SainsMath: Jurnal MIPA Sains Terapan, Juli 2026, 5(2), 17-24
p-ISSN: 2964-4720 e-ISSN: 2964-4399
Available online at https://newjournal.unindra.ac.id/index.php/sainsmath

Respon Perilaku Jangka Pendek (*Short-Term Behavioral Response*) Ikan Cupang (*Betta splendens*) terhadap Variasi Suhu dan Salinitas Air

Dyah Ayu Cahyaningrum[1*], Dwi Nanda Banu[1], Apika Aprilia[1], Rahayu Utami[1]
[1]Universitas Indraprasta PGRI,
Jl. Nangka Raya No.58 C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia

Abstract
This study analyzed the effects of temperature and salinity on the short-term behavioral responses of Siamese fighting fish (Betta splendens). A 3×3 factorial completely randomized design combined temperatures of 25, 28, and 31°C with salinities of 0, 5, and 10 ppt, using two replicates per combination (18 fish). The response variables were fin and tail movement frequencies, horizontal and vertical movements, and freeze duration. Each response was analyzed using two-way ANOVA followed by Tukey's HSD, Holm adjustment, partial eta squared, and permutation-based sensitivity tests. Temperature significantly affected all behavioral variables ($F(2,9)=31.60–108.44$; Holm-adjusted $p<0.001$), as did salinity ($F(2,9)=33.78–55.60$; Holm-adjusted $p<0.001$). No temperature×salinity interaction was detected for any response ($F(4,9)=0.20–0.61$; $p=0.665–0.932$). Among the tested levels, 28°C produced the highest active-movement measures and the shortest freezing duration, whereas 10 ppt produced the opposite pattern. These findings should be treated as preliminary because each treatment combination contained only two replicates.

Keywords: *Betta splendens*, locomotor activity, water temperature, salinity, short-term behavioral response

(*) Corresponding Author: unindramipa.bio2xa@gmail.com dan 087872238666

How to Cite: Cahyaningrum, D.A., Banu, D.N., Aprilia, A., Utami, R. (2026). Respon Perilaku Jangka Pendek (Short-Term Behavioral Response) Ikan Cupang (*Betta splendens*) terhadap Variasi Suhu dan Salinitas Air. *SainsMath: Jurnal MIPA Sains Terapan*, 5 (2): 17-24.

PENDAHULUAN

Ikan cupang (*Betta splendens*) merupakan ikan air tawar Asia Tenggara yang banyak dipelihara sebagai ikan hias dan semakin digunakan sebagai organisme model dalam kajian perilaku, neurobiologi, dan evolusi. Pola geraknya mudah diamati, dapat dikuantifikasi, dan berubah cepat ketika ikan menghadapi rangsangan atau tekanan lingkungan. Protokol pemeliharaan yang konsisten, aklimatisasi memadai, serta standardisasi kondisi uji diperlukan karena riwayat pemeliharaan dan variasi individual dapat memengaruhi respons perilaku (Lichak et al., 2022; Dupeyron & Wallace, 2023).

Perilaku dapat digunakan sebagai indikator nonletal untuk mendeteksi perubahan keadaan ikan dalam waktu relatif singkat. Perubahan frekuensi gerak, eksplorasi ruang, dan durasi tidak bergerak dapat muncul sebelum dampak yang lebih berat, seperti gangguan pertumbuhan atau kematian, dapat diamati. Pada *Betta splendens*, riwayat transportasi, kondisi pemulihan, rangsangan sosial, dan mutu lingkungan diketahui berkaitan dengan perubahan aktivitas serta respons stres (Alex et al., 2023; Hemmatzadeh et al., 2024; Thongprajukaew et al., 2025). Karena itu, pengukuran beberapa komponen perilaku secara bersamaan dapat memberikan gambaran yang lebih utuh dibandingkan satu indikator tunggal.

Suhu air mengatur laju proses fisiologis pada ikan sebagai hewan ektoterm. Perubahan suhu dapat mengubah aktivitas renang, penggunaan energi, respons kecemasan, dan kadar hormon stres. Pada medaka (*Oryzias latipes*), paparan panas tunggal dan berulang menghasilkan pola lokomotor yang berbeda, sedangkan pada koi (*Cyprinus*

carpio) kekuatan perilaku dan kecepatan renang berubah mengikuti gradien suhu (Otsuka et al., 2022; Zhong & Ren, 2025). Oleh karena itu, respons suhu perlu dinilai pada beberapa taraf dan tidak cukup disimpulkan dari satu perbandingan perlakuan.

