

PREDASI DAN KEKENYANGAN IKAN BARBIR (*PETHIA CONCHONIUS*) TERHADAP LARVA *Aedes Aegypti* DI SORE HARI

Catherine Ilonaa¹, Michael Adi Wijaya², Hebert Adrianto^{3*}

School of Medicine, Universitas Ciputra, Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

**Corresponding Author : hebert.rubay@ciputra.ac.id*

ABSTRAK

Nyamuk *Aedes aegypti* adalah nyamuk penting di bidang kesehatan dan vektor primer dari banyak penyakit infeksi. Strategi pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan temephos telah menimbulkan resistensi larva nyamuk terhadap temephos. Pengendalian secara biologi dengan ikan (*larvivorous fish*) mulai dieksplorasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghitung jumlah larva *Ae. aegypti* yang dapat dimangsa oleh ikan *Pethia conchonius* kelamin jantan hingga ikan kenyang. Penelitian menggunakan desain pra-eksperimen di laboratorium pada waktu sore hari (18.00 WIB). Larva *Ae. aegypti* sebanyak 25 ekor diberikan ke akuarium berisi ikan *P. conchonius*. Setelah habis, larva *Ae. aegypti* diberikan lagi dan seterusnya hingga ikan kenyang dan tidak memakan larva. Data jumlah larva dan waktu dianalisis secara deskriptif. Jumlah larva yang dimakan bervariasi setiap menitnya, dengan puncak predasi pada menit ke 8 dan menit ke 21. Waktu ikan berhenti makan di sore hari paling cepat 40 menit dan paling lama 47 menit. Banyak larva *Ae. aegypti* yang telah dimakan oleh ikan *P. conchonius* pada saat ikan kenyang atau berhenti makan adalah paling sedikit 102 ekor larva dan paling banyak 227 ekor larva. Ikan *P. conchonius* kelamin jantan di sore hari dapat dioptimalkan sebagai pengendali biologis larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Kata kunci : *aedes aegypti*, ikan *pethia conchonius*, jantan, predasi, sore

ABSTRACT

The Aedes aegypti mosquito is a significant public health vector and the primary transmitter of various infectious diseases. Chemical control strategies using temephos have led to the development of resistance among mosquito larvae. Therefore, biological control using larvivorous fish is being explored as an alternative. This study aims to calculate the number of Ae. aegypti larvae that can be consumed by male Pethia conchonius fish until satiation. A pre-experimental design was conducted in the laboratory during the late afternoon (18:00 WIB). Twenty-five Ae. aegypti larvae were placed in an aquarium containing P. conchonius fish. After being consumed, the Ae. aegypti larvae were replenished until the fish were full and no longer ate. The number of larvae consumed varied each minute, with predation peaks observed at the 8th and 21st minutes. The fish stopped eating after a minimum of 40 minutes and a maximum of 47 minutes. The minimum number of Ae. aegypti larvae consumed by P. conchonius fish until satiation was 102 larvae, while the maximum was 227 larvae. In conclusion, male Pethia conchonius fish in the late afternoon can be optimized as a biological control agent for Aedes aegypti mosquito larvae.

Keywords : *aedes aegypti*, *pethia conchonius*, male fish, late afternoon, predation

PENDAHULUAN

Nyamuk merupakan hewan serangga sekaligus vektor penyakit yang sering ditemukan di dalam kehidupan manusia. Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan salah satu spesies yang memiliki peran signifikan dalam bidang kesehatan karena bertindak sebagai vektor primer dari banyak penyakit infeksi arbovirus, seperti *yellow fever*, demam dengue atau *dengue fever*, chikungunya, dan demam zika. Penyakit-penyakit tersebut telah memberikan dampak yang cukup besar pada dunia kesehatan (Souza-Neto et al., 2019). *World Health Organization* (WHO) mencatat demam dengue merupakan penyakit akibat nyamuk yang paling penting

