

PENGARUH MINYAK CENGKIH TERHADAP GLUKOSA DARAH DAN SINTASAN IKAN TAWES (*Barbonymus gonionotus*) PADA TRANSPORTASI SISTEM TERTUTUP

Debby Dyanessa Saragih¹, Edwin L. A Ngangi¹, Henneke Pangkey¹, Ni Putu Dian Kusuma², Deiske A. Sumilat¹, Indra R.N. Salindeho¹, Reni Lusia Kreckhoff¹, Diane Joula Kusen¹

¹Program Studi Ilmu Perairan, Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado
Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115

²Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang
Jl. Kampung Baru Pelabuhan Ferry Bolok, Kupang 85351
E-mail korespondensi: debbsaragih91@gmail.com

ABSTRAK

Pengangkutan benih ikan sering kali menyebabkan stres fisiologis yang berdampak negatif terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup ikan, terutama akibat perubahan lingkungan seperti suhu dan perlakuan anestetik. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh dosis minyak cengkeh dan suhu sebagai anestetik terhadap glukosa darah dan sintasan benih ikan Tawes. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial, dengan dua faktor yakni faktor dosis minyak cengkeh (A) dengan 3 taraf yaitu A1 (0 ppm), A2 (5 ppm), dan A3 (10 ppm), dan faktor suhu (B) terdiri dari 2 taraf yaitu B1 (16-19 °C) dan B2 sebagai kontrol (24-27 °C), dengan tiga kali ulangan. Penelitian ini terdiri atas 18 unit percobaan, di mana setiap unit diisi dengan 50 ekor benih ikan Tawes sehingga total ikan yang digunakan sebanyak 900 ekor. Benih dimasukkan ke dalam kantong berisi 5 L air (1/3 dari volume kantong), ditambahkan oksigen sebanyak 2/3 volume kantong. Selanjutnya dilakukan uji transportasi selama 12 jam, setelah proses pengangkutan, ikan dipelihara di akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm, dengan volume 96 L. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada program statistik JMP Pro 16 (SAS 9.4). Perlakuan terbaik ditemui pada perlakuan dosis minyak cengkeh 10 ppm + suhu 24-27°C dengan kadar glukosa darah setelah transportasi dan setelah pemeliharaan masing-masing sebesar 119,9±6,80 mg/dL dan 86,56±5,01 mg/dL. Sintasan setelah transportasi dan setelah pemeliharaan masing-masing sebesar 98,7±1,16 % dan 96,7±1,16 %. Interaksi faktor minyak cengkeh dan suhu menunjukkan bahwa faktor minyak cengkeh tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap glukosa darah dan sintasan.

Kata kunci: Anestesi; glukosa; sintasan; stres fisiologis; suhu

THE EFFECT OF CLOVES OIL ON BLOOD GLUCOSE AND SURVIVAL OF SILVER BARB (*Barbonymus gonionotus*) IN CLOSED SYSTEM TRANSPORTATION

ABSTRACT

The transportation of fish fingerlings often causes physiological stress that negatively affects their health and survival, particularly due to environmental changes such as temperature fluctuations and anesthetic treatments. This research was carried out to assess the effects and dosage of clove oil and temperature as an anesthetic on blood glucose and survival of fry Silver Barb. The research design used was a completely randomized design (CRD) Factorial, with two factors: the clove oil dose factor (A) with three levels, namely A1 (0 ppm), A2 (5 ppm), and A3 (10 ppm), and the temperature factor (B) with two levels, namely B1 (16-19 °C) and B2 as a control (24-27 °C) with three replications, respectively. A total of 50 fry Silver Barb were placed in a bag holding 5 L of water (1/3 of the bag capacity), with oxygen supplied up to 2/3 of the bag volume. Furthermore, the fish were subjected to a 12-hour transportation test before being housed in a aquarium of 60x40x40 cm and containing 96 L. The data were analyzed using the JMP (SAS) statistical program's analysis of variance (ANOVA). The most effective treatment was 10 ppm clove oil at 24-27°C, resulting in blood glucose levels of 119.9±6.80 mg/dL after transportation and 86.56±5.01 mg/dL after maintenance. The survival rates following transportation and maintenance were 98.7±1.16 % and 96.7±1.16 %, respectively. The interaction between clove oil and temperature factors revealed that the clove oil factor had no significant effect on blood glucose levels or survival.

Keywords: Anesthesia; glucose; physiological stress; survival; temperature

PENDAHULUAN

Permintaan terhadap ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) terus meningkat seiring dengan tingginya nilai ekonomis dan peran ekologisnya. Ikan ini berfungsi sebagai konsumen dan produsen dalam rantai makanan akuatik, serta berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan

dengan kemampuannya mengonsumsi serangga, larva, plankton, dan bahan organik lainnya (Tamsil, 2024; Rahmawati et al., 2015). Untuk menjaga keberlanjutan populasi ikan Tawes, dibutuhkan upaya pengelolaan yang meliputi pemijahan buatan, restocking ke habitat alami, serta sistem transportasi benih yang efektif dan minim risiko stres (Kusuma et al., 2021).

Transportasi merupakan salah satu tahap penting dalam proses pembenihan ikan, terutama pada sistem tertutup untuk jarak jauh yang berisiko tinggi terhadap peningkatan stres dan mortalitas ikan. Stres fisiologis selama transportasi dapat mengganggu kesehatan ikan, menurunkan sintasan, dan menyebabkan kerugian ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk mengurangi stres, salah satunya melalui teknik imobilisasi, yakni penurunan aktivitas metabolisme dan konsumsi oksigen agar ikan tetap tenang selama perjalanan (Nurhayati et al., 2023).