Salinitas juga dapat mengubah keseimbangan osmotik dan alokasi energi ikan air tawar. Pada larva zebrafish, stres osmotik akut meningkatkan freezing dan respons kecemasan tertentu secara bergantung dosis dan konteks (Cheng et al., 2022). Namun, toleransi terhadap salinitas bersifat spesifik spesies dan bergantung pada lama paparan; sebagai contoh, *Pangasianodon hypophthalmus* masih menunjukkan toleransi pertumbuhan pada salinitas sampai 10.000 ppm dalam kondisi pemeliharaan tertentu (Mugwanya et al., 2023). Dengan demikian, perubahan perilaku jangka pendek tidak boleh langsung disamakan dengan dampak pertumbuhan atau kelangsungan hidup jangka panjang.

Suhu dan salinitas secara biologis berpotensi bekerja secara bersamaan. Kenaikan atau penurunan suhu dapat mengubah kebutuhan energi dan laju aktivitas, sedangkan perubahan salinitas menambah kebutuhan untuk mempertahankan keseimbangan air dan ion. Apabila biaya osmoregulasi berubah pada suhu yang berbeda, pengaruh salinitas terhadap perilaku dapat menguat atau melemah; kondisi tersebut akan muncul secara statistik sebagai interaksi suhu×salinitas. Sebaliknya, tidak adanya interaksi menunjukkan bahwa pola pengaruh salah satu faktor relatif serupa pada taraf faktor lainnya dalam rentang yang diuji. Oleh sebab itu, desain faktorial lebih informatif daripada menguji suhu dan salinitas melalui dua eksperimen terpisah (Andrade, 2024).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perilaku *Betta splendens* dapat dikuantifikasi melalui aktivitas renang, posisi, respons terhadap objek, dan durasi perilaku tertentu. Pengamatan video juga menghasilkan respons perilaku yang dapat dibandingkan secara sistematis pada konteks rangsangan tertentu (Alex et al., 2023; Dupeyron & Wallace, 2023). Namun, sebagian besar kajian mutakhir pada ikan cupang berfokus pada interaksi sosial, pemeliharaan, transportasi, atau satu jenis tekanan lingkungan. Dalam lingkup rujukan yang digunakan pada penelitian ini, bukti eksperimental mengenai pengaruh simultan beberapa taraf suhu dan salinitas terhadap perilaku jangka pendek ikan cupang masih terbatas.

Lima parameter dipilih untuk menangkap dua arah respons yang saling melengkapi. Frekuensi gerak sirip dan ekor menggambarkan aktivitas motorik, perpindahan horizontal dan vertikal menggambarkan eksplorasi ruang, sedangkan durasi freeze menggambarkan berkurangnya perpindahan yang dapat muncul ketika ikan menghadapi kondisi yang tidak menguntungkan. Kelima parameter dianalisis secara terpisah karena memiliki satuan dan makna biologis yang berbeda. Pendekatan ini juga mencegah hilangnya informasi yang dapat terjadi apabila seluruh ukuran digabungkan menjadi satu indeks komposit.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, pertanyaan penelitian dirumuskan sebagai berikut: (1) apakah suhu memengaruhi perilaku jangka pendek *Betta splendens*; (2) apakah salinitas memengaruhi perilaku tersebut; dan (3) apakah pengaruh salinitas berbeda pada taraf suhu yang berbeda. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh utama suhu, pengaruh utama salinitas, dan interaksi suhu×salinitas terhadap frekuensi gerak sirip, frekuensi gerak ekor, gerakan horizontal, gerakan vertikal, dan durasi freeze. Hipotesis alternatif menyatakan bahwa paling sedikit terdapat satu perbedaan rataan antartaraf untuk masing-masing faktor dan dimungkinkan adanya interaksi kedua faktor. Gerak aktif tinggi dan freeze rendah diperlakukan sebagai profil perilaku yang lebih aktif, bukan sebagai bukti langsung mengenai kesejahteraan atau perubahan fisiologis yang tidak diukur.