secara global, dimana terdistribusi pada lebih dari 100 negara yang tersebar luas di zona beriklim tropis dan subtropis (Alghsham et al., 2023). Indonesia merupakan daerah hiperendemik penyakit demam dengue sepanjang tahun dan memiliki peningkatan *incidence rate* (IR) dalam tahun-tahun terakhir. Pada tahun 1996, angka insidensi (IR) tercatat sebesar 0,5 kasus per 100.000 penduduk per tahun, sedangkan pada tahun 2017 angka tersebut meningkat signifikan menjadi 22,55 kasus per 100.000 penduduk per tahun (Harapan et al., 2019). Obat anti virus dan vaksin masih belum tersedia, sehingga salah satu strategi nasional untuk menurunkan insiden demam dengue adalah dengan mengendalikan kepadatan dan penyebaran populasi nyamuk *Aedes* tersebut (Paz-Bailey et al., 2024; Salehi et al., 2025). Strategi tersebut dapat dilakukan dengan empat bentuk, yaitu pengendalian secara fisik, pengendalian secara biologi, pengendalian secara kimia, dan proteksi diri (Mahmud et al., 2023).

Strategi pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan temephos telah menunjukkan hasil yang baik dalam menurunkan populasi vektor nyamuk. Akan tetapi, penggunaan temephos dalam jangka waktu panjang dan penggunaan dosis temephos yang tidak sesuai dengan anjuran pemerintah (0,1 g/l) telah menimbulkan resistensi larva nyamuk terhadap temephos (Kasman et al., 2025). Beberapa kejadian resistensi di Indonesia sudah banyak dilaporkan. Larva *Ae. aegypti* di Desa Peguyangan Kaja, Kota Denpasar telah menunjukkan resistensi meskipun diberikan larvasida temephos (Adyatma et al., 2021). Tempat lainnya seperti Surabaya, Toraja, Jawa Tengah, Pekanbaru, Kuningan, Padang (Kasman et al., 2025). Berdasarkan kejadian di atas, diperlukan strategi alternatif untuk mengendalikan populasi nyamuk secara ramah lingkungan, seperti menggunakan pengendalian secara biologi atau hayati. Makhluk hidup yang dimanfaatkan sebagai predator biologis nyamuk adalah ikan (*larvivorous fish*), larva nyamuk *Toxorhynchites*, dan copepoda. Strategi pengendali secara biologi ini masih belum banyak dieksplorasi.

Ikan barbir atau *Pethia conchonius* merupakan salah satu ikan *larvivorous* yang dapat memangsa larva *Ae. aegypti*. Ikan ini merupakan ikan hias yang umumnya dipelihara di akuarium karena warnanya yang menarik. Studi sebelumnya telah melaporkan *P. conchonius* cocok menjadi strategi biologis karena kemampuannya untuk memangsa larva nyamuk dan harga beli ikan yang terjangkau (Davis et al., 2019). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ikan barbir (*Pethia conchonius*) memiliki kemampuan memangsa larva yang lebih tinggi dibandingkan ikan lemon (*Labidochromis caeruleus*). Pada waktu pengamatan sore hari, rata-rata durasi predasi ikan *P. conchonius* jantan tercatat sekitar 1,57 menit, sedangkan *L. caeruleus* jantan membutuhkan waktu sekitar 36,72 menit. Sementara itu, rata-rata waktu yang diperlukan ikan *P. conchonius* betina untuk memangsa larva pada sore hari mencapai 76,05 menit, dan *L. caeruleus* betina sekitar 22,08 menit. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara waktu predasi ikan *P. conchonius* jantan dan betina (Adrianto et al., 2020).

Namun, hingga saat ini masih terbatas informasi ilmiah yang menjelaskan secara spesifik mengenai jumlah larva *Aedes aegypti* yang dapat dikonsumsi oleh ikan *Pethia conchonius* hingga mencapai titik kenyang atau berhenti makan. Kekosongan data tersebut penting untuk dikaji lebih lanjut, mengingat efektivitas ikan *P. conchonius* sebagai agen pengendali hayati sangat bergantung pada kemampuan makannya terhadap larva nyamuk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah larva *A. aegypti* yang dapat dimangsa oleh ikan *P. conchonius* jantan hingga ikan tersebut mencapai kondisi kenyang, sebagai dasar pengembangan strategi pengendalian biologis nyamuk secara lebih efektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain pra-eksperimen di laboratorium setelah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Ciputra Surabaya dengan

