



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada 29 April 2026 dengan durasi transportasi darat selama delapan jam. Penelitian dilakukan di unit pembibitan Jaya Bibit, Jalan Arifin Achmad, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Transportasi dilakukan menggunakan kendaraan roda empat melalui rute Pekanbaru–Tembilahan, dimulai pada pukul 08.00 WIB dan berakhir sekitar pukul 16.00 WIB. Pengamatan akhir dilaksanakan segera setelah benih tiba di lokasi tujuan yaitu di Jalan Saptamarga, Gang Samarinda 8, Tembilahan Kota, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan utama yang digunakan meliputi 12 kantong plastik polietilena berukuran 30×65 cm, karet pengikat, tabung oksigen beserta regulator, serta empat wadah pelindung berukuran kurang lebih $60 \times 60 \times 45$ cm. Kantong plastik berfungsi sebagai unit percobaan sekaligus wadah transportasi, sedangkan wadah pelindung digunakan untuk menjaga posisi kemasan dan mengurangi benturan selama perjalanan. Ember plastik, gelas ukur, spuit tanpa jarum, timbangan digital, blender, pisau, talenan, dan kain saring digunakan dalam pembuatan serta penakaran ekstrak kunyit. Sesar halus dipakai untuk memindahkan benih, sementara kamera atau telepon seluler digunakan untuk merekam perubahan tingkah laku ikan selama transportasi.

Parameter kualitas air diukur menggunakan termometer digital, pH meter, DO meter, dan perangkat uji amonia. Termometer digunakan untuk mengukur suhu media, pH meter untuk menentukan derajat keasaman, sedangkan DO meter



digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen terlarut. Perangkat uji amonia digunakan untuk menentukan konsentrasi amonia atau total ammonia nitrogen sesuai jenis analit yang tercantum pada alat. Seluruh alat ukur diperiksa dan dikalibrasi sebelum digunakan. Peralatan yang bersentuhan langsung dengan ikan dicuci, dibilas hingga bebas dari residu bahan pembersih, dan dikeringkan sebelum penelitian dimulai.

Bahan penelitian berupa benih ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) berumur sekitar satu bulan dengan panjang tubuh rata-rata kurang lebih 5 cm. Jumlah benih yang digunakan sebanyak 600 ekor, terdiri atas 50 ekor pada setiap unit percobaan. Ikan yang dipilih memiliki ukuran relatif seragam, berenang aktif, tidak mengalami luka, dan tidak menunjukkan kelainan morfologis. Media transportasi menggunakan air sumur bor yang telah diendapkan selama 24 jam. Bahan perlakuan berupa rimpang kunyit tua dan segar dari spesies *Curcuma longa* L., sedangkan oksigen murni digunakan untuk mengisi ruang udara di dalam kemasan.

3.3. Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap satu faktor. Faktor yang diuji ialah konsentrasi ekstrak air kasar kunyit dalam media transportasi, yang terdiri atas tiga dosis perlakuan dan satu kontrol. Setiap taraf perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 12-unit percobaan. Satu kantong plastik ditetapkan sebagai satu unit percobaan karena seluruh ikan di dalam kantong menerima kondisi media dan konsentrasi ekstrak yang sama. Penempatan kantong di dalam kendaraan dilakukan secara acak untuk mengurangi pengaruh perbedaan posisi, cahaya, suhu, dan getaran selama



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga diarang untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
 4. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

perjalanan. Desain perlakuan penelitian yang diterapkan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Perlakuan Penelitian

Kode	Dosis Ekstrak Kunyit	Volume Akhir Media	Konsentrasi Nominal	Ulangan	Jumlah Benih
P0	0 mL	5 L	0 mL/L	3	50 ekor/kantong
P1	5 mL	5 L	1 mL/L	3	50 ekor/kantong
P2	10 mL	5 L	2 mL/L	3	50 ekor/kantong
P3	15 mL	5 L	3 mL/L	3	50 ekor/kantong

Keterangan: P0 = kontrol (tanpa ekstrak kunyit); P1 = ekstrak kunyit 5 mL; P2 = ekstrak kunyit 10 mL; P3 = ekstrak kunyit 15 mL.

