

Uji Efektivitas Perasan Daun Sirsak Dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* Sp.

Mohammad Rizki Abdullah¹, Laksmyn Kadir², Ayu Rofia Nurfadillah³

^{1,2,3}Universitas Negeri Gorontalo

Email: mohammad1_slkesmas@mahasiswa.ung.ac.id¹, asi_1403@ung.ac.id²,
ayu@ung.ac.id³

ABSTRAK

Anopheles sp merupakan vektor penyakit malaria yang sampai kini masih menjadi ancaman kesehatan global. Pengendalian populasi nyamuk *Anopheles sp* secara kimiawi menggunakan larvasida nabati dinilai lebih ramah lingkungan. Tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas perasan daun sirsak dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp*. Jenis penelitian adalah *Quasi Eksperimen* dengan rancangan acak kelompok (RAK). Populasi penelitian adalah larva *Anopheles sp*. Jumlah sampel sebanyak 600 ekor larva yang ditempatkan pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20%, dengan pengulangan sebanyak 3 kali dan diamati mortalitas larva setelah 24 jam. Data dianalisis menggunakan uji *One-Way ANOVA* dan Uji *Kruskal-Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tertinggi berada pada perasan biji sirsak dengan konsentrasi 20% dengan mortalitas sebesar 100%, sedangkan hasil terendah berada pada perasan daun sirsak dengan konsentrasi 10% dengan mortalitas sebesar 70%. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengendalian vektor penyakit malaria yang ramah lingkungan.

Kata Kunci: Daun Sirsak, Biji Sirsak, Mortalitas, *Anopheles Sp*.

ABSTRACT

Anopheles sp is a vector of malaria which is still a global health threat. Chemical control of the *Anopheles sp* mosquito population using plant larvicides is considered more environmentally friendly. The purpose of the study was to determine the effectiveness of soursop leaves and soursop seeds (*Annona muricata* Linn) as botanical larvicide against the mortality of *Anopheles sp*. mosquito larvae. The type of research was *Quasi Experiment* with a randomized block design (RBD). The population of the study was *Anopheles sp*. larvae. The number of samples was 600 larvae placed at concentrations of 10%, 15%, and 20%, with 3 repetitions and observed for larval mortality after 24 hours. Data were analyzed using *One-Way ANOVA* and *Kruskal-Wallis* tests. The results showed that the highest results were in soursop seed extract with a concentration of 20% with a mortality of 100%, while the lowest results were in soursop leaf extract with a concentration of 10% with a mortality of 70%. This study is expected to be an environmentally friendly malaria vector control.

Keywords: Soursop Leaves, Soursop Seeds, Mortality, *Anopheles Sp*.

A. PENDAHULUAN

Nyamuk merupakan salah satu ektoparasit pengganggu yang merugikan kesehatan manusia. Hal tersebut disebabkan kemampuannya sebagai vektor berbagai penyakit. Salah satunya adalah *Anopheles sp.* yang merupakan vektor dari penyakit malaria. *Anopheles* dapat dinyatakan sebagai vektor penyakit malaria di suatu daerah apabila terbukti positif mengandung sporozoit dalam kelenjar ludahnya. Di Indonesia sebanyak 22 spesies nyamuk *Anopheles* yang telah dikonfirmasi sebagai vektor penyakit malaria dengan tempat perindukan yang berbeda-beda (Fahmi et al. 2014). Malaria merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh parasit dari genus *Plasmodium* (protozoa), yang dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Istilah malaria diambil dari dua kata bahasa Italia yaitu “*Mal*” yang berarti buruk dan “*area*” yang berarti udara. Menurut World Health Organization (2023) bahwa kasus penyakit malaria yang terjadi pada tahun 2022 sebanyak 249 juta kasus, dengan perkiraan jumlah kematian akibat penyakit malaria berjumlah 608 ribu kasus. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Kasus malaria di Indonesia tercatat ada 418.546 kasus malaria dengan kasus kematian mencapai 120 orang. Kasus malaria ini tercatat Provinsi Papua sebagai penyumbang terbesar kasus malaria (KEMENKES RI 2024). Dari data diatas menggambarkan bahwa penyakit malaria ini sangat serius dan faktor pemicu terjadinya penyakit malaria sehingganya diperlukan pengendalian vektor dalam mengatasi masalah ini.

Menurut Laily Khairiyati et al. (2021), pengendalian vektor merupakan semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi berisiko untuk terjadinya penularan penyakit menular yang disebabkan oleh vektor di suatu wilayah. Adapun metode pengendalian vektor terbagi atas 3 yaitu secara biologi, mekanik, dan kimia. Secara biologi yaitu dengan memanfaatkan organisme yang bersifat predator bagi larva nyamuk *Anopheles*, sedangkan secara mekanik, yaitu dengan menggunakan alat untuk membunuh, menangkap, menghalau serta mencegah kontak antara manusia dan vektor, serta secara kimiawi yang terbagi atas 2 yaitu secara sintesis dan alami, sintesis menggunakan zat kimia sebagai insektisida. Namun, penggunaan insektisida dan larvasida sintesis secara terus-menerus dapat menimbulkan efek negatif bagi kesehatan lingkungan dan biaya yang mahal untuk digunakan berkepanjangan. Sedangkan, secara alami itu menggunakan tanaman yang memiliki fitokimia yang bisa membunuh larva maupun nyamuk *Anopheles* dewasa salah satu contohnya tanaman sirsak (Murabarak et al. 2023). Pemilihan daun dan biji sirsak sebagai larvasida nabati terhadap larva nyamuk

Anopheles sp. dikarenakan keberadaannya yang mudah ditemukan dan tidak memerlukan penanganan khusus di bandingkan menggunakan jeruk yang memerlukan penanganan khusus.

Daun sirsak dan biji sirsak dijadikan sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* karena kandungan fitokimia yang ada pada daun sirsak dan biji sirsak seperti saponin, alkaloid, dan flavonoid memiliki fungsi sebagai insektisida bagi serangga yang dapat mematikan sistem pernapasan dan pencernaan larva *Anopheles sp* (Ahyanti and Yushananta 2023).

Berdasarkan penelitian Yuliani (2018) yang memanfaatkan daun biji sirsak sebagai larvasida terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* menunjukkan efek larvasida yang efisien, dengan tingkat efektif tertinggi berada pada biji sirsak dengan ekstrak 10% dengan persentase 78,13%. Dengan temuan ini menunjukkan bahwa tanaman sirsak dapat dijadikan sebagai larvasida nyamuk *Anopheles sp*.

Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian dari sebelumnya karena menggunakan perasan murni yang lebih mudah dibuat dibandingkan menggunakan ekstrak yang memerlukan waktu yang cukup panjang untuk menyelesaikannya. Manfaat dari penelitian ini untuk dijadikan sebagai referensi dalam bidang penelitian larvasida terhadap larva nyamuk *Anopheles sp* dan juga menambah wawasan, pemahaman, serta keahlian dalam mengaplikasikan pengetahuan khususnya dalam penelitian pengendalian vektor penyakit. Tujuan dari penelitian ini untuk menguji dan menilai efektivitas perasan daun sirsak, perasan biji sirsak, dan perasan gabungan daun dan biji sirsak dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp*.

