

EFEKTIVITAS EKSTRAK KUNYIT SEBAGAI ANESTETIK ALAMI TRANSPORTASI BENIH LELE DUMBO

Cahaya Sabariah¹, Syaiful Ramadhan Harahap^{2*}, Andi Yusapri³

Arief Rachman B⁴, Nurhasan⁵, Khairul Ihwan⁶

^{1,2,3,4,5} Budidaya Perairan, Universitas Islam Indragiri, Tembilahan

Jl. Soebrantas No.10, Tembilahan Hilir, Indragiri Hilir, Riau, Indonesia

⁶Teknik Industri, Universitas Islam Indragiri

Jl. Soebrantas No.10, Tembilahan Hilir, Indragiri Hilir, Riau 2Indonesia

*Correspondent email: syaiful.r.harahap@gmail.com

Diterima: 11 Agustus 2026| Disetujui: 29 September 2026| Diterbitkan: 30 September 2026

ABSTRACT

*Live transportation of fish seed under high density and prolonged travel duration remains a major challenge in aquaculture due to increased metabolic activity, oxygen consumption, water quality deterioration, and mortality risk. This study aimed to evaluate the effectiveness of turmeric extract as a natural anesthetic for Dumbo catfish (*Clarias gariepinus*) seed transportation by assessing behavioral responses and survival performance. The experiment was conducted using a completely randomized design with four treatments, namely 0, 5, 10, and 15 mL turmeric extract per 5 L water, with three replicates for each treatment. A total of 600 fish were transported for eight hours, and behavioral score, behavioral index, recovery time, water quality, and survival rate were evaluated. The 5 mL/5 L treatment produced the most stable mild sedation, maintaining body balance, operculum movement, and rapid recovery after transportation. The survival rate was highest in this treatment ($98.67 \pm 1.15\%$), followed by 10 mL/5 L ($94.00 \pm 2.00\%$), 15 mL/5 L ($90.00 \pm 2.00\%$), and control ($88.00 \pm 2.00\%$). Turmeric extract at 5 mL/5 L is a promising natural anesthetic alternative for improving Dumbo catfish seed transportation efficiency, although further validation under different transport conditions is required.*

Keywords: anesthetic; *clarias gariepinus*; natural extract; seed transportation; turmeric

PENDAHULUAN

Transportasi benih merupakan salah satu tahapan paling kritis dalam rantai produksi akuakultur. Perpindahan ikan hidup dalam kondisi kepadatan tinggi, volume air terbatas, dan durasi perjalanan yang panjang menyebabkan ikan menghadapi tekanan lingkungan yang berbeda dari kondisi pemeliharaan normal. Faktor seperti penangkapan, guncangan selama perjalanan, perubahan suhu, penurunan oksigen terlarut, serta akumulasi metabolit toksik terutama amonia dapat meningkatkan respons stres, mengubah keseimbangan fisiologis, dan menurunkan kemampuan adaptasi ikan setelah ditebar (Bortoletti et al., 2023; Ren et al., 2022). Kondisi stres berkepanjangan saat proses transportasi benih akan menyebabkan peningkatan aktivitas metabolik, percepatan konsumsi oksigen, dan penurunan kualitas media transportasi yang pada akhirnya meningkatkan risiko mortalitas (Verdian et al., 2026). Salah satu strategi yang banyak dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan bahan anestetik yang mampu menekan aktivitas metabolisme tanpa menyebabkan gangguan fisiologis serius pada ikan (Purbosari et al., 2019). Keberhasilan aplikasi anestetik sangat bergantung pada jenis bahan, konsentrasi, spesies ikan, ukuran tubuh, kepadatan, serta lama paparan selama transportasi.

Permasalahan transportasi benih menjadi semakin relevan pada wilayah yang masih bergantung terhadap pasokan benih dari sentra produksi lain, termasuk Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Daerah ini memiliki potensi pengembangan budidaya air tawar yang cukup besar dengan luas lahan kolam mencapai 1.657 ha, namun pemanfaatannya masih



relatif rendah, yaitu sekitar 379,21 ha atau 22,89% (BPS Kab. Inhil, 2025). Peningkatan pemanfaatan lahan budidaya akan diikuti oleh peningkatan kebutuhan benih berkualitas secara berkelanjutan. Saat ini, sebagian kebutuhan benih Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) di wilayah Indragiri Hilir masih dipenuhi melalui pengiriman dari luar daerah, salah satunya dari wilayah Kota Pekanbaru, dengan jarak tempuh sekitar 300 km dan waktu perjalanan mencapai delapan jam (Al Jumadi et al., 2024; Kasmaruddin et al., 2020). Durasi transportasi yang panjang tersebut menjadi tantangan karena benih harus mempertahankan kondisi fisiologis dalam lingkungan tertutup dengan keterbatasan oksigen dan meningkatnya akumulasi limbah metabolisme. Oleh karena itu, diperlukan teknologi transportasi yang mampu mempertahankan kualitas benih hingga mencapai lokasi tujuan.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan anestetik alami berbasis bahan tumbuhan memiliki prospek besar sebagai teknologi pendukung transportasi ikan hidup. Senyawa bioaktif dari tanaman tertentu diketahui mampu menekan aktivitas motorik, menurunkan konsumsi oksigen, dan memperpanjang toleransi ikan terhadap kondisi transportasi. Beberapa bahan alami seperti minyak cengkeh, ekstrak daun pepaya, bandotan, akar tuba, dan daun durian telah dievaluasi sebagai agen anestesi pada berbagai spesies ikan (Anrose & Junianto, 2024). Pada benih Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822), penggunaan ekstrak daun durian dilaporkan menghasilkan tingkat sintasan sebesar 88,89% (Pramono et al., 2020), sedangkan pemberian daun pepaya dengan dosis tertentu mampu mempertahankan sintasan hingga 98,33% (Kasmaruddin et al., 2020). Selain itu, perkembangan penelitian mengenai bahan herbal menunjukkan bahwa kunyit (*Curcuma longa* L.) memiliki potensi sebagai anestetik alami karena mengandung komponen bioaktif, terutama kelompok minyak atsiri dan kurkuminoid, yang berpotensi memengaruhi aktivitas saraf ikan. Cerqueira et al. (2025) melaporkan bahwa minyak atsiri kunyit mampu menginduksi respons anestesi pada ikan tambaqui melalui mekanisme yang berkaitan dengan sistem GABAergik tanpa menyebabkan gangguan kardiovaskular yang berbahaya. Temuan tersebut memperkuat peluang pemanfaatan kunyit sebagai kandidat anestetik alami untuk transportasi ikan budidaya.

Meskipun kajian mengenai anestetik nabati berkembang cukup pesat, informasi mengenai efektivitas ekstrak kunyit pada benih Lele Dumbo selama transportasi masih memiliki keterbatasan ilmiah. Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada bahan tanaman lain atau dilakukan pada spesies ikan berbeda, sehingga efektivitas suatu bahan anestetik tidak dapat langsung digeneralisasikan karena respons anestesi sangat dipengaruhi oleh karakteristik biologis spesies, ukuran ikan, konsentrasi bahan, dan lama paparan (Purbosari et al., 2019). Selain itu, beberapa penelitian lebih banyak mengevaluasi parameter akhir berupa sintasan, tetapi belum mengintegrasikan perubahan tingkah laku ikan selama transportasi sebagai indikator tingkat sedasi dan respons stres. Padahal, perubahan aktivitas renang, keseimbangan tubuh, gerakan operkulum, respons terhadap rangsangan, dan waktu pemulihan dapat memberikan informasi penting mengenai tingkat keamanan penggunaan anestetik (Prastono et al., 2026). Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan penelitian yang menghubungkan respons perilaku selama transportasi dengan keberhasilan sintasan setelah ikan mencapai lokasi tujuan.