Rentang konsentrasi disusun dengan interval 5 mL untuk memperoleh gambaran pola dosis–respons. Volume air pada setiap kantong disesuaikan setelah penambahan ekstrak sehingga volume akhir media tetap 5 L. Konsentrasi yang digunakan merupakan konsentrasi ekstrak air kasar, bukan konsentrasi kurkumin atau minyak atsiri murni. Perbedaan bentuk sediaan perlu ditegaskan karena ekstrak air dan minyak atsiri kunyit memiliki komposisi serta potensi biologis yang berlainan (Cerqueira *et al.*, 2025; Purbosari *et al.*, 2019).

Model linier Rancangan Acak Lengkap yang digunakan dalam penelitian ini dinyatakan dengan persamaan:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

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. Model tersebut digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antarkonsentrasi dengan memperhatikan independensi unit percobaan, distribusi residual, dan kesamaan ragam antarkelompok. Pemenuhan asumsi



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

tersebut diperlukan untuk menjaga ketepatan pengujian menggunakan analisis ragam (Blanca *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2023).

3.4. Prosedur Penelitan

3.4.1. Pembuatan Ekstrak Air Kasar Kunyit

Rimpang kunyit tua dan segar sebanyak 500 g dicuci menggunakan air mengalir sampai sisa tanah dan kotoran hilang. Rimpang ditiriskan, diiris menjadi bagian kecil, kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan penambahan 500 mL air sumur yang telah diendapkan. Perbandingan bahan segar dan air pengestrak adalah 1:1 berdasarkan bobot per volume. Hasil penghancuran disaring menggunakan dua lapis kain bersih dan diperas sampai diperoleh filtrat. Cairan yang dihasilkan disebut ekstrak air kasar atau filtrat kunyit karena masih mengandung campuran senyawa larut air dan partikel halus rimpang.

Filtrat ditampung dalam wadah tertutup, dihomogenkan, dan diukur volume akhirnya. Ekstrak dibuat pada hari pelaksanaan penelitian serta dilindungi dari paparan cahaya matahari langsung. Sebelum setiap pengambilan dosis, filtrat diaduk perlahan untuk mempertahankan keseragaman suspensi. Dosis diukur menggunakan spuit atau pipet ukur yang sama tingkat ketelitiannya. Standardisasi bahan dan metode ekstraksi diperlukan karena komposisi produk tumbuhan dipengaruhi oleh kondisi bahan baku, pelarut, serta teknik ekstraksi yang digunakan (Purbosari *et al.*, 2019).

3.4.2. Penyiapan Benih

Benih ikan Lele Dumbo ditampung dan diaklimatisasi menggunakan air yang sama dengan media transportasi. Pakan dihentikan selama 24 jam sebelum pengangkutan untuk mengurangi isi saluran pencernaan, produksi feses, konsumsi



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

oksigen, dan pelepasan sisa metabolisme ke dalam media. Sebelum ditebar, benih diseleksi berdasarkan keseragaman ukuran, aktivitas renang, kondisi permukaan tubuh, dan kelengkapan organ. Benih yang lemah, terluka, atau menunjukkan kelainan tidak digunakan sebagai ikan uji. Pemuaasan dan seleksi kesehatan merupakan bagian penting dalam transportasi ikan karena aktivitas metabolik, kepadatan, dan kondisi awal ikan memengaruhi kualitas air serta tingkat kematian selama perjalanan (Luz & Favero, 2024).

3.4.3. Penyiapan Wadah

Setiap unit percobaan menggunakan kantong plastik PE yang dipasang dua lapis untuk mengurangi risiko kebocoran. Kantong diberi nomor unit secara acak tanpa mencantumkan nama perlakuan pada bagian yang terlihat oleh pengamat. Air sumur yang telah diendapkan dimasukkan dengan volume yang disesuaikan terhadap dosis ekstrak sehingga volume akhir media pada setiap kantong tetap 5 L. Suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia diukur sebelum ikan serta bahan perlakuan dimasukkan. Seluruh kantong menggunakan sumber air, ukuran wadah, volume media, dan kepadatan benih yang sama.