B. TINJAUAN PUSTAKA

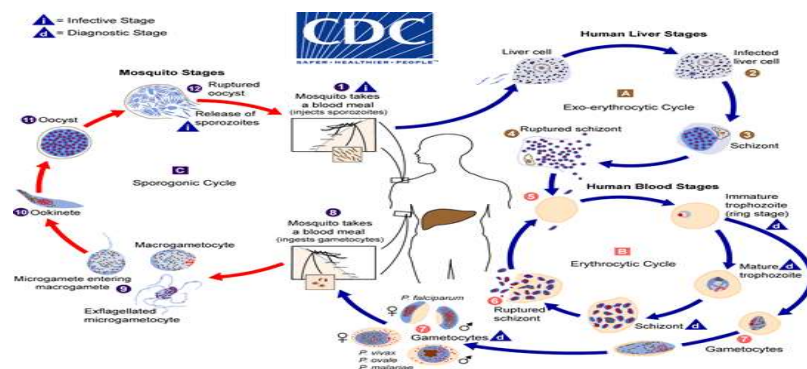
Penyakit Malaria

Penyakit malaria adalah penyakit menular yang dapat menurunkan produktifitas dan menyebabkan kerugian ekonomi serta berkontribusi besar terhadap angka kematian bayi, anak dan orang dewasa. Infeksi malaria selama kehamilan dapat menyebabkan abortus dan berat bayi lahir rendah. Malaria merupakan penyakit menular, yang disebarkan lewat gigitan nyamuk *Anopheles sp.* dan dapat menyerang semua kelompok umur. Lebih dari separuh penduduk dunia bermukim di daerah daerah endemis malaria (Sutarto and Cania 2017). Malaria disebabkan oleh protozoa dari genus *Plasmodium*, famili *Plasmodiidae*, orde *Coccidiidae* dan sub-orde *Haemosporiidae*. Menurut WHO, malaria dapat diklasifikasikan menjadi 5 yaitu

Plasmodium falciparum, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* dan *Plasmodium knowlesi* (Yusof et al. 2014).

Proses siklus hidup *Plasmodium falciparum*, parasit yang bertanggung jawab atas malaria, meliputi berbagai tahapan. Awalnya, sporozoit *Plasmodium falciparum* menembus kulit saat nyamuk terinfeksi menyedot darah, bergerak melalui kapiler darah setelah masuk ke kulit. Sporozoit ini kemudian mengalir bersama darah menuju hati, dimana mereka menginvasi dan menginfeksi hepatosit. didalam hepatosit, sporozoit menjalani siklus replikasi aseksual, menghasilkan ribuan merozoit di dalam skizon hati. Merozoit ini keluar dari hepatosit dan masuk ke dalam darah dengan bantuan struktur merosom yang terikat membran. Setelah berada di aliran darah, merozoit menyerang sel darah merah, memulai siklus parasitik intra-eritrositik. Dalam sel darah merah, *Plasmodium falciparum* melanjutkan replikasi aseksualnya, berubah dari tahap cincin menjadi trofozoit dan akhirnya skizon. Skizon yang matang akan pecah, melepaskan merozoit baru yang memulai siklus replikasi lain dan membentuk gametosit jantan dan betina. Nyamuk *Anopheles* betina yang menghisap darah dari manusia terinfeksi akan mengambil gametosit ini. Proses selanjutnya terjadi dalam tubuh nyamuk, dimana gametosit jantan dan betina menjalani gametogenesis di usus nyamuk, menghasilkan zigot yang berubah menjadi ookinet motil. Ookinet ini melintasi epitel usus tengah dan membentuk ookista di bawah lamina basal. Dalam ookista, sporozoit baru terbentuk dan, setelah pecah, mereka memasuki hemolimfa dan kemudian menyerang kelenjar ludah nyamuk. Sporozoit ini kemudian siap untuk ditularkan ke manusia lain melalui gigitan nyamuk, menyelesaikan siklus hidup yang kompleks dari parasit malaria. Siklus hidup ini dijelaskan secara lebih detail melalui diagram alur seperti yang diuraikan di bawah ini (Tripathi et al. 2024; Venugopal et al. 2020).

Gambar 1. Siklus Hidup Plasmodium



Sumber : (Centers for Disease Control 2024)

Menurut Guleria et al. (2021), malaria disebarkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi parasit *Plasmodium*. Saat seseorang digigit nyamuk yang membawa parasit malaria, parasit tersebut masuk ke aliran darah yang kemudian dibawa ke hati dan akan berkembang biak. Malaria juga dapat disebarkan melalui transfusi darah dari orang yang terinfeksi. Malaria tidak menular dan seseorang tidak dapat tertular dari kontak fisik dengan seseorang yang menderita malaria. Respon awal terhadap infeksi *Plasmodium* melibatkan mekanisme pertahanan nonspesifik, dengan pelepasan sitokin proinflamasi dan aktivasi makrofag. Ini mengakibatkan respon inflamasi, demam, dan efek patologis lainnya. Suhu di atas 40°C dapat merusak parasit matang pada infeksi yang tidak diobati, efek ini mensinkronkan siklus parasit dan menghasilkan demam periodik, yang menjadi ciri khas infeksi malaria (Chandley et al. 2023).

Pencegahan malaria bisa dilakukan dengan menghindari gigitan nyamuk pembawa malaria atau nyamuk *Anopheles* terutama pada daerah pedesaan ataupun pinggiran kota yang banyak sawah, rawa-rawa, ataupun tambak ikan. Disarankan untuk memakai baju lengan panjang dan celana panjang saat keluar rumah. Kemudian untuk yang tinggal di daerah endemis malaria sebaiknya memasang kawat kasa di jendela dan ventilasi rumah, serta menggunakan kelambu pada saat mau tidur. Selanjutnya untuk mencegah penyakit malaria dengan cara membunuh jentuk dan nyamuk *Anopheles* dewasa seperti melakukan penyemprotan rumah menggunakan insektisida di daerah yang endemis malaria, melakukan kegiatan penebaran ikan yang bertujuan agar jentik-jentik nyamuk bisa dimakan oleh mereka, dan mencoba membuat insektisida ataupun larvasida dari tanaman-tanaman yang ada disekitar rumah yang lebih ramah lingkungan (Irwan, 2021).