METODE

Desain, waktu, dan tempat penelitian

Penelitian kuantitatif eksperimental ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial 3×3. Faktor pertama adalah suhu air, yaitu 25°C (S1), 28°C (S2), dan 31°C (S3). Faktor kedua adalah salinitas, yaitu 0 ppt (T1), 5 ppt (T2), dan 10 ppt (T3). Setiap kombinasi perlakuan memiliki dua ulangan, sehingga terdapat 18 unit percobaan. Penelitian dilaksanakan pada Jumat, 19 Desember 2025 pukul 09.00–17.00 WIB di Kademangan, Tangerang Selatan.

Variabel penelitian

Variabel bebas terdiri atas suhu dan salinitas. Variabel terikat terdiri atas frekuensi gerak sirip, frekuensi gerak ekor, jumlah gerakan horizontal, jumlah gerakan vertikal, dan durasi freeze. Variabel yang diupayakan tetap sama meliputi jenis kelamin, ukuran ikan, volume media, jenis pakan sebelum pengamatan, waktu stabilisasi, dan cara pengamatan. Kombinasi suhu×salinitas dimasukkan ke model untuk menguji apakah pengaruh salah satu faktor berubah pada taraf faktor yang lain.

Hewan uji dan unit percobaan

Hewan uji adalah 18 ekor *Betta splendens* jantan berukuran sekitar 4 cm yang diperoleh dari Pasar Parung. Satu ekor ikan ditempatkan pada satu wadah individual dan menjadi satu unit percobaan. Berdasarkan catatan mentah, ikan dibeli pada hari Kamis, diaklimatisasi sebelum pengamatan hari Jumat, dan diberi pakan cacing sutra. Kondisi kesehatan awal ikan tidak sepenuhnya seragam dan tidak tersedia skor kesehatan individual sebelum perlakuan.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi wadah/akuarium individual berisi sekitar 10 L air, termometer digital, refraktometer, heater bertermostat, aerator, stopwatch, kamera video, dan pipet ukur. Bahan penelitian meliputi ikan cupang jantan, air tawar, garam laut untuk pengaturan salinitas, dan cacing sutra sebagai pakan sebelum percobaan.

Prosedur eksperimen

Wadah dibersihkan dan diisi media air yang telah diaerasi. Suhu diatur menggunakan heater hingga mencapai taraf perlakuan, sedangkan salinitas diatur dengan penambahan garam dan diverifikasi menggunakan refraktometer. Setelah ikan ditempatkan pada wadah perlakuan, kondisi media distabilkan selama 60 menit sebelum pengamatan. Pengamatan perilaku dilakukan secara langsung dan diperiksa kembali melalui rekaman video. Catatan cuaca menunjukkan kondisi mendung hingga hujan selama pelaksanaan; perubahan suhu ruang berpotensi memengaruhi kestabilan media dan diperlakukan sebagai keterbatasan penelitian.

Parameter dan instrumen pengamatan

Satuan pengukuran mengikuti lembar data mentah: gerak sirip dan gerak ekor dinyatakan sebagai frekuensi per menit; gerakan horizontal dan vertikal dinyatakan sebagai jumlah kejadian per 10 menit; serta freeze dinyatakan sebagai detik per 10 menit. Freeze didefinisikan sebagai periode ketika ikan tidak menunjukkan perpindahan posisi yang jelas. Penghitungan dilakukan secara manual dan diverifikasi melalui video. Tidak terdapat pengukuran fisiologis langsung, seperti kortisol, konsumsi oksigen, atau indikator osmoregulasi.

Analisis data dan statistik

Setiap parameter perilaku disajikan sebagai rata-rata±simpangan baku. Karena satuan kelima parameter berbeda, Indeks Aktivitas Gerak (IAG) pada naskah awal tidak digunakan; penjumlahan frekuensi per menit, jumlah per 10 menit, dan durasi dalam detik menghasilkan indeks yang tidak konsisten secara dimensional. Masing-masing dari lima

respons mentah dianalisis secara terpisah menggunakan ANOVA dua arah dengan suhu dan salinitas sebagai faktor tetap. Model yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Data setiap parameter perilaku disajikan dalam bentuk rata-rata dan simpangan baku, kemudian dianalisis secara terpisah menggunakan ANOVA dua arah dengan bantuan IBM SPSS Statistics. Suhu dan salinitas digunakan sebagai faktor perlakuan, sedangkan gerak sirip, gerak ekor, gerakan horizontal, gerakan vertikal, dan durasi *freeze* digunakan sebagai variabel respons. Apabila ditemukan pengaruh yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey HSD untuk mengetahui perbedaan antar taraf perlakuan. Taraf signifikansi ditetapkan sebesar 5% ($p<0,05$), dan besarnya pengaruh perlakuan dilaporkan menggunakan eta kuadrat parsial.