3.4.4. Penerapan Perlakuan

Ekstrak kunyit dimasukkan ke dalam media sesuai perlakuan P0, P1, P2, dan P3. Media dihomogenkan secara perlahan agar ekstrak tersebar merata tanpa menghasilkan gelembung atau perubahan suhu yang berarti. Sebanyak 50 ekor benih dimasukkan secara hati-hati ke dalam setiap kantong menggunakan seser halus. Kepadatan akhir pada seluruh unit percobaan adalah 10 ekor/L atau 50 ekor



per wadah. Waktu penanganan dibuat sesingkat mungkin untuk mengurangi stres akibat penangkapan, kontak dengan udara, dan perpindahan wadah.

Kontrol P0 tidak menerima ekstrak kunyit, sedangkan P1, P2, dan P3 masing-masing menerima ekstrak sebanyak 5, 10, dan 15 mL dalam volume akhir media 5 L. Penerapan anestetik selama transportasi diarahkan untuk menghasilkan sedasi ringan, yaitu penurunan aktivitas renang tanpa menghilangkan kemampuan ikan mempertahankan keseimbangan dan ventilasi insang. Sedasi yang terlalu dalam berpotensi menekan pergerakan operkulum dan memperlambat pemulihan setelah transportasi. Efektivitas anestetik harus dinilai berdasarkan tingkat ketenangan ikan, keamanan respirasi, pemulihan, dan sintasan, bukan hanya berdasarkan kecepatan ikan kehilangan keseimbangan (Purbosari *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2019).

Setelah benih dimasukkan, udara di dalam kantong dikeluarkan secara perlahan dan diganti dengan oksigen murni. Perbandingan ruang air dan oksigen dipertahankan sekitar 1:2 sehingga air menempati kurang lebih sepertiga bagian kemasan dan oksigen mengisi dua pertiga bagian lainnya. Mulut kantong dipilin dan diikat kuat menggunakan karet gelang. Setiap kantong diperiksa untuk memastikan tidak terdapat kebocoran. Penggunaan kantong tertutup beroksigen dimaksudkan untuk mempertahankan ketersediaan oksigen selama perjalanan, meskipun konsumsi oksigen dan akumulasi metabolit tetap dipengaruhi oleh kepadatan, ukuran ikan, suhu, serta lama pengangkutan (Luz & Favero, 2024).

Dua belas kantong dimasukkan ke dalam empat wadah pelindung, dengan masing-masing wadah berisi tiga kantong. Posisi unit percobaan di dalam kendaraan ditentukan secara acak. Wadah disusun secara stabil dan dilindungi dari



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

paparan sinar matahari langsung. Kantong tidak dibuka selama perjalanan agar komposisi oksigen dan tekanan di dalam kemasan tidak berubah. Waktu keberangkatan, waktu kedatangan, waktu berhenti, suhu lingkungan, serta kejadian tidak terencana selama perjalanan dicatat pada lembar pengamatan.

3.4.5. Pelaksanaan Penelitian

Transportasi berlangsung selama delapan jam menggunakan kendaraan roda empat melalui rute Pekanbaru-Tembilahan. Kecepatan kendaraan dijaga relatif stabil dan seluruh perlakuan diangkut secara bersamaan agar menerima durasi serta kondisi perjalanan yang sama. Pengamatan tingkah laku dilakukan melalui dinding kantong tanpa membuka ikatan kemasan. Rekaman video dibuat pada waktu pengamatan yang telah ditetapkan. Penanganan kantong selama perekaman dilakukan secara hati-hati agar tidak menambah rangsangan mekanis terhadap ikan.

Setelah tiba di lokasi tujuan, suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia media diukur sebelum kantong dibuka. Jumlah ikan hidup, ikan lemah, dan ikan mati dihitung pada setiap unit percobaan. Benih hidup dipindahkan secara bertahap ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih dengan suhu mendekati suhu media transportasi. Pemulihan diamati selama 60 menit. Ikan dinyatakan pulih apabila mampu mempertahankan posisi tubuh, berenang terarah, menunjukkan gerakan operkulum teratur, dan memberikan respons terhadap rangsangan ringan.