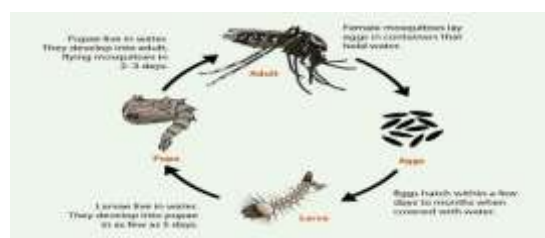
Nyamuk *Anopheles* sp

Nyamuk *Anopheles* sp. merupakan faktor utama penular penyakit malaria. Berperan sebagai vektor malaria, spesies *Anopheles* berbeda di setiap daerah tergantung pada daerah dan lingkungan (geografis). Setiap daerah geografi mempunyai spesies spesifik, bioekologi, habitat, penyebaran dan kepadatan yang berbeda. Keberadaan dan kelangsungan hidup *Anopheles* sangat dipengaruhi oleh kondisi tempat perkembangbiakannya (breeding site). Kondisi tempat perkembangbiakan nyamuk sangat ditentukan oleh keadaan lingkungan yang ada, seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan sebagainya. Semua vektor hidup sesuai dengan kondisi ekologi setempat, antara lain ada yang hidup di air payau pada tingkat salinitas tertentu

(*An. sondaicus*, *An. subpictus*), ada hidup di sawah (*An. aconitus*), air bersih di pegunungan (*An. maculatus*), genangan air yang dapat sinar matahari (*An. punctulatus*, *An. farauti*). Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan nyamuk, yaitu lingkungan abiotik, biotik maupun sosial budaya. Lingkungan abiotik meliputi suhu, kelembaban, topografi, pH, salinitas, dan lain-lain. Suhu merupakan karakteristik tempat perkembangbiakan yang mempengaruhi perkembangan, pertumbuhan, adaptasi dan sebaran geografik nyamuk. Nyamuk berkembang biak secara normal pada suhu optimum (25°C-27°C). Pada suhu yang rendah akan menghambat pertumbuhan jentik sedangkan pada suhu yang tinggi akan mematikan jentik. Lingkungan biotik meliputi keberadaan flora dan fauna di daerah tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. Tumbuhan bakau, lumut, ganggang dan berbagai tumbuhan lain dapat mempengaruhi kehidupan larva karena dapat menghalangi sinar matahari atau melindungi dari serangan makhluk hidup lainnya (Nurhayati, Hasanuddin, and Anwar 2014).

Nyamuk *Anopheles* sp. mempunyai ukuran tubuh yang kecil yaitu 4-13 mm dan bersifat rapuh. Tubuhnya terdiri dari kepala, dada (toraks) serta perut (abdomen) yang ujungnya meruncing. Bagian kepala mempunyai ukuran relatif lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pada bagian dada (toraks) dan perut (abdomen). Pada bagian kepala ada sepasang antena berada dekat mata sebelah depan, Antena ini terdiri dari beberapa ruas berjumlah 14-15 ruas Antena pada nyamuk jantan mempunyai rambut yang lebih panjang dan lebat (tipe plumose) dibandingkan nyamuk betina yang lebih pendek dan jarang. Bagian mulut memanjang ke depan membentuk probosis Pada *Anopheles* sp. betina struktur bagian mulut dapat berkembang dengan baik sehingga membantu untuk mengisap darah dan melukai kulit hospesnya. Sehingga hanya nyamuk betina saja yang mengisap darah dan berperan langsung dalam penyebaran penyakit malaria. Pada nyamuk jantan probosis hanya berfungsi untuk mengisap bahan-bahan cair seperti cairan dari tumbuh-tumbuhan. buah-buahan serta keringat (Herdiana, 2016).

Gambar 2. Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles* sp



Sumber : (Ghorbani, Dekkiche, and Garedaghi, 2025)

Nyamuk betina yang mempunyai telur pada tingkat pertumbuhan saja yang aktif mencari darah. Nyamuk ini akan terbang menuju sumber rangsangan, rangsangan ini menjadi indikator keberadaan host kemudian baru menggigit hostnya. Kemudian Waktu istirahat nyamuk dapat dibedakan menjadi dua yaitu waktu istirahat sebenarnya, yaitu waktu dimana nyamuk istirahat sambil menunggu poses pematangan telur untuk kemudian siap bertelur breeding site, sedangkan istirahat sementara adalah waktu yang sebelum dan sesudah nyamuk mencari darah. Tempat yang disenangi nyamuk untuk istirahat adalah tempat yang teduh dengan intensitas cahaya rendah, lembab, sedikit angin, gelap. Perkembangbiakan nyamuk selalu menggunakan media air genangan untuk melalui siklus aquanticnya, namun demikian kebutuhan akan air ini tidak harus banyak, hanya sedikit saja ada air, pasti digunakan nyamuk sebagai tempat perindukan. Nyamuk *Anopheles* sp. betina mempunyai kemampuan memilih tempat perindukan atau tempat perkembang biak sesuai dengan kesenangan dan kebutuhannya. Meskipun yang disukainya genangan yang kontak dengan tanah, namun jika hal tersebut tidak ditemukan, ternyata nyamuk *Anopheles* sp. juga akan menggunakan genangan air yang ada meskipun tidak bersentuhan langsung dengan tanah (Sambuaga, Duka, and Hermanus, 2017).

Tanaman Sirsak

Sirsak merupakan tanaman yang memiliki tinggi pohon mencapai 5-8 meter, memiliki batang kayu berwarna coklat dan bercabang, sementara daun sirsak berbentuk lanset dengan ujung runcing, tepi rata dan berwarna hijau. Adapun bunganya berwarna kuning kehijauan merupakan bunga tunggal di batang kayu. Adapun buah sirsak berukuran buah sedang-besar, buah dapat berbentuk oval ataupun berbentuk hati hingga tidak beraturan dan adapun buah berwarna hijau. Daging buah dapat dikonsumsi secara langsung terdiri atas segmen serat berair, berwarna putih dan memiliki biji keras yang berwarna hitam (Qomaliyah 2022).

Gambar 3. Tanaman Sirsak



Sumber : (Fira 2021)

Menurut Tim Mitra Agro Sejati (2017), tanaman sirsak dapat tumbuh dan berkembang pada seluruh sektor agroekologi berdasarkan iklim pada dataran rendah dan tinggi yang beriklim kering sampai dengan yang basah. Untuk daerah yang optimal untuk ditanami tanaman sirsak itu berada pada 1.000 mdpl, kemudian untuk suhu udaranya berkisar antara 22⁰C sampai dengan 28⁰C dan tingkat kelembapan udara 60% sampai dengan 80%, serta harus ditempatkan ditempat yang terpapar langsung dengan sinar matahari. Selanjutnya, jika dilihat dari kondisi tanah tanaman sirsak cocok pada semua jenis tanah mulai dari tanah liat sampai dengan yang berbatuan. Selain itu, tanaman sirsak memiliki khasiat untuk menjaga Kesehatan jantung, mengurangi kadar asam urat, mencegah diabetes, serta bisa menjadi insektisida bagi vektor penyakit, sedangkan Biji sirsak memiliki manfaat yang sangat banyak dalam dunia Kesehatan terutama pada bidang Kesehatan lingkungan. Sebagaimana pada penelitian-penelitian sebelumnya biji sirsak seringkali dijadikan ekstra sebagai pestisida nabati, insektisida, dan lain sebagainya. Ini disebabkan karena pada biji sirsak banyak terkandung fitokimia seperti saponin, flavonoid, dan alkaloid (Kharisma 2024).