nomor 041/EC/KEPK-FKUC/III/2023. Ikan barbir (*P. conchoni*) kelamin jantan ukuran panjang 3,5-4,1 cm didapatkan dari Pasar Ikan Gunung Sari, Surabaya Selatan, Provinsi Jawa Timur. Ikan yang diuji mengacu penelitian terdahulu (Adrianto et al., 2020). Larva *Ae. aegypti* instar III diperoleh dari Laboratorium Entomologi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya. Ikan *Pethia conchoni* ditempatkan dalam akuarium kaca berukuran 14 × 14 × 24 cm yang berisi 1 liter air keran dari PDAM. Penelitian ini menggunakan lima kali replikasi, sehingga disiapkan lima akuarium, masing-masing berisi satu ekor ikan yang diberi pakan pelet dua kali sehari. Proses aklimatisasi dilakukan selama satu minggu untuk memungkinkan ikan beradaptasi dengan lingkungan barunya. Sebelum uji dilakukan, ikan *P. conchoni* dipuasakan selama 24 jam agar aktivitas pemangsaan tidak dipengaruhi oleh kondisi kenyang atau sisa pakan sebelumnya.

Penelitian dilakukan pada sore hari (18.00 WIB). Stok *Ae. aegypti* stadium larva instar III disiapkan dengan menyiapkan 25 ekor larva dan dimasukkan ke dalam pot plastik. Nyamuk *Ae. aegypti* stadium larva sebanyak 25 ekor dipindahkan ke dalam setiap akuarium berisi satu ekor ikan *P. conchoni* yang telah dipuasakan. Jumlah larva *Ae. aegypti* yang dimakan oleh ikan *P. conchoni* dicatat setiap menit hingga larva *Ae. aegypti* habis. Apabila 25 ekor larva telah dimakan habis oleh ikan, maka ditambahkan 25 ekor larva lagi. Prosedur ini terus dilakukan hingga ikan berhenti memakan larva. Data yang dicatat meliputi 1) Jumlah larva yang dimakan oleh ikan *P. conchoni* setiap menit, 2) waktu ikan berhenti makan, dan 3) banyak larva *Ae. aegypti* yang telah dimakan oleh ikan *P. conchoni* pada saat ikan kenyang atau berhenti makan. Analisis data diolah secara deskriptif, dengan menyajikan rata-rata (mean) dan grafik pola predasi ikan setiap menitnya.

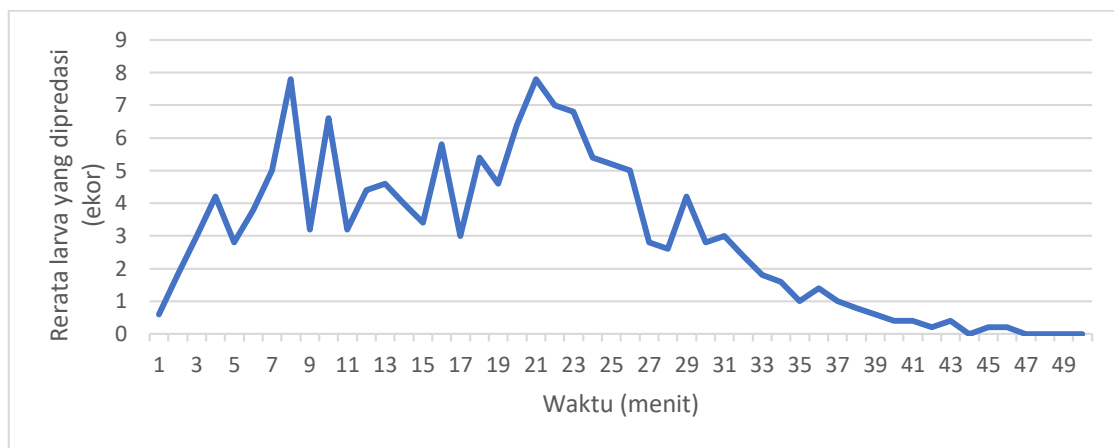
HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan *Pethia conchoni* jantan memiliki potensi yang signifikan sebagai predator alami dalam pengendalian populasi larva nyamuk *Aedes aegypti*, khususnya pada waktu sore hari. Aktivitas makan ikan yang tinggi pada periode tersebut menunjukkan bahwa waktu sore (18.00 WIB) merupakan fase yang optimal bagi *P. conchoni* dalam melakukan predasi. Pada pengujian pertama dengan pemberian 25 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti*, ikan *P. conchoni* jantan paling cepat memangsa habis 25 ekor pada waktu 5 menit dan paling lama 22 menit. Adapun data lima replikasi waktu predasi ikan, adalah 22 menit, 6 menit, 15 menit, 5 menit, dan 6 menit. Rerata waktu yang dimiliki oleh ikan *P. conchoni* jantan memangsa 25 ekor (100%) larva nyamuk *Ae. aegypti* saat sore hari (18.00 WIB) adalah 10,8 menit. Dalam satu menit ikan *P. conchoni* jantan paling sedikit memangsa satu ekor larva dan paling banyak memangsa sembilan ekor larva. Sembilan larva dimangsa pada waktu menit ke enam.