Penelitian ini menawarkan evaluasi terpadu efektivitas ekstrak kunyit sebagai anestetik alami pada benih Lele Dumbo dengan menggabungkan indikator tingkah laku dan sintasan pascatransportasi. Pada penelitian ini, pengujian kemampuan ekstrak kunyit tidak hanya menghasilkan kondisi sedasi selama perjalanan, tetapi juga dalam mempertahankan kualitas biologis benih setelah mengalami transportasi jarak jauh. Pendekatan penelitian ini



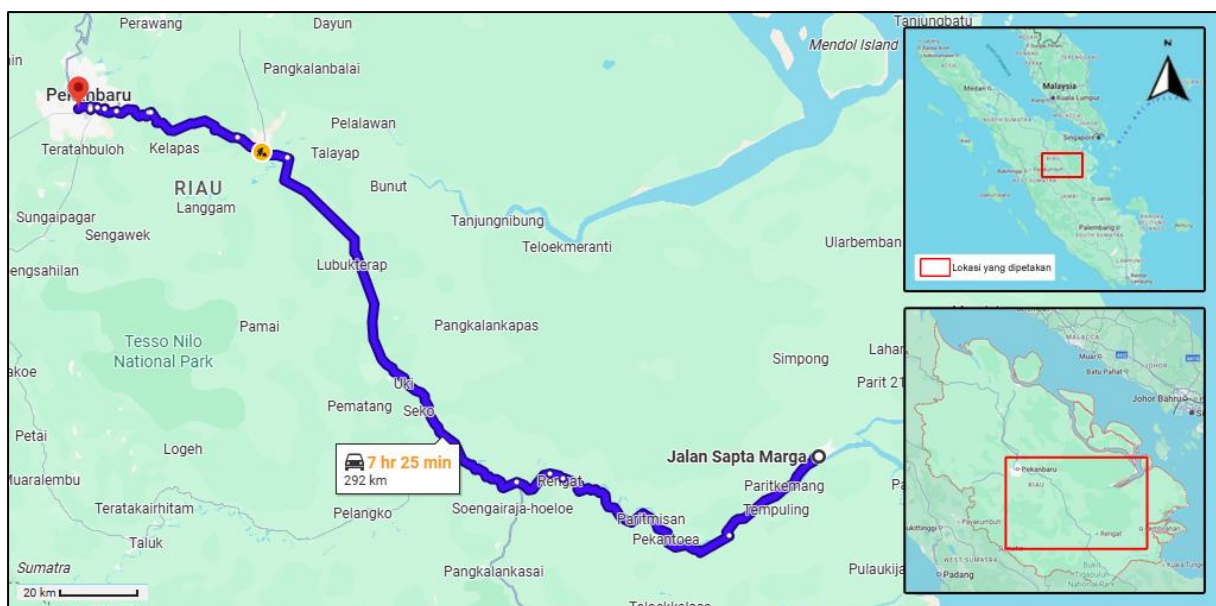
memungkinkan identifikasi konsentrasi ekstrak kunyit yang mampu menghasilkan sedasi optimal, yaitu kondisi ikan cukup tenang untuk menekan aktivitas metabolik tetapi tetap memiliki kemampuan pemulihan yang baik setelah perjalanan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas beberapa konsentrasi ekstrak kunyit sebagai anestetik alami terhadap tingkah laku dan sintasan benih Lele Dumbo selama transportasi. Secara khusus, penelitian ini mengevaluasi respons perilaku ikan selama proses pengangkutan, menentukan pengaruh perlakuan terhadap tingkat sintasan, serta mengidentifikasi konsentrasi ekstrak kunyit yang paling efektif digunakan. Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian anestetik alami berbasis tanaman pada bidang akuakultur, sedangkan secara praktis hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi pembudidaya dan pelaku distribusi benih dalam meningkatkan keberhasilan transportasi ikan hidup, khususnya pada wilayah yang memiliki kendala jarak distribusi seperti Kabupaten Indragiri Hilir.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada 29 April 2026 dengan tahapan transportasi selama ± 8 jam menggunakan kendaraan roda empat melalui jalur darat Pekanbaru–Tembilahan, Provinsi Riau dengan estimasi jarak ± 300 km. Persiapan benih, pembuatan ekstrak kunyit, dan pengemasan ikan dilakukan di unit pembibitan Jaya Bibit, Jalan Arifin Achmad, Kota Pekanbaru. Proses transportasi dimulai pada pukul 08.00 WIB dan berakhir sekitar pukul 16.00 WIB di lokasi tujuan, yaitu Jalan Saptamarga, Gang Samarinda 8, Kecamatan Tembilahan Kota, Kabupaten Indragiri Hilir. Pengamatan akhir dilakukan segera setelah benih tiba di lokasi tujuan untuk mengevaluasi kondisi fisiologis setelah transportasi. Jarak tempuh dan karakteristik rute transportasi dicatat sebagai bagian dari kondisi perlakuan lingkungan selama penelitian. Peta lokasi penelitian dan jalur transportasi disajikan pada Gambar 1.

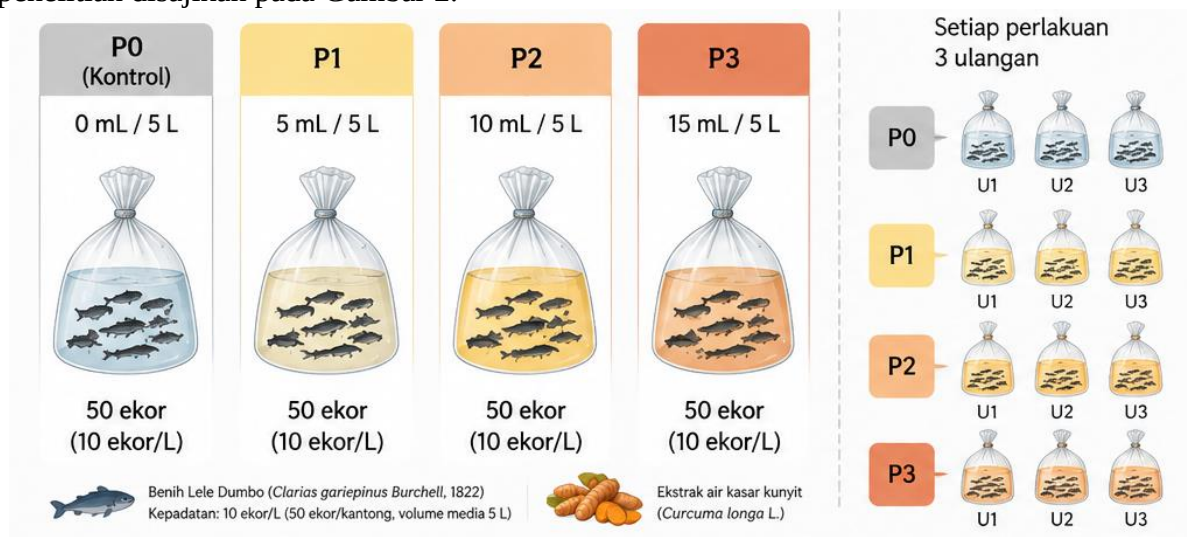


Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan rute transportasi



Desain Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Faktor perlakuan yang diuji adalah konsentrasi ekstrak air kasar kunyit (*Curcuma longa* L.) dalam media transportasi benih Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). Perlakuan terdiri atas empat taraf, yaitu kontrol tanpa ekstrak kunyit (P0), ekstrak kunyit 5 mL/5 L air (P1), ekstrak kunyit 10 mL/5 L air (P2), dan ekstrak kunyit 15 mL/5 L air (P3). Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan sehingga diperoleh 12-unit percobaan. Satu kantong plastik transportasi ditetapkan sebagai satu unit percobaan karena seluruh ikan dalam kantong menerima kondisi media, kepadatan, dan konsentrasi ekstrak yang sama. Sebanyak 50 ekor benih digunakan pada setiap unit percobaan dengan volume air 5 L, sehingga kepadatan ikan selama transportasi sebesar 10 ekor/L. Penempatan kantong transportasi dalam kendaraan dilakukan secara acak untuk meminimalkan pengaruh posisi terhadap variasi suhu, getaran, dan paparan cahaya selama perjalanan. Rancangan perlakuan penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan perlakuan penelitian

Model matematis penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan persamaan $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$. Di mana Y_{ij} = nilai pengamatan/respon pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j ; μ = rata-rata umum dari populasi data; τ_i = pengaruh dari perlakuan ke- i ; ε_{ij} = galat percobaan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j . Indeks (i) menunjukkan empat taraf perlakuan, sedangkan (j) menunjukkan tiga ulangan (Blanca et al., 2017). Model ini digunakan untuk menguji pengaruh konsentrasi ekstrak kunyit terhadap parameter biologis benih dengan asumsi data berasal dari unit percobaan yang independen, memiliki distribusi residual normal, dan ragam yang homogen (Zhou et al., 2023).