Tanaman sirsak memiliki kandungan fitokimia antara lain saponin yang merupakan salah satu metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas biologi, di antaranya bersifat sebagai antimikroba. Saponin aman untuk mamalia, tetapi dapat bersifat racun bagi hewan berdarah dingin termasuk golongan serangga. Oleh karena itu, saponin berpotensi untuk digunakan sebagai pembasmi hama tertentu. Saponin diduga mengandung bagian yang bersifat hormonal dari golongan steroid yang berpengaruh dalam pertumbuhan larva nyamuk (Rombot and Samuel 2020). Selanjutnya, ada Flavonoid merupakan racun pernapasan bagi larva nyamuk dengan cara masuk kedalam tubuh larva melalui sistem pernapasan yang kemudian akan menimbulkan gangguan pada syaraf dan kerusakan pada sistem pernapasan, sehingga mengakibatkan larva tidak dapat bernapas dan akhirnya menyebabkan kematian pada larva (Rachmawati, Megawati, and Ahmad 2019). Kemudian yang terakhir ada Alkaloid merupakan senyawa organik yang secara alami ditemukan di berbagai tanaman. Senyawa ini memiliki beragam aktivitas biologis, termasuk sifat insektisida, yang membuatnya berpotensi digunakan sebagai larvasida untuk mengendalikan nyamuk Anopheles, vektor utama penyebaran penyakit malaria. Alkaloid bekerja pada sistem saraf serangga dengan cara mengganggu transmisi impuls saraf. Beberapa alkaloid dapat memblokir reseptor asetilkolin atau mempengaruhi ion saluran pada membran sel, yang pada akhirnya menyebabkan kelumpuhan atau kematian larva nyamuk (Ainun, Herman, and Handayani 2024).

C. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen semu (*Quasi Experiment*) menggunakan desain penelitian RAK (Rancangan Acak Kelompok) dimana pada penelitian ini dilakukan 9 perlakuan dan 1 kontrol dengan 3 kali pengulangan pada setiap perlakuan. Perlakuan yang digunakan yaitu perasan daun sirsak, perasan biji sirsak, dan perasan gabungan daun dan biji sirsak selama 24 jam. Populasi dalam penelitian ini adalah larva nyamuk *Anopheles sp* dengan sampel yang digunakan berjumlah 600 larva nyamuk *Anopheles sp* instar III dan IV, karena pada tahap ini dianggap mewakili kondisi larva, maka tahap ini digunakan sebagai bahan penelitian. Menurut (WHO 2005) bahwa sampel tiap-tiap kelompok perlakuan dan kelompok kontrol untuk penelitian larvasida sebanyak 20 ekor larva. Selanjutnya, data di analisis menggunakan teknik analisis data uji statistik dengan perangkat lunak komputer. Tahapan uji statistik dalam penelitian ini adalah uji normalitas data, uji homogenitas varians, dan uji analisis varians satu arah menggunakan uji *One-Way ANOVA* atau menggunakan uji *Kruskal-Wallis*.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Perasan Daun Sirsak (*Annona Muricata Linn*) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Tabel 1. Mortalitas Larva *Anopheles sp* Menggunakan Perasan Daun Sirsak (*Annona muricata Linn*)

Perasan	Konsentrasi (%)	Jumlah Larva (ekor)	Jumlah Mortalitas Larva <i>Anopheles sp</i>			Mortalitas		Spesies Mortalitas Larva	p-value
			P I	P II	P III	Mean	Persentase		
Daun Sirsak	0	20	0	0	0	0	0 %	Kontrol	0,001
	10	20	14	13	14	14	70 %	Resisten	
	15	20	16	16	15	16	80 %	Toleran	
	20	20	17	18	17	17	85 %	Toleran	

Sumber : Data Primer, 2024

Keterangan : P I = Pengulangan Pertama
P II = Pengulangan Kedua
P III = Pengulangan Ketiga

Perasan daun sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% yang paling efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* adalah konsentrasi 20% dengan jumlah mortalitas sebanyak 17 ekor larva (85%) termasuk dalam spesies toleran dan yang paling sedikit tingkat efektif dilihat dari rata-rata (*mean*) jumlah mortalitas larva terdapat pada konsentrasi 15% dengan jumlah mortalitas sebanyak 14 ekor larva (70%) termasuk dalam spesies resisten. Hasil uji *One-Way ANOVA*, diperoleh $p\text{-value} = 0,001 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan variasi konsentrasi perasan daun sirsak (*Annona muricata* Linn) terhadap mortalitas larva *Anopheles sp*. Selanjutnya, di uji *Post Hoc* menggunakan uji LSD (Least Significant Difference) karena ditemukan ada perbedaan variasi konsentrasi perasan daun sirsak.

Tabel 2. Uji Post Hoc (Uji LSD)

Variasi Konsentrasi	<i>p-value</i>
Konsentrasi 10% dengan Konsentrasi 15%	0,005
Konsentrasi 15% dengan Konsentrasi 20%	0,012
Konsentrasi 10% dengan Konsentrasi 20%	0,000

Sumber : Data Primer, 2024

Variasi konsentrasi yang berbeda terjadi pada kelompok perlakuan di keseluruhan konsentrasi baik konsentrasi 10% dengan konsentrasi 15% ($p\text{-value} = 0,005 < 0,05$), konsentrasi 15% dengan konsentrasi 20% ($p\text{-value} = 0,012 < 0,05$), dan konsentrasi baik konsentrasi 10% dengan konsentrasi 20% ($p\text{-value} = 0,000 < 0,05$).

Efektivitas Perasan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Tabel 3. Mortalitas Larva *Anopheles sp* Menggunakan Perasan Biji Sirsak (*Annona muricata* Linn)

Perasan	Konsentrasi (%)	Jumlah Larva (ekor)	Jumlah Mortalitas Larva <i>Anopheles sp</i>			Mortalitas		Spesies Mortalitas Larva	<i>p-value</i>
			P I	P II	P III	Mean	Persentase		
Biji Sirsak	0	20	0	0	0	0	0 %	Kontrol	0,023
	10	20	16	16	17	16	80 %	Toleran	
	15	20	18	19	19	19	95 %	Toleran	
	20	20	20	20	20	20	100 %	Rentan	

Sumber : Data Primer, 2024

Keterangan : P I = Pengulangan Pertama

P II = Pengulangan Kedua

P III = Pengulangan Ketiga

Perasan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% yang paling efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* dilihat dari rata-rata (mean) adalah konsentrasi 20% dengan jumlah mortalitas sebanyak 20 ekor larva (100%) termasuk dalam spesies rentan dan paling sedikit tingkat efektif dilihat dari rata-rata (mean) jumlah mortalitas larva terdapat pada konsentrasi 10% dengan jumlah mortalitas sebanyak 16 ekor larva (80%) termasuk dalam spesies toleran. Hasil uji *Kruskal-Wallis*, diperoleh $p\text{-value} = 0,023 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan variasi konsentrasi perasan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp*.