Anestesi berbahan kimia telah lama digunakan dalam perikanan, namun residunya dapat membahayakan kesehatan ikan dan konsumen. Tren terbaru menunjukkan pergeseran ke penggunaan anestesi alami yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu senyawa alami yang telah terbukti efektif adalah minyak cengkih (*Eugenia aromatica*), yang mampu menekan aktivitas ikan tanpa efek toksik, baik pada benih maupun ikan dewasa, terutama dalam transportasi jarak jauh (Park et al., 2018).

Namun, meskipun minyak cengkih telah banyak diteliti pada berbagai spesies ikan, penelitian khusus mengenai efektivitasnya pada benih ikan Tawes dalam sistem transportasi tertutup masih terbatas. Selain itu, belum banyak kajian yang mengevaluasi interaksi antara variasi dosis minyak cengkih dan perlakuan suhu terhadap parameter fisiologis seperti kadar glukosa darah dan sintasan ikan, baik selama maupun setelah proses transportasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh berbagai konsentrasi minyak cengkih dan suhu optimal selama transportasi benih ikan Tawes terhadap kadar glukosa darah dan sintasan. Kajian ini penting untuk menghasilkan pendekatan transportasi yang efektif, minim stres, dan mendukung keberhasilan budidaya serta keberlanjutan sumber daya ikan secara ekologis dan ekonomis.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2024 di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Tatelu, Provinsi Sulawesi Utara sebagai instansi pemerintah yang menyediakan stok benih ikan air tawar di Indonesia bagian Timur (Saragih et al., 2022; Kusuma et al., 2022).

Alat dan Bahan

Benih ikan Tawes yang sehat berukuran 5-6 cm disiapkan sebanyak 1.000 ekor dan dipuasakan selama 24 jam, sebelum dilakukan transportasi sistem tertutup. Kantong plastik packing disiapkan dan ditandai berurutan dari konsentrasi minyak cengkih dengan suhu paling rendah hingga tinggi. Ikan Tawes sebanyak 50 ekor ikan dimasukkan ke dalam kantong plastik berisi air masing-masing sebanyak 5 liter, yang telah dicampur minyak cengkih sesuai dengan masing-masing perlakuan. Oksigen ditambahkan ke dalam media air dengan perbandingan volume air dan oksigen 1:3, kemudian plastik diikat menggunakan karet gelang. Kantong packing yang telah berisi ikan ditempatkan ke dalam box styrofoam berisi es dengan suhu sesuai rentang perlakuan. Benih ikan Tawes yang telah dipacking dalam styrofoam, diamati 2 jam sebelum berangkat kemudian dibawa dengan kendaraan (mobil) sambil tetap diamati tingkah laku ikan setiap 1 jam. Setelah dilakukan uji transportasi selama 12 jam, ikan dipelihara di akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm dengan volume 96 L.

Parameter dan Metode Pengamatan

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, identifikasi secara langsung, serta melalui kajian pustaka yang tersedia (Saragih et al., 2024). Parameter pengamatan yaitu pengamatan kadar glukosa darah, sintasan, serta interaksi antara minyak cengkih dan suhu.

a. Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah diamati dengan cara mengambil satu tetes darah dari bagian caudal peduncle (pangkal ekor) ikan menggunakan jarum spuit 0,1 ml. Sampel darah tersebut langsung diteteskan ke strip uji glukosa yang terpasang pada alat digital GlucoDr. Hasil pengukuran ditampilkan secara otomatis dalam satuan mg/dL. Pengamatan dilakukan pada dua waktu, yaitu setelah proses transportasi dan setelah masa pemeliharaan, untuk mengevaluasi respons fisiologis ikan terhadap perlakuan.

b. Sintasan

Sintasan diamati dengan menghitung jumlah ikan yang masih hidup setelah transportasi dan setelah masa pemeliharaan. Data ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi perlakuan terhadap kelangsungan hidup benih ikan Tawes. Penghitungan dilakukan secara manual untuk setiap unit perlakuan, kemudian dihitung dalam bentuk persentase berdasarkan jumlah ikan awal (50 ekor per unit) menggunakan rumus menurut Kusuma et al., (2022) sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

Keterangan:

SR : *Survival rate* (Sintasan)

N_t : Jumlah ikan akhir pemeliharaan

N_o : Jumlah ikan awal pemeliharaan

Prosedur

a. Persiapan ikan

Benih ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) diperoleh dari Unit Pembenihan Rakyat (UPR) setempat. Ikan dipilih secara acak dengan ukuran seragam, dan setiap ekor memiliki bobot ± 5 gram. Sebelum perlakuan, benih diaklimatisasi dan dipuasakan selama 24 jam untuk mengurangi produksi metabolit selama transportasi.

b. Persiapan transportasi

Perlakuan terdiri dari dua faktor: dosis minyak cengkih (0 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm) dan suhu media (16–19 °C dan 24–27 °C), dikombinasikan menjadi 6 perlakuan yang masing-masing diulang tiga kali (total 18 unit). Setiap unit perlakuan menggunakan kantong plastik berisi 5 L air (1/3 volume kantong) yang dicampur minyak cengkih sesuai dosis perlakuan. Kantong lalu diisi 50 ekor ikan dan diberi oksigen hingga 2/3 volume kantong. Untuk perlakuan suhu rendah, wadah disimpan dalam boks es agar suhu tetap terjaga pada kisaran 16–19 °C.

c. Pelaksanaan transportasi

Proses transportasi dilakukan secara tertutup selama 12 jam. Selama proses ini, suhu dan kondisi ikan dimonitor untuk memastikan tidak terjadi kekurangan oksigen atau kenaikan suhu ekstrem. Setelah waktu transportasi selesai, kantong dibuka dan ikan dipindahkan ke akuarium untuk pemeliharaan lebih lanjut.

d. Pemeliharaan pasca transportasi

Ikan dari masing-masing perlakuan dipindahkan ke akuarium berukuran 60 × 40 × 40 cm dengan volume air 96 L dan sistem aerasi memadai. Pemeliharaan dilakukan dalam kondisi lingkungan terkontrol tanpa pemberian pakan, untuk menilai pemulihan stres pasca transportasi.

