



Pengaruh Dosis Minyak Sereh (*Cymbopogon nardus*) terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada Transportasi Sistem Basah Tertutup

Effect of Citronella Oil (Cymbopogon nardus) Dosage on the Survival of Koi (Cyprinus carpio) Fingerlings during Closed Wet Transportation

Rio Prastono^{1*}, Achmad Kusyairi², Sri Oetami Madyowati³

^{1,2}Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: prastonorio08@gmail.com

ABSTRAK

Transportasi benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan sistem basah tertutup berpotensi meningkatkan stres, konsumsi oksigen, dan mortalitas akibat keterbatasan ruang angkut. Minyak sereh (*Cymbopogon nardus*), yang mengandung sitronelal, geraniol, dan sitronelol, berpotensi digunakan sebagai sedatif alami untuk mengurangi respons stres selama transportasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh dosis minyak sereh terhadap kelangsungan hidup benih koi serta menentukan dosis yang paling efektif untuk transportasi sistem basah tertutup. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dosis minyak sereh (1, 2, 3, dan 4 mL/L), masing-masing enam ulangan. Setiap unit percobaan terdiri atas 30 ekor benih koi berukuran 10–12 cm yang diangkut selama lima jam dalam kantong plastik berisi 8 L air dan oksigen murni. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis minyak sereh berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih koi. Dosis 2 mL/L menghasilkan *survival rate* tertinggi sebesar 97,78%, sedangkan dosis 1, 3, dan 4 mL/L masing-masing menghasilkan 79,44%, 57,22%, dan 15,00%. Selama transportasi, kualitas air masih berada pada kisaran layak, yaitu suhu 25,8–26,4°C, pH 6,8–7,2, dan oksigen terlarut 5,2–6,8 mg/L. Dengan demikian, dosis 2 mL/L direkomendasikan sebagai dosis efektif minyak sereh untuk meningkatkan keberhasilan transportasi benih koi pada sistem basah tertutup.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received 13/04/2026

Revised 15/05/2026

Accepted 29/06/2026

Published 2/09/2026

Kata Kunci:

- Benih ikan koi,
- *Cymbopogon nardus*,
- kelangsungan hidup,
- minyak sereh,
- transportasi sistem basah tertutup

ABSTRACT

Transportation of koi (*Cyprinus carpio*) fry in a closed wet system may induce physiological stress, increase oxygen consumption, and elevate mortality due to limited transport space. Citronella oil (*Cymbopogon nardus*), which contains the bioactive compounds citronellal, geraniol, and citronellol, has potential as a natural sedative for reducing stress during fish transportation. This study aimed to evaluate the effect of different citronella oil dosages on the survival of koi fry and to determine the optimum dosage for closed wet transportation. A Completely Randomized Design was employed with four citronella oil treatments (1, 2, 3, and 4 mL L⁻¹), each replicated six times. Each experimental unit consisted of 30 koi fry (10–12 cm in total length) transported for 5 h in plastic bags containing 8 L of water supplemented with pure oxygen. Survival rate was used as the primary response variable, while water temperature, pH, and dissolved oxygen were measured as supporting water quality parameters. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. The results demonstrated that citronella oil dosage significantly affected the survival of koi fry ($p < 0.05$). The highest survival rate (97.78%) was achieved at a dosage of 2 mL L⁻¹, whereas dosages of 1, 3, and 4 mL L⁻¹ resulted in survival rates of 79.44%, 57.22%, and 15.00%, respectively. Throughout transportation, water quality remained within acceptable ranges, with temperatures of 25.8–26.4°C, pH values of 6.8–7.2, and dissolved oxygen concentrations of 5.2–6.8 mg L⁻¹. These findings indicate that 2 mL L⁻¹ citronella oil is the optimum dosage for improving the survival of koi fry during closed wet transportation.

