

DAYA TOLAK EKSTRAK DAUN DUKU (*LANSIUM DOMESTICUM CORR.*) TERHADAP GIGITAN NYAMUK *Aedes Aegypti*

REPELLENCY OF DUKU LEAF (*LANSIUM DOMESTICUM CORR.*) EXTRACT AGAINST *Aedes Aegypti* MOSQUITO BITES

Dian Anandari^{1)*}, Devi Octaviana¹⁾, Kuswanto¹⁾, Firda Yanuar Pradani²⁾

¹⁾Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Soeparno Karangwangkal, Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, 53123, Indonesia

²⁾Loka Litbangkes Pangandaran, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jl. Raya Pangandaran KM 3 Dusun Kamurang, Desa Babakan, Indonesia
Korespondensi: dian.anandari@unsoed.ac.id (08979183134)

ABSTRAK

Penelitian terkait alternatif bahan penolak nyamuk sebagai upaya penurunan kasus penyakit menular melalui vektor nyamuk perlu dilakukan. Ekstrak daun duku (*Lansium domesticum Corr.*) diketahui mengandung senyawa aktif dan minyak atsiri yang berpotensi sebagai bahan penolak nyamuk atau insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya tolak ekstrak *Lansium domesticum Corr.* terhadap gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*. Penelitian ini merupakan eksperimen murni dengan menggunakan *posttest-only control group design*. dengan membandingkan daya tolak losion anti nyamuk berbahan ekstrak daun duku dengan konsentrasi sebesar 35%, 40%, 45%, 50% dan 55%. Jumlah nyamuk untuk masing-masing perlakuan adalah 25 nyamuk betina dengan pengulangan 4 kali dan pengamatan selama 6 jam. Pada setiap jam pengamatan digunakan nyamuk yang sama. Analisis data yang dilakukan menggunakan *general linear model repeated measures*. Hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak daun duku memiliki daya tolak terhadap nyamuk *Aedes aegypti* ($p=0,035$). Losion ekstrak daun duku yang paling tinggi daya tolaknya adalah pada konsentrasi 50%.

Kata kunci : Daun duku, Anti nyamuk, *Aedes aegypti*, *Lansium domesticum Corr.*

ABSTRACT

Research related to alternative repellent ingredient as an effort to reduce communicable diseases vector is necessary. Duku leaf extract (Lansium domesticum Corr.) known containing insecticides active compounds and essential oils that are potential for mosquito repellents or insecticide. This study aims to determine the repellency of Lansium domesticum Corr. extract against Aedes Aegypti mosquito bites using experimental study which is posttest-only control group design. The study compared repellency of duku leaf extract lotion with concentration of 35%, 40%, 45%, 50% and 55%. The number of mosquitoes for each treatment was 25 female mosquitoes with 4 times repetition and 6 hours observation. The same mosquito was used for each hour of observation. The analysis used was general linear model repeated measures. The study showed duku leaf extract had repellency against Aedes aegypti ($p = 0.035$). Duku leaf extract lotion with the highest repellency was for concentration of 50%.

Kata kunci : Duku leaf, Repellent, *Aedes aegypti*, *Lansium domesticum Corr.*, Mosquito

PENDAHULUAN

Penyakit yang disebarkan melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti* antara lain Demam Berdarah Dengue (DBD), chikungunya, dan virus Zika (Gutierrez-Bugallo *et al.*, 2020) masih menjadi permasalahan di Indonesia (Garjito *et al.*, 2021). Oleh karena itu, upaya pengendalian vektor DBD dan chikungunya perlu dilakukan yaitu dengan melakukan pemberantasan nyamuk dan perlu didukung dengan upaya pengendalian penularan penyakit dengan cara menghindari gigitan nyamuk melalui penggunaan insektisida. Sementara itu, adanya potensi resistensi terhadap zat kimia menjadi permasalahan dalam pembuatan insektisida (Gan *et al.*, 2021). Pendekatan biokontrol dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Al-Amin *et al.*, 2020), salah satunya dengan mencari potensi bioinsektisida dari bahan alami khususnya produk yang berasal dari tanaman yang selektif, aman dan berwawasan lingkungan (Demirak and Canpolat, 2022).