Setelah pengujian pertama dengan 25 ekor larva habis dimakan, ikan *P. conchoni* jantan diberikan lagi 25 ekor larva dan seterusnya hingga ikan kenyang dan tidak mau memakan larva lagi. Setiap menitnya, jumlah larva *Ae. aegypti* yang dimakan oleh ikan adalah bervariasi. Dari grafik menunjukkan naik turunnya jumlah larva yang dimakan. Perbedaan jumlah larva yang dimakan dikarenakan ikan perlu waktu untuk mencerna daging larva. Semakin banyak larva yang dimakan maka memerlukan waktu yang cukup banyak untuk mencerna daging larva. Selain itu dapat juga dipengaruhi karena posisi larva *Ae. aegypti* di dalam air dan kemudahan ikan untuk mengejar dan memangsa larva untuk dimakan. Semakin mudah dan lincah ikan memangsa larva, maka semakin banyak larva yang dimakan oleh ikan. Hal ini dikarenakan larva *Ae. aegypti* berenang naik turun ke atas permukaan air dan ke dasar permukaan air, terlebih lagi tinggi akuarium akan mempengaruhi pergerakan larva *Ae. aegypti*.

Dari hasil penelitian didapatkan ikan berhenti makan paling cepat pada menit ke 40. Jumlah larva paling sedikit dimakan oleh ikan *P. conchoni* jantan hingga jenuh makan

sebanyak 102 ekor larva. Jumlah larva yang paling banyak dimangsa oleh ikan *P. conchoni* jantan sebanyak 227 ekor larva. Adapun data lima replikasi berturut-turut mengenai banyak larva *Ae. aegypti* yang telah dimakan oleh ikan *P. conchoni* jantan pada saat ikan kenyang adalah 102 ekor larva, 153 ekor larva, 113 ekor larva, 148 ekor larva, dan 227 ekor larva. Waktu yang diperlukan berturut-turut adalah 42 menit, 45 menit, 39 menit, 43 menit, dan 46 menit. Dengan demikian dapat disimpulkan rerata jumlah larva *Ae. aegypti* yang dihabiskan oleh ikan *P. conchoni* jantan di sore hari adalah 148,6 ekor larva. Waktu terakhir yang diperlukan oleh ikan *P. conchoni* jantan untuk memakan larva sampai kenyang adalah paling cepat menit ke 39 dan paling lama menit ke 46. Ikan mulai berhenti makan paling cepat menit ke 40 dan paling lama menit ke 47. Grafik pemangsaan ikan *P. conchoni* jantan terhadap larva *Ae. aegypti* disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Pola Makan Ikan *P. Conchoni* Jantan terhadap Larva *Ae. Aegypti* di Sore Hari