Key Words:

- koi fingerlings,
- *Cymbopogon nardus*,
- survival rate,
- lemongrass oil,
- closed wet transportation

PENDAHULUAN

Koi (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu ikan hias air tawar bernilai ekonomi tinggi yang memiliki prospek pasar yang terus berkembang karena keragaman warna, pola tubuh, dan nilai estetikanya. Pengembangan budidaya koi menjadi bagian penting dalam mendukung industri ikan hias nasional, mengingat komoditas ini diproduksi secara luas oleh unit pembenihan maupun pembudidaya skala kecil hingga komersial (Kusrini et al. 2015; Ishaqi & Sari 2019; Fauzan & Effendi 2023). Keberhasilan usaha budidaya koi tidak hanya ditentukan oleh kualitas produksi benih, tetapi juga oleh kemampuan mempertahankan kondisi fisiologis dan kelangsungan hidup ikan selama proses distribusi dari lokasi pembenihan menuju pasar.

Transportasi ikan hidup dengan sistem basah tertutup merupakan metode yang paling umum digunakan karena praktis, ekonomis, dan memungkinkan pengiriman benih dalam kantong plastik berisi air dan oksigen murni. Meskipun demikian, sistem ini memiliki berbagai keterbatasan, seperti ruang gerak yang sempit, kepadatan tinggi, akumulasi metabolit, penurunan oksigen terlarut, peningkatan karbon dioksida, serta perubahan pH yang dapat memicu stres fisiologis dan meningkatkan risiko mortalitas selama pengangkutan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kepadatan, lama pemberokan, dan pengelolaan kualitas air merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan

transportasi benih ikan hidup (Hartyanto et al., 2024; Manurung et al., 2024; Syamsunarno et al., 2019).

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk meminimalkan stres selama transportasi adalah penggunaan bahan anestesi atau sedatif. Pemberian sedatif bertujuan menurunkan aktivitas berenang, memperlambat laju metabolisme, mengurangi konsumsi oksigen, serta menekan produksi limbah metabolik sehingga kondisi fisiologis ikan tetap stabil selama proses pengangkutan. Walaupun berbagai anestesi sintetis telah digunakan dalam praktik akuakultur, perhatian terhadap residu, keamanan pangan, biaya, dan dampak lingkungan mendorong pengembangan sedatif alami berbasis minyak atsiri sebagai alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan (Aydın & Barbas, 2020; Hoseini et al., 2019; Priborsky & Velisek, 2018; Zahl et al., 2012).

Berbagai minyak atsiri telah dilaporkan memiliki aktivitas sedatif pada ikan karena mengandung senyawa bioaktif yang bekerja pada sistem saraf. Penggunaannya terbukti mampu menurunkan respons stres, mempercepat induksi sedasi, serta memperbaiki proses pemulihan setelah transportasi. Namun demikian, efektivitas minyak atsiri sangat dipengaruhi oleh spesies ikan, ukuran tubuh, konsentrasi, serta lama paparan, sehingga dosis yang efektif pada satu spesies belum tentu memberikan respons yang sama pada spesies lainnya (Becker et al., 2012; Da Cunha et al., 2010; Heldwein et al., 2012; Rucinque et al., 2021; Souza et al., 2019; Toni et al., 2013). Penelitian pada ikan mas dan koi juga menunjukkan adanya hubungan dosis-respons yang kuat, sehingga penentuan dosis optimum merupakan tahapan penting sebelum sedatif alami diterapkan dalam kegiatan transportasi ikan hidup (Gladden et al., 2010; Mirghaed et al., 2016; Yousefi et al., 2018).