d. Pengambilan sampel dan pengamatan

Pengambilan sampel dilakukan dua kali, yaitu setelah transportasi dan setelah pemeliharaan. Kadar glukosa darah diamati dengan mengambil satu tetes darah dari bagian caudal peduncle menggunakan jarum spuit 0,1 ml, kemudian dianalisis menggunakan alat *Glucodr*. Pengamatan sintasan dilakukan dengan menghitung jumlah ikan hidup setelah transportasi dan setelah pemeliharaan, lalu dihitung dalam bentuk persentase berdasarkan jumlah awal (50 ekor per unit).

e. Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial, dengan dua faktor yakni faktor dosis minyak cengkih (A) dengan 3 taraf yaitu A1 (0 ppm), A2 (5 ppm), dan A3 (10 ppm), dan faktor suhu (B) terdiri dari 2 taraf yaitu B1 (16-19 °C) dan B2 sebagai kontrol (24-27 °C), dengan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diuji dengan kombinasi taraf-taraf dari faktor A dan B dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perlakuan yang diuji dalam penelitian

Perlakuan	Keterangan
Perlakuan A1B1	Minyak Cengkih 0 ppm + suhu 16-19 °C; 3 kali ulangan
Perlakuan A1B2	Minyak Cengkih 0 ppm + suhu 24-27 °C; 3 kali ulangan
Perlakuan A2B1	Minyak Cengkih 5 ppm + suhu 16-19 °C; 3 kali ulangan
Perlakuan A2B2	Minyak Cengkih 5 ppm + suhu 24-27 °C; 3 kali ulangan
Perlakuan A3B1	Minyak Cengkih 10 ppm + suhu 16-19 °C; 3 kali ulangan
Perlakuan A3B2	Minyak Cengkih 10 ppm + suhu 24-27 °C; 3 kali ulangan

5. Analisis Data

Data hasil pengamatan yang terkumpul seperti glukosa darah dan sintasan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk kemudian dideskripsikan. Selanjutnya dilakukan uji normalitas, homogenitas, dan aditifitas untuk mengetahui kenormalan data. Uji ANOVA melalui program statistik JMP Pro 16 (SAS 9.4) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan dosis minyak cengkih dan suhu terhadap glukosa darah, sintasan, serta interaksi antara minyak cengkih dan suhu. Saat ditemui perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Kontras Ortogonal untuk mengetahui level-level yang mana saja dari dosis minyak cengkih dan suhu yang berbeda signifikan, serta perlakuan-perlakuan mana saja yang berbeda secara signifikan dalam memengaruhi glukosa darah dan sintasan ikan Tawes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Perilaku Ikan Tawes

Pengamatan terhadap perilaku ikan Tawes dilakukan sejak sebelum hingga selama proses transportasi tertutup sebagai indikator non-invasif untuk menilai respon stres dan efektivitas anestesi. Ikan yang belum diberi perlakuan menunjukkan aktivitas renang yang aktif serta frekuensi gerakan operkulum yang cepat, mencerminkan kondisi metabolisme yang tinggi dan peningkatan laju respirasi akibat stres lingkungan. Pemberian minyak cengkih dan variasi suhu media air menimbulkan perubahan bertahap dalam perilaku ikan. Pada awal pemberian perlakuan, ikan memberikan respon cepat berupa peningkatan aktivitas pergerakan dan laju gerakan operkulum. Frekuensi gerakan operkulum tercatat berada di atas kisaran normal (lebih dari 130 kali per menit) sebagai reaksi terhadap rangsangan anestetik. Namun, dalam waktu beberapa menit, gerakan ini mulai melambat secara bertahap, menandakan bahwa ikan memasuki fase anestesi ringan dan menjadi lebih tenang.

Secara fisiologis, penurunan frekuensi gerakan operkulum hingga mendekati kisaran normal 120–130 kali per menit menunjukkan penurunan laju metabolisme dan kebutuhan oksigen, yang sangat penting dalam sistem transportasi tertutup dengan kadar oksigen terbatas. Perlambatan aktivitas ini menjadi indikator keberhasilan proses imobilisasi yang bertujuan menekan stres fisiologis dan menurunkan konsumsi oksigen ikan selama transportasi. Sebaliknya, gerakan operkulum yang terlalu cepat atau lambat dari kisaran normal dapat mengindikasikan kondisi stres berat atau mulai terjadinya gangguan sistem respirasi (Nurkholifah et al., 2022; Kusuma et al., 2024).

Setelah proses transportasi dan pemeliharaan, ikan yang kembali aktif dan lincah serta menunjukkan respons terhadap rangsangan eksternal dianggap berada dalam kondisi fisiologis yang baik. Respons ini mencerminkan keberhasilan ikan dalam mengatasi stres dan pulih dari efek anestesi secara efisien (Firdaus et al., 2018; Putri et al., 2022).

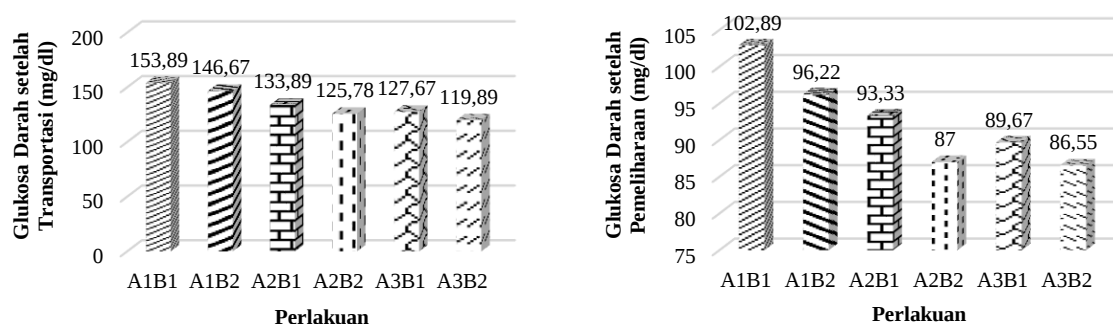
Kadar Glukosa Darah Setelah Transportasi dan Setelah Pemeliharaan