PEMBAHASAN

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ikan *Pterophyllum altum* mampu memangsa larva nyamuk *Ae.aegypti* sebanyak 24 ekor (96%) dalam waktu 15 menit. Rata-rata, ikan *P. altum* dapat memakan seluruh 25 ekor larva dalam 30 menit. Sementara itu, ikan plati pedang (*Xiphophorus helleri*) mampu memangsa 23 ekor larva (93%) pada menit ke-15 dan menghabiskan seluruhnya (25 ekor, 100%) pada menit ke-45. Adapun ikan cupang (*Betta splendens*) memperlihatkan kemampuan predasi tertinggi dengan memangsa semua larva *A. aegypti* (100%) hanya dalam waktu 15 menit (Aziz et al., 2021). Penelitian yang lain sebelumnya melaporkan bahwa pada menit ke 6, ikan cupang memangsa habis 25 ekor larva *Ae. aegypti* (Alim et al., 2020). Dari perbandingan ini menunjukkan bahwa ikan *P. conchoni* yang diuji di dalam penelitian ini memiliki potensi dan dapat dipertimbangkan sebagai pilihan alternatif untuk mengendalikan populasi larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ikan cupang (*Betta splendens*) memiliki tingkat agresivitas tertinggi dalam memangsa larva nyamuk, dengan rata-rata konsumsi mencapai 80 ekor dari 100 larva yang disediakan. Selanjutnya, ikan guppy (*Poecilia reticulata*) mampu memangsa sekitar 52 ekor larva, sedangkan ikan black molly (*Poecilia splendens*) rata-rata memakan 42 ekor larva. Kemampuan predasi ikan guppy dan black molly relatif lebih lambat bila dibandingkan dengan ikan cupang (Santoso et al., 2022). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, ikan *P. Conchoni* memiliki kemampuan memangsa larva lebih dari 100 ekor larva, dengan jumlah larva paling sedikit 102 ekor dan paling banyak 227 ekor larva. Penelitian ini menggunakan ikan *Pethia conchoni* jantan sebagai subjek uji. Jenis kelamin diketahui memengaruhi kemampuan predasi ikan terhadap larva *Aedes aegypti* (Lukas et al., 2020). Ikan barbir jantan menunjukkan kecepatan predasi yang lebih tinggi dibandingkan

spesies lainnya, khususnya pada waktu sore hari sekitar pukul 15.00 WIB (Adrianto et al., 2020)

Jumlah larva yang dimangsa oleh ikan dipengaruhi oleh faktor waktu aktivitasnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ikan kepala timah memiliki tingkat aktivitas makan tertinggi pada pagi hari. Namun, pada tiga perlakuan yang lain ada menunjukkan bahwa aktivitas makan ikan tersebut tetap tinggi dan cenderung stabil pada sore hari dibandingkan dengan siang hari (Putri et al., 2022). Selain itu, hasil penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa ikan *Pethia conchonius* jantan dan betina mampu memangsa habis 25 larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III dengan rata-rata waktu masing-masing 1,57 menit dan 76,05 menit pada sore hari pukul 15.00 WIB (Adrianto et al., 2020). emuan tersebut menunjukkan bahwa ikan *P. conchonius* jantan memiliki efektivitas predasi yang optimal terhadap larva *A. aegypti* pada waktu sore hari. Beberapa faktor pertimbangan untuk menjamin keberhasilan program pengendalian nyamuk secara biologis adalah preferensi atau selektivitas mangsa, kepadatan larva nyamuk, posisi ikan di dalam air, jumlah ikan yang sesuai (Nasrabadi et al., 2022). Ikan *P. conchonius* jantan yang diuji dalam penelitian ini memiliki preferensi makan terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* di sore hari, dengan kesanggupan memangsa sampai kenyang paling banyak 227 ekor larva nyamuk.

Ke depannya, ikan *P. conchonius* jantan perlu dipelihara dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Studi sebelumnya melaporkan bahwa terdapat pengaruh praktik memelihara ikan pemakan larva terhadap kejadian DBD di wilayah Kerja Puskesmas Kecamatan Ciracas Jakarta Timur ($p < 0,05$). Masyarakat memelihara ikan cupang pada kontainer penampungan air di kamar mandi (Simatupang & Yuliah, 2021) Hal yang sama juga dilaporkan di 13 wilayah kerja Puskesmas yang ada di Kota Bandung bahwa masyarakat yang memelihara ikan pemakan larva nyamuk berpeluang 1,8 kali terhindar dari penularan DBD dan efektif meningkatkan Angka Bebas Jentik (ABJ) (Sutriyawan et al., 2021) Kementerian kesehatan di China telah menggunakan beberapa spesies ikan untuk mengurangi larva *Ae. aegypti* di tempat penampungan air (Bonds et al., 2022) Ikan hias pemangsa larva dapat mengurangi populasi larva *Ae. albopictus*, mencegah penularan vektor tular, dan mengatasi populasi larva nyamuk yang resisten terhadap insektisida kimia (Banerjee et al., 2022)