Duku (*Lansium domesticum Corr.*) merupakan tanaman asli Indonesia yang berpotensi untuk menjadi insektisida. Di Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Purbalingga duku menjadi produk unggulan terutama di Kecamatan Karang Lewas (Banyumas) dan Desa Kejajar (Purbalingga). Berbagai golongan senyawa yang memiliki aktivitas sebagai insektisida yaitu alkaloid, flavonoid dan saponin terkandung dalam tanaman duku (Oktavianti, 2009). Senyawa tersebut ditemukan pada kulit buah, biji dan batang tanaman duku (Astawan, 2008).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa daun duku (*Lansium domesticum Corr.*) berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan penolak nyamuk. Penelitian membuktikan bahwa ekstrak daun duku mengandung bahan aktif penolak nyamuk, yaitu alkaloid (Nurfadilah and Moektiwardoyo, 2020; Subahar *et al.*, 2020), saponin (Subahar *et al.*, 2020) dan terpenoid (Nurfadilah and Moektiwardoyo, 2020). Ekstrak etanol dari kulit duku efektif

digunakan sebagai losion anti nyamuk pada konsentrasi 20% dan 35% (Hiola *et al.*, 2018). Formulasi ekstrak daun duku lebih efektif mematikan nyamuk *Aedes* dibandingkan dengan ekstrak kulit batang duku ketika diaplikasikan sebagai anti nyamuk semprot (Octaviana, Nurlaela and Kuswanto, 2017) dengan konsentrasi paling efektif sebesar 40% (Octaviana *et al.*, 2020). Kandungan senyawa atsiri dalam tumbuhan duku diduga berpotensi sebagai bahan aktif penolak nyamuk oles (*repellent*) (Mayanti, 2009), meskipun masih perlu dilakukan uji efektivitasnya.

Pengujian efektivitas losion ekstrak daun duku sebagai bahan penolak nyamuk oles (*repellent*) *Aedes Aegypti* belum banyak dilakukan. Hal tersebut mendorong dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui daya tolak ekstrak daun duku (*Lansium domesticum Corr.*) terhadap gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium

dengan *posttest-only control group design* berdasarkan prosedur yang direkomendasikan oleh Badan Kesehatan Dunia / *World Health Organization* (WHO) yaitu dengan mengaplikasikan berbagai dosis losion yang akan diuji dengan kontrol pada lengan manusia yang kemudian dimasukkan ke dalam kotak berisi nyamuk betina dan diamati jumlah nyamuk yang hinggap pada lengan tersebut (Barnard, 2000). Pada penelitian ini, dosis losion ekstrak duku yang digunakan adalah 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55% di mana penentuan konsentrasi uji didasarkan pada penelitian terdahulu bahwa efek anti nyamuk ekstrak daun duku sebesar 50% adalah pada konsentrasi 35,97% (Octaviana *et al.*, 2020), sedangkan kontrol positifnya adalah losion X yang mengandung bahan aktif DEET 13%. Pembuatan ekstrak daun duku dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Unsoed dan uji efektivitas dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Pembuatannya adalah dengan menggunakan

metode remaserasi 3x24 jam. Hasil ekstraksi dari 80 kg daun duku menghasilkan 3.424 gr ekstrak. Pembuatan losion dilakukan dengan mencampurkan ekstrak dengan *lotion base* yang terbuat dari asam stearat 5%, parafin liquid 4%, BHT 0,1%, Gliserin 8%, TEA 1%, nipagin 0,5% dan akuades 100% (Ningrum, 2019). Sementara itu, pengamatan terhadap nyamuk yang hinggap di lengan probandus dilakukan selama enam jam dengan interval waktu 30 menit.

