



Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613



ranahresearch@gmail.com



<https://jurnal.ranahresearch.com/>



Kemampuan Predasi Ikan *Betta splendens* Varietas Plakat Warna Tunggal dan Multiwarna Terhadap Larva *Aedes aegypti*

Rytney Electra Sheyoputri¹, Hebert Adrianto², Hanna Tabita Hasianna Silitonga³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra, Surabaya, Indonesia, Email: relectra@student.ciputra.ac.id

²Parasitologi, Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra, Surabaya, Indonesia, Email: hebert.rubay@ciputra.ac.id

³Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra, Surabaya, Indonesia, Email: hanna.silitonga@ciputra.ac.id

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

Abstract: *Dengue Hemorrhagic Fever is one of the major health problems in Indonesia which is transmitted by the Aedes aegypti mosquito vector. The Siamese Fighting fish (Betta splendens) can be used as a predator in biological vector control. This study aims to analyze the differences in predation time of male single-colored and multi-colored Betta splendens plakat variety on Ae. aegypti mosquito larvae. This research is a true experiment with post-test only control design. 25 Ae. aegypti larvae is given to each Betta splendens. Each fish underwent five replications. Observations were made every 30 seconds until all the larvae were consumed. The result showed that single-colored Betta splendens could prey on 25 larvae in an average time of 3.4 minutes, while multi-colored Betta splendens took an average of 2.7 minutes. The Kruskal-wallis result indicated no significant difference between their predation time. However, multi-colored Betta splendens showed faster predation time compared to single-colored Betta splendens.*

Keyword: *Betta splendens, Aedes aegypti larvae, multi-colored, plakat, single-colored*

Abstrak: Demam Berdarah Dengue adalah salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia yang ditularkan melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Ikan cupang (*Betta splendens*) dapat digunakan sebagai predator dalam pengendalian vektor secara biologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan waktu predasi *Betta splendens* jantan varietas plakat warna tunggal dan multiwarna terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Jenis penelitian ini adalah *true experiment* dengan *post-test only control design*. 25 ekor larva nyamuk *Ae. Aegypti* diberikan pada setiap ikan. Pengujian sebanyak lima replikasi dilakukan pada setiap jenis ikan. Pengamatan dilakukan setiap 30 detik hingga semua larva habis termakan. Hasil penelitian menunjukkan *Betta splendens* warna tunggal dapat menghabiskan 25 ekor larva *Ae. aegypti* dalam waktu rata-rata 3,4 menit dan *Betta splendens* multiwarna dalam waktu rata-rata 2,7 menit. Hasil uji *Kruskal-wallis* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan waktu predasi yang signifikan antara kedua jenis ikan tersebut, tetapi *Betta splendens* multiwarna

memiliki waktu predasi lebih cepat daripada *Betta splendens* warna tunggal.

Kata Kunci: *Betta splendens*, larva *Aedes aegypti*, multiwarna, plakat, warna tunggal

PENDAHULUAN

Nyamuk berperan sebagai vektor pembawa penyakit yang cukup berdampak terhadap kesehatan manusia. Nyamuk *Aedes aegypti* berperan sebagai vektor utama penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), Chikungunya, *Yellow Fever*, dan Zika (Souza-Neto dkk., 2019). DBD adalah penyakit menular berbasis vektor yang bersifat endemis sepanjang tahun dan menjadi masalah kesehatan utama di Indonesia (Yuningsih, 2018). DBD disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui fauna nyamuk genus *Aedes* (Sari & Novela, 2020). DBD juga dikenal dengan sebutan *breakbone fever* karena gejala DBD meliputi nyeri sendi dan nyeri otot berat disertai demam selama tujuh hari (Schaefer dkk., 2022). Meskipun kebanyakan kasus DBD bersifat asimtomatis atau tidak bergejala, tetapi pada beberapa kasus gejala dapat memburuk bahkan menimbulkan kematian. World Health Organization (2023) melaporkan bahwa selama dua dekade terakhir jumlah kasus DBD meningkat dari 505.000 kasus pada tahun 2000, menjadi 4.2 juta pada tahun 2019. Di Indonesia, jumlah kasus DBD pada tahun 2020 adalah sebanyak 103.509 penderita dengan angka kematian 725 orang (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Beberapa faktor penyebab meningkatnya kasus DBD meliputi kondisi lingkungan dan cuaca, mobilitas penduduk, kepadatan penduduk, dan kurangnya perilaku masyarakat dalam pemberantasan nyamuk (Husna dkk., 2020).