Prosedur Penelitian

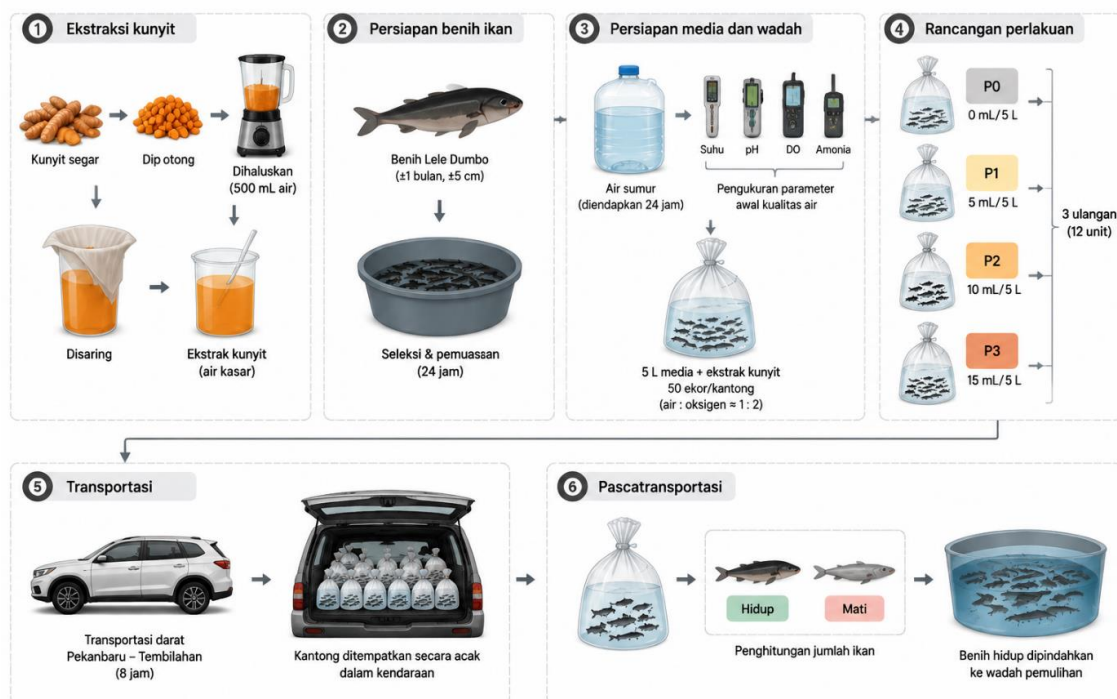
Ekstrak kunyit dibuat menggunakan metode ekstraksi air sederhana. Rimpang kunyit tua dan segar sebanyak 500 g terlebih dahulu dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Rimpang kemudian dipotong menjadi bagian kecil dan dihaluskan menggunakan blender dengan penambahan 500 mL air sumur yang telah diendapkan selama 24 jam. Hasil penghancuran disaring menggunakan kain saring hingga diperoleh filtrat kunyit. Filtrat tersebut digunakan sebagai ekstrak air kasar karena masih



mengandung fraksi senyawa larut air dan partikel halus tanaman. Ekstrak dibuat pada hari penelitian untuk mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif. Sebelum digunakan, ekstrak dihomogenkan dengan pengadukan perlahan. Pengambilan dosis dilakukan menggunakan gelas ukur atau spuit dengan tingkat ketelitian yang sama pada seluruh perlakuan. Standardisasi proses ekstraksi dilakukan karena komposisi senyawa aktif tanaman dapat dipengaruhi oleh bahan baku, metode ekstraksi, dan pelarut yang digunakan (Purbosari et al., 2019).

Benih Lele Dumbo yang digunakan berumur ± 1 bulan dengan panjang rata-rata ± 5 cm. Sebanyak 600 ekor benih digunakan selama penelitian. Seleksi awal dilakukan berdasarkan keseragaman ukuran, aktivitas berenang, kondisi morfologi, dan tidak ditemukan luka pada permukaan tubuh. Sebelum transportasi, ikan dipuasakan selama 24 jam untuk mengurangi aktivitas metabolisme, produksi feses, serta akumulasi limbah organik selama perjalanan. Proses adaptasi dilakukan menggunakan air yang memiliki karakteristik serupa dengan media transportasi. Seleksi kesehatan dan pemuasaan dilakukan karena kondisi fisiologis awal ikan berpengaruh terhadap kemampuan bertahan selama transportasi tertutup (Luz & Favero, 2024).

Media transportasi menggunakan air sumur bor yang telah diendapkan selama 24 jam. Sebanyak 12 kantong plastik polietilena berukuran 30×65 cm digunakan sebagai wadah eksperimen. Setiap kantong dipasang dua lapis untuk mengurangi risiko kebocoran. Air dimasukkan sesuai perlakuan sehingga volume akhir media tetap 5 L setelah penambahan ekstrak. Parameter awal kualitas air berupa suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amonia diukur sebelum ikan dimasukkan. Setelah perlakuan diberikan, sebanyak 50 ekor benih dimasukkan secara perlahan menggunakan seser halus. Ruang udara dalam kantong kemudian diganti menggunakan oksigen murni dengan perbandingan volume air dan oksigen sekitar 1:2. Kantong diikat menggunakan karet gelang dan ditempatkan dalam wadah pelindung untuk mengurangi benturan selama perjalanan. Ilustrasi tahapan prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan pelaksanaan penelitian

Transportasi dilakukan selama ± 8 jam menggunakan kendaraan roda empat melalui rute Pekanbaru–Tembilahan. Seluruh unit percobaan diberangkatkan secara bersamaan untuk memperoleh kondisi perjalanan yang sama. Kantong transportasi tidak dibuka selama perjalanan. Pengamatan tingkah laku dilakukan melalui permukaan plastik menggunakan kamera digital atau telepon seluler tanpa memberikan gangguan tambahan terhadap ikan. Setelah tiba di lokasi tujuan, kantong dibuka secara perlahan. Jumlah ikan hidup dan mati dihitung pada setiap unit percobaan. Benih hidup kemudian dipindahkan ke wadah pemulihan berisi air bersih dengan suhu mendekati media transportasi.

Pengumpulan Data

Pengamatan tingkah laku dilakukan pada menit ke-0, 30, 60, 120, 240, 360, dan 480 selama transportasi. Parameter tingkah laku yang diamati meliputi: aktivitas renang, keseimbangan tubuh, respons terhadap rangsangan, dan gerakan operkulum. Skor tingkah laku ditentukan berdasarkan tingkat sedasi ikan sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria skor respon tingkah laku benih ikan selama proses transportasi

Skor	Kondisi	Deskripsi
0	Normal	Aktif berenang dan respons kuat
1	Sedasi ringan	Aktivitas menurun tetapi keseimbangan normal
2	Sedasi sedang	Gerakan lambat dan respons melemah
3	Anestesi dalam	Kehilangan keseimbangan
4	Kritis	Operkulum lemah atau ikan mati

Sumber: Cerqueira et al. (2025); Souza et al. (2019).