Probandus merupakan relawan yang bersedia untuk mengikuti penelitian dengan diaplikasikan losion anti nyamuk di lengannya untuk kemudian lengannya tersebut akan dimasukkan ke dalam kotak berisi nyamuk. Penghitungan daya tolak berdasarkan pada nyamuk yang hinggap (bukan menggigit). Apabila ada nyamuk yang hinggap, probandus menggoyangkan lengannya sampai nyamuk lepas (terbang) dan jumlah nyamuk yang hinggap dihitung setiap 10 detik. Setiap jam, total waktu uji adalah 10 detik dikali 10 ulangan (100 detik). Selama uji berlangsung (6

jam), probandus tidak diperbolehkan beraktivitas berat atau keluar ruangan uji untuk menghindari bisa. Kesiediaan probandus didokumentasikan dengan penandatanganan lembar kesediaan (*informed consent*) oleh probandus setelah mendapatkan penjelasan dari peneliti.

Penelitian ini dilakukan terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Jumlah nyamuk yang diuji pada masing-masing perlakuan adalah sebanyak 25 nyamuk betina dengan pengulangan sebanyak 4 kali di mana pada setiap jam pengamatan nyamuk yang digunakan adalah nyamuk yang sama (Barnard and Bernier, 2007). Nyamuk betina yang digunakan berusia 2-5 hari yang sudah dipuaskan terlebih dahulu sebelum pengamatan. Jumlah pengulangan yang dilakukan didasarkan pada perhitungan besar sampel sebagai berikut.

$$(T-1) (R-1) \geq 15$$

$$(6-1) (R-1) \geq 15$$

$$R \geq 4$$

Keterangan :

T = Banyaknya perlakuan

R = Banyaknya pengulangan

T yang dimaksud dalam rumus perhitungan besar sampel merupakan banyaknya perlakuan. Dalam penelitian ini terdapat enam perlakuan, yaitu dosis losion ekstrak duku sebanyak 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, dan kontrol (losion X). Berdasarkan perhitungan besar sampel, jika perlakuan sebanyak enam, minimal harus dilakukan empat kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan. Hasil pengukuran dianalisis menggunakan rumus (Achee *et al.*, 2013) berikut untuk mengetahui daya tolak losion ekstrak daun duku terhadap nyamuk *Aedes Aegypti* pada berbagai konsentrasi yang diteliti.

$$\% \text{ hambatan pendaratan} = 100 \times \frac{Cl - Tl}{Cl}$$

Keterangan:

Cl = jumlah nyamuk yang hinggap di kulit probandus pada lengan kontrol

Tl = jumlah nyamuk yang hinggap di kulit probandus pada lengan yang diberi perlakuan

Daya tolak merupakan seberapa besar losion yang dioleskan di kulit probandus menghambat pendaratan nyamuk

ke kulit. Dalam rumus tersebut daya tolak diukur dengan menggunakan persentase. Untuk menghindari bias jika hanya melihat daya tolak pada kelompok perlakuan, maka rumus tersebut menggunakan perbandingan antara kelompok perlakuan dan kontrol untuk menghitung daya tolak.

General linear model repeated measures (Chou, Rossignol and Ayres, 1997; Dogan and Rossignol, 1999) juga dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan jumlah nyamuk yang hinggap di kulit antara losion ekstrak daun duku pada berbagai konsentrasi dengan kontrol positif (losion X). Analisis tersebut digunakan karena adanya beberapa konsentrasi yang diukur dengan pengukuran secara berulang dan terdapat dua kelompok yaitu perlakuan dan kontrol. Uji *post-hoc* kemudian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi ekstrak daun duku yang memiliki daya tolak yang sama secara statistik dengan kontrol positif.

HASIL

Penelitian ini menunjukkan jumlah rata-rata nyamuk yang hinggap pada tangan yang diolesi losion ekstrak daun duku lebih sedikit dibandingkan dengan kontrol. Secara deskriptif pada kelompok perlakuan terlihat pada

konsentrasi yang semakin tinggi menunjukkan rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap di kulit semakin sedikit, sementara pada kontrol rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap bervariasi antara lima sampai 12 nyamuk dari 25 nyamuk yang diamati.

