitian Yasi dan Harsanti (2018).

Semakin tinggi perbandingan ekstrak BS terhadap ekstrak MB maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mengeliminasi larva *Aedes aegypti*. Hubungan antara mortalitas larva (Y) dan waktu (X) mengikuti persamaan $Y = 1,85 + 0,97X$ dengan koefisien determinasi (R^2) adalah 0,9754. Persamaan tersebut mengindikasikan bahwa larva akan mengalami kematian sebanyak 0,97 individu

pada setiap penambahan waktu sebesar satu satuan. Semakin lama waktu dedah semakin tinggi kematian larva uji (Yasi dan Harsanti, 2018; Kurnia dan Astuti, 2019).



Gambar 2. Kurva persamaan regresi linear antara waktu dengan rata-rata mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*

KESIMPULAN

Substitusi ekstrak kulit batang kelor dengan ekstrak batang kemangi dalam ratio 1:9 berpotensi sebagai biolarvasida dengan mortalitas mencapai 97%, median lethal concentration (LC₅₀) diperoleh pada konsentrasi 35,96 mg/L dan median lethal time (LT₅₀) dicapai dalam waktu 8,58 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Badan Loka Litbangkes Waikabubak, Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana dan Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang yang telah memperlancar terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhayanti, E., NL Arpiwi & NY Darsini. 2022. Formulasi Sediaan Masker Gel Peel-off Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan Minyak. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(1): 101-111. DOI: 10.24843/metamorfosa.2021.v09.i01.p10.
- Agustina, A., B Kurniawan dan M Yusran. 2019. Efektivitas Dari Tanaman Zodia (*Evodia Suaveolens* L.) Sebagai Insektisida Nabati Nyamuk *Aedes*

- Aegypti Penyebab Demam Berdarah Dengue. *Medula Journal*. 9 (2) : 351-358. Diakses dari <https://juke.kedokteran.unila.ac./2651/pdf>.
- Alfarizy, J., MI Ilimiawan, Andriani, dan MI Kahtan. 2017. Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Daun Sukun (*Artocarpus Altilis F.*) Sebagai Larvasida *Aedes Aegypti*. [Skripsi]. Fakultas Kedokteran. Universitas Tanjungpura: Kalimantan Barat. Diakses dari <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/39474>.
- Akbar, H. & EM Syaputra. 2019. Faktor Risiko Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Indramayu. *MPPKI*. 2(3): 159-164. DOI: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/MPPKI/issue/view/58>
- Ati, VM., ED Meye, Refli, AOM Dima, D Amalo dan UL Jebatu. 2022. Pemanfaatan Flavonoid Daun kelor (*Moringa oleifra L.*) Dalam Menekan Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Ilmiah Berkala : Sains dan Terapan*. 16(1): 64–74. Diakses dari <http://ppjp/jstk/article/view/12377/>.
- Baharuddin, A. 2018. Efektivitas Ekstrak Dahan Kelor terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Muslim Indonesia*. 1(1): 10-15. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication>.
- Bureni, E., Sasputra, dan M Dedy. 2018. Uji Efektivitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Cendana Medical Journal*. 15(3): 338–346. Diakses dari <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/CMJ/595/>.
- Christella, A., R. Makimian, dan R Dewi. 2020. Efektivitas Biolarvasida Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Journal of Medicine*. 19(1): 24–29. Diakses dari <http://ejournal.atmajaya.ac.id/667>.
- Ferreira, P.M.P., A.E.U Carvalho, D.F. Farias, N.G. Cariolano, V.M.M. Melo, M.G.R. Queiroz, A.M.C. Martins dan J.G. Machado-Neto. 2009. Larvacidal acitivity of water extract of *Moringa oleifera* seeds against *Aedes aegypti* and its toxicity upon laboratory animals. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 81(2): 207 – 216. Diakses pada <http://www.scielo.br/aabc>
- Fitriyah, NL., SMJ Koamesah dan L Nurina. 2019. Perbedaan jumlah kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* dengan pemberian ekstrak biji kelor pelarut etanol dan ekstrak biji kelor pelarut aquades. *Cendana Medical Journal*. 16 (1): 94-101. Diakses dari <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/CMJ/article/view/1461>.
- Gautam, K., P. Kumar dan S. Poonia. 2013. Larvacidal activity and GC-MS analysis of flavonoid of *Vitex negundo* and *Andrographis paniculata* against two vektor mosquitoes *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. *J Vector Borne*. Dis 50 September: 171 -178. Diakses pada <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24220075/>
- Gasperz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, dan Biologi. CV. Armico. Bandung.
- Gutierrez-Bugallo, G., A Boullis, Y Martinez, L Hery, M Rodriguez, JA Bisset & A Vega-Rua. 2020. Vector competence of *Aedes aegypti* from Havana, Cuba, for dengue virus type 1, chikungunya, and Zika viruses. *PLoS Negl Trop Dis* 14(12): e0008941. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008941>
- Hasbullah, L.2018. Pengaruh ekstrak etanol daun meniran terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. [Skripsi]. Fakultas Kedokteran. Universitas Jember. Diakses dari <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/86551>.
- Hasnaeni, Wisdawati dan S Usman. 2019. Pengaruh metode ekstraksi terhadap rendemen dan kadar fenolik ekstrak tanaman kayu beta-beta (*Lunasia Blanco*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika*