1. Diarangi memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga diarang tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

3.5 Pengumpulan Data

3.5.1 Tingkah Laku Benih

Pengamatan tingkah laku dilakukan pada menit ke-0, 30, 60, 120, 240, 360, dan 480 selama transportasi. Parameter yang diamati meliputi aktivitas renang, keseimbangan tubuh, respons terhadap rangsangan ringan dari bagian luar kantong, dan gerakan operkulum. Pada setiap waktu pengamatan dibuat rekaman video berdurasi satu menit. Rekaman diputar kembali untuk mengurangi kesalahan penilaian akibat tumpang tindih posisi ikan. Tahapan tingkah laku disusun dengan mengacu pada indikator kedalaman anestesi ikan, terutama penurunan aktivitas, hilangnya respons, gangguan keseimbangan, dan perubahan ventilasi operkulum (Cerqueira *et al.*, 2025; Souza *et al.*, 2019). Kriteria skor tingkah laku disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Skor Respon Tingkah Laku Benih Ikan Selama Proses Transportasi

Skor	Respon	Kriteria Tingkah Laku
0	Normal	Ikan berenang aktif, keseimbangan normal, dan memberikan respons kuat terhadap rangsangan
1	Sedasi ringan	Aktivitas renang berkurang, keseimbangan tetap normal, dan respons terhadap rangsangan masih terlihat
2	Sedasi sedang	Gerakan sangat lambat, respons melemah, dan sebagian ikan mulai mengalami gangguan keseimbangan
3	Anestesi dalam	Ikan kehilangan keseimbangan, tidak merespons rangsangan, tetapi gerakan operkulum masih terlihat
4	Kondisi kritis	Gerakan operkulum sangat lemah atau tidak teratur, ikan tidak merespons, moribund, atau mati

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

Kondisi yang diharapkan selama transportasi adalah dominasi skor 1 karena ikan telah lebih tenang, tetapi masih mampu mempertahankan keseimbangan dan ventilasi insang. Skor 2 dan 3 menunjukkan anestesi yang lebih dalam, sedangkan skor 4 diperlakukan sebagai kondisi tidak aman. Jumlah ikan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

pada setiap kategori dihitung dari rekaman video. Apabila posisi ikan bertumpuk, rekaman ditinjau berulang dengan memperlambat kecepatan pemutaran. Indeks tingkah laku pada setiap unit dan waktu pengamatan dihitung menggunakan persamaan:

$$IT_{ij} = \frac{\sum_{k=0}^4 n_{ijk} s_k}{N_{ij}}$$

Keterangan:

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 .

Nilai indeks berkisar antara 0 dan 4, dengan nilai yang semakin tinggi menunjukkan kedalaman anestesi yang semakin kuat. Formula tersebut dikembangkan sebagai indeks berbobot berdasarkan tahapan perilaku anestesi yang digunakan dalam penelitian ikan. Interpretasi tetap memperhatikan distribusi setiap kategori karena nilai rata-rata yang sama dapat terbentuk dari susunan respons yang berbeda (Cerqueira *et al.*, 2025; Souza *et al.*, 2019).

Frekuensi bukaan operkulum diamati pada lima ikan yang terlihat jelas dalam rekaman setiap kantong. Jumlah bukaan operkulum dihitung selama 30 detik dan dikalikan dua untuk memperoleh frekuensi per menit. Nilai dari lima ikan dirata-ratakan sebagai frekuensi operkulum setiap unit percobaan. Pengamatan tersebut digunakan untuk membantu membedakan efek sedasi dari penekanan respirasi. Penurunan aktivitas yang disertai gerakan operkulum sangat lemah tidak dikategorikan sebagai respons anestesi yang aman.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

3.5.2 Waktu Pemulihan

Waktu pemulihan dihitung sejak benih dipindahkan ke air bersih sampai sedikitnya 80% ikan dalam satu unit mampu berenang terarah, mempertahankan keseimbangan tubuh, dan merespons rangsangan ringan. Pengamatan dilakukan menggunakan pencatat waktu. Ikan yang belum pulih setelah 60 menit dicatat sebagai individu dengan pemulihan tertunda. Waktu pemulihan dinyatakan dalam menit untuk setiap kantong. Parameter ini digunakan sebagai indikator tambahan dalam menentukan keamanan dosis ekstrak kunyit.

3.5.3 Sintasan

Sintasan dihitung segera setelah kantong dibuka dan setelah masa pemulihan selama 60 menit. Ikan dinyatakan hidup apabila masih menunjukkan gerakan operkulum dan respons spontan atau respons terhadap rangsangan ringan.