Indeks tingkah laku dihitung menggunakan persamaan $\sum_{k=0}^4 n_{ijk} s_k / N_{ij}$. Di mana IT_{ij} = indeks tingkah laku perlakuan ke- i pada waktu ke- j ; n_{ijk} = jumlah ikan pada kategori skor ke- k untuk perlakuan ke- i dan waktu ke- j ; s_k = nilai bobot skor untuk kategori tingkah laku ke- k (di mana $k = 0, 1, 2, 3, 4$); N_{ij} = total jumlah ikan yang diamati pada perlakuan ke- i dan waktu ke- j (Souza et al., 2019). Nilai indeks berkisar antara 0–4, dengan nilai lebih tinggi menunjukkan tingkat sedasi lebih dalam (Cerqueira et al., 2025).

Waktu pemulihan dihitung sejak ikan dipindahkan ke air bersih hingga minimal 80% ikan dalam satu unit mampu berenang normal, mempertahankan keseimbangan tubuh, dan memberikan respons terhadap rangsangan. Pengamatan dilakukan selama 60 menit menggunakan pencatat waktu. Waktu pemulihan dinyatakan dalam menit. Sintasan dihitung berdasarkan jumlah ikan hidup setelah transportasi menggunakan persamaan $SR = N_t / N_0 \times 100\%$. Di mana SR = tingkat sintasan (%); N_t = jumlah ikan hidup akhir pengamatan; N_0 = jumlah ikan awal (Kasmaruddin et al., 2020). Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu ($^{\circ}\text{C}$), pH, oksigen terlarut (mg/L), amonia (mg/L). Pengukuran dilakukan sebelum dan setelah proses transportasi. Perubahan kualitas air dihitung berdasarkan selisih nilai akhir dan awal pada setiap unit percobaan.

Analisis Data

Data yang dianalisis meliputi indeks tingkah laku, waktu pemulihan, frekuensi operkulum, sintasan, dan perubahan kualitas air. Unit analisis statistik ditetapkan berdasarkan kantong transportasi sebagai unit eksperimen. Data disajikan dalam bentuk nilai rata-rata $\pm$ standar deviasi (Mishra et al., 2019). Sebelum analisis ragam dilakukan, data diuji



menggunakan Uji *Shapiro–Wilk* untuk mengetahui normalitas residual, dan Uji *Levene* untuk mengetahui homogenitas ragam (Zhou et al., 2023). Apabila data memenuhi asumsi parametrik, analisis dilanjutkan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah pada taraf kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$), pengujian dilanjutkan menggunakan uji *Tukey HSD* untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan (Agbangba et al., 2024). Analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS ver. 16.0. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan hubungan antara konsentrasi ekstrak kunyit dengan respons biologis benih Lele Dumbo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Tingkah Laku Benih Lele Dumbo Selama Transportasi

Transportasi selama delapan jam menghasilkan perubahan pola aktivitas benih Lele Dumbo yang berbeda antarperlakuan ekstrak kunyit. Pada awal perjalanan (jam ke-0), seluruh perlakuan menunjukkan kondisi fisiologis yang relatif sama, ditandai dengan aktivitas renang aktif, keseimbangan tubuh normal, serta respons terhadap rangsangan eksternal. Perbedaan respons mulai terlihat setelah dua jam perjalanan, terutama pada perlakuan yang memperoleh ekstrak kunyit. Perlakuan P1 (5 mL/5 L) menunjukkan penurunan aktivitas secara bertahap dengan ikan tetap mampu mempertahankan posisi tubuh, sedangkan P2 dan P3 memperlihatkan penurunan aktivitas yang lebih cepat hingga memasuki tingkat sedasi sedang. Sementara itu, ikan tanpa pemberian ekstrak (P0) tetap aktif pada fase awal transportasi dan mulai mengalami pelemahan menjelang akhir perjalanan. Perubahan respons tingkah laku benih Lele Dumbo selama proses transportasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan respons tingkah laku benih Lele Dumbo selama transportasi

Waktu Pengamatan	P0	P1	P2	P3
0 jam	Aktif berenang, keseimbangan normal	Aktif berenang, keseimbangan normal	Aktif berenang, keseimbangan normal	Aktif berenang, keseimbangan normal
2 jam	Aktivitas masih tinggi dan responsif	Aktivitas menurun, keseimbangan tetap normal	Aktivitas menurun, respons mulai berkurang	Sedasi ringan menuju sedang
4 jam	Aktivitas relatif tinggi	Sedasi ringan stabil	Gerakan lambat, respons melemah	Sebagian ikan kehilangan keseimbangan
6 jam	Gerakan mulai melambat	Tenang, operkulum teratur	Sedasi sedang, respons rendah	Kehilangan keseimbangan pada sebagian ikan
8 jam	Sebagian ikan lemah	Keseimbangan terjaga dan cepat pulih	Stres ringan saat pemulihan	Pemulihan berlangsung lebih lambat

Keterangan: P0 = tanpa ekstrak kunyit; P1 = 5 mL/5 L; P2 = 10 mL/5 L; P3 = 15 mL/5 L.



Perubahan tingkah laku tersebut menggambarkan adanya respons farmakologis terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak kunyit dalam media transportasi. Kondisi sedasi ringan pada P1 menjadi respons yang paling sesuai untuk transportasi karena aktivitas renang berkurang tanpa menghilangkan kemampuan ikan mempertahankan keseimbangan dan ventilasi insang. Penurunan aktivitas motorik selama transportasi dapat mengurangi konsumsi energi, kebutuhan oksigen, serta benturan mekanis antarindividu dalam ruang terbatas (Purbosari et al., 2019). Sebaliknya, peningkatan konsentrasi ekstrak pada P2 dan P3 menyebabkan ikan memasuki tingkat sedasi lebih dalam, yang ditandai dengan respons terhadap rangsangan semakin lemah dan sebagian ikan kehilangan keseimbangan. Fenomena tersebut sesuai dengan konsep anestesi ikan bahwa efektivitas bahan anestetik tidak ditentukan oleh kedalaman kehilangan respons, tetapi oleh kemampuan menghasilkan kondisi tenang dengan pemulihan cepat setelah paparan dihentikan (Souza et al., 2019).

Evaluasi kuantitatif melalui indeks tingkah laku memperkuat pola respons tersebut. Nilai indeks meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak kunyit, tetapi pola peningkatan menunjukkan adanya titik optimum, bukan hubungan linear. Pada akhir transportasi, indeks tingkah laku tercatat sebesar $1,53 \pm 0,21$ pada P0, $0,90 \pm 0,10$ pada P1, $2,13 \pm 0,15$ pada P2, dan $3,20 \pm 0,20$ pada P3. Perlakuan P1 menghasilkan indeks yang relatif stabil sejak jam keempat hingga akhir perjalanan, dengan nilai mendekati skor 1 yang menunjukkan dominasi sedasi ringan. Sebaliknya, P3 mencapai indeks tertinggi karena sebagian ikan mengalami kehilangan keseimbangan dan memasuki fase anestesi lebih dalam. Indeks tingkah laku benih selama proses transportasi secara rinci disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks tingkah laku benih Lele Dumbo selama transportasi

Waktu Pengamatan	P0	P1	P2	P3
0 jam	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$
2 jam	$0,10 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,12$	$0,93 \pm 0,15$	$1,47 \pm 0,15$
4 jam	$0,20 \pm 0,10$	$0,93 \pm 0,12$	$1,40 \pm 0,17$	$2,07 \pm 0,21$
6 jam	$0,73 \pm 0,15$	$1,03 \pm 0,12$	$1,80 \pm 0,20$	$2,67 \pm 0,15$
8 jam	$1,53 \pm 0,21$	$0,90 \pm 0,10$	$2,13 \pm 0,15$	$3,20 \pm 0,20$
Rata-rata perjalanan	$0,51 \pm 0,10$	$0,71 \pm 0,07$	$1,25 \pm 0,11$	$1,88 \pm 0,12$

Keterangan: nilai indeks semakin tinggi menunjukkan tingkat sedasi semakin dalam.