Tabel 1. Rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap di tangan probandus

Jenis perlakuan	Waktu pengamatan	Konsentrasi ekstrak duku											
		Losion X		35%		40%		45%		50%		55%	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Kontrol (tanpa losion)	Jam 1	3	2	6	4	6	5	3	2	8	4	4	2
		5	3	1	5	12	7	4	4	1	3	4	2
	Jam 2			1						1			
		8	6	1	6	17	10	5	4	1	4	8	4
	Jam 3			3						2			
		5	1	1	3	13	8	9	3	1	6	8	5
				4						0			
	Jam 4	8	4	9	6	10	7	7	4	1	5	6	3
	Jam 5									1			
		9	7	1	9	10	10	1	5	1	9	16	9
	Jam 6			2				0		3			
	Rata-Rata	4.	12	7.	26	10	45	9.	26	8.	23	11	59
		8	.4	9	.6	.5	.9	6	.4	4	.9	.6	.5
Perlakuan (dengan losion)	Jam 1	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0
	Jam 2	0	0	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1
	Jam 3	0	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1	1
	Jam 4	0	1	2	1	2	2	0	0	1	1	1	1
	Jam 5	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	0	0
	Jam 6	0	0	4	3	2	2	0	1	1	1	1	1
		Rata-Rata	0.	0.	0.	0.	1.	1.	1.	1.	0.	1.	1.
		3	7	6	9	0	1	0	3	8	5	1	1

Tabel 2. Hasil uji beda jumlah nyamuk yang hinggap di kulit antar konsentrasi ekstrak duku dan waktu pengamatan*

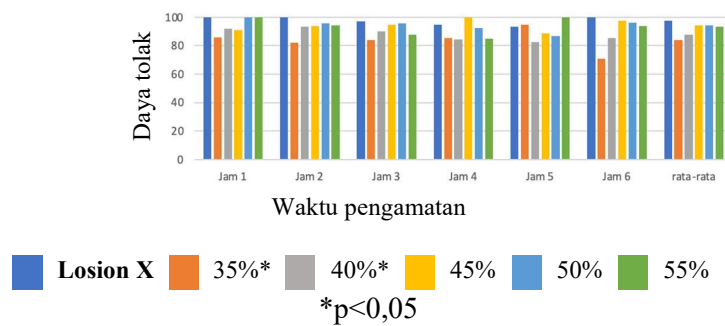
Variabel	Nilai p
Konsentrasi	0,016
Konsentrasi*Perlakuan	0,035
Waktu	0,034
Waktu*Perlakuan	0,059

*General linear model repeated measures

Hasil analisis menunjukkan bahwa daya tolak ekstrak daun duku antar konsentrasi berbeda secara signifikan ($p = 0,035$). Sementara itu, jika dilihat berdasarkan waktu pengamatan, daya tolak pada masing-masing

konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang signifikan ($p = 0,059$), dengan demikian selama enam jam pengamatan losion tersebut memberikan daya tolak yang konsisten (tidak berbeda signifikan) secara statistik.

Grafik 1 Daya tolak ekstrak daun duku pada berbagai konsentrasi



Selama pengamatan berlangsung, tercatat rata-rata suhu sebesar 23,3°C dan kelembapan sebesar 74%. Berdasarkan Grafik 1 diketahui bahwa rata-rata daya tolak baik kontrol positif maupun perlakuan memiliki daya tolak >80%. Daya tolak tertinggi dimiliki oleh perlakuan dengan konsentrasi 50% (daya tolak sebesar 94,41%) masih sedikit di bawah daya tolak kontrol positif (losion X), namun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik, sedangkan konsentrasi yang memiliki daya tolak terendah adalah pada konsentrasi 35% dengan daya tolak

sebesar 83,76% dan menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kontrol positif.

Penggunaan ekstrak daun duku sebagai salah satu alternatif pengendalian nyamuk belum banyak dikenal meskipun sudah banyak penelitian yang menggali potensi daun duku sebagai larvasida. Penelitian sebelumnya dengan menggunakan ekstraksi methanol untuk memaksimalkan metabolit sekunder yang diperoleh dari tanaman duku sehingga senyawa aktif yang berperan sebagai larvasida bisa didapat dalam jumlah banyak menunjukkan

bahwa ekstrak daun duku mampu membunuh 50% larva *Ae. aegypti* pada konsentrasi 0,2% dalam waktu 24 jam (Husna, 2019).