Persentase sintasan dihitung menggunakan persamaan:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = sintasan (survival rate) benih ikan selama transportasi,

N_t = jumlah ikan yang hidup pada akhir pengamatan (ekor),

N_0 = jumlah total ikan pada awal transportasi (ekor).

Perhitungan tersebut digunakan secara luas dalam penelitian transportasi benih untuk membandingkan jumlah ikan yang bertahan hidup dengan jumlah awal pada setiap unit percobaan (Kasmaruddin *et al.*, 2020). Jumlah kematian juga dilaporkan dalam bentuk nilai absolut agar perubahan satu individu tidak tersamarkan oleh penyajian persentase.



3.5.4 Kualitas Air

Kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. Pengukuran dilakukan pada awal penelitian sebelum ikan dimasukkan dan pada akhir transportasi sebelum kantong dibuka sepenuhnya. Suhu dinyatakan dalam derajat Celsius, pH dinyatakan dalam satuan pH, sedangkan oksigen terlarut dan amonia dinyatakan dalam mg/L. Bentuk amonia yang dilaporkan harus mengikuti kemampuan alat, yaitu $\text{NH}_3\text{-N}$ atau total ammonia nitrogen, dan digunakan secara konsisten dalam seluruh naskah.

Perubahan setiap parameter kualitas air dihitung dari selisih antara nilai akhir dan nilai awal pada kantong yang sama. Data tersebut digunakan untuk mendukung interpretasi tingkah laku serta sintasan. Selama transportasi tertutup, aktivitas respirasi ikan dapat menurunkan oksigen terlarut sekaligus meningkatkan karbon dioksida dan amonia. Besarnya perubahan dipengaruhi oleh kepadatan, suhu, lama pengangkutan, ukuran ikan, dan tingkat aktivitas selama perjalanan (Luz & Favero, 2024).

3.6 Analisis Data

Unit analisis statistik adalah kantong plastik, bukan individu ikan, sehingga setiap perlakuan memiliki tiga nilai ulangan yang independen. Data tingkah laku disajikan sebagai distribusi persentase kategori skor dan indeks tingkah laku pada setiap waktu pengamatan. Untuk menghindari penggunaan pengamatan berulang sebagai ulangan semu, nilai indeks tingkah laku selama transportasi diringkas menjadi satu nilai rata-rata untuk setiap kantong. Sintasan, waktu pemulihan, frekuensi operkulum, indeks tingkah laku, dan perubahan kualitas air disajikan dalam bentuk rata-rata $\pm$ simpangan baku. Nilai minimum,



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan juga dilarang tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.
- Universitas Islam Indragiri

maksimum, dan pola sebaran data juga diperiksa sebelum analisis inferensial dilakukan (Mishra *et al.*, 2019).

Normalitas residual diuji menggunakan uji *Shapiro–Wilk*, sedangkan homogenitas ragam antarkelompok diuji menggunakan uji *Levene* pada taraf signifikansi 5%. Hipotesis nol pada uji Shapiro–Wilk menyatakan residual mengikuti distribusi normal, sedangkan hipotesis nol pada uji Levene menyatakan ragam seluruh kelompok perlakuan sama. Nilai ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa asumsi terkait tidak ditolak. Pemeriksaan grafik kuantil–kuantil dan grafik residual terhadap nilai prediksi juga dilakukan karena keputusan mengenai normalitas tidak sebaiknya hanya didasarkan pada nilai probabilitas, khususnya ketika jumlah ulangan terbatas (Mishra *et al.*, 2019; Zhou *et al.*, 2023).

Data yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf signifikansi 5%. Apabila ANOVA menghasilkan nilai ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan menggunakan uji Tukey *honestly significant difference* pada taraf 5%. Uji Tukey digunakan karena seluruh pasangan perlakuan dibandingkan dan jumlah ulangan pada setiap kelompok sama. Hasil uji lanjut disajikan menggunakan notasi huruf yang berbeda pada rata-rata yang berbeda nyata. Penggunaan uji lanjut dilakukan hanya setelah uji global menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk mengurangi risiko kesalahan akibat perbandingan berganda (Agbangba *et al.*, 2024).