

Efektivitas Ekstrak Buah Keben (*Barringtonia asiatica*) sebagai Bahan Anestesi Alami pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

The Effectivity of Fish-Killer Fruit (*Barringtonia asiatica*) as Natural Anaesthesia Source in Common Carp Fingerlings (*Cyprinus Carpio*)

¹Aras Syazili, ¹Moh. Afrisal, ¹Khamsia Ahmad, ¹Sudirto Malan

¹Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Indonesia
Email: arassyaz@gmail.com

Abstract

This research was conducted to determine the effectiveness of using fish killer fruit extract as an anesthetic in carp fingerlings. Extract fish killer fruit was used as a treatment with doses of 0 mL/L (control), 1 mL/L, 1.5 mL/L and 2 mL/L, respectively. Parameters observed were sedative time, inductive time, survival and water quality. The results showed that the 2 mL/L treatment was a sedative time of 15.5 ± 0.72 ($P < 0.05$), an inductive time of 12.25 ± 0.42 ($P < 0.05$) and survival was 93.33 ± 0.27 ($P < 0.05$) the best and normal water quality.

Keywords: anesthetic; fish killer fruit; inductive; sedative; common carp

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan ekstrak buah keben sebagai bahan anestesi pada benih ikan mas. Ekstrak buah keben digunakan sebagai perlakuan dengan dosis masing-masing 0 mL/L (kontrol), 1 mL/L, 1,5 mL/L dan 2 mL/L. Parameter yang diamati adalah waktu sedatif, waktu induktif, kelangsungan hidup dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan 2 mL/L merupakan waktu sedatif $15,5 \pm 0,72$ ($P < 0,05$), waktu induktif $12,25 \pm 0,42$ ($P < 0,05$) dan kelangsungan hidup $93,33 \pm 0,27$ ($P < 0,05$) yang terbaik serta kualitas air yang normal.

Kata kunci: anestesi; keben; sedatif; induktif; ikan mas

Diterima : 12 Februari 2022

Pendahuluan

Teknik anestesi telah digunakan dalam kegiatan akuakultur dan penelitian untuk mempermudah penanganan dan transportasi serta untuk mengurangi stres ikan. Anestesi digunakan untuk memudahkan penanganan selama pengukuran panjang dan berat ikan, pemijahan buatan, vaksinasi, pemilahan spesimen, biopsi, pengambilan darah, pembedahan, pelabelan, dan untuk eutanasia (Javahery et al., 2012). Selain mencegah luka, anestesi juga dapat mencegah atau mengurangi efek sekunder yang disebabkan oleh stres, seperti peningkatan kadar plasma kortisol, glukosa, asam laktat, dan perubahan yang terkait dengan stres oksidatif yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan (Saccol et al., 2017). Manfaat anestesi dalam pengangkutan ikan dapat digunakan sebagai obat penenang pada konsentrasi rendah, (Becker et al., 2012; Salbego et al., 2014) dan untuk mengurangi laju metabolisme dan stress ikan (Salbego et al., 2014; Toni et al., 2014).

Penelitian tentang kandungan dari berbagai bahan alam yang digunakan untuk anestesi telah dilakukan terhadap ikan. Namun, masing-masing bahan anestesi memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti rasio antara efek terapeutik dan toksik dan menyebabkan gangguan pada fisiologi ikan (Velisek et al., 2005). Penggunaan bahan anestesi sintetik seperti 2-fenoksietanol, tricaine methanesulfonate (MS-222) dan AquiS® telah menimbulkan efek negatif terhadap ikan karena meningkatkan glukosa darah dan hormon kortisol yang memicu stres (Akbari et al., 2016; Davis dan Griffin, 2004). Untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh bahan anestesi sintetik, beberapa peneliti telah meneliti penggunaan produk alami dengan sifat anestesi. Penelitian menggunakan ekstrak kayu manis pada ikan mas (Suwandi et al., 2021), daun durian pada ikan lele (Bagaskara et al., 2020), dan bunga kamboja pada ikan nila (Pellu dan Rebhung, 2018) telah menunjukkan hasil yang menjanjikan karena efektivitasnya, efek samping yang rendah dan kemampuan untuk mengurangi efek stress serta tingkat kelangsungan hidup ikan yang tinggi.