- journal of pharmacy). 5(2): 175-182. Diakses dari <https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/Galenika/13599>.
- Hendri, M., G Diansyah dan J Tampubulon. 2010. Konsentrasi lethal (LC₅₀-48 jam) logam tembaga (Cu) dan logam kadmium (Cd) terhadap tingkat mortalitas juwana kudo laut (*Hippocampus* sp). Jurnal Penelitian Sains. 13(1D): 1310726 – 1310730
- Hikma, SR dan S Ardiansyah. 2018. Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dengan Ekstrak Daun Tin (*Ficus carica*) Sebagai Larvasida Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Journal of Medical Laboratory Science. 1(2): 94–102. Diakses dari <http://ojs.umsida.ac.id/index.php/medicra/article/view/1649>.
- Hikmawanti, NP Ermi, Hariyanti, Nurkamalia and Sahera Nurhidayah. 2019. Chemical Components of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum tenuiflorum* L. Stem Essential Oils and Evaluation of Their Antioxidant Activities Using DPPH Method. Pharmaceutical Science and Research. 6(3): 149–154. Diakses dari <https://scholarhub.ui.ac.id/psr/vol6/iss3/3/>.
- Ihsan, T., E Tivany, N Husni dan W Rukmana. 2018. Uji toksisitas akut dalam penentuan LC₅₀-96H insektisida klorpirifos terhadap dua jenis ikan budidaya danau kembar, Sumatera Barat. Jurnal Ilmu Lingkungan. 16(1): 98–103. Diakses dari <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/17821>.
- Ikalinus, R., S Widyastuti dan N Setiasih. 2015. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera*). Indonesia Medicus Veterinus Journal. 4(1): 71–79. Diakses dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/imv/article/15445>.
- Jauharlina dan Hendrival. 2003. Toksisitas (LC₅₀ dan LT₅₀) jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Terhadap Hama Ulat Grayak. Jurnal Agrista. 7(3): 295–302. Diakses dari <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/agrista/13070>.
- Jhonprimen, HS., A Turnip dan H Dahlan. 2012. Pengaruh masa ragi, jenis ragi dan waktu fermentasi pada bioetanol dari biji durian. Jurnal Teknik Kimia. 2(18): 43–51. Diakses dari <https://repository.unsri.ac.id/13549/>.
- Kartika dan Isti'annah. (2014). Efek larvasida Ekstrak Daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia. 6(1): 37–45. Diakses dari <https://journal.uui.ac.id/JKKI/article/view/3378/3027>.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2022 Februari 12. Situasi Dengue (DBD) di Indonesia pada minggu ke 5 Tahun 2022. Diakses pada <https://ptvz.kemkes.go.id/berita/situasi-dengue-dbd-di-indonesia-pada-minggu-ke-5-tahun-2022>. Diunduh pada 12 Februari 2022. Pukul: 17:38 pm Wita
- Kesetyaningsih, TW, HM Alislam & F Eka. 2012. Kepadatan Larva *Aedes Aegypti* di Daerah Endemis Demam Berdarah Desa dan Kota, Hubungannya dengan Pengetahuan dan Perilaku Masyarakat. Mutiara Medika. 12 (1): 56-62. Diakses pada <https://journal.umy.ac.id/index.php/mm/article/view/1001>.
- Kraemer, MUG, ME Sinka, KA Duda, AQN Mylne, FM Shearer, CM Barker, CG Moore, RG Carvalho, GE Coelho, WV Bortel, G Hendrickx, F Schaffner, IRF Elyazar, HJ Teng, OJ Brady, JP Messina, DM Pigott, TW Scott, DL Smith, GRW Wint, N Golding & SI Hay. 2015. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. eLife. 4(e08347): 1-18. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26126267/>. DOI: 10.7554/eLife.08347
- Kurnia, B. dan F Astuti. 2019. Uji efek larvasida ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap larva nyamuk vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti*. [Skripsi]. Fakultas Kesehatan Masyarakat.