Respons P1 yang mempertahankan indeks sekitar 1 sepanjang perjalanan menunjukkan bahwa ekstrak kunyit pada konsentrasi tersebut mampu menciptakan keseimbangan antara penurunan aktivitas dan keamanan fisiologis ikan. Mekanisme ini diduga berkaitan dengan keberadaan senyawa bioaktif kunyit yang dapat memengaruhi aktivitas sistem saraf melalui modulasi neurotransmitter inhibitor, termasuk jalur *γ -aminobutyric acid* (GABA) (Gałuszka et al., 2026). Efek tersebut menyebabkan penurunan aktivitas motorik tanpa harus menyebabkan depresi respirasi apabila konsentrasi masih berada dalam rentang aman. Cerqueira et al. (2025) melaporkan bahwa komponen minyak atsiri kunyit mampu menghasilkan efek anestesi bergantung konsentrasi pada tambaqui melalui mekanisme neurofisiologis yang berkaitan dengan sistem GABAergik.

Nilai indeks P0 yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lain tidak menunjukkan bahwa ikan berada pada kondisi lebih baik. Pada perlakuan tanpa anestetik, aktivitas tinggi selama fase awal transportasi menunjukkan bahwa ikan masih mengalami stimulasi akibat ruang terbatas, getaran kendaraan, dan perubahan lingkungan. Aktivitas tersebut



meningkatkan kebutuhan energi dan konsumsi oksigen sehingga pada akhir perjalanan ikan mengalami pelemahan. Kondisi serupa dilaporkan pada berbagai spesies ikan yang mengalami transportasi tanpa perlakuan sedasi, ketika peningkatan aktivitas awal diikuti oleh respons stres metabolik akibat keterbatasan oksigen dan akumulasi metabolit dalam media tertutup (Bortoletti et al., 2023; Wang et al., 2023).

Peningkatan indeks pada P2 dan P3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak tidak selalu menghasilkan efek transportasi yang lebih baik. Pada P2, indeks mencapai 2,13 pada akhir perjalanan yang menunjukkan sebagian ikan telah memasuki tingkat sedasi sedang. Kondisi tersebut masih memungkinkan pemulihan, tetapi menunjukkan bahwa paparan ekstrak mulai mendekati batas atas konsentrasi efektif. Pada P3, indeks mencapai 3,20 yang menggambarkan anestesi lebih dalam dengan risiko gangguan keseimbangan dan pemulihan lambat. Respons ini memperlihatkan pola dosis-respons yang umum ditemukan pada bahan anestetik ikan, yaitu konsentrasi rendah belum cukup menekan aktivitas, sedangkan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan depresi fisiologis berlebihan (Souza et al., 2019).

Perbedaan respons antarperlakuan juga dipengaruhi oleh bentuk ekstrak yang digunakan. Penelitian ini menggunakan ekstrak air kasar kunyit, sedangkan sebagian penelitian sebelumnya menggunakan minyak atsiri dengan kandungan senyawa volatil yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, kedalaman anestesi tidak dapat dibandingkan secara langsung hanya berdasarkan volume pemberian. Cerqueira et al. (2025) menggunakan minyak atsiri *Curcuma longa* terkarakterisasi pada tambaqui, sementara penelitian ini mengevaluasi aplikasi praktis filtrat kunyit pada transportasi benih Lele Dumbo. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa standardisasi kandungan bahan aktif menjadi aspek penting untuk menentukan konsentrasi efektif pada penelitian lanjutan.

Secara keseluruhan, pola tingkah laku menunjukkan bahwa P1 merupakan konsentrasi paling sesuai untuk transportasi benih Lele Dumbo selama delapan jam. Perlakuan tersebut menghasilkan sedasi ringan yang stabil, mempertahankan keseimbangan tubuh, menjaga aktivitas operkulum, dan tidak menyebabkan pemulihan tertunda. Temuan ini sejalan dengan prinsip penggunaan anestetik dalam transportasi ikan, yaitu memperoleh tingkat ketenangan yang cukup untuk mengurangi stres tanpa menyebabkan penurunan fungsi fisiologis yang menghambat pemulihan (Purbosari et al., 2019). Dengan demikian, evaluasi tingkah laku memberikan dasar awal bahwa ekstrak kunyit berpotensi digunakan sebagai anestetik alami, namun efektivitas akhirnya perlu dikonfirmasi melalui parameter sintasan dan kualitas air.

Kualitas Air Media Transportasi Benih Lele Dumbo

Kondisi kualitas air selama transportasi merupakan faktor lingkungan utama yang menentukan keberhasilan pengangkutan ikan hidup, terutama pada sistem tertutup dengan kepadatan tinggi dan durasi perjalanan panjang. Hasil pengukuran pada akhir transportasi selama delapan jam menunjukkan bahwa parameter kualitas air antarperlakuan relatif homogen. Suhu media berada pada kisaran 27°C, nilai pH berkisar antara 6,4–6,5, sedangkan oksigen terlarut (DO) tercatat sekitar 3,0 mg/L pada seluruh perlakuan (Tabel 4). Keseragaman parameter fisik-kimia tersebut menunjukkan bahwa seluruh unit percobaan memperoleh kondisi lingkungan perjalanan yang relatif sama sehingga perbedaan respons tingkah laku dan sintasan lebih banyak berkaitan dengan keberadaan ekstrak kunyit dibandingkan variasi kualitas air.

Nilai suhu selama transportasi berada pada kondisi yang masih mendukung metabolisme normal benih Lele Dumbo. Suhu 27°C merupakan kisaran yang sesuai bagi aktivitas fisiologis



Clarias gariepinus, sehingga variasi suhu bukan faktor dominan yang menyebabkan perbedaan respons antarperlakuan. Stabilitas suhu selama perjalanan dipengaruhi oleh penggunaan wadah pelindung dan pengaturan posisi kemasan di dalam kendaraan yang mengurangi paparan langsung terhadap perubahan lingkungan eksternal. Suhu yang relatif stabil juga penting karena peningkatan suhu dapat mempercepat laju metabolisme, meningkatkan konsumsi oksigen, dan mempercepat akumulasi metabolit nitrogen selama transportasi tertutup (Luz & Favero, 2024).

Tabel 4. Parameter kualitas air media transportasi benih Lele Dumbo setelah transportasi

Perlakuan	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)
P0	27	6,4	3,0
P1	27	6,4	3,0
P2	27	6,5	3,0
P3	27	6,4	3,0

Keterangan: P0 = tanpa ekstrak kunyit; P1 = ekstrak kunyit 5 mL/5 L; P2 = ekstrak kunyit 10 mL/5 L; P3 = ekstrak kunyit 15 mL/5 L.

Nilai pH media transportasi setelah perjalanan berada pada kisaran 6,4–6,5 dan masih berada dalam rentang toleransi ikan Lele Dumbo. Perubahan pH yang relatif kecil menunjukkan bahwa proses respirasi dan akumulasi karbon dioksida belum menyebabkan penurunan keasaman yang ekstrem selama delapan jam pengangkutan. Kondisi tersebut mendukung interpretasi bahwa perubahan tingkah laku yang diamati terutama berasal dari efek sedatif ekstrak kunyit dan respons stres transportasi, bukan akibat gangguan pH. Menurut Bortoletti et al. (2023), perubahan karbon dioksida dan pH dalam sistem transportasi tertutup dapat memengaruhi keseimbangan asam-basa darah ikan, tetapi tingkat dampaknya sangat bergantung pada kepadatan ikan, lama perjalanan, suhu, dan kapasitas penyangga air.