Selain di bak mandi, ikan dapat diletakkan di kolam, akuarium, sungai, danau, maupun tempat penampungan air yang luas dan besar. Ikan ini dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan populasi nyamuk genus lain, seperti *Anopheles*, *Culex*, dan *Mansonia*. Nyamuk betina dewasa mampu menggunakan isyarat visual atau penciuman untuk memilih tempat berkembangbiakan yang tepat dengan faktor abiotik dan biotik yang menguntungkan yang memastikan viabilitas keturunan serta menghindari oviposisi di tempat yang terdapat predator. Tempat berkembangbiakan nyamuk dengan ikan dapat bertindak sebagai faktor penekan untuk nyamuk bertelur (Ranathunge et al., 2021) Keterbatasan penelitian ini adalah hanya menggunakan ikan kelamin jantan memperdalam penelitian yang telah kami lakukan sebelumnya sehingga data tidak ada uji statistik komparasi. Penelitian tahun sebelumnya telah merekomendasikan ikan jantan efektif sebagai pemangsa larva nyamuk *Ae. aegypti*

KESIMPULAN

Jumlah larva yang dimakan oleh ikan *P. conchonius* jantan adalah bervariasi setiap menitnya, dengan puncak predasinya pada menit ke 8 dan menit ke 21. Waktu *P. conchonius* jantan berhenti makan paling cepat 40 menit dan paling lama 47 menit. Banyak larva *Ae. aegypti* yang telah dimakan oleh ikan *P. conchonius* jantan pada saat ikan kenyang atau berhenti makan adalah 102-227 ekor larva. Jika dilakukan penelitian selanjutnya, disarankan adanya implementasi pengujian di lapangan, yaitu di bak mandi atau tempat penampungan air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Ciputra yang telah mendanai penelitian ini. Tidak lupa terimakasih juga disampaikan kepada Ibu Krisdiyanti Ellyfas, S.ST. dan Bapak Achmad Thoriq Romadhon yang telah mendampingi di laboratorium penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, H., Rambung, E., & Christiani, N. (2020). Potensi Ikan Barbir (*Pethia conchonius*) dan Lemon (*Labidochromis caeruleus*) Jantan dan Betina sebagai Predator Biologis Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 11(1), 50-54.
- Alghsham, R. S., Shariq, A., & Rasheed, Z. (2023). *Dengue: A global health concern. International Journal of Health Sciences*, 17(4), 1-2.
- Alim, F., Winarko, & Sari, E. (2020). Daya predasi ikan cupang (*Betta splendens*) dan ikan plati pedang (*Xyphophorus Helleri*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *GEMA Lingkungan Kesehatan*, 18, 12-15.
- Aziz, H. M. I., Suprijandani, & Narwati. (2021). Uji kemampuan ikan maanvis (*Pterophyllum altum*), ikan plati pedang (*Xyphophorus helleri*) dan ikan cupang (*Betta splendens*) sebagai predator larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 12(3), 393-400. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33846/sf13223>
- Adyatma, I. B. P., Damayanti, P. A. A., & Swastika, I. K. (2021). Status resistensi larva nyamuk *Aedes aegypti* terhadap temefos di Desa Peguyangan Kaja, Kota Denpasar tahun 2020. *Intisari Sains Medis*, 12(1), 294-297. <https://doi.org/10.15562/ism.v12i1.944>
- Banerjee, R., Datta, A., Sen, R., & Banerjee, P. K. (2022). *Role of ornamental fishes to control Aedes albopictus larvae population. International Journal of Mosquito Research*, 9(6), 144-148. <https://doi.org/10.22271/23487941.2022.v9.i6b.651>
- Bonds, J. A. S., Collins, C. M., & Gouagna, L. C. (2022). *Could species-focused suppression of Aedes aegypti, the yellow fever mosquito, and Aedes albopictus, the tiger mosquito, affect interacting predators? An evidence synthesis from the literature. Pest Management Science*, 78(7), 2729-2745. <https://doi.org/10.1002/ps.6870>
- Davis, E. K., Raja, S., & Selvaraju Raja, C. (2019). *Comparative analysis of animal-based feed preferences in selected Aquarium fishes. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(2), 42-45. www.fisheriesjournal.com
- Harapan, H., Michie, A., Mudatsir, M., Sasmono, R. T., & Imrie, A. (2019). *Epidemiology of dengue hemorrhagic fever in Indonesia: Analysis of five decades data from the National Disease Surveillance. BMC Research Notes*, 12(1), 1-6, [https://doi.org/10.1186/s13104-019-](https://doi.org/10.1186/s13104-019-019-)
- Kasman, K., Ishak, H., Alam, G., Amiruddin, R., Hastutiek, P., Arsin, A. A., Nasir, S., Ridha, M. R., & Wahid, I. (2025). *Resistance status of Aedes mosquitoes as dengue vectors and the potential of plant larvicides from Indonesia for biological control: A narrative review. Narra J*, 5(1), e1819. <https://doi.org/10.52225/narra.v5i1.1819>
- Lukas, J. L., Adrianto, H., & Darmanto, A. G. (2020). Kemampuan predasi ikan kepala timah *Aplocheilus panchax* jantan dan betina terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 9(4), 387- 391. <http://jurnal.fk.unand.ac.id>
- Mahmud, M. A. F., Abdul Mutalip, M. H., Lodz, N. A., Muhammad, E. N., Yoep, N., Hasim, M. H., Abdul Rahim, F. A., Aik, J., Rajarethinam, J., & Muhamad, N. A. (2023). *The application of environmental management methods in combating dengue: a systematic review. International Journal of Environmental Health Research*, 33(11), 1148-1167. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2076815>