- Universitas Ahmad Dahlan. Diakses dari http://eprints.uad.ac.id/14966/1/T1_15000_29195.
- Kurniawan, H. dan M Ropiqa. 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Ekor Kucing. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2): 52-62.
- Lesmana, SD, E Maryanti, L Haslinda, A Jazila & Mislindawati. 2021. Resistensi *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida: Studi pada Insektisida Rumah Tangga. *JIK*. 15(2): 63-68. Diakses pada <http://jik.fk.unri.ac.id/index.php/jik/article/view/261>.
- Markus, Yosefania, SMJ Koamesah dan Idawati Trisno. 2019. Efektivitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Terhadap Larva nyamuk *Aedes Aegypti* Dan *Culex sp.* *INSTAR III dan IV.cendana medical journal*. 17(2): 223–229. Diakses dari <https://ejurnal.undana.ac.id/CMJ/article/view/1793>.
- Meye, ED., F Kia Duan, SR Toly, VM Ati, FM Ike Septa, AN Momo dan T Hermanus. 2021. Uji efektivitas senyawa alkaloid dan tanin ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap mortalitas larva nyamuk (*Aedes aegypti*). *Jurnal Biotropikal Sains*. 18(1): 24 – 35
- Moniharapon, D., A Ukralato dan B Wisnanda. 2019. Aktivitas Biolarvasida Ekstrak Etanol Kulit Batang Kedondong (*Spondias pinnata*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Biological Journal*. 1(1): 12–17. Diakses dari <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/rumphius/article/view/776>.
- Ohia, D., G Ana and Bolaji. 2013. Larvicidal Activity of Aquous Extract of *Moringa oleifera* Seed on *Anopheles gambiae* and Its Effects on *Poecilia reticulata*. *Agrosearch*. 13(3): 176-185. Diakses dari <http://dx.doi.org/10.4314/agrosh>.
- Pamungkas RW., NS Syafei dan AY Soeroto. 2017. Perbandingan Efek Larvasida Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) Varietas Zanzibar dengan Temephos terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. 4 (1): 140-144. Diakses dari <http://psr.ui.ac.id/index.php/journal/article/view/3566>.
- Perdana, MA. 2018. Aktivitas Infusa Biji Buah Pinang (*Areca catechu L.*) Sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. [Skripsi]. Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura. Diakses dari <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/29750>.
- Powell, JR & WJ Tabachnick. 2013. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* - A Review. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, Vol. 108(Suppl. I): 11-17. doi: 10.1590/0074-0276130395
- Prabu, K., K. Murugan, A. Nareshkumar, N. Ramasubramanian dan S. Bragadeeswaran. 2011. Larvicidal and repellent potential of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 1(2): 124 – 129. Diakses dari journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/apjtb>.
- Ratnawati, D., S Manaf dan YN Sari. 2016. Aktivitas Larvasida Ekstrak Metanol Daun Selasih Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Gradien*. 12(2): 1181–1186. Diakses dari <https://123dok.com/document/zp6110oq-aktivitas-larvasida-ekstrak-metanol-selasih.html>.
- Ridhwan, M. dan Isharyanto. 2016. Potensi Kemangi Sebagai Pestisida Nabati. *Serambi Saintia*. 4(1): 18-26.
- Rochmat, A., Z Bahiyah dan MF Adiaty. 2016. Pengembangan Biolarvasida Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. *Reaktor*, 16(3): 103 - 108.
- Salawati, T., R Astuti & H Nurdiana. 2010. Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Faktor Lingkungan Dan Praktik Pemberantasan Sarang Nyamuk (Studi Kasus Di Wilayah Kerja Puskesmas Sronдол Kecamatan Banyumanik Kota Semarang). *J Kesehat Masy Indones*. 6(1): 57-66. Diakses dari <http://jurnal.unimus.ac.id>

- Schneider, JR., AC Morrison, H Astete, TW Scott & ML Wilson. 2004. Adult Size and Distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Associated with Larval Habitats in Iquitos, Peru. *J. Med. Entomol.* 41(4): 634-642
- Surahmaida dan Umarudin. 2018. Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak. The 3Rd Science & Pharmacy Conference (pp. 65-70). Surabaya: Akademi Farmasi Surabaya.
- Sutriyawan, A. 2021. Pencegahan Demam Berdarah Dengue (DBD) Melalui Pemberantasan Sarang Nyamuk. *Journal Of Nursing And Public Health.* 9 (2): 1-10. Diakses Pada <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jnph/article/view/1788>.
- Talbot, B., B Sander, V Cevallos, C González, D Benítez, C Carissimo, MCC Ferro, N Gauto, S Litwiñiuk, K López, MI Ortiz, P Ponce, SD Villota, F Zelaya, M Espinel, J Wu, M Miretti & MA Kulkarni. 2021. Determinants of *Aedes* mosquito density as an indicator of arbovirus transmission risk in three sites affected by co-circulation of globally spreading arboviruses in Colombia, Ecuador and Argentina. *Parasites Vectors* 14:482. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04984-z>
- Taslisia, T., SR Rusjdi & Hasmiwati. 2018. Survei Entomologi, Maya Indeks, dan Status Kerentanan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap Temephos. *Jurnal Kesehatan Andalas.* 2018; 7(1): 33-41. Diakses dari <http://jurnal.fk.unand.ac.id>.
- Widyantoro, W., Nurjazuli, & YH Darundiati. 2021. Pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Masyarakat di Indonesia: Systematic Review. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat.* 10 (3): 191-199. <http://journals.stikim.ac.id/index.php/jik>
- Yasi, M. dan Harsanti. 2018. Uji Daya Larvasida Ekstrak Daun Kelor Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences.* 4(3): 159-164. Diakses dari <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAMS/5914>.
- Yuliana, A., RA Rinaldi, N Rahayuningsih dan F Gustaman. 2021. Efektivitas Larvasida Granul Ekstrak Etanol Daun Pisang Nangka . *Aspirator - Jurnal Penyakit Tular Vektor,* 13(1): 69-78.