Oksigen terlarut pada akhir perjalanan tercatat sekitar 3,0 mg/L pada seluruh perlakuan. Nilai tersebut masih berada di atas kondisi hipoksia berat, tetapi menunjukkan bahwa cadangan oksigen mengalami penurunan akibat aktivitas respirasi selama perjalanan. Pada perlakuan kontrol, kebutuhan oksigen yang lebih tinggi akibat aktivitas renang lebih besar berpotensi mempercepat penggunaan oksigen dibandingkan ikan yang mengalami sedasi ringan. Sebaliknya, perlakuan P1 mampu mempertahankan aktivitas rendah tanpa menunjukkan tanda gangguan respirasi, sehingga konsumsi oksigen diperkirakan lebih efisien. Penurunan aktivitas melalui anestesi ringan menjadi salah satu mekanisme utama yang menyebabkan ikan lebih mampu bertahan pada kondisi transportasi dengan oksigen terbatas (Purbosari et al., 2019).

Meskipun nilai DO relatif sama antarperlakuan, respons fisiologis ikan menunjukkan perbedaan yang cukup jelas. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa kualitas air tidak dapat dievaluasi hanya berdasarkan nilai akhir, tetapi perlu dikaitkan dengan tingkat aktivitas metabolik ikan selama perjalanan. Dua unit transportasi dengan nilai DO yang sama dapat menghasilkan tingkat kelangsungan hidup berbeda apabila konsumsi oksigen, tingkat stres, dan kondisi fisiologis ikan berbeda (Wahyudi et al., 2026). Prinsip tersebut menjelaskan mengapa P1 menghasilkan respons biologis lebih baik dibandingkan kontrol meskipun keduanya memiliki nilai DO akhir yang serupa.

Salah satu keterbatasan penelitian ini adalah belum dilakukan pengukuran amonia selama dan setelah transportasi. Dalam sistem tertutup, metabolisme protein ikan



menghasilkan ekskresi nitrogen terutama dalam bentuk amonia yang dapat meningkat seiring bertambahnya waktu pengangkutan. Fraksi amonia tidak terionisasi (NH_3) memiliki toksisitas lebih tinggi karena mampu berdifusi melalui insang dan mengganggu proses osmoregulasi, respirasi, serta keseimbangan ion ikan (Tumembouw et al., 2025). Pengaruh amonia menjadi semakin kompleks karena toksisitasnya dipengaruhi oleh suhu dan pH media (Luz & Favero, 2024).

Ketiadaan data amonia menyebabkan interpretasi hubungan antara kualitas air dan sintasan belum dapat dijelaskan secara menyeluruh. Pada penelitian lanjutan, pengukuran total ammonia nitrogen (TAN), amonia tidak terionisasi, karbon dioksida, serta indikator fisiologis seperti kortisol dan glukosa darah perlu dilakukan untuk memperjelas mekanisme stres selama transportasi. Pendekatan multiparameter tersebut telah banyak digunakan untuk membedakan respons akibat tekanan lingkungan dari efek langsung bahan anestetik (Wang et al., 2023).

Secara keseluruhan, kondisi kualitas air selama delapan jam transportasi masih berada dalam batas yang memungkinkan benih Lele Dumbo bertahan hidup. Parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut relatif seragam sehingga tidak menjadi sumber variasi utama antarperlakuan. Efek ekstrak kunyit lebih terlihat melalui perubahan perilaku dan kemampuan ikan mempertahankan kondisi fisiologis selama perjalanan. Oleh karena itu, evaluasi kualitas air dalam penelitian ini berfungsi sebagai pendukung interpretasi bahwa keberhasilan perlakuan P1 terutama berkaitan dengan kemampuan ekstrak kunyit mengurangi aktivitas metabolik dan stres mekanik selama transportasi.

Sintasan Benih Lele Dumbo Setelah Transportasi

Sintasan merupakan indikator akhir yang merepresentasikan keberhasilan teknologi transportasi karena menggambarkan kemampuan ikan mempertahankan kondisi fisiologis setelah mengalami tekanan lingkungan selama perjalanan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memberikan respons berbeda terhadap kemampuan bertahan hidup benih Lele Dumbo setelah transportasi delapan jam. Sintasan tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (5 mL/5 L) sebesar $98,67 \pm 1,15\%$, kemudian diikuti oleh P2 (10 mL/5 L) sebesar $94,00 \pm 2,00\%$, P3 (15 mL/5 L) sebesar $90,00 \pm 2,00\%$, dan P0 (tanpa ekstrak) sebesar $88,00 \pm 2,00\%$. Pola tersebut menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kunyit mampu meningkatkan keberhasilan transportasi pada dosis tertentu, tetapi peningkatan konsentrasi di atas tingkat optimum tidak memberikan manfaat tambahan terhadap sintasan. Sintasan benih Lele Dumbo setelah transportasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Sintasan benih Lele Dumbo setelah transportasi

Perlakuan	Jumlah Awal (ekor)	Ulangan 1 (%)	Ulangan 2 (%)	Ulangan 3 (%)	Total Hidup (ind)	Sintasan (%)
P0	50	86	88	90	132/150	$88,00 \pm 2,00$
P1	50	98	100	98	148/150	$98,67 \pm 1,15$
P2	50	94	96	92	141/150	$94,00 \pm 2,00$
P3	50	88	92	90	135/150	$90,00 \pm 2,00$

Keterangan: P0 = tanpa ekstrak kunyit; P1 = 5 mL/5 L; P2 = 10 mL/5 L; P3 = 15 mL/5 L.

Keunggulan P1 dalam mempertahankan sintasan berkaitan erat dengan pola sedasi ringan yang diamati selama transportasi. Pada konsentrasi tersebut, aktivitas renang ikan mengalami penurunan tetapi fungsi dasar seperti keseimbangan tubuh dan gerakan operkulum



tetap terjaga. Kondisi ini memungkinkan ikan mengurangi pengeluaran energi dan konsumsi oksigen tanpa mengalami gangguan respirasi. Penurunan aktivitas motorik selama transportasi menjadi mekanisme penting dalam mengurangi stres fisik karena ikan tidak terus-menerus melakukan gerakan menghindar akibat getaran, kepadatan, maupun perubahan lingkungan mikro dalam wadah tertutup (Luz & Favero, 2024; Purbosari et al., 2019).

Sebaliknya, perlakuan P0 menghasilkan sintasan terendah meskipun ikan tidak mengalami paparan bahan anestetik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas normal selama transportasi bukan selalu menunjukkan kondisi fisiologis yang lebih baik. Ikan tanpa sedasi cenderung mempertahankan aktivitas renang lebih tinggi selama fase awal perjalanan sehingga cadangan energi lebih cepat digunakan (Medeten et al., 2025). Ketika durasi transportasi meningkat, kombinasi antara peningkatan metabolisme, konsumsi oksigen, dan akumulasi produk metabolisme menyebabkan ikan lebih rentan mengalami kelelahan fisiologis. Respons tersebut sesuai dengan laporan Bortoletti et al. (2023) bahwa transportasi ikan hidup dapat memicu perubahan metabolisme, stres oksidatif, dan gangguan keseimbangan fisiologis apabila tidak dikendalikan melalui manajemen transportasi yang tepat.

Penurunan sintasan pada P3 memperlihatkan bahwa peningkatan dosis anestetik tidak selalu menghasilkan peningkatan kemampuan bertahan hidup. Konsentrasi ekstrak 15 mL/5 L menyebabkan ikan mengalami sedasi lebih dalam, ditunjukkan oleh indeks tingkah laku tertinggi dan proses pemulihan yang lebih lambat. Kondisi anestesi yang terlalu dalam dapat menekan aktivitas respirasi dan mengurangi kemampuan ikan merespons perubahan lingkungan setelah kantong transportasi dibuka (Saragih et al., 2025). Mekanisme tersebut menjelaskan mengapa dosis yang menghasilkan efek sedasi paling kuat tidak selalu menjadi perlakuan terbaik untuk tujuan transportasi.