Mekanisme kerja anti nyamuk adalah mengintervensi saraf olfaktori nyamuk sehingga senyawa kimia yang dihasilkan oleh manusia sulit untuk dideteksi akibatnya nyamuk akan menghindari dan tidak hinggap di kulit. Saraf pusat nyamuk akan menerima impuls dari akson saraf yang berada di reseptor penciuman nyamuk ketika menghirup aroma minyak atsiri daun duku yang kemudian terintegrasi dengan saraf motorik ke otak sehingga nyamuk menghindari (Manaf, Helmiyetti and Gustiyo, 2012). Penurunan kemampuan losion minyak atsiri daun duku dapat terjadi karena adanya penguapan yang disebabkan oleh tercampurnya keringat manusia dengan losion yang berakibat pada perubahan struktur losion tersebut (Utami, Santi and Puspawati, 2014).

Kemampuan ekstrak losion duku sebagai anti nyamuk dapat berkurang dalam beberapa jam setelah diaplikasikan ke kulit akibat

hal-hal berikut, antara lain penguapan senyawa kimia yang berfungsi sebagai penolak nyamuk mengakibatkan bau dari ekstrak duku semakin menghilang dan mengurangi kemampuan losion dalam menolak nyamuk; nyamuk *Aedes aegypti* akan berkurang aktivitasnya seiring waktu sehingga mengurangi kemungkinan nyamuk hinggap ke kulit; dan adanya variasi dalam perilaku nyamuk, seperti menghisap, istirahat dan terbang. Kemampuan daya tolak minyak atsiri terhadap gigitan nyamuk berhubungan dengan kandungan kimia dalam minyak atsiri daun duku yang berfungsi sebagai penolak dan bau yang dikeluarkan oleh minyak atsiri tersebut (Sanjaya *et al.*, 2014).

Lamanya waktu proteksi losion dipengaruhi oleh jumlah kandungan senyawa yang berfungsi sebagai *repellent* yang terdapat pada ekstrak daun duku, yaitu alkaloids, flavonoids and saponins (Octaviana *et al.*, 2020). Penurunan aktivitas nyamuk disebabkan oleh perbedaan umur dan keadaan oviparitas dari masing-masing nyamuk. Adanya variasi dalam

perilaku nyamuk disebabkan oleh sifat alamiah nyamuk, selain itu dipengaruhi juga oleh faktor eksternal, antara lain aktivitas probandus dan pengamat selama melakukan pengamatan yang dapat mengganggu perilaku nyamuk (Tainchum *et al.*, 2013).

Penelitian ini menggunakan nyamuk *Aedes Aegyoti* yang berumur dua sampai lima hari karena pada umur tersebut nyamuk memiliki ketahanan tubuh yang paling optimal dan masih dalam masa produktif. Sementara itu, jenis kelamin nyamuk pada penelitian ini merupakan nyamuk betina yang secara naluriah membutuhkan darah untuk membantu dalam proses pematangan telur. Nyamuk betina juga memiliki ketahanan hidup yang lebih baik dibandingkan nyamuk jantan (Yulidar and Wilya, 2015).

Perilaku mencari makan pada nyamuk *Aedes Aegyoti* betina dipengaruhi juga oleh suhu (Goindin *et al.*, 2015). Suhu ideal bagi nyamuk *Ae. Aegypti* adalah antara 22-28°C (Becker *et al.*, 2010) atau lebih spesifik pada nyamuk betina terkait

aktivitas menghisap darah adalah pada suhu 15-30°C (Yang *et al.*, 2009). Penelitian ini dilakukan pada kondisi lingkungan dengan rata-rata suhu sebesar 23,3°C sehingga dapat dikatakan suhu ruangan pada saat dilakukan uji sudah ideal dan sesuai dengan suhu ideal bagi *Ae. aegypti* beraktivitas termasuk mencari darah.

Penelitian terkait efektivitas losion anti nyamuk dipengaruhi oleh aktivitas nyamuk. Aktivitas nyamuk tersebut dipengaruhi oleh kelembaban udara dan karakteristik sumber makanan (manusia dan hewan) berkaitan dengan bau dan suhu tubuh, ada tidaknya infeksi, sifat genetik, fisiologi dan komposisi mikrobiologi pada kulit (Martinez *et al.*, 2021). Kelembapan udara yang tinggi akan mempengaruhi kecepatan penguapan air dari tubuh nyamuk sehingga meningkatkan aktivitas menghisap darah. Suhu tubuh yang hangat dari sumber makanan merupakan kondisi yang mendukung aktivitas nyamuk untuk menghisap darah.