Karena terdapat beberapa parameter yang diuji secara bersamaan, koreksi Holm diterapkan untuk mengurangi risiko kesimpulan signifikan akibat pengujian berulang. Jumlah ulangan yang hanya dua pada setiap kombinasi perlakuan menyebabkan pengujian asumsi ANOVA perlu ditafsirkan secara hati-hati. Oleh karena itu, hasil ANOVA juga diperiksa menggunakan analisis permutasi sebagai analisis pendukung untuk memastikan kestabilan kesimpulan.

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil

Pengaruh kombinasi suhu dan salinitas terhadap aktivitas gerak *Betta splendens* dianalisis berdasarkan lima parameter perilaku, yaitu frekuensi gerak sirip, frekuensi gerak ekor, jumlah gerakan horizontal, jumlah gerakan vertikal, serta durasi diam (freeze). Setiap kombinasi perlakuan dilakukan dua kali ulangan, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai representatif masing-masing perlakuan..

Tabel 1. Rata-Rata Aktivitas Gerak *Betta splendens* pada Berbagai Kombinasi Suhu dan Salinitas

Suhu	Salinitas	Gerak Sirip (/mnt)	Gerak Ekor (/mnt)	Horizontal (x/10 mnt)	Vertikal (x/10 mnt)	Freeze (detik/10 mnt)
25°C	0 ppt	38,0	22,0	18,0	12,0	120
25°C	5 ppt	34,0	19,0	15,0	10,0	150
25°C	10 ppt	28,0	15,0	11,0	7,0	200
28°C	0 ppt	55,0	35,0	30,0	22,0	70
28°C	5 ppt	50,0	31,0	27,0	19,0	90
28°C	10 ppt	42,0	26,0	21,0	14,0	140
31°C	0 ppt	46,0	29,0	24,0	17,0	110
31°C	5 ppt	41,0	26,0	21,0	14,0	130
31°C	10 ppt	33,0	21,0	16,0	10,0	190

Secara deskriptif, kombinasi 28°C–0 ppt menghasilkan rata-rata tertinggi untuk gerak sirip (55,0/menit), gerak ekor (35,0/menit), gerakan horizontal (30,0/10 menit), dan gerakan vertikal (22,0/10 menit), sekaligus durasi freeze terendah (70,0 detik/10 menit). Kombinasi 25°C–10 ppt menunjukkan gerak aktif terendah dan freeze tertinggi (200,0

detik/10 menit). Pola yang sama tampak pada kedua ulangan, tetapi simpangan baku harus ditafsirkan hati-hati karena n=2 per sel.

Tabel 2. Ringkasan ANOVA dua arah untuk lima parameter perilaku

Respons	Sumber	F(db efek, 9)	p	ηp²
Sirip	Suhu	69,542 (2, 9)	<0,001	0,939
Sirip	Salinitas	41,167 (2, 9)	<0,001	0,901
Sirip	Suhu × salinitas	0,292 (4, 9)	0,876	0,115
Ekor	Suhu	108,444 (2, 9)	<0,001	0,960
Ekor	Salinitas	48,444 (2, 9)	<0,001	0,915
Ekor	Suhu × salinitas	0,278 (4, 9)	0,885	0,110
Horizontal	Suhu	96,333 (2, 9)	<0,001	0,955
Horizontal	Salinitas	49,000 (2, 9)	<0,001	0,916
Horizontal	Suhu × salinitas	0,333 (4, 9)	0,849	0,129
Vertikal	Suhu	56,444 (2, 9)	<0,001	0,926
Vertikal	Salinitas	33,778 (2, 9)	<0,001	0,882
Vertikal	Suhu × salinitas	0,611 (4, 9)	0,665	0,214
Freeze	Suhu	31,600 (2, 9)	<0,001	0,875
Freeze	Salinitas	55,600 (2, 9)	<0,001	0,925
Freeze	Suhu × salinitas	0,200 (4, 9)	0,932	0,082