Efektivitas Perasan Gabungan Daun Sirsak dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Tabel 4. Mortalitas Larva *Anopheles sp* Menggunakan Perasan Gabungan Daun Sirsak dan Biji Sirsak (*Annona muricata* Linn)

Perasan	Konsentrasi (%)	Jumlah Larva (ekor)	Jumlah Mortalitas Larva <i>Anopheles sp</i>			Mortalitas		Spesies Mortalitas Larva	p-value
			P I	P II	P III	Mean	Persentase		
Gabungan Daun dan Biji Sirsak	0	20	0	0	0	0	0 %	Kontrol	0,001
	10	20	14	13	14	14	70 %	Resisten	
	15	20	16	16	15	16	80 %	Toleran	
	20	20	17	18	17	17	85 %	Toleran	

Sumber : Data Primer, 2024

Keterangan : P I = Pengulangan Pertama

P II = Pengulangan Kedua

P III = Pengulangan Ketiga

Perasan gabungan daun sirsak dan biji (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% yang paling efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* adalah konsentrasi 20% dengan jumlah mortalitas sebanyak 17 ekor larva (85%) termasuk dalam spesies toleran dan yang paling sedikit tingkat efektif dilihat dari rata-rata

(mean) jumlah mortalitas larva terdapat pada konsentrasi 15% dengan jumlah mortalitas sebanyak 14 ekor larva (70%) termasuk dalam spesies resisten. Hasil uji One Way ANOVA, diperoleh $p\text{-value} = 0,001 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan variasi konsentrasi perasan gabungan daun sirsak dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) terhadap mortalitas larva *Anopheles* sp. Selanjutnya, di uji Post Hoc menggunakan uji LSD (Least Significant Difference) karena ditemukan ada perbedaan variasi konsentrasi perasan daun sirsak.

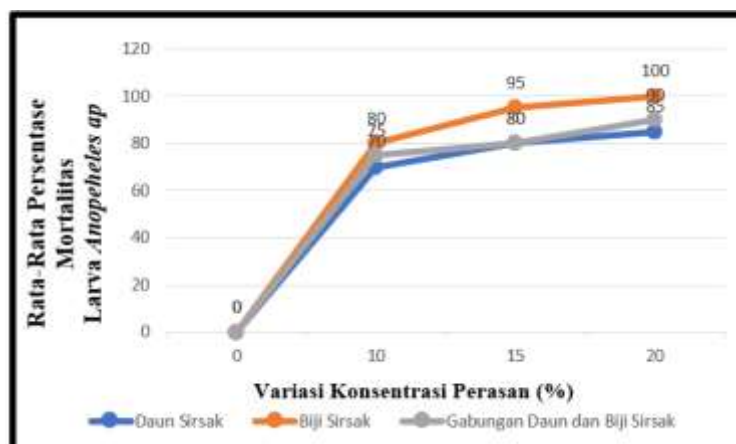
Tabel 5. Uji Post Hoc (Uji LSD)

Variasi Konsentrasi	<i>p-value</i>
Konsentrasi 10% dengan Konsentrasi 15%	0,005
Konsentrasi 15% dengan Konsentrasi 20%	0,012
Konsentrasi 10% dengan Konsentrasi 20%	0,000

Sumber : Data Primer, 2024

Variasi konsentrasi yang berbeda terjadi pada kelompok perlakuan di keseluruhan konsentrasi baik konsentrasi 10% dengan konsentrasi 15% ($p\text{-value} = 0,005 < 0,05$), konsentrasi 15% dengan konsentrasi 20% ($p\text{-value} = 0,012 < 0,05$), dan konsentrasi baik konsentrasi 10% dengan konsentrasi 20% ($p\text{-value} = 0,000 < 0,05$).

Perbedaan Efektivitas Perasan Daun Sirsak, Perasan Biji Sirsak, dan Perasan Gabungan Daun Sirsak dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp

Gambar 4. Grafik Rata-rata Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp

Sumber :Data Primer, 2024

Berdasarkan gambar 4 diatas menunjukkan mortalitas larva *Anopheles sp* tertinggi pada perasan biji sirsak dengan variasi konsentrasi 20% dengan rata-rata persentase mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* sebesar 100%, sedangkan mortalitas larva *Anopheles sp* terendah pada perasan daun sirsak dengan variasi konsentrasi 10% dengan rata-rata persentase mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* sebesar 70%. Grafik diatas menunjukkan mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* berbanding lurus dengan konsentrasi perasan daun sirsak, perasan biji sirsak, dan perasan gabungan daun dan biji sirsak (*Annona muricata Linn*) karena semakin tinggi konsentrasi persan maka persentase mortalitas juga akan semakin meningkat.

PEMBAHASAN

Efektivitas Perasan Daun Sirsak (*Annona Muricata Linn*) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *One-Way Anova*, diperoleh $p\text{-value} = 0,001 < 0,05$ yang berarti bahwa variasi konsentrasi pada perasan daun sirsak (*Annona muricata Linn*) efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva *Anopheles sp*. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa tingkat mortalitas larva *Anopheles sp* meningkat seiring dengan tingkat konsentrasi perasan daun sirsak Pada kelompok kontrol (0%) tidak ditemukan adanya mortalitas larva *Anopheles sp* setelah 24 jam pengamatan. Hal ini karena pada kelompok kontrol hanya berisikan *aquades* yang tidak memiliki kandungan kimiawi yang bersifat toksin yang menyebabkan kematian pada larva *Anopheles sp*. Hal ini membuktikan mortalitas larva tidak dipengaruhi oleh variabel lingkungan, tetapi dipengaruhi oleh zat-zat di sekitarnya (Karima and Ardiansyah 2021).

Aquades pada dasarnya merupakan air yang merupakan habitat larva nyamuk sehingga jelas tidak dapat membunuh larva nyamuk (Ramadania and Rahman 2020). Sementara itu hasil penelitian Friedrich et al. (2021) bahwa rata-rata pada sejumlah pengulangan, tidak ditemukan larva nyamuk pada kontrol negatif (*Aquades*). Karena air hampir tidak mengandung mineral, *aquades*, atau air yang diperoleh melalui distilasi, juga dikenal sebagai air murni (H₂O). Air ini rentan terhadap kontaminasi dan dengan mudah menyerap atau melarutkan berbagai zat yang berkontak dengannya (Khotimah, Anggraeni, and Setianingsih 2017).

Mortalitas larva *Anopheles sp* pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa perasan daun sirsak (*Annona muricata Linn*) efektif. Menurut Syazana and Porusia (2022), bahwa suatu larvasida dikatakan efektif jika jumlah kematian larva berkisar 10%-95% dari total larva yang

diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat efektivitas perasan daun sirsak pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20% secara berurutan adalah 70%, 80%, dan 85%.

Kandungan senyawa kimia dari daun sirsak dan tingkat konsentrasi air perasan, mortalitas larva juga dipengaruhi oleh lama waktu paparan. Semakin lama durasi paparan, semakin tinggi senyawa kimia yang akan diterima larva, sehingga akan berpengaruh terhadap kematian larva *Anopheles sp.* Hal ini sejalan dengan penelitian (Robby 2017), menjelaskan tingkat kematian larva meningkat seiring dengan lamanya waktu pengamatan. Selain itu, dengan waktu pengamatan yang lebih lama terhadap larva, dosis atau konsentrasi paparan dari larutan juga meningkat, berpotensi menyebabkan peningkatan kematian pada larva *Anopheles sp* Senyawa kimia aktif pada daun sirsak yang efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* yaitu saponin, alkaloid, dan flavonoid. Jumlah saponin dalam daun sirsak sebesar 3,5% yang berfungsi sebagai perusak sistem pencernaan larva dan menyebabkan larva kelaparan sehingga dapat menghancurkan sel darah pada larva (Ahyanti and Yushananta 2023). Jumlah alkaloid pada biji sirsak sebesar 0,5% yang berfungsi sebagai pemblokir reseptor asetilkolin atau mempengaruhi ion membrane sel, sehingga menyebabkan kelumpuhan atau kematian larva (Damayanti Sinaga 2016). Jumlah kandungan flavonoid dalam daun sirsak sebesar 0,69% yang berfungsi sebagai racun pernapasan bagi serangga dan merusak sistem pernapasan larva yang akan menyebabkan layu pada neuron (Ahyanti and Yushananta 2023).