Duku merupakan tanaman yang sangat potensial (Techavuthiporn, 2018), mudah

didapat, dan belum banyak dimanfaatkan (Hanum and Rina, 2013) padahal tanaman ini terdapat banyak di wilayah Asia Tenggara di mana Indonesia termasuk di dalamnya karena merupakan habitat alami duku (Sastrapradja and D, 2012). Salah satu manfaat tanaman duku adalah dapat digunakan sebagai anti nyamuk nabati (Anto, 2013) yang ramah lingkungan, maka pengembangan dan pengujian lanjut untuk mengoptimalkan potensi duku sebagai alternatif pengganti anti nyamuk berbahan kimia perlu dilakukan. Bagian tanaman duku yang memiliki kandungan aktif anti nyamuk, tidak hanya pada kulit buah (Hiola *et al.*, 2018), biji buah (Ni'mah *et al.*, 2015) dan kulit batangnya (Hadriyati, Sanuddin and Yulianis, 2019), tetapi juga ditemukan pada daunnya (Nurfadilah and Moektiwardoyo, 2020; Subahar *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian ini, untuk pemanfaatan bagian daun dari tanaman duku sebagai losion anti nyamuk diperlukan pembuatan formulasi yang mampu meminimalisir rasa

lengket yang ditimbulkan dari getah tanaman sehingga losion akan lebih nyaman digunakan dan mudah diaplikasikan. Losion anti nyamuk berbahan aktif daun duku dapat menjadi alternatif losion anti nyamuk, selain anti nyamuk berbahan DEET yang penggunaannya tidak disarankan bagi ibu hamil dan bayi di bawah 6 bulan (Tavares *et al.*, 2018), meskipun demikian uji toksikologi oral maupun dermal terhadap losion ekstrak daun duku tetap perlu dilakukan sebagai acuan terkait keamanan bahan.

Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan terkait dengan aroma dan warna dari ekstrak daun duku yang kuning kecokelatan sehingga kurang diminati oleh probandus. Penelitian ini hanya mengontrol faktor konsentrasi losion ekstrak daun duku dan interval waktu uji, sementara faktor-faktor berpengaruh lain seperti karakteristik fisik individu atau subjek uji target tidak dilakukan; dan ekstraksi yang dilakukan dengan metode maserasi tidak dilakukan uji fitokimia dari hasil ekstrak tersebut sehingga komposisi kandungan metabolit yang terlarut

tidak diketahui apakah semua senyawa yang terlarut memiliki bioaktivitas sebagai anti nyamuk. Hal tersebut dapat mempengaruhi hasil uji efektivitas losion ekstrak daun duku sebagai anti nyamuk.

SIMPULAN

Ekstrak daun duku memiliki potensi sebagai bahan penolak nyamuk. Hasil uji losion yang mengandung ekstrak daun duku di laboratorium menunjukkan bahwa formulasi tersebut mampu memberikan daya tolak terhadap gigitan nyamuk *Ae. aegypti*. Konsentrasi ekstrak daun duku yang memiliki daya tolak tertinggi adalah konsentrasi 50% dengan daya tolak sebesar 94,41%.

Saran untuk penelitian selanjutnya: 1) perlu dilakukan uji stabilitas formulasi sehingga ekstrak tanaman mampu memberikan daya proteksi lebih optimal dan lebih stabil; 2) menganalisis pengaruh faktor fisik subjek uji dan faktor waktu penyimpanan ekstrak; dan 3) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan aktif yang terkandung dalam daun duku

beserta karakteristik zat tersebut untuk dikembangkan menjadi losion anti nyamuk yang aman.