Gambar 1 menunjukkan kadar glukosa darah benih ikan Tawes setelah proses transportasi dan setelah masa pemeliharaan pada berbagai kombinasi perlakuan. Glukosa darah merupakan salah satu parameter fisiologis yang sensitif dan banyak digunakan sebagai indikator awal untuk mengidentifikasi tingkat stres akut pada ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pemberian anestesi (A1) dengan suhu rendah (B1) menghasilkan kadar glukosa tertinggi, yaitu $153,89 \pm 28,64$ mg/dL, menunjukkan adanya tekanan fisiologis yang signifikan. Sebaliknya, kadar glukosa terendah ditemukan pada kombinasi minyak cengkih 10 ppm dan suhu 24–27 °C (A3B2), yakni sebesar $119,89 \pm 6,80$ mg/dL, yang menunjukkan bahwa kombinasi tersebut paling efektif dalam menekan respons stres akibat transportasi.

Secara fisiologis, peningkatan kadar glukosa darah pada ikan merupakan hasil dari aktivasi respons stres sistemik yang dikenal sebagai *General Adaptation Syndrome*. Ketika ikan mengalami

stresor seperti perubahan suhu, penanganan, atau getaran selama transportasi, tubuh merespons dengan mengaktifkan poros hipotalamus–hipofisis–interrenal (HPI axis). Aktivasi ini merangsang pelepasan hormon kortisol, yaitu hormon stres utama pada ikan, yang kemudian meningkatkan glukoneogenesis dan glikogenolisis di hati, sehingga menghasilkan peningkatan kadar glukosa dalam darah (Hastuti & Subandiyono, 2018). Glukosa berfungsi sebagai sumber energi cepat guna membantu ikan menghadapi situasi yang dianggap mengancam.

Peningkatan kadar glukosa yang terus berlangsung dalam jangka waktu lama dapat menjadi indikator stres kronis yang berpotensi menurunkan daya tahan tubuh, mengganggu metabolisme, dan pada akhirnya memengaruhi sintasan ikan. Oleh karena itu, kadar glukosa yang tinggi setelah transportasi menunjukkan bahwa ikan belum sepenuhnya pulih dari stres, sedangkan penurunan kadar glukosa setelah masa pemeliharaan mengindikasikan adanya proses pemulihan fisiologis. Dengan demikian, pengukuran kadar glukosa darah dapat dijadikan alat diagnostik yang efektif dan cepat dalam mengevaluasi kualitas perlakuan selama transportasi tertutup.



Gambar 1. Glukosa darah ikan setelah transportasi (kiri) dan setelah pemeliharaan (kanan)

Kadar glukosa darah setelah transportasi berbeda nyata terhadap dosis minyak cengkih (nilai “Prob>F” = 0,0389). Berdasarkan uji lanjut kontras, kadar glukosa darah pada perlakuan 0 dan 5 ppm tidak berbeda nyata (nilai “Prob<F” = 0,0521424129) dan kadar glukosa darah pada perlakuan 5 dan 10 ppm tidak berbeda nyata (nilai “Prob<F” = 0,5289649858). Pada perlakuan minyak cengkih 0 ppm dan 10 ppm ditemui hasil berbeda nyata (nilai “Prob<F” = 0,0159341868). Kadar glukosa darah tidak berbeda nyata terhadap suhu (nilai “Prob>F” = 0,3297). Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan suhu pada pengangkutan, baik suhu 16–19 °C dan 24–27 °C secara signifikan tidak memengaruhi kadar glukosa darah pada ikan Tawes. Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa darah benih ikan Tawes tidak berbeda secara signifikan antara perlakuan suhu 16–19 °C dan 24–27 °C (Prob = 0,3297), hal ini dapat dipahami berdasarkan rentang suhu yang digunakan dalam penelitian masih berada dalam zona toleransi fisiologis spesies. Studi pada ikan Tawes menunjukkan bahwa ambang stres suhu rendah baru terjadi pada ekstrem suhu seperti di bawah 13 °C, sedangkan rentang 16–27 °C masih mendukung fungsi metabolisme normal tanpa memicu lonjakan stres hormonal seperti kortisol (Saenphet et al., 2025). Selain itu, efek penurunan suhu yang moderat dikenal dapat memperlambat aktivitas metabolisme ikan tanpa menyebabkan tekanan fisiologis yang berlebihan, selama suhu tersebut masih dalam batas adaptasi normal dan tidak mengganggu homeostasis (Zeitun, 2016; Ina et al., 2023).

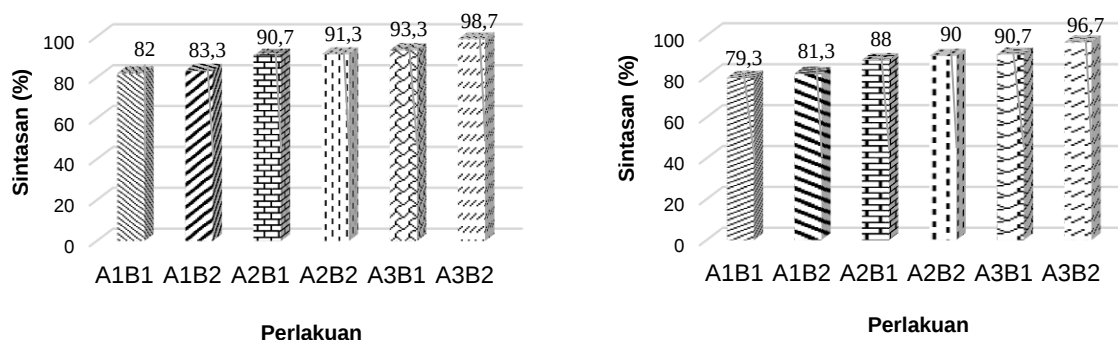
Lebih lanjut, penggunaan minyak cengkih sebagai anestesi alami juga turut membantu menekan respons stres akibat perubahan suhu. Eugenol dalam minyak cengkih dapat menurunkan laju respirasi dan aktivitas ikan secara efektif, sehingga tekanan lingkungan seperti fluktuasi suhu tidak secara langsung memicu kenaikan kadar glukosa darah. Kombinasi antara penenangan melalui anestesi dan kondisi suhu yang masih dalam zona nyaman diyakini menjadi alasan utama mengapa tidak ditemukan perbedaan signifikan dalam kadar glukosa darah antar perlakuan suhu.