Terapi spesifik untuk DBD sampai saat ini belum tersedia sehingga pemerintah memprioritaskan pengendalian vektor sebagai program kerja (Tansil dkk., 2021). Metode pengendalian vektor DBD yang paling sering dilakukan selama ini oleh masyarakat adalah metode kimiawi dengan *fogging* dan *temephos* sebagai larvasida (Sutarto & Syani, 2018). *Temephos* membutuhkan waktu sekitar tujuh jam untuk mematikan larva nyamuk *Aedes aegypti* dengan perbandingan dosis 70 ml/ 25 ekor (Anthonio dkk., 2020). *Temephos* yang digunakan dalam jangka waktu yang panjang justru menimbulkan resistensi, seperti yang telah dilaporkan di berbagai kota besar termasuk Surabaya dan Denpasar (Adyatma dkk., 2021; Rachmawati, 2020). Metode pemberantasan vektor nyamuk melalui metode kimiawi menjadi kurang efektif karena munculnya resistensi larva nyamuk, sehingga dibutuhkan metode pemberantasan vektor lain sebagai alternatif.

Salah satu pengendalian vektor alternatif adalah dengan metode biologi melalui penggunaan berbagai jenis ikan predator alami dari larva nyamuk. Penggunaan ikan predator termasuk dalam program Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019). Tidak seperti metode kimiawi, penggunaan ikan predator dalam memberantas vektor nyamuk tidak menimbulkan risiko lingkungan sama sekali (Rahmi dkk., 2018). Penggunaan ikan predator adalah alternatif yang baik dalam memberantas vektor nyamuk karena murah dan mudah dijangkau. Salah satu ikan yang dapat berperan sebagai ikan predator alami larva nyamuk adalah ikan cupang (*Betta splendens*). Ikan *B. splendens* memiliki bentuk tubuh memanjang, panjang tubuh sekitar 6-9 cm, mata yang horizontal terhadap bibir, dan pangkal ekor yang lebar (Bintang, 2021). Telah dilakukan berbagai penelitian mengenai daya predasi ikan *B. splendens* yang membuktikan efektivitasnya dalam memangsa larva nyamuk (Pangesti dkk., 2021; Rahmi dkk., 2018). Meskipun demikian laporan ilmiah mengenai predasi ikan *B. splendens* di tingkat varietas dan pola warnanya sangat terbatas. Beberapa varietas ikan *B. splendens* yang dapat dijumpai di masyarakat, adalah varietas plakat, *crown tail*, dan *halfmoon* (Lichak dkk., 2022). Berdasarkan pola warnanya, ikan *B. splendens* terbagi menjadi warna tunggal (*mono-color*), dua warna (*bi-color*), dan multiwarna (*multi-color*) (Tang dkk., 2022). Ikan *B. splendens*