Citronella oil (*Cymbopogon nardus*) merupakan salah satu minyak atsiri yang mengandung senyawa aktif berupa citronellal, geraniol, dan citronellol yang berpotensi memberikan efek sedatif. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan citronella oil atau ekstraknya mampu meningkatkan kelangsungan hidup ikan selama transportasi tertutup, antara lain pada ikan botia, ikan tengadak, dan benih bandeng (Hasan et al., 2016; Rimadhani et al., 2023; Siregar et al., 2019). Namun, penelitian-penelitian tersebut dilakukan pada spesies yang berbeda sehingga hasilnya belum dapat diterapkan secara langsung pada benih koi. Selain itu, informasi mengenai dosis optimum citronella oil untuk benih koi (*Cyprinus carpio*) ukuran 10–12 cm pada sistem transportasi basah tertutup masih sangat terbatas. Hingga saat ini belum tersedia rekomendasi dosis yang mampu menghasilkan efek sedatif secara optimal tanpa menurunkan kelangsungan hidup ikan selama transportasi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan pengetahuan yang perlu dikaji lebih lanjut.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penentuan dosis optimum citronella oil (*Cymbopogon nardus*) sebagai sedatif alami untuk meningkatkan kelangsungan hidup benih koi (*Cyprinus carpio*) ukuran 10–12 cm selama transportasi sistem basah tertutup pada kondisi distribusi aktual. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi respons kelangsungan hidup pada berbagai dosis citronella oil, tetapi juga menghasilkan rekomendasi dosis yang dapat diterapkan secara praktis dalam kegiatan transportasi benih ikan hias.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh berbagai dosis citronella oil (*Cymbopogon nardus*) terhadap kelangsungan hidup benih koi (*Cyprinus carpio*) selama transportasi sistem basah tertutup serta menentukan dosis

optimum yang dapat direkomendasikan untuk meningkatkan keberhasilan distribusi benih ikan hias. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan teknologi transportasi ikan hidup berbasis sedatif alami sekaligus menjadi acuan praktis bagi pembudidaya dan pelaku usaha distribusi ikan hias.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 30 Mei 2026 di Unit Budidaya Ikan Koi PT Sanggrila Fish Indonesia, Blitar, Jawa Timur. Transportasi dilakukan melalui jalur darat dari Blitar menuju Sidoarjo dengan waktu tempuh sekitar 5 jam. Rute transportasi dipilih untuk merepresentasikan kondisi distribusi aktual benih koi dari sentra pembenihan menuju wilayah pemasaran.

Hewan Uji, Bahan, dan Alat Penelitian

Hewan uji yang digunakan adalah benih koi (*Cyprinus carpio*) berukuran 10–12 cm dengan bobot rata-rata 25 g per ekor. Sebanyak 720 ekor benih yang sehat, aktif, dan memiliki ukuran relatif seragam digunakan dalam penelitian ini. Seluruh benih berasal dari populasi yang sama serta dipilih berdasarkan kondisi fisik normal tanpa menunjukkan gejala penyakit maupun cacat morfologi.

Bahan penelitian meliputi 100% citronella oil (*Cymbopogon nardus*), air sumur yang telah diaerasi selama 24 jam, oksigen murni (99,5%), dan alkohol 70% untuk sterilisasi peralatan. Peralatan yang digunakan meliputi kantong plastik transportasi, cool box, tabung oksigen beserta regulator, gelas ukur, timbangan digital, termometer, pH meter, dissolved oxygen (DO) meter, seser halus, dan bak pemulihan.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dosis citronella oil, yaitu:

- P1 = 1 mL L⁻¹
- P2 = 2 mL L⁻¹
- P3 = 3 mL L⁻¹
- P4 = 4 mL L⁻¹

Setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 30 ekor benih koi yang dikemas dalam kantong plastik berisi 8 L air dan oksigen murni.

Prosedur Penelitian

Sebelum transportasi, benih koi dipuasakan selama 48 jam untuk mengurangi produksi feses dan limbah metabolik selama pengangkutan. Citronella oil disiapkan sesuai dengan dosis perlakuan, kemudian dicampurkan ke dalam media air hingga homogen. Setelah benih menunjukkan respons sedasi yang ditandai dengan penurunan aktivitas berenang, ikan dipindahkan ke dalam kantong plastik yang berisi 8 L media air. Kantong kemudian diisi oksigen murni, diikat rapat, ditempatkan di dalam *cool box*, dan ditransportasikan melalui jalur darat selama 5 jam. Setelah transportasi selesai, benih

dipindahkan ke bak pemulihan yang berisi air bersih beraerasi dan diamati selama 2 jam sebelum dilakukan pengamatan akhir.