Kadar glukosa darah tertinggi setelah pemeliharaan ditemui pada perlakuan A1B1 yaitu dosis 0 ppm minyak cengkih + perlakuan suhu 16–19 °C, dengan nilai rata-rata sebesar 102,89±11,11 mg/dL. Kemudian diikuti perlakuan A1B2 yaitu pemberian dosis 0 ppm minyak cengkih + perlakuan suhu 24–27 °C dengan nilai rata-rata kadar glukosa darah sebesar 96,22±11,91 mg/dL, dan perlakuan A2B1 yaitu pemberian dosis 5 ppm minyak cengkih + perlakuan suhu 16–19 °C dengan nilai rata-rata kadar glukosa darah sebesar 93,33±11,35 mg/dL. Pada perlakuan A2B2 rata-rata kadar glukosa darah sebesar 87,00±15,38 mg/dL, perlakuan A3B1 memiliki nilai rata-rata kadar glukosa darah sebesar 89,67±14,77

mg/dL, dan perlakuan A3B2 memiliki nilai rata-rata kadar glukosa darah yang terendah yaitu sebesar $86,56 \pm 5,01$ mg/dL. Kadar glukosa darah setelah pemeliharaan 3 hari tidak berbeda nyata terhadap dosis minyak cengkih (nilai “Prob>F” = 0,2484). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dosis minyak cengkih pada pengangkutan baik 0, 5, dan 10 ppm secara signifikan tidak memengaruhi kadar glukosa darah pada ikan Tawes. Kadar glukosa darah setelah pemeliharaan tidak berbeda nyata terhadap suhu (nilai “Prob>F” = 0,3602). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan suhu pengangkutan, baik suhu 16-19 °C maupun suhu 24-27 °C secara signifikan tidak memengaruhi kadar glukosa darah ikan Tawes. Hal ini sejalan dengan penelitian Erlangga et al., (2023), yang menunjukkan bahwa penggunaan minyak cengkih (*Eugenia aromatic*) dan variasi jumlah es dalam sistem transportasi tertutup benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) berpengaruh signifikan terhadap sintasan ikan, namun tidak memiliki dampak signifikan terhadap kadar glukosa darah.

Sintasan Setelah Transportasi dan Setelah Pemeliharaan

Sintasan tertinggi tercatat pada perlakuan A3B2 (dosis 10 ppm minyak cengkih + suhu 24–27 °C) dengan rata-rata sebesar $98,7 \pm 1,16\%$, yang secara jelas melampaui standar keberhasilan transportasi ikan. Menurut Syamsunarno et al. (2019), tingkat sintasan $\geq 95\%$ dikategorikan sebagai hasil yang sangat baik dalam transportasi sistem tertutup. Berdasarkan acuan tersebut, hanya perlakuan A3B2 yang memenuhi kriteria ideal keberhasilan transportasi secara mutlak. Perlakuan lain seperti A3B1 (10 ppm + suhu 16–19 °C) dan A2B2 (5 ppm + suhu 24–27 °C) menunjukkan sintasan masing-masing sebesar $93,3 \pm 3,06\%$ dan $91,3 \pm 3,06\%$, yang meskipun masih tergolong tinggi, belum mencapai ambang batas $\geq 95\%$ sebagaimana yang disarankan dalam standar transportasi ikan yang efisien. Ini mengindikasikan bahwa meskipun minyak cengkih pada dosis 10 ppm efektif menekan stres dan meningkatkan kelangsungan hidup, hasil terbaik baru tercapai saat dikombinasikan dengan suhu optimal 24–27 °C. Implikasinya terhadap keberhasilan transportasi sangat signifikan, karena kombinasi perlakuan A3B2 tidak hanya memberikan sintasan tertinggi, tetapi juga menurunkan kadar glukosa darah secara optimal, menandakan bahwa ikan berada dalam kondisi fisiologis yang stabil. Perlakuan A3B2 dapat direkomendasikan sebagai perlakuan efektif dalam menjaga kelangsungan hidup benih selama transportasi tertutup jarak jauh, baik secara biologis maupun ekonomis.



Gambar 2. Sintasan ikan Tawes setelah transportasi (kiri) dan setelah pemeliharaan (kanan)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa secara signifikan sintasan setelah transportasi dipengaruhi oleh dosis cengkih (nilai “Prob<F” = 0,0001). Pada uji lanjut kontras, sintasan pada perlakuan 0 dan 5 ppm sangat berbeda nyata (nilai “Prob<F” = 0,000101387), dan sintasan pada perlakuan 5 dan 10 ppm berbeda nyata (nilai “Prob<F” = 0,0051594913). Histogram menunjukkan sintasan ikan setelah transportasi pada perlakuan suhu tertinggi terjadi pada suhu 24-27 °C dengan rata-rata sebesar 91,1 %, sedangkan persentase rata-rata sintasan setelah transportasi pada perlakuan suhu 16-19°C sebesar 88,7 %. Sintasan tidak berbeda nyata terhadap suhu (nilai “Prob>F” = 0,0637), karena perbedaan suhu pengangkutan baik suhu 16-19 °C dan suhu 24-27 °C tidak secara signifikan memengaruhi sintasan ikan Tawes. Menurut Nurhayati et al., (2023), faktor utama yang terkait dengan transportasi ikan adalah sintasan atau kelangsungan hidup serta kesehatan ikan selama proses pengangkutan.