UCAPAN TERIMA

KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Jenderal Soedirman yang telah membiayai penelitian ini, Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Unsoed dan Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara atas kerjasama yang baik demi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achee, N. L. *et al.* (2013) *Guidelines for Efficacy Testing of Spatial Repellents*, WHO. World Health Organization.
- Al-Amin, H. M. *et al.* (2020) 'Insecticide resistance status of *Aedes aegypti* in Bangladesh', *Parasites & Vectors*, 13(622), pp. 1–15. doi: 10.1186/s13071-020-04503-6.
- Anto, A. (2013) 'GO ORGANIC Kembali Ke Pestisida Nabati', 1(November), pp. 46–48.
- Astawan, M. (2008) *Sehat dengan sayuran: panduan lengkap menjaga kesehatan dengan sayuran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Barnard, D. R. (2000) *Repellents and Toxicants for Personal Protection. Global Collaboration for Development of Pesticides for Public Health*. Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66666/WHO_CDS_WHOPES_GCDPP

- _2000.5.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Barnard, D. R. and Bernier, U. (2007) 'Standard Methods for Testing Mosquito Repellents', (January 2014). doi: 10.1201/9781420006650.ch5.
- Becker, N. *et al.* (2010) *Mosquitoes and their control*. Springer Science & Business Media.
- Chou, J. T., Rossignol, P. A. and Ayres, J. W. (1997) 'Evaluation of Commercial Insect Repellents on Human Skin Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)', *Journal of Medical Entomology*, 34(6), pp. 624–630. doi: 10.1093/jmedent/34.6.624.
- Demirak, M. S. S. and Canpolat, E. (2022) 'Plant-Based Bioinsecticides for Mosquito Control : Impact on', *Insects*, 13(162), pp. 1–24.
- Dogan, E. B. and Rossignol, P. A. (1999) 'An olfactometer for discriminating between attraction, inhibition, and repellency in mosquitoes (Diptera: Culicidae)', *Journal of Medical Entomology*, 36(6), pp. 788–793. doi: 10.1093/jmedent/36.6.788.
- Gan, S. J. *et al.* (2021) 'Dengue fever and insecticide resistance in *Aedes* mosquitoes in Southeast Asia : a review', *Parasites & Vectors*, 14(315), pp. 1–19. doi: 10.1186/s13071-021-04785-4.
- Garjito, T. A. *et al.* (2021) 'Homogeneity and Possible Replacement of Populations of the Dengue Vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Indonesia', 11(July), pp. 1–12. doi: 10.3389/fcimb.2021.705129.
- Goindin, D. *et al.* (2015) 'Parity and longevity of *aedes aegypti* according to temperatures in controlled conditions and consequences on dengue transmission risks', *PLoS ONE*, 10(8), pp. 1–21. doi: 10.1371/journal.pone.0135489.
- Gutierrez-Bugallo, G. *et al.* (2020) 'Vector competence of *Aedes aegypti* from Havana , Cuba , for dengue virus type 1 , chikungunya , and Zika viruses', *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(12), pp. 1–13. doi: 10.1371/journal.pntd.0008941.
- Hadriyati, A., Sanuddin, M. and Yulianis (2019) 'Pemanfaatan Kulit Batang Duku Sebagai Antinyamuk Semprot', *Jurnal Pengabdian Harapan Ibu (JPHI)*, 1(1), pp. 12–17.
- Hanum, L. and Rina, D. A. N. (2013) 'Tumbuhan Duku : Senyawa Bioaktif , Aktivitas Farmakologis dan Prospeknya dalam Bidang Kesehatan'.
- Hiola, R. *et al.* (2018) 'Formulation and Evaluation of Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) Peel Ethanol extracts Lotion as Anti-Mosquito Repellent', *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences*, 7(3), pp. 250–259. Available at: <https://www.sid.ir/FileServer/JE/50011620180307>.
- Husna, I. (2019) 'Pengaruh Ekstrak Daun Duku (*Lansium domesticum* Corr. Serr.) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)', *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 6(1), pp. 12–18.
- Manaf, S., Helmiyetti and Gustiyo, E. (2012) 'Efektivitas Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Sebagai Bahan Aktif Losion Anti Nyamuk *Aedes aegypti* L', *Jurnal Ilmiah Konservasi Hayati*, 08(02), pp. 27–32.
- Martinez, J. *et al.* (2021) 'Differential attraction in mosquito-human interactions and implications for disease control', *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 376(1818), p. 20190811. doi: 10.1098/rstb.2019.0811.
- Mayanti, T. (2009) *Kandungan Kimia dan Bioaktivitas Tanaman Duku*. Edited by W. Nadeak *et al.* Bandung: Unpad Press. Available at: http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/11/kandungan_kimia_dan_bioaktivitas_tanaman_duku.pdf.
- Ni'mah, T. *et al.* (2015) 'Potensi Ekstrak Biji Duku (*Lansium domesticum* Corr) terhadap *Aedes aegypti*', *Buletin Penelitian Kesehatan*, 43(2), pp. 131–136. doi: 10.22435/bpk.v43i2.4147.131-136.
- Ningrum, M. O. (2019) 'Studi Formulasi Sediaan Lotion Anti Nyamuk Oleum Citronella', *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 1(1), pp. 7–11. doi: 10.36932/j-pham.v1i1.2.