Pola respons berbentuk optimum pada penelitian ini sejalan dengan karakteristik umum penggunaan anestetik pada ikan. Konsentrasi rendah biasanya belum mampu menghasilkan efek penenangan yang cukup, sedangkan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan risiko depresi fisiologis. Souza et al. (2019) menjelaskan bahwa efektivitas anestetik ikan harus mempertimbangkan keseimbangan antara kecepatan induksi, kedalaman anestesi, stabilitas respirasi, dan waktu pemulihan. Oleh karena itu, konsentrasi optimum bukan merupakan dosis yang menghasilkan kehilangan keseimbangan tercepat, melainkan dosis terendah yang mampu menjaga ikan tetap tenang dan memiliki tingkat kelangsungan hidup tinggi.

Nilai sintasan P1 sebesar 98,67% juga berada pada kisaran yang sebanding dengan beberapa penelitian penggunaan anestetik nabati pada ikan budidaya. Kasmaruddin et al. (2020) melaporkan bahwa penggunaan ekstrak daun pepaya pada transportasi benih Lele Dumbo mampu menghasilkan sintasan sebesar 98,33%. Meskipun jenis bahan aktif yang digunakan berbeda, kesamaan respons tersebut menunjukkan bahwa bahan alami berbasis tanaman memiliki peluang sebagai alternatif anestetik untuk transportasi ikan. Anrose & Junianto (2024) menegaskan bahwa efektivitas anestetik nabati sangat dipengaruhi oleh spesies ikan, metode ekstraksi, konsentrasi bahan, dan lama paparan.

Pengaruh Ekstrak Kunyit terhadap Sintasan Benih Lele Dumbo

Pengujian statistik dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan sintasan antarperlakuan merupakan respons akibat perlakuan ekstrak kunyit dan bukan variasi acak antarunit percobaan. Analisis dilakukan menggunakan kantong transportasi sebagai unit eksperimen sehingga diperoleh 12 data pengamatan (empat perlakuan $\times$ tiga ulangan). Pendekatan tersebut digunakan untuk menghindari kesalahan analisis akibat penggunaan



individu ikan sebagai ulangan semu (*pseudoreplication*), karena seluruh ikan dalam satu kantong menerima kondisi lingkungan dan perlakuan yang sama (Blanca et al., 2017).

Sebelum dilakukan analisis ragam, residual data sintasan diuji menggunakan *Shapiro–Wilk* untuk mengetahui distribusi data dan uji *Levene* untuk mengevaluasi homogenitas ragam. Hasil uji normalitas menunjukkan nilai statistik *Shapiro–Wilk* sebesar 0,952 dengan nilai probabilitas 0,673. Nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 5% ($p > 0,05$), sehingga residual data sintasan memenuhi asumsi distribusi normal. Homogenitas ragam diuji menggunakan metode *Levene* dan menghasilkan nilai statistik sebesar 0,143 dengan nilai probabilitas 0,931. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan batas signifikansi 0,05 sehingga ragam antarperlakuan dinyatakan homogen. Keseragaman ragam juga didukung oleh simpangan baku sintasan yang relatif rendah pada seluruh perlakuan, yaitu berkisar antara 1,15–2,00%.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak kunyit memberikan pengaruh nyata terhadap sintasan benih Lele Dumbo selama transportasi ($p < 0,05$). Nilai F_{hitung} sebesar 20,00 lebih besar dibandingkan F_{tabel} pada taraf 5%, dengan nilai probabilitas 0,00045. Temuan tersebut mengonfirmasi bahwa variasi konsentrasi ekstrak kunyit menyebabkan perubahan kemampuan bertahan hidup ikan selama proses transportasi. Hasil analisis sidik ragam sintasan benih Lele Dumbo dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis ragam sintasan benih Lele Dumbo

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	F_{hitung}	p -value
Perlakuan	200,0	3	66,7	20,0	0,00045
Galat	26,7	8	3,33		
Total	226,7	11			

Pola respons sintasan memperlihatkan hubungan dosis–respons yang bersifat optimum. Peningkatan konsentrasi ekstrak dari 0 menjadi 5 mL/5 L meningkatkan sintasan secara nyata dari 88,00% menjadi 98,67%, kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi lebih tinggi. Pola tersebut menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memiliki rentang efektif tertentu dalam menghasilkan sedasi aman. Konsentrasi optimum tercapai ketika penurunan aktivitas metabolik mampu mengurangi tekanan transportasi, tetapi belum menyebabkan penurunan fungsi fisiologis akibat anestesi berlebihan.

Uji lanjut *Tukey HSD* dilakukan karena hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan nyata antarperlakuan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa P1 memiliki nilai sintasan tertinggi dan berada pada kelompok statistik berbeda dibandingkan kontrol. Perlakuan P1 tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan P2, tetapi memiliki nilai biologis lebih baik karena menghasilkan sintasan lebih tinggi dengan konsentrasi ekstrak yang lebih rendah. Hasil uji *Tukey HSD* sintasan benih Lele Dumbo secara rinci disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji *Tukey HSD* sintasan benih Lele Dumbo

Peringkat	Perlakuan	Konsentrasi	Sintasan (%)	Kelompok
1	P1	5 mL/5 L	98,67 ± 1,15	a
2	P2	10 mL/5 L	94,00 ± 2,00	ab
3	P3	15 mL/5 L	90,00 ± 2,00	bc
4	P0	0 mL/5 L	88,00 ± 2,00	c



Penetapan P1 sebagai konsentrasi terbaik tidak hanya didasarkan pada nilai sintasan tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan kedalaman sedasi, kestabilan perilaku, waktu pemulihan, dan efisiensi penggunaan bahan. Meskipun P2 tidak berbeda nyata secara statistik, peningkatan dosis dua kali lipat tidak memberikan keuntungan biologis yang sebanding. Penggunaan dosis lebih rendah dengan efektivitas yang sama lebih rasional diterapkan pada skala pembudidaya karena mengurangi kebutuhan bahan dan menekan risiko efek negatif akibat paparan anestetik berlebih.

Temuan ini memperkuat potensi ekstrak kunyit sebagai anestetik alami untuk transportasi benih Lele Dumbo. Namun, mekanisme spesifik senyawa aktif yang bertanggung jawab terhadap efek sedasi belum dapat dipastikan karena penelitian ini menggunakan ekstrak air kasar tanpa karakterisasi kimia. Penelitian lanjutan perlu mengidentifikasi kandungan kurkuminoid, turmeron, dan komponen volatil lainnya agar dosis dapat dinyatakan berdasarkan kandungan bahan aktif, bukan hanya volume ekstrak. Standardisasi tersebut menjadi tahap penting sebelum aplikasi lapangan dilakukan secara luas.

Keterbatasan lain penelitian ini adalah belum dilakukannya pengamatan jangka menengah setelah transportasi. Mortalitas tertunda dapat terjadi akibat gangguan fisiologis yang tidak langsung terlihat pada saat ikan tiba. Pemantauan 24–72 jam setelah transportasi, pengukuran indikator stres seperti kortisol dan glukosa darah, serta penggunaan anestetik pembanding akan memperkuat validasi efektivitas ekstrak kunyit sebagai teknologi transportasi benih ikan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan ekstrak kunyit sebagai anestetik alami terbukti memengaruhi respons tingkah laku dan sintasan benih ikan Lele Dumbo selama transportasi delapan jam. Konsentrasi ekstrak kunyit 5 mL/5 L air (P1) merupakan perlakuan paling efektif karena mampu menghasilkan kondisi sedasi ringan yang stabil, ditandai dengan penurunan aktivitas renang tanpa menghilangkan keseimbangan tubuh, mengganggu ventilasi operkulum, maupun memperlambat proses pemulihan. Konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan tingkat sedasi lebih dalam, sedangkan tanpa pemberian ekstrak menyebabkan ikan tetap aktif pada fase awal transportasi dan mengalami pelemahan menjelang akhir perjalanan. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas anestetik kunyit ditentukan oleh keseimbangan antara kemampuan menekan aktivitas metabolik dan mempertahankan fungsi fisiologis ikan selama pengangkutan. Ekstrak kunyit pada konsentrasi 5 mL/5 L air dapat digunakan sebagai acuan awal dalam pengembangan teknologi transportasi benih Lele Dumbo berbasis anestetik alami, khususnya untuk mendukung distribusi benih pada jalur transportasi jarak jauh. Penerapan praktis di tingkat pembudidaya tetap memerlukan penyesuaian terhadap ukuran ikan, kepadatan angkut, kualitas media, serta lama perjalanan karena karakteristik bahan alami dapat dipengaruhi oleh mutu bahan baku dan proses ekstraksi. Penelitian berikutnya perlu diarahkan pada karakterisasi senyawa aktif ekstrak kunyit, pengukuran parameter kualitas air yang lebih lengkap termasuk amonia, evaluasi indikator fisiologis stres, penggunaan anestetik pembanding, serta pengamatan sintasan lanjutan selama 24–72 jam setelah transportasi untuk memastikan keamanan dan konsistensi aplikasinya pada kondisi lapangan.