Parameter Pengamatan

Parameter utama yang diamati adalah survival rate (SR) setelah transportasi dan masa pemulihan. Benih dinyatakan hidup apabila masih mampu berenang normal, memberikan respons terhadap rangsangan, dan menunjukkan gerakan operkulum yang teratur. Kelangsungan hidup dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$SR (\%) = (N_t/N_0) \times 100$$

Keterangan:

SR = *survival rate* (%)

N_t = jumlah ikan hidup pada akhir pengamatan (ekor)

N_0 = jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Parameter pendukung meliputi suhu, *potential of hydrogen* (pH), dan *dissolved oxygen* (DO). Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir transportasi untuk mengevaluasi perubahan kualitas media selama pengangkutan.

Analisis Data

Data survival rate dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji Least Significant Difference (LSD) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Hasil analisis digunakan untuk menentukan dosis citronella oil yang paling efektif dalam mempertahankan kelangsungan hidup benih koi selama transportasi sistem basah tertutup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelangsungan Hidup Benih Koi

Pemberian citronella oil (*Cymbopogon nardus*) dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap *survival rate* (SR) benih koi (*Cyprinus carpio*) setelah transportasi sistem basah tertutup. Rerata SR tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 dengan dosis 2 mL L⁻¹, yaitu sebesar 97,78%, sedangkan SR terendah diperoleh pada perlakuan P4 dengan dosis 4 mL L⁻¹, yaitu sebesar 15,00% (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan dosis citronella oil menghasilkan respons kelangsungan hidup yang berbeda pada benih koi selama transportasi.

Tabel 1. Rerata kelangsungan hidup benih koi (*Cyprinus carpio*) setelah transportasi sistem basah tertutup.

Perlakuan	Dosis minyak sereh (mL/L)	Ikan awal (ekor)	Rerata ikan hidup (ekor)	SR (%)
P1	1	30	23,83	79,44 b
P2	2	30	29,33	97,78 a

P3	3	30	17,17	57,22 c
P4	4	30	4,50	15,00 d

Perbedaan kelangsungan hidup antarperlakuan menunjukkan adanya hubungan dosis-respons terhadap penggunaan citronella oil sebagai sedatif alami selama transportasi sistem basah tertutup. Dosis 1 mL L⁻¹ diduga belum mampu menghasilkan efek sedasi yang optimal sehingga aktivitas berenang ikan masih relatif tinggi, menyebabkan konsumsi oksigen dan respons stres belum dapat ditekan secara maksimal. Sebaliknya, dosis 2 mL L⁻¹ menghasilkan kelangsungan hidup tertinggi, yang menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu memberikan efek sedasi yang cukup untuk menurunkan aktivitas dan laju metabolisme ikan tanpa menimbulkan gangguan fisiologis yang berarti. Peningkatan dosis menjadi 3 dan 4 mL L⁻¹ justru diikuti penurunan *survival rate* yang tajam, mengindikasikan bahwa paparan citronella oil yang terlalu tinggi telah melampaui batas toleransi fisiologis benih koi berukuran 10–12 cm sehingga berpotensi menimbulkan efek toksik.

Hasil penelitian ini mendukung prinsip penggunaan sedatif alami pada ikan, yaitu bahwa efektivitas anestesi sangat dipengaruhi oleh dosis yang diberikan. Konsentrasi yang terlalu rendah umumnya belum mampu menghasilkan sedasi yang efektif, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan depresi respirasi, gangguan keseimbangan fisiologis, dan peningkatan mortalitas. Respons tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain spesies ikan, ukuran tubuh, konsentrasi sedatif, suhu media, dan lama paparan (Aydın & Barbas, 2020; Mirghaed et al., 2016; Yousefi et al., 2018). Dalam kegiatan transportasi ikan hidup, penggunaan dosis sedatif yang optimum diperlukan untuk menurunkan aktivitas berenang dan konsumsi oksigen tanpa menghambat proses pemulihan fisiologis setelah transportasi (Mousavi et al., 2024; Yousefi et al., 2018).