Persentase sintasan benih ikan Tawes setelah tiga hari pemeliharaan pasca-transportasi disajikan pada Gambar 3. Perlakuan A3B2 (dosis 10 ppm minyak cengkih + suhu 24–27 °C) menunjukkan sintasan tertinggi sebesar $96,70 \pm 1,16\%$, diikuti oleh A3B1 (10 ppm + 16–19 °C) sebesar $90,70 \pm 4,16\%$, dan A2B2 (5 ppm + 24–27 °C) sebesar $90,00 \pm 3,46\%$. Perlakuan dengan sintasan

terendah adalah A1B1 (0 ppm + 16–19 °C) dengan nilai $79,30 \pm 2,31\%$. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa sintasan dipengaruhi secara sangat signifikan oleh dosis minyak cengkih (nilai Prob < 0,0001). Uji lanjut kontras menunjukkan perbedaan signifikan antara dosis 0 ppm dan 5 ppm (Prob < 0,0004), 5 ppm dan 10 ppm (Prob < 0,0226), serta 0 ppm dan 10 ppm (Prob < 0,00001).

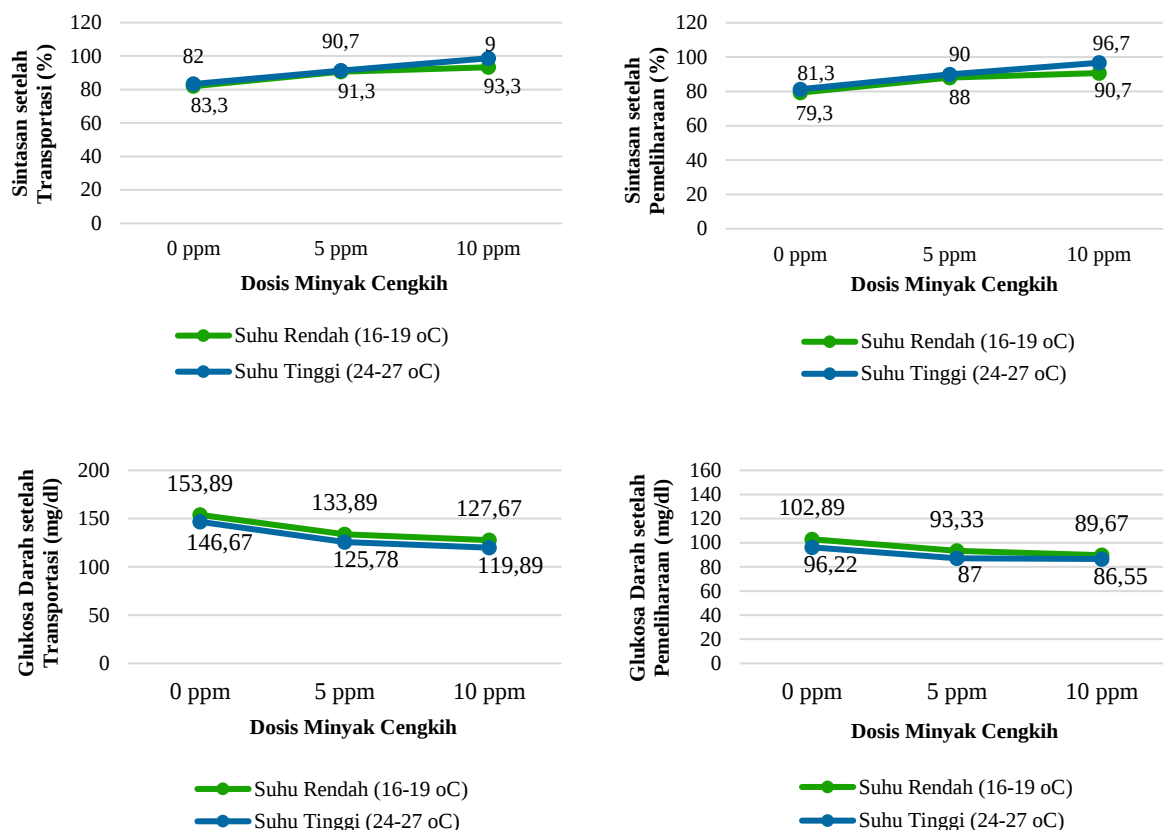
Suhu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sintasan (Prob = 0,0411). Namun demikian, nilai ini sangat mendekati batas signifikansi ($\alpha = 0,05$), sehingga tetap menunjukkan kecenderungan bahwa suhu dapat memberikan efek terhadap kelangsungan hidup ikan, meskipun tidak signifikan secara statistik dalam pengujian ini. Pola yang terlihat menunjukkan bahwa perlakuan pada suhu 24–27 °C menghasilkan sintasan yang lebih tinggi dibandingkan suhu 16–19 °C pada setiap level dosis minyak cengkih. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu yang lebih hangat mungkin memberikan kondisi lingkungan yang lebih mendukung proses pemulihan pasca-biusa dan meningkatkan stabilitas fisiologis ikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Puspa et al., (2024) yang menyatakan bahwa variasi suhu dalam kisaran optimal tidak secara nyata memengaruhi sintasan benih ikan Tawes, tetapi dapat berdampak terhadap kinerja pertumbuhan dan stabilitas fisiologis. Ikan yang dipelihara pada suhu 24–27 °C cenderung berada dalam zona termal optimal, yang mendukung metabolisme, efisiensi respirasi, dan daya tahan tubuh. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat proses metabolik dan menghambat pemulihan pasca-stres, terutama setelah transportasi dan perlakuan anestesi.