Keben (*Barringtonia asiatica*) adalah salah satu kandidat bahan anestesi terbaru karena mengandung saponin yang dapat ditemukan pada akar, kulit kayu, batang, dan daun serta buah (Cannon et al., 2004). Saponin adalah glikosida alami yang diproduksi oleh berbagai spesies tanaman dengan sifat biologis yang beragam. Sifat aktif permukaan saponin membedakannya dari glikosida lain. Saponin dapat diklasifikasikan menjadi steroid dan glikosida triterpenoid berdasarkan struktur unit aglikon hidrofobik (Kavya et al., 2021). Metabolit sekunder saponin antara lain alkaloid, flavonoid, amina, glikosida, steroid, dan tannin (Rumampuk et al., 2003) yang telah digunakan dalam industri obat dan farmasi untuk mengobati berbagai gangguan kesehatan. Penelitian mengenai pengaruh anestesi dari bahan alami buah keben telah dilakukan pada ikan bawal bintang (Edison et al., 2017), benih ikan bandeng (Ikhsan et al., 2017) dan induk ikan mas (Hasan et al., 2015). Benih ikan mas sebagai salah satu komoditas utama budidaya perikanan yang sering dilalulintaskan antar provinsi, sehingga diperlukan informasi mengenai efektifitas penggunaan ekstrak buah keben sebagai bahan anestesi pada benih ikan mas.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar UPT Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Khairun Kota Ternate Provinsi Maluku Utara pada bulan Agustus hingga November 2021.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Vacuum evaporator RV 10 digital V, Horiba U 50, timbangan, gelas ukur, kertas saring. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah keben (*B. asiatica*), etanol, akuades, serbuk gergaji, akuades, es, kotak styrofoam dan benih ikan mas (*C. carpio*).

Ekstraksi biji buah keben

Buah keben (*B. asiatica*) diperoleh dari Pesisir pantai kelurahan Kastela Kota Ternate. Biji dipotong-potong sepanjang 1 – 2 cm, kemudian dikering anginkan selama kurang lebih 1 minggu, biji yang sudah kering dihaluskan dengan cara diblender dan disaring dengan ayakan. Serbuk hasil ayakan diekstraksi dengan pelarut metanol dengan perbandingan 1:10 (w/v). Bahan serbuk biji direndam selama 3 hari, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. Pembilasan serbuk biji dilakukan sebanyak tiga kali. Hasil penyaringan di evaporasi menggunakan rotary evaporator (IKA. RV 10 digital V) pada suhu 55-60 °C dan tekanan rendah. Ekstrak yang diperoleh disimpan di dalam lemari es pada suhu + 4 °C dan dikeluarkan pada saat dibutuhkan untuk melakukan pengujian (Dono, 2019).