Temuan penelitian ini juga konsisten dengan beberapa penelitian terdahulu mengenai penggunaan citronella oil sebagai sedatif alami. Hasan et al. (2016) dan Siregar et al. (2019) melaporkan bahwa penggunaan citronella oil pada ikan botia dan ikan tengadak mampu meningkatkan kelangsungan hidup selama transportasi sistem tertutup apabila diberikan pada dosis yang sesuai dengan toleransi masing-masing spesies. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Rimadhani et al. (2023), yang menunjukkan bahwa ekstrak sereh mampu mempertahankan kelangsungan hidup benih bandeng sekaligus menekan respons stres selama transportasi. Selain itu, studi lainnya menegaskan bahwa minyak atsiri memiliki potensi yang besar sebagai sedatif alami dalam akuakultur, namun keberhasilannya sangat bergantung pada penentuan dosis yang spesifik sesuai karakteristik biologis setiap spesies ikan (Anrose & Junianto, 2024).

Secara ilmiah, hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa respons fisiologis benih koi terhadap citronella oil bersifat bergantung pada dosis (*dose-dependent response*), sehingga penentuan konsentrasi optimum menjadi faktor penting dalam pengembangan teknologi transportasi ikan hidup berbasis sedatif alami. Dari sisi praktis, penggunaan citronella oil pada dosis 2 mL L⁻¹ dapat direkomendasikan sebagai dosis awal untuk transportasi benih koi berukuran 10–12 cm selama sekitar 5 jam menggunakan sistem basah tertutup. Meskipun demikian, penerapannya tetap perlu mempertimbangkan ukuran ikan, kepadatan pengemasan, lama transportasi, serta kondisi lingkungan agar efektivitas sedasi tetap terjaga dan risiko toksisitas dapat diminimalkan.

Analisis Ragam Kelangsungan Hidup

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian citronella oil (*Cymbopogon nardus*) dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap *survival rate* (SR) benih koi (*Cyprinus carpio*) selama transportasi sistem basah tertutup. Nilai Fhitung sebesar 356,789 lebih tinggi dibandingkan Ftabel pada taraf signifikansi 5% sebesar 3,10 (Tabel 2), yang menunjukkan bahwa perbedaan dosis memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelangsungan hidup benih koi.

Tabel 2. Analisis ragam *survival rate* benih koi (*Cyprinus carpio*).

Sumber keragaman	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	3	2.060,458	686,819	356,789	3,10
Galat	20	38,500	1,925	-	-
Total	23	2.098,958	-	-	-

Hasil analisis ragam mengonfirmasi bahwa variasi dosis citronella oil merupakan faktor yang secara signifikan memengaruhi kelangsungan hidup benih koi selama transportasi sistem basah tertutup. Nilai Fhitung yang jauh melebihi Ftabel menunjukkan bahwa perbedaan *survival rate* antarperlakuan terutama disebabkan oleh perlakuan yang diberikan, bukan oleh variasi acak antarunit percobaan. Temuan ini memperkuat hasil pengamatan sebelumnya bahwa respons benih koi terhadap citronella oil bersifat bergantung pada dosis (*dose-dependent response*).

Perbedaan respons tersebut berkaitan dengan keseimbangan antara efek sedasi dan toleransi fisiologis ikan. Pada dosis optimum (2 mL L^{-1}), citronella oil diduga mampu menekan aktivitas berenang dan laju metabolisme sehingga konsumsi oksigen selama transportasi berkurang tanpa mengganggu fungsi fisiologis ikan. Sebaliknya, peningkatan dosis hingga 4 mL L^{-1} diduga menghasilkan efek sedasi yang berlebihan sehingga mengganggu keseimbangan fisiologis, memperlambat proses pemulihan, dan meningkatkan mortalitas. Meskipun mekanisme fisiologis tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini, pola respons tersebut sejalan dengan karakteristik umum penggunaan sedatif alami pada ikan. Hasil penelitian ini konsisten dengan Gladden et al. (2010), yang melaporkan bahwa efektivitas bahan anestesi pada koi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi yang digunakan. Pemberian anestesi pada dosis yang sesuai mampu menghasilkan sedasi yang aman, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat memperpanjang waktu pemulihan dan meningkatkan risiko kematian. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa keberhasilan penggunaan citronella oil sebagai sedatif alami tidak hanya ditentukan oleh jenis bahan yang digunakan, tetapi juga oleh ketepatan dosis yang disesuaikan dengan karakteristik biologis ikan.