Dengan demikian, meskipun suhu tidak berpengaruh signifikan dalam pengujian statistik, kecenderungan biologis yang muncul menunjukkan bahwa pengelolaan suhu tetap menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam transportasi tertutup benih ikan. Studi lanjutan dengan rentang suhu yang lebih spesifik dan jumlah replikasi lebih besar dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait peran suhu terhadap sintasan dan performa fisiologis ikan pasca-transportasi.

Interaksi antar Faktor Minyak Cengkih dan Suhu

Gambar 3 menunjukkan interaksi antar faktor minyak cengkih dan suhu. Hasil yang berbeda terlihat pada interaksi antara faktor minyak cengkih dan suhu terhadap sintasan setelah transportasi. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh faktor minyak cengkih terhadap sintasan benih ikan Tawes setelah transportasi tidak berubah secara nyata pada saat perubahan taraf faktor suhu (nilai “Prob<F” = 0,2658). Demikian juga interaksi antara faktor minyak cengkih dan suhu terhadap sintasan pada pengamatan setelah pemeliharaan. Pengaruh faktor minyak cengkih terhadap sintasan benih ikan setelah pemeliharaan tidak berbeda nyata pada saat perubahan taraf faktor suhu (nilai “Prob<F” = 0,4567). Interaksi antara faktor minyak cengkih dan suhu terhadap glukosa darah setelah transportasi menunjukkan bahwa pengaruh faktor minyak cengkih terhadap glukosa darah setelah transportasi tidak berubah secara nyata pada saat perubahan taraf faktor suhu (nilai “Prob<F” = 0,9986). Meskipun tidak ditemukan studi yang menjelaskan interaksi antara dosis minyak cengkeh dan suhu terhadap kadar glukosa darah ikan Tawes, penelitian pada ikan Gurami (Midihatama & Haditomo, 2018) menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan akibat penggunaan minyak cengkeh dalam transportasi tertutup. Penelitian tentang ikan mas menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan minyak cengkeh dengan es (pengaturan suhu) meningkatkan sintasan dan menurunkan kadar glukosa darah, walaupun tidak dianalisis sebagai interaksi terpisah (Erlangga et al., 2023). Hal ini memberikan dasar yang dapat dijadikan referensi pendukung untuk mengasumsikan bahwa pengaruh minyak cengkeh terhadap glukosa darah kemungkinan tidak banyak berubah dengan perubahan suhu transportasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara dosis minyak cengkih dan suhu tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar glukosa darah setelah pemeliharaan (Prob = 0,9664). Ini berarti bahwa pengaruh dosis minyak cengkih terhadap kadar glukosa bersifat konsisten meskipun suhu berubah—antara 16–19 °C dan 24–27 °C tetap menghasilkan efek yang serupa. Interaksi yang tidak signifikan tersebut menunjukkan bahwa kedua faktor kemungkinan bekerja secara independen, yakni minyak cengkih lebih dominan dalam menekan stres fisiologis melalui mekanisme antimetabolik, sementara variasi suhu pada rentang toleransi termal ikan Tawes tidak memperkuat ataupun melemahkan efek tersebut. Erlangga et al., (2023) mendukung penelitian ini, yakni bahwa kombinasi minyak cengkih dan penggunaan es dalam transportasi benih ikan mas secara signifikan meningkatkan sintasan, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar glukosa darah. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian minyak cengkih memang efektif dalam mengurangi stres metabolik tanpa interaksi temperatur yang kompleks (Prob interaksi >0,05).



Gambar 3. Interaksi faktor minyak cengkih dan suhu setelah transportasi dan pemeliharaan

Secara fisiologis, efek utama minyak cengkih terjadi melalui senyawa eugenol yang menurunkan aktivitas saraf dan respirasi ikan, sehingga respons terhadap stres tetap rendah meski suhu sedikit berubah. Sementara suhu dalam kisaran 16–27 °C masih berada dalam zona aman dan adaptif bagi ikan Tawes, sehingga tidak terjadi peningkatan kadar glukosa darah sebagai hasil stres terhadap suhu tertentu. Interaksi yang tidak signifikan ini juga dapat mengindikasikan bahwa mekanisme homeostasis ikan tetap menjaga kestabilan metabolik terhadap fluktuasi suhu ringan selama pemulihan pasca transportasi.