Rancangan Penelitian

Benih ikan mas dengan panjang 2 cm ± 0,5cm dipelihara selama 10 hari sebelum diberi perlakuan. Pemberian pakan sebanyak 5 % dari bobot tubuh dan pergantian air dilakukan setiap hari. Sehari sebelum perlakuan ikan dipuasakan untuk mengurangi laju metabolime selama pengiriman. Sebanyak 10 ekor benih ikan mas diberi perlakuan dosis ekstrak buah keben sebanyak 0 ml/L, 2ml/L, 3ml/L dan 4ml/L dengan ulangan sebanyak 3 kali, menggunakan Rancanagan Acak Lengkap. Kemudian dilakukan pengamatan waktu induksi terhadap ikan uji. Waktu induksi dihitung setelah ikan dimasukkan kedalam media yang telah dicampur dengan hasil ekstraksi buah keben hingga ikan mengalami immotilitasi (pingsan). Setelah ikan mengalami immotilitasi kemudian ikan dimasukkan ke kantong plastik dan dipindahkan kedalam strefrom berukuran 35x50 cm yang telah di beri hancuran es dan serbuk kayu setebal 10 cm, lalu sterfrom di tutup dan diberi simulasi gertaran setiap 1 jam sekali, simulasi ini dilakukan selama 1x24 jam pengamatan. Selanjutnya dilakukan pengamatan waktu sedatif/waktu sadar, perhitungan waktu sedatif dilakukan saat ikan mulai dipindahkan pada media air dengan aerasi hingga ikan mulai mengalami pergerakan hingga kembali normal, penghitungan waktu induksi dan sedatif menggunakan satuan menit-detik. Tahap selanjutnya ialah pengamatan tingkat kelangsungan hidup yang dilakukan pada saat pasca pemingsanan.

Parameter yang Diamati

Waktu induksi merupakan waktu yang diamati sejak ikan diberi ekstrak buah keben sampai ikan pingsan dan pengamatan tingkah laku ikan dilakukan secara deskriptif. Waktu sedatif adalah waktu yang diamati sejak ikan akan disadarkan sampai ikan sadar kembali dan pengamatan dilakukan secara deskriptif. Kelangsungan hidup Ikan dihitung setelah akhir pengamatan dengan rumus yang dikemukakan Effendi (1997). Pengukuran kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut dilakukan pada akhir pengamatan. Sampel air pada akhir pengamatan diambil untuk uji TAN (Sartika dan Putri, 2019).

Analisis data

Data waktu sedatif dan induktif dan kelangsungan hidup dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila perlakuan memberikan pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap parameter yang diamati. Analisis data menggunakan program Excel 2019.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Pengamatan waktu induksi, waktu sedatif dan kelangsungan hidup benih ikan mas disajikan pada tabel 1 (rata-rata ± SD).

Tabel 1. Waktu induktif, sedatif dan kelangsungan hidup benih ikan mas (*C. caprio*) yang diberi perlakuan ekstrak buah keben (*B. asiatica*)

Ekstrak buah keben (mL/L)	Induktif (menit)	Sedatif (menit)	Kelangsungan hidup (%)
0	0±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	20,00±0,47 ^a
1	37±1,52 ^b	28,25±0,87 ^b	36,67±0,54 ^{ab}
1,5	28,5±0,72 ^c	21,5±0,42 ^b	73,33±0,72 ^{bc}
2	15,5±0,72 ^d	12,25±0,42 ^c	93,33±0,27 ^d

Pada Tabel 1 Terlihat bahwa semakin tinggi ekstrak buah keben maka semakin cepat waktu induksi yang dibutuhkan. Dosis ekstrak buah keben 2 mL/L membutuhkan waktu 12,25 menit sebagai waktu tercepat dari semua perlakuan. Semakin tinggi dosis ekstrak buah keben yang diberikan maka akan menghasilkan waktu induktif yang semakin singkat.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kualitas air setelah diberi perlakuan ekstrak buah keben (*B. asiatica*) selama 24 jam

Ekstrak buah keben (mL/L)	Parameter kualitas air			
	Suhu (°C)	DO (PPM)	pH	TAN (mg/L)
0	14	2,3	6,5	0,89
1	14	2,8	6,6	0,73
1,5	14	3	6,7	0,34
2	14	3,7	7	0,15

Waktu sedatif (Tabel 1), yang dibutuhkan oleh benih ikan mas setelah diberi perlakuan ekstrak buah keben masing-masing adalah 12,25 menit ($P < 0,05$), 21,5 menit dan 28,25. Semakin tinggi dosis ekstrak buah keben yang diberikan akan mempengaruhi kecepatan pulih ikan mas. Kelangsungan hidup ikan setelah 24 jam (Tabel 1), menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak buah keben yang diberikan akan meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan mas. Kelangsungan hidup terbaik didapatkan pada perlakuan 2mL/L dengan kelangsungan hidup mencapai 93,33% ($P < 0,05$).