- Nurfadilah, A. F. and Moektiwardoyo, M. (2020) 'Potensi tumbuhan sebagai repellent *Aedes aegypti* vektor demam berdarah dengue', 17(3), pp. 84–90. Available at: <http://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/download/22034/pdf>.
- Octaviana, D. *et al.* (2020) 'Lansium domesticum Corr. Leaf Extract Spray As Bioinsecticide for *Aedes aegypti* Mosquito Control', *International Journal of Public Health & Clinical Sciences (IJPHCS)*, 7(2), pp. 51–9. Available at: <http://www.publichealthmy.org/ejournal/ojs2/index.php/ijphcs/article/view/1149/711>.
- Octaviana, D., Nurlaela, S. and Kuswanto (2017) *Pengendalian nyamuk Aedes aegypti sebagai vektor demam berdarah dengue (DBD) berbasis tanaman duku (Lansium domesticum corr.)*. Purwokerto.
- Oktavianti, D. (2009) *Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah duku (Lansium domesticum corr) terhadap Staphylococcus aureus ATCC 25923 dan Escherichia coli ATCC 35218 beserta profil kromatografinya*. Yogyakarta.
- Sanjaya, Y. *et al.* (2014) 'Efektivitas Daya Tolak Ekstrak Geranium Radula Cavan terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* (Linn.)', *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, 16(2), pp. 62–67.
- Sastrapradja and D, S. (2012) 'Perjalanan Panjang Tanaman Indonesia', *Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia*, pp. 33–42.
- Subahar, R. *et al.* (2020) 'Effects of *Lansium domesticum* leaf extract on mortality, morphology, and histopathology of *Aedes aegypti* larvae (Diptera: Culicidae)', *International Journal of Mosquito Research*, 7(4), pp. 105–111. Available at: <https://www.dipterajournal.com/pdf/2020/vo17issue4/PartB/7-4-6-606.pdf>.
- Tainchum, K. *et al.* (2013) 'Comparison of *aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resting behavior on two fabric types under consideration for insecticide treatment in a push-pull strategy', *Journal of Medical Entomology*, 50(1), pp. 59–68. doi: 10.1603/ME11027.
- Tavares, M. *et al.* (2018) 'Trends in insect repellent formulations: A review', *International Journal of Pharmaceutics*, 539(1–2), pp. 190–209. doi: 10.1016/j.ijpharm.2018.01.046.
- Techavuthiporn, C. (2018) *Langsat—Lansium domesticum, Exotic Fruits*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/b978-0-12-803138-4.00036-8.
- Utami, G. A. P., Santi, S. R. and Puspawati, N. M. (2014) 'Minyak Atsiri Daun Tenggulun (*Protium javanicum* Burm.F.) Sebagai Repelan Nyamuk Demam Berdarah (*Aedes Aegypti*)', *Jurnal Kimia*, 8(1), pp. 70–6.
- Yang, H. M. *et al.* (2009) 'Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue', *Epidemiology and Infection*, 137(8), pp. 1188–1202. doi: 10.1017/S0950268809002040.
- Yulidar and Wilya, V. (2015) 'SIKLUS HIDUP AEDES AEGYPTI PADA SKALA LABORATORIUM', *Sel*, 2(1), pp. 22–8. doi: 10.22435/sel.v2i1.4677.22-28.