Secara ilmiah, hasil analisis ragam memperkuat bukti bahwa dosis merupakan faktor utama yang menentukan efektivitas citronella oil dalam mempertahankan kelangsungan hidup benih koi selama transportasi. Dari sisi praktis, hasil ini memberikan dasar yang lebih kuat untuk merekomendasikan dosis 2 mL L^{-1} sebagai dosis yang efektif dan aman untuk

transportasi benih koi berukuran 10–12 cm pada sistem basah tertutup dengan durasi sekitar 5 jam.

Kualitas Air Selama Transportasi

Parameter kualitas air selama transportasi masih berada pada kisaran yang layak bagi benih koi (*Cyprinus carpio*). Suhu media meningkat dari 25,8°C menjadi 26,4°C, pH menurun dari 7,2 menjadi 6,8, sedangkan *dissolved oxygen* (DO) menurun dari 6,8 mg L⁻¹ menjadi 5,2 mg L⁻¹ setelah transportasi selama lima jam (Tabel 3). Meskipun terjadi perubahan pada setiap parameter, kondisi kualitas air masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh benih koi selama proses transportasi.

Tabel 3. Kualitas air awal dan akhir transportasi benih koi (*Cyprinus carpio*)

Parameter	Awal transportasi	Akhir transportasi	Keterangan
Suhu (°C)	25,8	26,4	Layak
pH	7,2	6,8	Layak
DO (mg L ⁻¹)	6,8	5,2	Layak
Kondisi air	Jernih	Jernih	Normal

Perubahan kualitas air yang terjadi selama transportasi merupakan respons alami terhadap aktivitas respirasi dan metabolisme ikan di dalam sistem transportasi basah tertutup. Peningkatan suhu media diduga dipengaruhi oleh akumulasi panas yang dihasilkan selama proses transportasi, sedangkan penurunan *dissolved oxygen* (DO) terjadi akibat pemanfaatan oksigen untuk respirasi ikan. Di sisi lain, penurunan pH berkaitan dengan akumulasi karbon dioksida hasil respirasi yang larut di dalam air dan membentuk asam karbonat sehingga meningkatkan keasaman media. Meskipun demikian, nilai DO akhir sebesar 5,2 mg L⁻¹ serta kisaran suhu dan pH yang terukur masih berada pada kondisi yang dapat mendukung kelangsungan hidup benih koi selama transportasi berlangsung.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa kualitas air selama penelitian masih mampu mempertahankan kondisi lingkungan yang layak bagi benih koi, sehingga perbedaan *survival rate* antarperlakuan lebih besar kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan dosis citronella oil (*Cymbopogon nardus*) dibandingkan oleh penurunan kualitas media transportasi. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas sedatif alami dalam penelitian ini lebih berperan dalam mengendalikan respons fisiologis ikan daripada memperbaiki kualitas air secara langsung.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian yang melaporkan bahwa keberhasilan transportasi ikan hidup dipengaruhi oleh interaksi antara kualitas air, kepadatan, dan penggunaan bahan sedative (Becker et al., 2012; Hartyanto et al., 2024; Syamsunarno et al., 2019). Penggunaan sedatif pada dosis yang tepat mampu menekan aktivitas ikan sehingga konsumsi oksigen dan laju metabolisme menurun, yang pada akhirnya memperlambat penurunan kualitas media selama transportasi. Sebaliknya, kualitas air yang masih berada dalam kisaran optimum belum tentu mampu mempertahankan kelangsungan hidup apabila sedatif diberikan pada dosis yang melebihi toleransi fisiologis ikan.