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada pemilik usaha CV. Jaya Bibit Pekanbaru yang telah menyediakan benih ikan Lele Dumbo sebagai objek penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Muhammad Arief Al Jumadi, S.Pi dan Indra Wahyudi atas bantuan teknis dan kontribusinya selama proses persiapan hingga pelaksanaan transportasi benih ikan. Dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak tersebut sangat berperan dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbangba, C. E., Aide, E. S., Honfo, H., & Kakai, R. G. (2024). On the Use of Post-Hoc Tests in Environmental and Biological Sciences: A Critical Review. *Heliyon*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25131>.
- Al Jumadi, M. A., Harahap, S. R., Yusapri, A., Rachman B, A., SF, R. F., & Nurhasan. (2024). Efektivitas Ekstrak Daun Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Sebagai Anestesi Alami dalam Proses Transportasi Benih Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *SIMBIOSA*, 13(1), 13–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.33373/simbiosa.v13i1.6720>.
- Anrose, Z. A. G., & Junianto. (2024). Pemanfaatan Bahan Anestesi Alami pada Transportasi Sistem Tertutup Benih Ikan: Ulasan Artikel. *Habitus Aquatica*, 5(2), 77–88. <https://doi.org/10.29244/HAJ.5.2.77>.
- Blanca, M., Alarcón, R., Arnau, J., Bono, R., & Bendayan, R. (2017). Non-Normal Data: Is ANOVA Still a Valid Option? *Psicothema*, 4(29), 552–557. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.383>.
- Bortoletti, M., Fonsatti, E., Leva, F., Maccatrozzo, L., Ballarin, C., Radaelli, G., Caberlotto, S., & Bertotto, D. (2023). Influence of Transportation on Stress Response and Cellular Oxidative Stress Markers in Juvenile Meagre (*Argyrosomus regius*). *Animals*, 13(20), 3288. <https://doi.org/10.3390/ani13203288>.
- BPS Kab. Inhil. (2025). *Kabupaten Indragiri Hilir Dalam Angka 2025*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Indragiri Hilir. <https://inhilkab.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/ccd06ccd6612863f6ced45aa/kabupaten-indragiri-hilir-dalam-angka-2025.html>.
- Cerqueira, L. E., Reis, T. de S., de Araújo, D. B., Eiró-Quirino, L., Hartcopff, P. F. P., da Paz, C. A., Camara, S. F., de Souza, L. V., Barbosa, G. B., Farias, R. A. F., Muto, N. A., Barbas, L. A. L., & Hamoy, M. (2025). *Curcuma longa* Essential Oil Promotes Safe Anesthesia Involving GABAergic Pathway in Amazonian Fish. *Aquaculture*, 605, 742533. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.742533>.
- Gałaszka, M., Adamczyk, A., Gałaszka, A., Krycia, K., Gałaszka, R., Adamczyk, M., Szabelski, M., Gałaszka, G., Sulkowska, N., & Domańska, I. (2026). The Use of Selected Medicinal Plants in the Regulation of the Autonomic Nervous System Through the



Neurotransmitter System During Stress. *Journal of Education, Health and Sport*, 94, 72859. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2026.94.72859>.

Kasmaruddin, Guspian, B., & Harahap, S. R. (2020). Pengaruh Pemberian Dosis Daun Pepaya yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam Pengangkutan. *Perikanan dan Lingkungan: Journal of Fisheries and Environment*, 9(1), 36–44.

Luz, R. K., & Favero, G. C. (2024). Use of Salt, Anesthetics, and Stocking Density in Transport of Live Fish: A Review. *Fishes*, 9(7), 286. <https://doi.org/10.3390/fishes9070286>.

Medeten, H. R., Yanto, H., & Lestari, T. P. (2025). Pengaruh Anestesi Ekstrak Daun Kecubung (*Datura metel* L) Dengan Kadar yang Berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) Selama Transportasi Sistem Basah. *Jurnal Borneo Akuatika*, 7(2). <https://doi.org/10.29406/jba.v7i2.8720>.

Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67.

Pramono, T. B., Yudhistira, C. B., & Sukardi, P. (2020). Efektivitas Infusum Daun Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Anestesi Alami Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 69–80. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.1.100>.

Prastono, R., Kusyairi, A., & Madyowati, S. O. (2026). Pengaruh Dosis Minyak Sereh (*Cymbopogon nardus*) terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada Transportasi Sistem Basah Tertutup. *Jurnal Perikanan Kamasan: Smart, Fast, & Professional Services*, 7(1), 12–22. <https://doi.org/10.58950/jpk.v7i1.114>.

Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2019). Natural Versus Synthetic Anesthetic for Transport of Live Fish: A Review. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.03.002>.

Ren, Y., Men, X., Yu, Y., Li, B., Zhou, Y., & Zhao, C. (2022). Effects of Transportation Stress on Antioxidation, Immunity Capacity and Hypoxia Tolerance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 22, 100940. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100940>.

Saragih, D. D., Ngangi, E. L. A., Pangkey, H., Kusuma, N. P. D., Sumilat, D. A., Salindeho, I. R. N., Kreckhoff, R. L., & Kusen, D. J. (2025). Pengaruh Minyak Cengkih Terhadap Glukosa Darah dan Sintasan Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) pada Transportasi Sistem Tertutup. *Akuatika Indonesia*, 10(2), 101–110. <https://doi.org/10.24198/jaki.v10i2.62511>.



- Souza, C. de F., Baldissera, M. D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, J. A., & Mancera, J. M. (2019). Essential Oils as Stress-Reducing Agents for Fish Aquaculture: A Review. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00785>.
- Tumembouw, S. S., J. M. A. H., Delis, P. C., Wanimbo, E., Wahyudi, I. T., Ismarica, Maisarah, Safratilofa, Suleman, & Bujang, A. (2025). *Parameter Kualitas Air Dalam Akukultur*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Verdian, A. H., Oktaviana, A., Kesuma, K. D., Fatimah, N., Effendi, I., Diatin, I., & Budiardi, T. (2026). Evaluation of Stocking Density Effects in Closed Wet Transport on Juvenile Asian Redtail Catfish (*Mystus nemurus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 25–31. <https://doi.org/10.29103/aa.v13i1.25354>.
- Wahyudi, D. S., Sumaryam, S., & Kusyairi, A. (2026). Pengaruh Kepadatan pada Pengangkutan Sistem Basah Tertutup terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.) Umur 30 Hari. *Jurnal Perikanan Kamasan: Smart, Fast, & Professional Services*, 6(2), 105–114. <https://doi.org/10.58950/jpk.v6i2.105>.
- Wang, Q., Ye, W., Tao, Y., Li, Y., Lu, S., Xu, P., & Qiang, J. (2023). Transport Stress Induces Oxidative Stress and Immune Response in Juvenile Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*): Analysis of Oxidative and Immunological Parameters and the Gut Microbiome. *Antioxidants*, 12(1), 157. <https://doi.org/10.3390/antiox12010157>.
- Zhou, Y., Zhu, Y., & Wong, W. K. (2023). Statistical Tests for Homogeneity of Variance for Clinical Trials and Recommendations. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 33, 101119. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2023.101119>.