Efektivitas Perasan Biji Sirsak (*Annona Muricata Linn*) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, diperoleh $p\text{-value} = 0,023 < 0,05$ yang berarti bahwa variasi konsentrasi perasan biji sirsak (*Annona muricata Linn*) efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva *Anopheles sp.* Sama seperti pada sirsak, pada perasan biji sirsak juga tidak ditemukan larva yang mati pada konsentrasi 0%, sehingga mortalitas larva juga tidak terpengaruh oleh variabel luar, melainkan dipengaruhi oleh kandungan bahan aktif pada biji sirsak (Karima and Ardiansyah 2021).

Mortalitas pada larva *Anopheles sp* pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa pada perasan biji sirsak (*Annona muricata Linn*) lebih efektif daripada daun sirsak. Semakin tinggi tingkat konsentrasi dari perasan biji sirsak maka semakin efektif dan tinggi pula tingkat mortalitas larva *Anopheles sp.* Hal ini disebabkan karena perasan biji sirsak mengandung senyawa kimia alami seperti *Alkaloid*, *Flavonoid*, dan *Saponin* yang mampu mengendalikan

pertumbuhan larva *Anopheles sp* (Yuliani 2018). Menurut (Syazana and Porusia 2022), bahwa suatu larvasida dikatakan efektif jika jumlah kematian larva berkisar 10%-95% dari total larva yang diuji. Menurut Maksum and Irwan (2024), data mortalitas larva menurut pedoman standard dapat digolongkan menjadi 3 kategori yaitu mortalitas > 98% (spesies rentan), mortalitas 80-98% (spesies toleran), dan mortalitas < 80% (spesies resisten). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat efektivitas perasan biji sirsak pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20% secara berurutan adalah 85%, 95%, dan 100% serta termasuk dalam golongan spesies rentan dan spesies toleran yang berarti larva nyamuk *Anopheles sp* rentan terhadap perasan yang diberikan atau dengan kata lain mudah terpapar senyawa aktif yang ada pada perasan. Selanjutnya, dikatakan spesies toleran yang berarti bahwa larva nyamuk *Anopheles sp* masih bisa mempertahankan dirinya dari senyawa aktif yang ada pada perasan.

Lama paparan juga menjadi faktor penentu dalam mortalitas larva *Anopheles sp*. Tingkat mortalitas larva meningkat seiring dengan lamanya waktu pengamatan. Selain itu, dosis atau konsentrasi paparan dari larutan juga meningkat dengan durasi pengamatan yang lebih lama terhadap larva, yang mengakibatkan peningkatan tingkat kematian pada larva *Anopheles sp* (Robby 2017).

Efektivitas Perasan Gabungan Daun dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *One-Way Anova*, diperoleh $p\text{-value} = 0,001 < 0,05$ yang berarti bahwa variasi konsentrasi pada perasan gabungan daun sirsak dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva *Anopheles sp*. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa tingkat mortalitas larva *Anopheles sp* meningkat seiring dengan tingkat konsentrasi perasan gabungan daun sirsak dan biji sirsak. Mortalitas larva *Anopheles sp* pada perasan gabungan daun sirsak dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) tidak lebih efektif dari perasan biji sirsak tetapi lebih efektif dari perasan daun sirsak. Hal ini dapat terjadi karena daun sirsak dan biji sirsak dikombinasikan sehingga senyawa kimia yang ada pada keduanya itu tercampur. Menurut Syazana and Porusia (2022), bahwa suatu larvasida dikatakan efektif jika jumlah kematian larva berkisar 10%-95% dari total larva yang diuji. Menurut Maksum and Irwan (2024), ata mortalitas larva menurut pedoman standard dapat digolongkan menjadi 3 kategori yaitu mortalitas > 98% (spesies rentan), mortalitas 80-98% (spesies toleran), dan mortalitas < 80% (spesies resisten). Hasil penelitian

menunjukkan bahwa tingkat efektivitas perasan biji sirsak pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20% secara berurutan adalah 75%, 85%, dan 95% serta termasuk dalam golongan spesies resisten dan spesies toleran. Hal ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yuliani 2018) yang menunjukkan tingkat kematian larva *Anopheles sp* terbanyak berada pada perasan atau ekstrak biji sirsak.

Menurut Yuliani (2018), daun sirsak dan biji sirsak ketika dikombinasikan membuat senyawa yang ada pada keduanya saling bertabrakan sehingga senyawa diantara keduanya tidak saling terikat atau tidak homogen. Selain senyawa yang ada pada daun sirsak dan biji sirsak yang mempengaruhi mortalitas larva *Anopheles sp*, waktu yang dibutuhkan dalam mengamati juga mempengaruhi mortalitas larva semakin cepat waktu pengamatan maka semakin sedikit juga jumlah mortalitas larva *Anopheles sp* begitu pula sebaliknya (Robby 2017).

Perbedaan Efektivitas Perasan Daun Sirsak, Perasan Biji Sirsak, dan Perasan Gabungan Daun dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* Linn) Sebagai Larvasida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp*

Berdasarkan gambar 4 rata-rata mortalitas larva *Anopheles sp* pada perasan daun sirsak, perasan biji sirsak, dan perasan gabungan daun dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) sebagai larvasida nabati menunjukkan ada perbedaan diantara ketiganya. Dari hasil penelitian dapat diketahui besar persentase efektivitas berada pada perasan biji sirsak dengan rata-rata 100% serta berdasarkan tabel 1 bahwa hasil uji *One-Way Anova* dari seluruh variabel (perasan daun sirsak, perasan biji sirsak, dan perasan gabungan daun dan biji sirsak) diperoleh $p\text{-value} = 0,005 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan diantara ketiga variabel tersebut. Kemudian dilanjutkan ke uji *Post Hoc* untuk mengetahui perbedaan diantara ketiga variabel dengan perolehan $p\text{-value}$ pada perasan daun sirsak dengan perasan biji sebesar $0,002 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan diantara kedua. Selanjutnya perolehan $p\text{-value}$ pada perasan biji sirsak dengan perasan gabungan daun dan biji sirsak sebesar $0,024 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan diantara keduanya, serta perolehan $p\text{-value}$ pada perasan gabungan daun dan biji sirsak dengan perasan daun sirsak sebesar $0,268 > 0,05$ yang berarti tidak ada perbedaan diantara keduanya. Hasil ini menunjukkan biji sirsak memiliki perbedaan dengan perasan daun sirsak dan perasan gabungan daun dan biji sirsak sehingga dapat dikatakan biji sirsak paling efektif diantara ketiga perasan yang telah dilakukan.