Secara ilmiah, hasil penelitian ini memperkuat bahwa keberhasilan transportasi benih koi tidak hanya ditentukan oleh kualitas media, tetapi juga oleh ketepatan dosis sedatif yang digunakan untuk mengendalikan respons fisiologis ikan selama pengangkutan. Dari sisi praktis, penggunaan citronella oil pada dosis optimum, yaitu 2 mL L^{-1} , dapat dijadikan acuan awal dalam transportasi benih koi berukuran 10–12 cm selama sekitar lima jam dengan sistem basah tertutup. Namun, penerapannya tetap perlu mempertimbangkan kepadatan pengemasan, lama transportasi, suhu lingkungan, mutu citronella oil, serta kondisi fisiologis benih sebelum pengangkutan. Untuk kondisi transportasi dengan durasi yang lebih lama atau ukuran ikan yang berbeda, diperlukan penelitian lanjutan guna menentukan penyesuaian dosis sehingga efek sedatif tetap efektif tanpa meningkatkan risiko toksisitas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian citronella oil (*Cymbopogon nardus*) dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih koi (*Cyprinus carpio*) selama transportasi sistem basah tertutup. Dosis 2 mL L^{-1} merupakan dosis optimum yang paling efektif dalam mempertahankan kelangsungan hidup benih koi selama transportasi sekitar lima jam tanpa menurunkan kualitas media transportasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketepatan dosis citronella oil merupakan faktor penting dalam meningkatkan keberhasilan transportasi benih koi serta memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan sedatif alami sebagai alternatif yang lebih aman dan aplikatif pada sistem transportasi ikan hidup. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi efektivitas citronella oil pada durasi transportasi yang lebih panjang, kepadatan pengemasan dan ukuran ikan yang berbeda, serta mengkaji respons fisiologis ikan melalui parameter seperti kadar glukosa darah, kortisol, amonia, dan laju konsumsi oksigen. Selain itu, karakterisasi mutu kimia citronella oil yang digunakan juga perlu dilakukan untuk menjamin konsistensi efektivitas dan keamanan penerapannya pada skala budidaya maupun distribusi benih ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anrose, Z., & Junianto. (2024). Pemanfaatan Bahan Anestesi Alami pada Transportasi Sistem Tertutup Benih Ikan: Ulasan Artikel. *Habitus Aquatica*, 5(2). <https://doi.org/10.29244/HAJ.5.2.77>
- Aydın, B., & Barbas, L. A. L. (2020). Sedative and Anesthetic Properties of Essential Oils and Their Active Compounds in Fish: A Review. *Aquaculture*, 520, 734999. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734999>
- Becker, A. G., Parodi, T. V., Heldwein, C. G., Zeppenfeld, C. C., Heinzmann, B. M., & Baldisserotto, B. (2012). Transportation of Silver Catfish, *Rhamdia Quelen*, in Water with Eugenol and the Essential Oil of *Lippia Alba*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(3), 789–796. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9562-4>
- Da Cunha, M. A., De Barros, F. M. C., De Oliveira Garcia, L., De Lima Veeck, A. P., Heinzmann, B. M., Loro, V. L., Emanuelli, T., & Baldisserotto, B. (2010). Essential Oil of *Lippia Alba*: A New Anesthetic for Silver Catfish, *Rhamdia*