Keterangan: ηp²=eta kuadrat parsial. Setelah koreksi Holm untuk 15 uji, seluruh pengaruh utama tetap p<0,001, sedangkan seluruh interaksi p tersesuaikan=1,000

ANOVA dua arah menunjukkan bahwa suhu memengaruhi seluruh respons, dengan F(2,9)=31,600–108,444 dan ηp²=0,875–0,960. Salinitas juga memengaruhi seluruh respons, dengan F(2,9)=33,778–55,600 dan ηp²=0,882–0,925. Semua pengaruh utama tetap signifikan setelah koreksi Holm (p<0,001). Sebaliknya, interaksi suhu×salinitas tidak signifikan pada seluruh parameter, F(4,9)=0,200–0,611; p=0,665–0,932. Artinya, data tidak memberikan bukti bahwa pola pengaruh salinitas berubah secara bermakna pada suhu yang berbeda.

Tabel 3. Interpretasi sederhana keluaran GLM Univariate SPSS

Respons	Suhu	Salinitas	Interaksi	Interpretasi
Sirip	Signifikan p<0,001	Signifikan p<0,001	Tidak signifikan p=0,876	Dipengaruhi suhu dan salinitas secara mandiri, tidak ada bukti interaksi.
Ekor	Signifikan p<0,001	Signifikan p<0,001	Tidak signifikan p=0,885	Dipengaruhi suhu dan salinitas secara mandiri, tidak ada bukti interaksi.
Horizontal	Signifikan p<0,001	Signifikan p<0,001	Tidak signifikan p=0,849	Dipengaruhi suhu dan salinitas secara mandiri, tidak ada bukti interaksi.

Respons	Suhu	Salinitas	Interaksi	Interpretasi
Vertikal	Signifikan p<0,001	Signifikan p<0,001	Tidak signifikan p=0,665	Dipengaruhi suhu dan salinitas secara mandiri, tidak ada bukti interaksi.
Freeze	Signifikan p<0,001	Signifikan p<0,001	Tidak signifikan p=0,932	Dipengaruhi suhu dan salinitas secara mandiri, tidak ada bukti interaksi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu dan salinitas masing-masing berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter perilaku yang diamati ($p<0,05$). Perubahan taraf suhu maupun salinitas diikuti oleh perubahan frekuensi gerak sirip, gerak ekor, gerakan horizontal, gerakan vertikal, dan durasi freeze. Sebaliknya, interaksi suhu dan salinitas tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p>0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh salinitas relatif konsisten pada setiap taraf suhu yang diuji. Namun, tidak signifikannya interaksi tidak serta-merta membuktikan bahwa interaksi biologis tidak terjadi, terutama karena penelitian ini hanya menggunakan dua ulangan pada setiap kombinasi perlakuan.

Pembahasan

Hasil inferensial memperlihatkan bahwa suhu dan salinitas masing-masing mempunyai pengaruh utama yang kuat terhadap seluruh parameter perilaku. Di antara tiga taraf yang diuji, suhu 28°C berhubungan dengan gerak sirip, gerak ekor, serta perpindahan horizontal dan vertikal yang lebih tinggi, sekaligus freeze yang lebih rendah. Temuan ini menunjukkan puncak aktivitas pada taraf 28°C dalam ruang perlakuan penelitian, tetapi tidak cukup untuk menyatakan 28°C sebagai suhu optimum universal bagi semua strain, umur, atau kondisi pemeliharaan *Betta splendens*.

Pola suhu tersebut sejalan dengan bukti bahwa stres panas dapat mengubah aktivitas lokomotor dan respons kecemasan ikan. Otsuka et al. (2022) menunjukkan bahwa paparan panas akut dan berulang pada medaka dapat menghasilkan respons lokomotor yang berbeda, sedangkan Zhong dan Ren (2025) menunjukkan perubahan kekuatan perilaku dan kecepatan renang koi pada gradien suhu. Respons 25°C dan 31°C yang lebih rendah daripada 28°C dalam penelitian ini dapat mencerminkan biaya penyesuaian pada suhu yang lebih jauh dari kondisi pemeliharaan, tetapi mekanisme tersebut belum dapat dipastikan karena metabolisme, konsumsi oksigen, dan kortisol tidak diukur.