yang paling banyak ditemukan di Pasar Ikan Hias Surabaya dengan harga terjangkau adalah varietas plakat warna tunggal dan multiwarna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan waktu predasi ikan cupang jantan varietas plakat warna tunggal dan multiwarna terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih terhadap perkembangan informasi ilmiah mengenai ikan hias cupang di tingkat varietas yang dimanfaatkan sebagai biokontrol larva nyamuk *Ae. aegypti* yang murah dan aman.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *true experiment* dengan *post-test only control group design* yang dilakukan di Laboratorium Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra pada bulan Juli 2023. Penelitian ini dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Ciputra No. 043/EC/KEPK-FKUC/V/2023. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar observasi, 15 buah akuarium, *stopwatch*, bak plastik, pipet tetes plastik, jaring ikan, gelas beker, pH meter, penggaris, termometer, dan pellet ikan. Penelitian ini membutuhkan sekitar 400 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III dan 15 ekor ikan *B. splendens* jantan varietas plakat. Larva nyamuk *Ae. aegypti* didapatkan dari Laboratorium Entomologi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya. Ikan *B. splendens* didapatkan dari Pasar Ikan Hias Gunung Sari Surabaya. Ikan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu lima ekor ikan *B. splendens* jantan varietas plakat warna tunggal dan lima ekor ikan *B. splendens* jantan varietas plakat multiwarna sebagai kelompok eksperimen, serta lima ekor ikan *B. splendens* jantan varietas *halfmoon* sebagai kelompok kontrol. Uji determinasi ikan *B. splendens* dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Kelautan, Kampus C Universitas Airlangga.

Sebelum penelitian dimulai, dilakukan aklimatisasi dengan memasukkan setiap ikan ke dalam akuarium yang berbeda, masing-masing berisi akuades sebanyak satu liter, dan diberi makan pellet dua kali sehari. Aklimatisasi dilakukan selama satu minggu dan bertujuan agar ikan dapat beradaptasi. Ikan dipuasakan satu hari sebelum penelitian, dengan tujuan agar ikan berada dalam keadaan lapar dan kemampuan predasi dapat maksimal. Penelitian ini menggunakan ikan *B. splendens* yang berukuran sekitar 4-5,5 cm. Larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III didapatkan tepat pada hari penelitian dilaksanakan.

Setelah aklimatisasi selama satu minggu dan puasa selama satu hari, setiap ikan dimasukkan ke dalam akuarium yang berisi satu liter air (Lukas dkk., 2020). Pengamatan dilakukan pada sore hari tepat pada pukul 15.00 WIB. Larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III dihitung sebanyak 25 ekor dan dimasukkan ke masing-masing akuarium yang telah berisi ikan (Prayogo & Adrianto, 2020). Pengamatan terhadap larva *Ae. aegypti* yang dimakan dilakukan setiap 30 detik hingga seluruh 25 larva habis dimakan.

Kemampuan predasi ikan *B. splendens* didapatkan dengan menghitung waktu predasi ikan terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III yang dimakan. Data penelitian dianalisis dengan menggunakan aplikasi komputer SPSS. Uji analisis data pertama dilakukan dengan uji normalitas *Shapiro wilk* dan ditemukan data tidak berdistribusi normal. Uji analisis data kedua dilakukan dengan uji homogenitas *Levene test* dan ditemukan data tidak homogen. Analisis data untuk menguji perbedaan waktu predasi antara tiga kelompok ikan *B. splendens* menggunakan uji statistik *Kruskal wallis*.

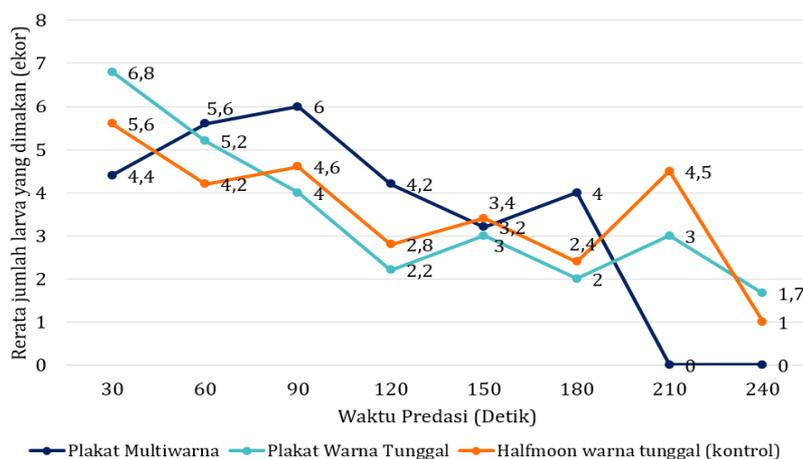
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ketiga jenis kelompok ikan didapatkan hasil bahwa secara umum ikan *B. splendens* dapat memangsa larva nyamuk *Ae. aegypti*. Hasil penelitian didapatkan ikan *B. splendens* mampu menghabiskan 25 larva *Ae. aegypti* paling cepat dalam waktu 2 menit dan paling lama dalam waktu 4 menit.