- Quelen. *Aquaculture*, 306(1–4), 403–406.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.014>
- Gladden, J. N., Brainard, B. M., Shelton, J. L., Camus, A. C., & Divers, S. J. (2010). Evaluation of Isoeugenol for Anesthesia in Koi Carp (*Cyprinus carpio*). *American Journal of Veterinary Research*, 71(8), 859–866.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.71.8.859>
- Hartyanto, A., Agustini, M., Wirawan, I., & Kusyairi, A. (2024). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda pada Transportasi Sistem Basah Tertutup terhadap Kelulusan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Umur 50 Hari. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 5(1), 62–72.
<https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i1.24053>
- Hasan, H., Raharjo, E. I., & Zamri, S. (2016). Respon Pemberian Dosis Minyak Sereh (*Cymbopogon citratus*) untuk Anestesi Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus bleeker*) dengan Metode Transportasi Tertutup. *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 4(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29406/jr.v4i2.696>
- Heldwein, C. G., Silva, L. L., Reckziegel, P., Barros, F. M. C., Bürger, M. E., Baldisserotto, B., Mallmann, C. A., Schmidt, D., Caron, B. O., & Heinzmann, B. M. (2012). Participation of the GABAergic System in the Anesthetic Effect of *Lippia Alba* (Mill.) N.E. Brown Essential Oil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 45(5), 436–443. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2012007500052>
- Hoseini, S. M., Mirghaed, A. T., & Yousefi, M. (2019). Application of Herbal Anaesthetics in Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 550–564.
<https://doi.org/10.1111/raq.12245>
- Manurung, Y. P., Putriningtias, A., & Haser, T. F. (2024). Analisis of Oxygen Consumption Rate in a Closed Transport System for Koi Fish (*Cyprinus carpio*) Anesthesia with Extracted Green Betel Leaves (*Piper betle* L). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 8(2). <https://doi.org/10.33059/jisa.v8i2.10907>
- Mirghaed, A. T., Ghelichpour, M., & Hoseini, S. M. (2016). Myrcene and Linalool as New Anesthetic and Sedative Agents in Common Carp, *Cyprinus Carpio*—Comparison with Eugenol. *Aquaculture*, 464, 165–170.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.028>
- Mousavi, H. E., Mirghaed, A. T., Hoseini, S. M., Ghelichpour, M., Moghaddam, A. A., Gharavi, B., Aydın, B., & Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Akdeniz University, Antalya, Türkiye. (2024). Effects of Myrcene Addition to Water on Plasma Biochemical Characteristics of Common Carp, *Cyprinus Carpio*, during Transportation. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 18(1), 131–140. <https://doi.org/10.32598/IJVM.18.1.1005333>



- Priborsky, J., & Velisek, J. (2018). A Review of Three Commonly Used Fish Anesthetics. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(4), 417–442. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1442812>
- Rimadhani, A., Subandiyono, S., & Prayitno, S. B. (2023). Pengaruh Ekstrak Sereh (*Cymbopogon citratus*) pada Sistem Transportasi Tertutup terhadap Glukosa Darah dan Kelulushidupan Benih Bandeng (*Chanos chanos*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 7(2), 175–185. <https://doi.org/10.14710/sat.v7i2.17280>
- Rucinque, D. S., Ferreira, P. F., Leme, P. R. P., Lapa-Guimarães, J., & Viegas, E. M. M. (2021). Ocimum Americanum and Lippia Alba Essential Oils as Anaesthetics for Nile Tilapia: Induction, Recovery of Apparent Unconsciousness and Sensory Analysis of Fillets. *Aquaculture*, 531, 735902. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735902>
- Siregar, F. M., Yanto, H., & Prasetyo, E. (2019). Penggunaan Minyak Sereh sebagai Anestesi dalam Transportasi Benih Ikan Tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) dengan Sistem Tertutup. *Jurnal Borneo Akuatika*, 1(1), 53. <https://doi.org/10.29406/jba.v1i1.1427>
- Souza, C. D. 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, 785. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00785>
- Syamsunarno, M. B., Maulana, M. K., Indaryanto, F. R., & Mustahal, M. (2019). Kepadatan Optimum untuk Menunjang Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) pada Transportasi Sistem Tertutup. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 70–78. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i1.1036>
- Toni, C., Becker, A. G., Simões, L. N., Pinheiro, C. G., De Lima Silva, L., Heinzmann, B. M., Caron, B. O., & Baldisserotto, B. (2013). Fish Anesthesia: Effects of the Essential Oils of *Hesperozygis Ringens* and *Lippia Alba* on the Biochemistry and Physiology of Silver Catfish (*Rhamdia Quelen*). *Fish Physiology and Biochemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10695-013-9877-4>
- Yousefi, M., Hoseinifar, S. H., Ghelichpour, M., & Hoseini, S. M. (2018). Anesthetic Efficacy and Biochemical Effects of Citronellal and Linalool in Common Carp (*Cyprinus Carpio Linnaeus, 1758*) Juveniles. *Aquaculture*, 493, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.054>
- Zahl, I. H., Samuelsen, O., & Kiessling, A. (2012). Anaesthesia of farmed fish: Implications for welfare. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(1), 201–218. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9565-1>