Salinitas menghasilkan pola dosis yang konsisten. Dibanding 0 ppt, salinitas 5 dan 10 ppt menurunkan seluruh ukuran gerak aktif dan memperpanjang freeze. Peningkatan freezing setelah stres osmotik akut juga dilaporkan pada larva zebrafish, dengan respons yang bergantung pada dosis dan konteks pengujian (Cheng et al., 2022). Walaupun demikian, hasil antarspesies tidak dapat digeneralisasi secara langsung. Mugwanya et al. (2023) melaporkan toleransi pertumbuhan *Pangasianodon hypophthalmus* pada salinitas sampai 10.000 ppm dalam kondisi tertentu, sedangkan penelitian ini menilai respons perilaku akut *Betta splendens*. Perbedaan spesies, lama paparan, ukuran ikan, dan parameter keluaran dapat menjelaskan perbedaan tersebut.

Interaksi suhu×salinitas tidak signifikan untuk kelima respons. Secara statistik, hasil ini berarti tidak ditemukan bukti bahwa efek salinitas bergantung pada suhu dalam rentang 25–31°C, atau sebaliknya. Namun, hasil tidak signifikan tidak membuktikan bahwa interaksi biologis benar-benar tidak ada. Interaksi umumnya memerlukan ukuran sampel lebih besar daripada pengaruh utama untuk dideteksi secara memadai; perencanaan daya untuk desain faktorial perlu didasarkan pada pola rataan yang diharapkan dan ukuran efek

interaksi (Lakens & Caldwell, 2021). Dengan dua ulangan per sel, penelitian ini memiliki ketidakpastian tinggi terutama untuk interaksi.

Analisis langsung terhadap lima parameter mentah memperbaiki kelemahan IAG pada naskah awal. Indeks tersebut sebelumnya menjumlahkan gerak per menit, kejadian per 10 menit, dan kemudian membaginya dengan durasi tertentu, sehingga tidak memiliki satuan yang dapat ditafsirkan. Pemisahan respons juga menunjukkan bahwa kesimpulan tidak didorong oleh satu parameter saja: arah pengaruh suhu dan salinitas konsisten pada sirip, ekor, gerak horizontal, gerak vertikal, dan freeze. Koreksi Holm digunakan untuk mengurangi risiko bahwa signifikansi muncul semata-mata akibat banyaknya pengujian.

Dari sisi metode, pengamatan video dan definisi operasional yang jelas dapat meningkatkan keterulangan penilaian perilaku. Penelitian *Betta splendens* terkini menunjukkan bahwa perilaku dapat dikuantifikasi secara sistematis melalui rekaman dan rangsangan terstandar (Alex et al., 2023; Dupeyron & Wallace, 2023). Akan tetapi, perhitungan manual pada penelitian ini tetap membuka peluang kesalahan pencatatan. Penelitian berikutnya sebaiknya menggunakan video-tracking otomatis, pembutaan pengamat terhadap perlakuan, pengacakan urutan pengamatan, dan penilaian reliabilitas antarpenilai.

Keterbatasan lain meliputi hanya dua ulangan per kombinasi, penggunaan ikan jantan dari pasar dengan kondisi awal yang tidak seragam, aklimatisasi singkat, pengamatan dalam rentang delapan jam yang berpotensi bercampur dengan variasi harian, cuaca mendung-hujan, serta tidak dicatatnya pH, oksigen terlarut, dan amonia. Studi pemulihan setelah transportasi pada *Betta splendens* menunjukkan bahwa proses aklimatisasi dapat berlangsung beberapa hari (Thongprajukaew et al., 2025), sehingga aklimatisasi sekitar satu hari pada penelitian ini mungkin belum menghilangkan pengaruh stres awal. Dengan demikian, hasil lebih tepat dipandang sebagai bukti pendahuluan yang perlu direplikasi, bukan dasar tunggal untuk menetapkan standar pemeliharaan.