Tabel 1. Perbedaan kemampuan predasi ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna, plakat warna tunggal, dan *halfmoon* warna tunggal

Jenis Ikan	Replikasi	Waktu Predasi (100%)	Rerata	Uji <i>Kruskal walis</i>
Ikan <i>B. splendens</i> plakat multiwarna	1	2 menit 30 detik	2 menit 42 detik	$p = 0,121$
	2	3 menit		
	3	2 menit 30 detik		
	4	2 menit 30 detik		
	5	3 menit		
Ikan <i>B. splendens</i> plakat warna tunggal	1	4 menit	3 menit 24 detik	
	2	2 menit		
	3	3 menit		
	4	4 menit		
	5	4 menit		
Ikan <i>B. splendens halfmoon</i> warna tunggal (kontrol)	1	4 menit	3 menit 18 detik	
	2	3 menit 30 detik		
	3	3 menit		
	4	3 menit		
	5	3 menit		

Berdasarkan Tabel 1 ditemukan bahwa ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna memiliki rata-rata waktu predasi tercepat yaitu dapat memakan 100% larva nyamuk *Ae. aegypti* dalam 2 menit 42 detik (2,7 menit) dan ikan *B. splendens* varietas plakat warna tunggal memiliki rata-rata waktu predasi paling lama yaitu dapat memakan 100% larva nyamuk *Ae. aegypti* dalam 3 menit 24 detik (3,4 menit). Pada penelitian ini didapatkan puncak predasi ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna dan *halfmoon* warna tunggal pada detik ke-90, sedangkan puncak predasi ikan *B. splendens* varietas plakat warna tunggal pada detik ke-30. Puncak predasi dari masing-masing varietas ikan *B. splendens* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik jumlah larva yang dimakan dan waktu dari ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna, plakat warna tunggal, dan *halfmoon* warna tunggal

Gambar 1 menunjukkan bahwa kemampuan predasi ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna lebih cepat daripada ikan *B. splendens* varietas plakat warna tunggal dan *halfmoon* warna tunggal. Berdasarkan pengamatan, pada detik ke-180 larva nyamuk telah habis dimakan oleh ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna, sedangkan ikan *B. splendens* varietas plakat warna tunggal dan *halfmoon* warna tunggal masih memakan hingga

detik ke-240.

Uji normalitas dengan *Shapiro wilk* telah dilakukan pada data penelitian dan ditemukan data tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$). Uji homogenitas data dengan *Levene test* juga telah dilakukan dan ditemukan data tidak homogen ($p < 0,05$). Kemudian, data penelitian diuji dengan uji statistik *Kruskal wallis* untuk mengetahui apakah ada perbedaan bermakna antara kemampuan predasi masing-masing jenis ikan *B. splendens*. Hasil analisa menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara waktu predasi ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna, plakat warna tunggal, dan *halfmoon* warna tunggal ($p > 0,05$).