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran kualitas air selama penelitian. Oksigen terlarut dan pH mengalami penurunan seiring dengan menurunnya dosis ekstrak buah keben, sementara pada nilai TAN mengalami peningkatan diikuti dengan menurunnya dosis ekstrak buah keben yang diberikan.

Pembahasan

Waktu induksi adalah waktu yang dibutuhkan oleh bahan aktif nabati untuk mempengaruhi tingkat kesadaran ikan atau menyerang sistem saraf pusat sehingga dapat menyebabkan berkurangnya kepekaan terhadap rangsangan dari luar atau immotilitasi. Hasil penelitian waktu induksi yang sama didapatkan pada ikan bawal bintang (Edison et al., 2017), ikan bandeng (Ikhsan et al., 2017) dan induk ikan mas (Hasan et al., 2015) yang menggunakan ekstrak buah keben (*B. asiatica*). Yang menjadi perbedaan adalah dosis yang berbeda beda, pada ikan bawal bintang didapatkan dosis terbaik masing-masing adalah 35,50 mg/L dengan waktu induktif 2 menit, ikan bandeng 200 mg/L dalam 10 menit dan induk ikan mas dengan dosis 6 mL/L dengan waktu induksi 4,68 menit.

Anestesi sangat mempengaruhi parameter biokimia darah seperti jumlah sel darah, kortisol

plasma, kadar glukosa dan laktat, enzim hati, dan status antioksidan pada ikan (Mirghaed et al., 2018). Zat aktif nabati 1,8-cineole efisien membius ikan trout (*Onchorincus. mykiss*) pada konsentrasi 200-800 $\mu\text{L L}^{-1}$, dan penurunan waktu induksi merupakan fungsi dari peningkatan konsentrasi zat ini, yang menurunkan respon stres dan kerusakan jaringan (Mirghaed et al., 2018). Bahi et al., (2018) menyatakan bahwa penggunaan minyak cengkeh dengan konsentrasi 55 ppm pada ikan seabream (*Sparus aurata*) tidak merubah respon imun bawaan dan tidak memicu respon stres.

Waktu sedatif adalah waktu yang digunakan oleh ikan untuk pulih kembali. Hasil yang sama didapatkan pada penelitian ikan banden yang diberi ekstrak buah kebon (Ikhsan et al., 2017), hasil yang berbeda didapatkan pada penelitian terhadap ikan bawal bintang (Edison et al., 2017) dan induk ikan mas (Hasan et al., 2015) yang menemukan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak buah kebon yang diberikan maka akan meningkatkan waktu sedative ikan. Perbedaan waktu dan dosis terbaik sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan. Jenis dan kandungan bahan aktif yang ada pada tumbuhan sangat dipengaruhi oleh umur tanaman, variasi genetik, periode vegetasi, tempat pengumpulan, intensitas cahaya, ketersediaan air, suhu, kesuburan tanah, musim panen dan metode ekstraksi (Silva et al., 2013; Saccol et al., 2017; Mirghaed et al., 2018).

Syarat utama bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku anastesi adalah dapat mencegah atau mengurangi efek sekunder yang disebabkan oleh stres, seperti peningkatan kadar plasma kortisol, glukosa, asam laktat, dan perubahan yang terkait dengan stres oksidatif yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan (Saccol et al., 2017) yang dapat mengakibatkan kematian ikan. Bahan anastesi tidak boleh menumpuk di jaringan dan organ ikan dan menimbulkan masalah bagi konsumsi manusia atau hewan. Selain itu, ekskresi anastesi dari tubuh ikan harus cepat. Anastesi yang sesuai harus membuat ikan tidak dapat bergerak dengan cepat dan menghasilkan pemulihan yang lancar, memiliki potensi tinggi, tersedia secara luas, hemat biaya, dan menunjukkan toksisitas rendah atau tidak sama sekali (Roohi dan Imanpoor, 2015).