- Nasrabadi, M., Azarm, A., Molaezadeh, M., Bozorgomid, F., & Shahidi, F. (2022). *Use of Aquatic Insects for Biological Control of Mosquitoes (Diptera; Culicidae), Vectors of Different Diseases. J Mari Scie Res Ocean*, 5(4), 247–252.
- Paz-Bailey, G., Adams, L. E., Deen, J., Anderson, K. B., & Katzelnick, L. C. (2024). *Dengue. The Lancet*, 403(10427), 667–682. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02576-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02576-X)
- Putri, A., Setiadi, M., Oktari, D., & Kurniawan, V. (2022). Potensi ikan kepala timah (*Aplocheilus panchax* Hamilton, 1822) sebagai agen biokontrol jentik nyamuk di Pulau Bangka. In Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 13(2), 98-104.
- Ranathunge, T., Kusumawathie, P. H. D., Abeyewickreme, W., Udayanga, L., Fernando, T., & Hapugoda, M. (2021). *Biocontrol potential of six locally available fish species as predators of Aedes aegypti in Sri Lanka. Biological Control*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104638>
- Salehi, M., Mousa Farkhani, E., Moghri, J., Ghasemian, A., Tabatabaee, S. S., & Hooshmand, E. (2025). *Global dengue fever management in health systems: identifying strategies, challenges and solutions - a scoping review protocol. BMJ Open*, 15(4), e097085. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-097085>
- Santoso, H., Sutanto, A., Alamsyah, N., Zen, S., Biologi, P. P., & Metro, U. M. (2022). Daya predasi ikan pemakan jentik nyamuk *Aedes sp* sebagai sumber belajar untuk menyusun panduan praktikum biologi SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 122–126.
- Simatupang, M. M., & Yuliah, E. (2021). Prediksi pengaruh implementasi kegiatan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) terhadap kejadian DBD. *JUKMAS Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS)*, 5 (1). <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/jukmas>
- Souza-Neto, J. A., Powell, J. R., & Bonizzoni, M. (2019). *Aedes aegypti vector competence studies: A review. Infection, Genetics and Evolution* 67, 191–209. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.009>
- Sutriyawan, A., Suherdin, & Wirawati, K. (2021). Kejadian Demam Berdarah *Dengue* dan hubungannya dengan perilaku 3M Plus: studi kasus kontrol. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(02), 172–179.