Ikan *B. splendens* adalah sejenis ikan omnivora yang hidup di air tawar daerah tropis. Ikan *B. splendens* diminati oleh masyarakat sebagai ikan hias atau ikan aduan karena warnanya yang cerah dan sifatnya yang agresif. Ikan ini memiliki bentuk tubuh yang memanjang, warna yang beraneka ragam, dan panjang tubuh sekitar 6-9 cm (Bintang, 2021). Berdasarkan pola warna pada tubuhnya, ikan *B. splendens* terbagi menjadi warna tunggal (*mono-color*), dua warna (*bi-color*), dan multiwarna (*multi-color*) (Tang dkk., 2022). Hasil penelitian menemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kemampuan predasi ikan *B. splendens* varietas plakat multiwarna dan plakat warna tunggal.

Penelitian Lhamo dan Rashid (2018) menemukan bahwa ikan gourami (*Trichogaster fasciata*), yang berada dalam famili yang sama dengan ikan cupang (*B. splendens*) dapat mempredasi larva nyamuk dan memiliki potensi sebagai predator biologi larva nyamuk. Ikan gourami (*T. fasciata*) memiliki daya predasi terhadap larva nyamuk yang paling tinggi dibandingkan dengan ikan rasbora (*Rasbora daniconius*), ikan zebra (*Danio rerio*), ikan guppy (*Poecilia reticulata*), dan ikan cere (*Gambusia affinis*). Ikan gourami (*T. fasciata*) dan ikan cupang (*B. splendens*) memiliki famili yang sama yaitu Osphronemidae.

Sari dan Novela (2020) menemukan bahwa ikan *B. splendens* paling efektif dalam memangsa larva nyamuk *Ae. aegypti* dibandingkan dengan beberapa jenis ikan yang lain termasuk ikan guppy, ikan mas, ikan nila, ikan kepala timah, ikan larvavour, dan ikan beunteur. Penelitian Alim dkk. (2020) menemukan bahwa ikan *B. splendens* berhasil memangsa habis 25 larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III dalam 6 menit. Pada penelitian ini, ikan *B. splendens* dapat memangsa habis 25 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III rata-rata dalam sekitar 3 menit.

Beberapa penelitian lain yang menggali lebih lanjut terkait ikan *B. splendens* menemukan bahwa karakteristik ikan *B. splendens* secara fisik mempengaruhi daya predasinya. Ikan *B. splendens* dengan jenis kelamin jantan lebih cepat dalam memangsa larva nyamuk dibandingkan dengan yang betina (Subekti dkk., 2021). Dalam penelitian ini, jenis kelamin ikan yang digunakan adalah jantan. Ukuran panjang tubuh ikan *B. splendens* juga dapat mempengaruhi daya predasinya, semakin panjang ukuran tubuhnya maka semakin tinggi daya predasinya. Ikan *B. splendens* dengan ukuran 2,5-3,4 cm rata-rata memangsa 36,5 ekor dalam 15 menit, ikan *B. splendens* dengan ukuran 3,5-5 cm rata-rata memangsa 44,78 ekor dalam 15 menit, sedangkan ikan *B. splendens* dengan ukuran 5,5 cm keatas memangsa 48,78 ekor dalam 15 menit (Rahmi dkk., 2018). Dalam penelitian ini, sampel ikan *B. splendens* yang digunakan diperoleh langsung dari pasar ikan hias dan berukuran 3,5-5 cm. Faktor lain yang mempengaruhi daya predasi ikan adalah luas akuarium yang digunakan, suhu ruangan, pencahayaan, serta kemampuan adaptasi ikan (Adrianto dkk., 2022).