Adanya perbedaan efektivitas diantara ketiganya disebabkan oleh kandungan fitokimia yang berbeda-beda dan memiliki fungsi yang berbeda juga seperti *Alkaloid* yang berfungsi sebagai memblokir reseptor asetilkolin atau mempengaruhi ion saluran pada membran sel, yang pada akhirnya menyebabkan kelumpuhan atau kematian larva nyamuk. Sementara *Flavonoid* berfungsi sebagai racun pernapasan bagi serangga dan merusak sistem pernapasan larva yang akan menyebabkan layu pada neuron. Selain itu, ada juga senyawa *Saponin* yang menyerang sistem pencernaan larva dan menyebabkan larva kelaparan sehingga dapat menghancurkan sel darah merah atau menyebabkan hemolisis (Ahyanti and Yushananta 2023; Ainun, Herman, and Handayani 2024; Rachmawati, Megawati, and Ahmad 2019).

Menurut Ahyanti and Yushananta (2023), kandungan saponin pada daun sirsak sebesar 3,50% dan pada penelitian Kamilah, Abeiasa, and Nisa (2020), menyatakan kandungan saponin pada biji sirsak sebesar 3%, dari hasil ini menyatakan kandungan saponin terbesar berada pada daun sirsak. Sementara itu, berdasarkan hasil penelitian Ahyanti and Yushananta (2023), kandungan flavonoid pada daun sirsak sebesar 0,69% dan pada penelitian Prehatin (2023), didapatkan kandungan flavonoid pada biji sirsak sebesar 0,93%, hasil ini menyatakan bahwa kandungan flavonoid lebih tinggi pada biji sirsak. Berdasarkan hasil penelitian Wullur, Schadu, and Wardhani (2012), kandungan alkaloid pada daun sirsak sebesar 0,15% dan pada penelitian Damayanti Sinaga (2016), kandungan alkaloid pada biji sirsak sebesar 0,5%, hasil ini menyatakan kandungan alkaloid terbesar berada pada biji sirsak. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan fitokimia yang terbanyak berada pada biji sirsak.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan bahwa perasan daun sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* ($p\text{-value} = 0,001$). Variasi konsentrasi yang berbeda yaitu konsentrasi 10% dan 15% ($p\text{-value} = 0,005$), konsentrasi 15% dan 20% ($p\text{-value} = 0,012$), dan konsentrasi 10% dan 20% ($p\text{-value} = 0,000$). Selanjutnya perasan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* ($p\text{-value} = 0,023$). Perasan gabungan daun sirsak dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% efektif sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles sp* ($p\text{-value} = 0,001$). Variasi konsentrasi yang berbeda yaitu konsentrasi 10% dan 15% ($p\text{-value} = 0,005$), konsentrasi 15% dan 20% ($p\text{-value}$

= 0,012), dan konsentrasi 10% dan 20% (p -value = 0,000), serta ada perbedaan efektivitas antara perasan daun sirsak, perasan biji sirsak dan perasan gabungan antara daun dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn) sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp (p -value = 0,005). Variasi perasan yang berbeda yaitu perasan daun sirsak dengan perasan biji sirsak (p -value = 0,002), dan perasan biji sirsak dengan perasan gabungan daun dan biji sirsak (p -value = 0,024).

Implikasi

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat konsep bahwa senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan, seperti daun dan biji sirsak (*Annona muricata* Linn), memiliki potensi sebagai larvasida nabati yang dapat memengaruhi tingkat mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. Sedangkan secara praktis, penelitian ini menunjukkan bahwa perasan daun dan biji sirsak dapat digunakan sebagai larvasida alami yang efektif dalam membunuh larva nyamuk *Anopheles* sp. Hal ini memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan larvasida sintesis yang dapat menyebabkan resistensi nyamuk serta mencemari lingkungan perairan.

Batasan

Konsentrasi yang dipakai masih berupa perasan murni sehingga perasan tersebut hanya dapat bertahan selama beberapa hari saja. Dengan demikian, perasan ini tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama karena mudah teroksidasi, sehingga akan mengurangi kandungan fitokimia atau bahan aktif yang dapat mengendalikan pertumbuhan larva *Anopheles* sp.

Rekomendasi

Bagi peneliti selanjutnya agar bisa mengembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan batang dan akar dari tanaman sirsak sebagai larvasida nabati terhadap mortalitas larva nyamuk

DAFTAR PUSTAKA

Ahyanti, Mei, and Prayudhy Yushananta. 2023. "Kandungan Saponin Dan Flavonoid Pada Tanaman Pekarangan Serta Potensinya Sebagai Bioinsektisida Lalat Rumah (*Musca Domestica*)."
Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan 17(1): 31.
doi:10.26630/rj.v17i1.3763.

- Ainun, Nur, Hendra Herman, and Virsa Handayani. 2024. "Uji Aktivitas Larvasida Kulit Bawang Bombay (*Allium Sp.*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*." *Makassar Natural Product Journal* 2(2): 68. <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mnpj>.
- Centers for Disease Control. 2024. "Malaria." <https://www.cdc.gov/dpdx/malaria/index.html> (October 31, 2024).
- Chandley, Pankaj, Ravikant Ranjan, Sudhir Kumar, and Soma Rohatgi. 2023. "Host-Parasite Interactions during *Plasmodium* Infection: Implications for Immunotherapies." *Frontiers in Immunology* 13. doi:10.3389/fimmu.2022.1091961.
- Damayanti Sinaga, Suci. 2016. "Ekstraksi Acetogenin Dari Daun Dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* L) Dengan Pelarut Aseton." *Jurnal Teknik Kimia USU* 5(2): 1.
- Fahmi, Mohammad, Fahri, Anis Nurwidayati, and I Nengah Suwastika. 2014. "Studi Keanekaragaman Spesies Nyamuk *Anopheles Sp.* Di Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah (Study On Diversity of *Anopheles Sp.* of Donggala District, Central Sulawesi Province)." *Jurnal of Natural Science* 3: 95–108.
- Fira. 2021. "Khasiat Buah Dan Daun Sirsak Untuk Obat Berbagai Penyakit." *ObsessionNews*. <https://www.obsessionnews.com/read/2021/12/08/khasiat-buah-dan-daun-sirsak-untuk-obat-berbagai-penyakit> (October 31, 2024).
- Friedrich, Ulrike Anne, Mostafa Zedan, Bernd Hessling, Kai Fenzl, Ludovic Gillet, Joseph Barry, Michael Knop, Günter Kramer, and Bernd Bukau. 2021. "N α -Terminal Acetylation of Proteins by NatA and NatB Serves Distinct Physiological Roles in *Saccharomyces Cerevisiae*." *Cell reports* 34(5): 108711. doi:10.1016/j.celrep.2021.108711.
- Ghorbani, Dekkiche, and Garedaghi. 2025. "A Review of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) and Their Biodiversity, Medical and Veterinary Importance." *Virology & Immunology Journal* 9(1): 1–9. doi:10.23880/vij-16000355.
- Guleria, Vandana, Tarun Pal, Bhanu Sharma, Shweta Chauhan, and Varun Jaiswal. 2021. "Pharmacokinetic and Molecular Docking Studies to Design Antimalarial Compounds Targeting Actin I." *International journal of health sciences* 15(6): 4–15.
- Herdiana, Agus. 2016. "Siklus Hidup Dan Morfologi *Anopheles Sp.*" <https://informasikesling.blogspot.com/2016/05/siklus-hidup-dan-morfologi-anopheles-sp.html>.
- Irwan. 2021. *Epidemiologi Penyakit Menular*. Revisi Tahun 2021. Gorontalo: Zahir Publishing.