Penurunan DO dan PH serta peningkatan TAN pada dosis yang lebih rendah diduga sangat berkaitan dengan aktifitas fisiologis benih ikan mas selama perlakuan. Penurunan kualitas air selama transportasi dapat memicu stress sehingga peran ekstrak bahan alami sangat signifikan dalam mengurangi kepekaan terhadap rangsangan fisual dan mekanik, aktifitas berenang dan stress (Mirghaed et al., 2018). Konsentrasi bahan aktif dalam ekstrak tumbuhan dapat mengurangi laju metabolisme, besarnya respons stres dan menghindari kerusakan fisik pada ikan (Cupp et al., 2016; Becker et al., 2017; Hohlenwerger et al., 2017), sehingga meningkatkan atau mempertahankan kualitas air, terutama kadar oksigen terlarut, sekaligus mengurangi ekskresi nitrogen amonia ke air (Becker et al., 2017).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh dosis terbaik ekstrak buah kebon (*B. asiatica*) sebagai bahan anastesi adalah 1,5 mL/L.

Daftar Pustaka

- Akbary, P., Pirbeigi, A., dan Jahanbakhshi, A. (2016). Analysis of primary and secondary stress responses in bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) by anesthetization with 2-phenoxylethanol. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(4), 1009–1016. <https://doi.org/10.1007/s13762-015-0923-x>.
- Bagaskara, C. D. S., Pramono, T. B., dan Sukardi, P. (2020). Efektivitas Infusum Daun Durian (*Durio zibethinus*) sebagai Anastesi Alami Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 69–80. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.1.100>
- Bahi, A., Guardiola, F. A., dan Esteban, M. A. (2018). A time course study of glucose levels and innate immune response in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) after exposure to clove oil-eugenol derived anaesthetic. *Fish & Shellfish Immunology*, 77, 280–285.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.057>
- Becker, A. G., Parodi, T. V., Heldwein, C. G., Zeppenfeld, C. C., Heinzmann, B. M., dan Baldisserotto, B. (2012). Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(3), 789–796. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9562-4>
- Cannon, J. G., Burton, R. A., Wood, S. G., dan Owen, N. L. (2004). Naturally Occurring Fish Poisons from Plants. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1457. <https://doi.org/10.1021/ed081p1457>
- Davis, K. B., dan Griffin, B. R. (2004). Physiological responses of hybrid striped bass under sedation by several anesthetics. *Aquaculture*, 233, 531–548. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.018>
- Dono, D., dan Permana, I. (2019). Bioactivity Fraction of Methanolic Seed Extract of *Barringtonia asiatica* L. (Kurz.) (Lecythidaceae) Against *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Cropsaver*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.24198/cs.v1i2.19755>
- Edison, C. M., Thamrin, & Siregar, Y. I. (2017). Analisis Daya Anestesi Bahan Alami Ekstrak Buah Keben (*Barringtonia asiatica*) Pada Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 4(2), 1–9.
- Hasan, H., Raharjo, E. I., Hastomo, B. (2015). Pemanfaatan Ekstrak Biji Buah Keben (*Barringtonia asiatica*) dalam proses Anestesi pada Transportasi Sistem Tertutup Calon Induk Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Utilization Keben Fruit Seed Extract (*Barringtonia asiatica*) in the process of transportation. 5, 29–32.
- Ikhsan, N. I., Untung, M., Agung, K., Astuty, S., dan Rosidah, D. (2017). Pengaruh anestesi ekstrak biji buah keben terhadap kelangsungan hidup benih gelondongan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada transportasi tanpa media air. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, VIII(1), 34–41.
- Javahery, S., Nekoubin, H., dan Moradlu, A. H. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6), 1545–1552. <https://doi.org/10.1007/s10695-012-9682-5>
- Kavya, N. M., Adil, L., dan Senthilkumar, P. (2021). A Review on Saponin Biosynthesis and its Transcriptomic Resources in Medicinal Plants. In *Plant Molecular Biology Reporter*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11105-021-01293-8>
- Mirghaed, A. T., Yasari, M., Mirzargar, S. S., dan Hoseini, S. M. (2018). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) anesthesia with myrcene: efficacy and physiological responses in comparison with eugenol. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44(3), 919–926. <https://doi.org/10.1007/s10695-018-0481-5>
- Pellu, S., dan Rebhung, F. (2018). Transportasi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan menggunakan ekstrak bunga kamboja (*Plumeria acuminata*) sebagai anestesi. *Akuatik*, 1(1), 84–90.
- Roohi, Z., dan Imanpoor, M. R. (2015). The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. *Aquaculture*, 437, 327–332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.019>
- Rumampuk, R. J., Pongoh, E. J., Herlt, A. J., dan Mander, L. N. (2003). A triterpene ester saponin from the seed of *Barringtonia asiatica*. 3(3), 149–154.
- Saccol, E. M. H., Toni, C., Pês, T. S., Ourique, G. M., Gressler, L. T., Silva, L. V. F., Mourão, R. H. V., Oliveira, R. B., Baldisserotto, B., dan Pavanato, M. A. (2017). Anaesthetic and antioxidant effects of *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. essential oils on tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture Research*, 48(5), 2012–2031. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/are.13034>
- Salbego, J., Becker, A. G., Gonçalves, J. F., Menezes, C. C., Heldwein, C. G., Spanevello, R. M., Loro, V. L., C. M. R., Morsch, V. M., Heinzmann, B. M., dan Baldisserotto, B. (2014). The essential oil from *Lippia alba* induces biochemical stress in the silver catfish (*Rhamdia quelen*) after transportation. *Neotropical Ichthyology*, 12(4), 811–818. <https://doi.org/10.1590/1982->