Selain memiliki kecepatan waktu dalam mempredasi larva nyamuk, penggunaan ikan *B. splendens* juga memiliki keuntungan yang lain, yaitu tidak cepat meninggalkan kotoran, tidak mengubah rasa air, dan kesehatan manusia tetap terjaga (Andriani dkk., 2021). Selain itu, ikan *B. splendens* bisa bertahan hidup di air tanpa memerlukan oksigen. Penggunaan ikan predator alami dalam mengurangi jumlah larva nyamuk termasuk dalam program pemerintah 3M Plus, namun masih jarang diaplikasikan di masyarakat (Sutriyawan dkk., 2022). Kelebihan penggunaan ikan predator larva nyamuk adalah dapat memakan larva nyamuk

dalam waktu yang singkat, ramah lingkungan, murah dan mudah dijangkau oleh masyarakat, serta dapat menjadi solusi untuk masalah resistensi *temephos*. Penelitian sebelumnya di Desa Talok Kecamatan Turen melaporkan bahwa pemberian ikan *B. splendens* di rumah masyarakat efektif dalam menurunkan jumlah larva nyamuk (Pangesti dkk., 2021). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan ikan predator alami dapat berperan sebagai alternatif metode biokontrol larva nyamuk dan berperan dalam upaya pencegahan DBD. Sejauh ini penelusuran dari artikel jurnal dan berita di internet, masih belum jelas varietas ikan *B. splendens* apa yang digunakan sebagai predator larva. Dengan ditemukannya informasi predasi dari varietas, maka diharapkan program pengendalian secara biologi dengan menggunakan ikan predator lebih efektif dan tepat sasaran. Agar masyarakat mengaplikasikan penggunaan ikan *B. splendens* sebagai ikan predator alami larva nyamuk, dibutuhkan upaya kampanye dan edukasi. Penelitian ilmiah lebih lanjut mengenai ikan predator alami juga penting agar dapat membantu pemerintah dalam menanggulangi penyakit akibat vektor nyamuk secara cepat dan tepat sasaran.

KESIMPULAN

Rata-rata waktu predasi ikan *B. splendens* jantan varietas plakat warna tunggal terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* di sore hari adalah 3 menit 24 detik (3,4 menit). Rata-rata waktu predasi ikan *B. splendens* jantan varietas plakat multiwarna terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* di sore hari adalah 2 menit 42 detik (2,7 menit). Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan secara statistik antara waktu predasi ikan *B. splendens* varietas plakat warna tunggal dan plakat multiwarna terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* di sore hari.

REFERENSI

- Adrianto, H., Rambung, E., & Christiani, N. (2022). 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. <https://doi.org/10.25077/jka.v11i1.1952>
- 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>
- Alim, F., Winarko, & Sari, E. (2020). Daya predasi ikan cupang (*Betta splendens*) dan ikan plati pedang (*Xyphophorus Helligeri*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *GEMA Lingkungan Kesehatan*, *18*(1), 12–15.
- Andriani, N. D. A., Adrianto, H., & Darmanto, A. G. (2021). Daya predasi ikan lemon (*Labidochromis caeruleus*) dan ikan kapiat (*Barbonymus schwanenfeldii*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *ASPIRATOR - Journal of Vector-borne Disease Studies*, *13*(1), 37–46. <https://doi.org/10.22435/asp.v13i1.3854>
- Antonio, R. W., Warsiyah, & Warniningsih. (2020). Uji efektivitas kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan berbagai jenis larvasida. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, *20*(1), 9–16.
- Bintang, Z. (2021). *Cupang ternak, pemeliharaan, dan kontes*. Penebar Swadaya.
- Husna, I., Putri, D. F., Triwahyuni, T., & Kencana, G. B. (2020). Analisis faktor yang mempengaruhi kejadian demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Way Kandis Bandar Lampung tahun 2020. *Jurnal Analis Kesehatan*, *9*(1), 9–16.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Upaya pencegahan DBD dengan 3M plus*. <https://ayosehat.kemkes.go.id/upaya-pencegahan-dbd-dengan-3m-plus>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Data DBD Indonesia*. https://p2pm.kemkes.go.id/storage/publikasi/media/file_1619447946.pdf