- Kamilah, S H, M S Abeiasa, and Setia Nisa. 2020. "Potensi Spermiosida Saponin Ekstrak Biji Sirsak (*Annona Muricata* L.) Ditinjau Dari Jumlah Spermatozoa Mencit (Mus Musculus Balb/C) Albino Jantan." *Jurnal Keperawatan STIKes Pila Sakti Pariaman*.
- Karima, Wihdatul, and Syahrul Ardiansyah. 2021. "Lethal Efficacy of Banana Leaves Extract (*Musa Paradisiaca* L.) Against *Aedes Aegypti* Larvae." *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)* 4(1): 7–12. doi:10.21070/medicra.v4i1.881.
- KEMENKES RI. 2024. "418 Ribu Kasus Malaria Di Indonesia, Tertinggi Di Papua." *CNN Indonesia*.
- Kharisma, Atta. 2024. "Khasiat Daun Sirsak Rebus Untuk Kesehatan Yang Jarang Diketahui." *DetikHealth*. <https://health.detik.com/berita-detikhealth/d-7338209/8-khasiat-daun-sirsak-rebus-untuk-kesehatan-yang-jarang-diketahui> (October 10, 2024).
- Khotimah, Husnul, Erika Wulan Anggraeni, and Ari Setianingsih. 2017. "Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi." *Jurnal Chemurgy* 1(2).
- Laily Khairiyati, Oleh, MPH Lenie Marlinae, MKL Agung Waskito, MT Anugrah Nur Rahmat, SKM M Rasyid Ridha, and Drh Dicky Andiarsa. 2021. *Pengendalian Vektor Dan Binatang Pengganggu*.
- Maksum, Tri Septian, and Irwan Irwan. 2024. "The Efficacy of *Cymbopogon Nardus* (*Citronella*) Leaf Extract Biolarvicide on the Mortality of Third Instar Larvae of Malaria Vector." *Journal of Medicinal and Chemical Sciences* 7: 1110–17. doi:10.26655/JMCHEMSCI.2024.9.1.
- Murabarak, Nurqomaria, Agus Kurniawan Putra, Muhammad Choirul Hidajat, Malik Saepudin, Agung Puja Kesuma, Siti Zainatun Wasilah, et al. 2023. *Pengendalian Vektor Penyakit Tropis*. JawaTengah: CV. Eureka Media Aksara.
- Nurhayati, HL, Ishak Hasanuddin, and Anwar Anwar. 2014. "Karakteristik Tempat Perkembangbiakan *Anopheles* Sp. Di Wilayah Kerja Puskesmas Bonto Bahari Kabupaten Bulukumba." *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin*.
- Prehatin, Yunita Dewi. 2023. "Profil Botani Dan Fitokimia Ekstrak Etanolik Tanaman Sirsak (*Annona Muricata* L.)." *Jurnal Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra Keluarga*.
- Qomaliyah, Eka Nurul. 2022. "Etnofarmakologi Dan Potensi Bioaktivitas Daun Dan Buah Sirsak (*Annona Muricata*)." *BIOCITY Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community* 1(1): 36–55.

- Rachmawati, Dwi, Megawati Megawati, and Tahir Ahmad. 2019. "Aktivitas Larvasida Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus Hysrix* D. C.) Terhadap Larva Nyamuk." *Media Farmasi* 15(2): 116. doi:10.32382/mf.v15i2.1074.
- Ramadania, Evita, and Eddy Rahman. 2020. "Potensi Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii* Blume) Sebagai Larvasida Alami Terhadap *Aedes Albopictus*." *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 7(2): 104–9. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ANN/article/view/3488>.
- Robby, Robby. 2017. "Pemanfaatan Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos Caudatus*) Sebagai Larvasida." *Jurnal Farmasi Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang*.
- Rombot, Dina V., and Mokosuli Y. Samuel. 2020. "Bioaktivitas Larvasida Nyamuk *Anopheles* Sp. Dari Ekstrak Bunga *Tagetes Erecta* L. Yang Berasal Dari Kota Tomohon." *Jurnal Biomedik:JBM* 12(3): 161. doi:10.35790/jbm.12.3.2020.30111.
- Sambuaga, Joy VI, Risman S Duka, and Djani Hermanus. 2017. "Kepadatan (Man Biting Rate) Nyamuk *Anopheles* Di Desa Ranoketang Tua, Kecamatan Amurang Kabupaten Minahasa Selatan." *Jurnal Poltekkes Manado*.
- Sutarto, and Eka Cania. 2017. "Faktor Lingkungan-Perilaku Dan Penyakit Malaria." *Agromed Unila* 4: 173–84.
- Syazana, Nurish, and Mitoriana Porusia. 2022. "Kajian Literatur Efektivitas Biolarvasida Ekstrak Daun Sirsak Terhadap Jentik Nyamuk *Aedes Aegypti*." *Environmental Occupational Health and Safety Journal* • 2(2): 203–20. Tim Mitra Agro Sejati. 2017. *Budi Daya Sirsak*. Sukoharjo: CV.PustakaBengawan.
- Tripathi, Jaishree, Michal Stoklasa, Sourav Nayak, Kay En Low, Erica Qian Hui Lee, Quang Huy Duong Tien, Laurent Rénia, Benoit Malleret, and Zbynek Bozdech. 2024. "The Artemisinin-Induced Dormant Stages of *Plasmodium Falciparum* Exhibit Hallmarks of Cellular Quiescence/Senescence and Drug Resilience." *Nature Communications* 15(1). doi:10.1038/s41467-024-51846-0.
- Venugopal, Kannan, Franziska Hentzschel, Gediminas Valkiūnas, and Matthias Marti. 2020. "Plasmodium Asexual Growth and Sexual Development in the Haematopoietic Niche of the Host." *Nature Reviews Microbiology* 18(3): 177–89. doi:10.1038/s41579-019-0306-2.
- WHO. 2005. *Guidelines For Laboratory and Field Testing Of Mosquito Larvicides*.
- WHO. 2023. "Malaria." *World Health Organization*.

- Wullur, Adeanne C, Jonathan Schaduw, and Andriani N K Wardhani. 2012. "Identifikasi Alkaloid Pada Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.)." *Jurnal Farmasi Politeknik Kesehatan Kemenkes Manado* 3.
- Yuliani, Wiji Santi. 2018. "Efektivitas Daya Larvasida Ekstrak Daun Dan Biji Sirsak (*Annona Muricata* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*." *Jurnal Kesehatan Insan Cendekia Medika*.
- Yusof, Ruhani, Yee Ling Lau, Rohela Mahmud, Mun Yik Fong, Jenarun Jelip, Hie Ung Ngian, Sahlawati Mustakim, et al. 2014. "High Proportion of Knowlesi Malaria in Recent Malaria Cases in Malaysia." *Malaria Journal* 13(1). doi:10.1186/1475-2875-13-168.