0224-20130178

- Sartika, L., dan Putri, R. M. S. (2019). Teknik imotilisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan kombinasi ekstrak daun senduduk putih (*Melastoma decemfidum*) dan senduduk ungu (*Melastoma malabatricum* L.). *Marinade*, 02(April), 10–18.
- Silva, L. de L., da Silva, D. T., Garlet, Q. I., Cunha, M. A., Mallmann, C. A., Baldisserotto, B., Longhi, S. J., Pereira, A. M. S., dan Heinzmann, B. M. (2013). Anesthetic activity of Brazilian native plants in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Neotropical Ichthyology*, 11(2), 443–451. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000200014>
- Suwandi, R., Karima, F. R., Jacob, A. M., dan Nugraha, R. (2021). Effect of Cinnamon (*Cinnamomum* sp .) Extract and Freezing on the Physiology of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(2), 255–268. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i2.36803>
- Toni, C., Becker, A. G., Simões, L. N., Pinheiro, C. G., de Lima Silva, L., Heinzmann, B. M., Caron, B. O., dan Baldisserotto, B. (2014). Fish anesthesia: effects of the essential oils of *Hesperozygis ringens* and *Lippia alba* on the biochemistry and physiology of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 40(3), 701–714. <https://doi.org/10.1007/s10695-013-9877-4>
- Velisek, J., Svaboda, Z., dan Piackova, V. (2005). Effects of Clove Oil Anaesthesia on Rainbow Trout. Rapid growth of aquaculture in the world and technological advances applied in it make exacting demands on newly introduced chemicals and preparations . Chemicals used in aquaculture are nowadays subject t. *Acta Vet Brno*, 74, 139–146.