- Lhamo, C., & Rashid, H. (2018). *Biological control of mosquito larvae grown in waterlogged environment using larvivorous fishes and comparison of efficiency between native and exotic fish species*. Bangladesh Paribesh Andolon (BAPA) and Bangladesh Environment Network (BEN). .
- Lichak, M. R., Barber, J. R., Kwon, Y. M., Francis, K. X., & Bendesky, A. (2022). Care and use of siamese fighting fish (*Betta Splendens*) for research. *Comparative Medicine*, 72(3), 169–180. <https://doi.org/10.30802/AALAS-CM-22-000051>
- 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>
- Pangesti, M. Della, Wahyudi, Y., & Susila, W. D. C. (2021). Efektivitas pemberian ikan cupang (*Betta splendens*) dalam menurunkan jumlah jentik sebagai upaya pencegahan DBD di Desa Talok Kecamatan Turen. *Health Care Media*, 5(2), 77–87. www.stikeswch-malang.ac.id.
- Prayogo, B. R., & Adrianto, H. (2020). Kemampuan makan ikan setan hitam (*Aptereronotus albifrons*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, 15(2), 94–98. <https://doi.org/10.36086/jpp.v15i1.558>
- Rachmawati, F. E. (2020). Status resistensi *Aedes* sp terhadap larvasida sebagai faktor risiko kejadian demam berdarah dengue di wilayah buffer pelabuhan laut Tanjung Perak Surabaya. *Medical Technology and Public Health Journal*, 4(1).
- Rahmi, Amir, R., & Usman. (2018). Biokontrol ikan pemangsa jentik dalam pemberantasan vektor nyamuk penyebab demam berdarah dengue (DBD) di Kota Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 1(3), 265–271. <http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/makes>
- Sari, M., & Novela, V. (2020). Pengendalian biologi dengan daya predasi berbagai jenis ikan terhadap larva *Aedes aegypti* di wilayah kerja Puskesmas Tigo Baleh. *Jurnal Sehat Mandiri*, 15. <http://jurnal.poltekkespadang.ac.id/ojs/index.php/jsm>
- Schaefer, T. J., Panda, P. K., & Wolford, R. W. (2022). *Dengue fever*. StatPearls Publishing.
- 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>
- Subekti, S., Utomo, B., Wahyuni, A. D., Putri, B. Q., Indrasari, Y. N., Sucipto, T. H., Rohmah, E. A., & Mulyatno, K. C. (2021). Daya kemampuan makan ikan cupang (*Betta splendens*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* (Lin.). *Seminar Nasional Biologi "Inovasi Penelitian dan Pendidikan Biologi V"*, 39–42.
- Sutarto, & Syani, A. Y. (2018). Resistensi insektisida pada *Aedes aegypti*. *Jurnal Agromedicine Unila*, 5(2), 582–586.
- Sutriyawan, A., Darmawan, W., Akbar, H., Habibi, J., & Fibrianti. (2022). Faktor yang mempengaruhi pemberantasan sarang nyamuk (PSN) melalui 3M plus dalam upaya pencegahan demam berdarah dengue (DBD). *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 23–32. <https://doi.org/10.33221/jikm.v11i1.936>
- Tang, S., Janpoom, S., Prasertlux, S., Rongmung, P., Ratdee, O., Zhang, W., Khamnamtong, B., & Klinbunga, S. (2022). Transcriptome comparison for identification of pigmentation-related genes in different color varieties of siamese fighting fish *Betta splendens*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2022.101014>
- Tansil, M. G., Rampengan, N. H., & Wilar, R. (2021). Faktor risiko terjadinya kejadian demam berdarah dengue pada anak. *Jurnal Biomedik:JBM*, 13(1), 90–99. <https://doi.org/10.35790/jbm.13.1.2021.31760>
- World Health Organization. (2023). *Dengue and severe dengue*. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

Yuningsih, R. (2018). Kebijakan penanggulangan kejadian luar biasa penyakit demam berdarah dengue di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Aspirasi*, 9(2), 260–273. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v7i1.1084>