Dengan demikian, meskipun suhu tidak memberikan kontribusi perubahan glukosa darah secara signifikan ketika digabung dengan konfigurasi dosis minyak cengkih, efek stabil dari minyak cengkih tetap menjadi penentu utama dalam menjaga kondisi fisiologis ikan. Untuk memperkuat hasil penelitian ini, direkomendasikan penelitian lanjutan dengan rentang suhu yang lebih ekstrem dan desain eksperimental yang mampu mendeteksi interaksi minor secara lebih sensitif.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian minyak cengkih dosis 10 ppm dengan suhu 24–27 °C menghasilkan rata-rata kadar glukosa darah dan sintasan tertinggi setelah transportasi dan pemeliharaan. Dosis minyak cengkih terbukti berpengaruh signifikan terhadap kadar glukosa darah dan sintasan benih ikan Tawes, sedangkan suhu tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, meskipun suhu 24–27 °C cenderung memberikan sintasan lebih tinggi dibandingkan suhu 16–19 °C. Interaksi antara dosis minyak cengkih dan suhu juga tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter yang diamati, mengindikasikan bahwa kedua faktor bekerja secara independen. Dengan demikian, kombinasi 10 ppm minyak cengkih dan suhu 24–27 °C dapat direkomendasikan secara deskriptif sebagai perlakuan yang menghasilkan respons fisiologis dan sintasan paling optimal dalam transportasi tertutup benih ikan Tawes.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Tatelu, Sulawesi Utara yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlangga, G., Kusumaningrum, D. A., & Prayogo, M. T. (2023). Efektivitas kombinasi minyak cengkeh dan penurunan suhu terhadap sintasan dan kadar glukosa benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam transportasi sistem tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 7(1), 35–42.
- Erlangga, M. Z., Hastuti, S., & Yuniarti, T. (2023). Pengaruh Minyak Cengkih (*Eugenia aromatica*) dan Penggunaan Es dalam Transportasi Sistem Tertutup Terhadap Kelulushidupan dan Kadar Glukosa Darah Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 8(1), 69-78.
- Firdaus, M. W., Fitri, A. D. P., & Jayanto, B. B. (2018). Analisis Adaptasi Perubahan Salinitas dan Survival Rate Ikan Koan (*Ctenopharyngodon idella*) sebagai Alternatif Umpan Hidup pada Pole and Line. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(2), 19-28.
- Hastuti, S., & Subandiyono S. (2018). Haematological Parameters of the North African Catfish *Clarias gariepinus* Farmed Using Biofloc Technology. *AACL Bioflux*, 11(4), 1415-1424.
- Ina, S.Y.T., S. Tangguda, & N.P.D. Kusuma. (2023). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan embrio ikan nilem (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842). *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani* 2(2): 14-24.
- Kusuma, N. P. D., Saragih, D. D., & Anggraini, S. I. (2021). Performance of Hybrid Seeds of a Cross between Nirwana II, Best, Sultana and Jatimbulan Tilapia Strains in Nursery. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2021*. Pp. 25-35. <https://www.researchgate.net/publication/374660066>.
- Kusuma, N. P. D., Herawati, E. Y., & Sambah, A. B. (2021). Keragaman Benih Sidat dan Sidat Dewasa (*Anguilla* sp.) di Sungai Dumoga, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(2), 259–266. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i2.263>.
- Kusuma, N. P. D., Suparman, M., Saragih, D. D., Turnip, G., & Nomleni, A. (2022). Growth Performance and Survival of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Reared in a Recirculating Aquaculture System with Different Filter and Stocking Density. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2022* (Semnaskan-UGM XIX) Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Kusuma, N. P. D., & Valentine, R. Y. (2023). Teknik Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di Munir Koi Ngrajek 3 Mungkid, Jawa Tengah. *Fisheries: Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5(2), 74-77.
- Kusuma, N. P. D., Tangguda, S., & Lau, J. R. (2024). Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada Padat Tebar Berbeda. *Journal Galung Tropika*, 13(2), 256–267. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i2.1219>.
- Midihatama, I., & Haditomo, A. H. (2018). Pengaruh penggunaan minyak cengkeh terhadap kadar glukosa darah benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) selama transportasi sistem tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(2), 73–78. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/sat/article/view/2705>.
- Nurkholifah, S., Hastuti, S., Amalia, S., & Subandiyono. (2022). Pengaruh Eugenol terhadap Kelulushidupan dan Kadar Glukosa Darah Calon Induk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Transportasi Sistem Tertutup. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 6(1): 24-35. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i1.12363>.
- Nurhayati, D., Hastuti, S., & Subandiyono. (2023). *Sistem Transportasi Ikan Hidup*. CV. Eureka Media Aksara. Jawa Tengah. Pp. 27.
- Saenphet, K., Saenphet, S., Tanasrivaroottanun, N., Srisuttha, P., Phinrub, W., Panprommin, D., & Panase, P. (2025). Assessing Thermal Stress in Silver Barb (*Barbonymus gonionotus*): Oxidative Stress and Biochemical, Hematological, Hormonal, and Operculum Responses Within Survival Temperature Range. *Fishes*, 10(6), 287. <https://doi.org/10.3390/fishes10060287>
- Park, I. S., Lee, T. H. & Lim, S. G. (2018). Anesthetic Efficacy and Physiological Responses of Clove Oil on Juvenile and Adult Red Spotted Grouper, *Epinephelus akarra*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(25), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s41240-018-0100-5>.

- Puspa, D., Mahardika, I. G. N., & Arimbawa, I. M. (2024). Growth performance of Java barb (*Barbonymus gonionotus*) in relation with water temperature. *AACL Bioflux*, 17(3), 1101–1107.
- Putri, A. I., Hastuti, S., & Sarjito. (2022). Pengaruh Penggunaan Minyak Pohon Teh (*Melaleuca alternifolia*) sebagai Bahan Anestesi pada Sistem Transportasi terhadap Profil Darah dan Tingkat Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 6(1), 54 - 64. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i1.12846>.
- Rahmawati, M., Mukti, A. T., & Andriyono, S. (2023). Morphological and Molecular Identification of Java Barb (*Barbonymus gonionotus*) from East Java Province. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1273/1/012015>.
- Saragih, D. D., Kusuma, N. P. D., Amalo, P., & Turnip, G. (2022). Respon Pertumbuhan Ikan Gurame (*Osphronemus goramy* Lac.) yang Diberi Jenis Pakan Berbeda dengan Sistem Budidaya Resirkulasi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 4(1), 13-22.
- Saragih, D. D., Kusuma, N. P. D., & Suryadi, L. P. F. (2024). Prevalensi *Tubifex* sp. yang Terinfeksi Parasit dan Bakteri di BPBAT Tatelu, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(1), 1-10. <https://doi.org/10.29303/jp.v14i1.676>.
- Syamsunarno, M. B., Maulana, M. K., Indaryanto, F. R., & Mustahal. (2019). Kepadatan Optimum untuk Menunjang Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Transportasi Sistem Tertutup. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 70-78.
- Tamsil, A. (2024). *Monograf Ikan Tawes: Biologi Reproduksi dan Domestikasinya*. CV. Idebuku. Makassar. Pp. 80.
- Utami, K. P., Hastuti, S., & Nugroho, R. A. (2018). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(2), 53-63. <https://doi.org/10.14710/sat.v2i2.3140>.
- Zeitun, I. (2016) Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Total Eritrosit Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus* sp.) Dalam Transportasi Tertutup. *Skripsi*. Universitas Airlangga.