Secara praktis, kombinasi 28°C dan 0 ppt memberikan profil perilaku paling aktif di antara perlakuan yang diuji. Namun, aktivitas tinggi tidak selalu identik dengan kesejahteraan, dan freeze rendah bukan satu-satunya indikator kondisi fisiologis. Rekomendasi budidaya sebaiknya mempertimbangkan data kelangsungan hidup, nafsu makan, pertumbuhan, kualitas air, serta indikator fisiologis. Penambahan garam pada media ikan cupang tidak dapat direkomendasikan atau ditolak hanya berdasarkan penelitian ini; konsentrasi, tujuan penggunaan, durasi, dan kondisi kesehatan ikan perlu diuji dengan rancangan yang lebih kuat.

KESIMPULAN

ANOVA dua arah menunjukkan bahwa suhu dan salinitas masing-masing berpengaruh signifikan terhadap gerak sirip, gerak ekor, gerakan horizontal, gerakan vertikal, dan durasi freeze *Betta splendens*. Tidak ditemukan interaksi suhu×salinitas yang signifikan pada kelima respons. Di antara taraf yang diuji, 28°C menghasilkan gerak aktif tertinggi dan freeze terendah, sedangkan kenaikan salinitas dari 0 menjadi 10 ppt menurunkan gerak aktif dan meningkatkan freeze. Temuan tetap harus ditafsirkan sebagai hasil pendahuluan karena hanya terdapat dua ulangan per kombinasi, aklimatisasi singkat, dan beberapa faktor kualitas air tidak dicatat. Penelitian lanjutan memerlukan jumlah ulangan lebih besar, pengacakan dan pembutaan yang terdokumentasi, video-tracking otomatis, serta pengukuran fisiologis untuk menguji mekanisme stres termal dan osmotik.

REFERENSI

Alex, D., Cardoso, S. D., Ramos, A., & Gonçalves, D. (2023). Behavioral and endocrine responses to noninteractive live and video conspecifics in males of the Siamese fighting fish. *Current Zoology*, 69(5), 568–577. https://doi.org/10.1093/cz/zoac078

Andrade, C. (2024). Understanding factorial designs, main effects, and interaction effects: Simply explained with a worked example. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 46(2), 175–177. https://doi.org/10.1177/02537176241237066

Cheng, R.-K., Tan, J. X. M., Chua, K. X., Tan, C. J. X., & Wee, C. L. (2022). Osmotic stress uncovers correlations and dissociations between larval zebrafish anxiety endophenotypes. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 15, 900223. https://doi.org/10.3389/fnmol.2022.900223

Dupeyron, S., & Wallace, K. J. (2023). Quantifying the neural and behavioral correlates of repeated social competition in the fighting fish *Betta splendens*. *Fishes*, 8(8), 384. https://doi.org/10.3390/fishes8080384

Hemmatzadeh, M., Mohammadiazarm, H., Ghasemi, S. A., & Rezaie, A. (2024). Influence of humic acids on growth performance, bravery, stress resistance, antioxidant activity, and immune gene expression in male Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Aquaculture Reports*, 38, 102286. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102286

Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2021). Simulation-based power analysis for factorial analysis of variance designs. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1). https://doi.org/10.1177/2515245920951503

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

Mugwanya, M., Kimera, F., Madkour, K., Dawood, M. A. O., & Sewilam, H. (2023). Influence of salinity on the biometric traits of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) and barley (Hordeum vulgare) cultivated under an integrated aquaculture-agriculture system. *BMC Plant Biology*, 23, 417. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04422-5

Otsuka, A., Shimomura, Y., Sakikubo, H., Miura, K., & Kagawa, N. (2022). Effects of single and repeated heat stress on anxiety-like behavior and locomotor activity in medaka fish. *Fisheries Science*, 88, 45–54. https://doi.org/10.1007/s12562-021-01561-2

Ramos, A., Alex, D., Cardoso, S. D., & Gonçalves, D. (2021). Androgens and corticosteroids increase in response to mirror images and interacting conspecifics in males of the Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Hormones and Behavior*, 132, 104991. https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2021.104991

Thongprajukaew, K., Malawa, S., Poolthajit, S., Nuntapong, N., & Hahor, W. (2025). Recovery of male Siamese fighting fish (*Betta splendens*) after overland shipping. Animals, 15(14), 2156. https://doi.org/10.3390/ani15142156

Zhong, G., & Ren, Z. (2025). The behavioral responses of koi carp (*Cyprinus carpio*) to different temperatures: Which is better, infrared or quadrupole technology? *Animals*, 15(7), 943. https://doi.org/10.3390/ani15070943