

## Efektivitas anestesi minyak cengkeh terhadap kinerja dan kelangsungan hidup benih ikan Batak (*Tor soro*) selama transportasi

## Effectiveness of clove oil anesthesia on the performance and survival of Batak fish (*Tor soro*) fry during transportation

Received: 15 September 2025, Revised: 22 November 2025, Accepted: 10 December 2025

DOI: 10.29103/aa.v12i3.21223

Anne Rumondang<sup>a\*</sup>, Irzal Effendi<sup>b</sup>, dan Eddy Supriyono<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Jurusan Akuakultur, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli, Jl. KH. Dewantara No.1, Sibuluan Indah, Kec. Pandan, Kabupaten Tapanuli Tengah, Sumatera Utara, 22538, Indonesia.

<sup>b</sup> Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Jl. Raya Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas minyak cengkeh sebagai anestesi alami pada benih ikan Batak selama transportasi. Penelitian dilaksanakan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat taraf perlakuan dosis minyak cengkeh, yaitu P0 (kontrol/0 ml/l); P1 (0,01 ml/l); P2 (0,02 ml/l); dan P3 (0,03 ml/l), masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi respons fisiologis (waktu induksi, waktu pulih, dan perilaku), tingkat kelangsungan hidup, serta kualitas air sebelum dan sesudah transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak cengkeh berpengaruh nyata terhadap respons fisiologis benih ikan Batak, meskipun tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup yang pada semua perlakuan tetap tinggi, yaitu di atas 90%. Konsentrasi terbaik diperoleh pada dosis 0,01 ml/l dengan rata-rata waktu induksi 64 menit, waktu pemulihan 1,15 menit. Selama transportasi, suhu air meningkat dari 27,48 °C menjadi 29,53 °C, pH menurun dari 7,22 menjadi 7,17, dan oksigen terlarut (DO) menurun dari 5,38 mg/l menjadi 5,32 mg/l. Perubahan ini masih berada dalam kisaran toleransi benih ikan Batak (*Tor soro*), sehingga tidak menurunkan kelangsungan hidup. Hasil ini menunjukkan bahwa minyak cengkeh efektif menekan stres fisiologis dan menjaga kualitas air, sehingga dapat direkomendasikan sebagai anestesi alami yang aman, efisien, dan ramah lingkungan untuk transportasi benih.

**Kata kunci:** Anestesi; Minyak Cengkeh; Survival Rate; *Tor soro*; Transportasi

### Abstract

This study aimed to evaluate the effectiveness of clove oil as a natural anesthetic for Batak fish juveniles during transportation. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatment levels of clove oil: P0 (control/0 ml/l), P1 (0.01 ml/l), P2 (0.02 ml/l), and P3 (0.03 ml/l), each with three replicates. Observed parameters included physiological responses (induction time, recovery time, and behavior), survival rate, and water quality before and after transportation. The results indicated that clove oil significantly affected the physiological responses of Batak fish juveniles, although it did not significantly influence survival rates, which remained above 90% for all treatments. The optimal concentration was 0.01 ml/L, with an average induction time of 64 minutes and recovery time of 1.15 minutes. During transportation, water temperature increased from 27.48 °C to 29.53 °C, pH decreased from 7.22 to 7.17, and dissolved oxygen (DO) decreased from 5.38 mg/l to 5.32 mg/l. These changes remained within the tolerance range of Batak fish juveniles, thus not affecting survival. The findings demonstrate that clove oil effectively reduces physiological stress and maintains water quality, suggesting that it can be recommended as a safe, efficient, and environmentally friendly natural anesthetic for transporting Batak fish juveniles.

**Keywords:** Anesthesia; Clove Oil; Survival Rate; *Tor soro*; Transportation

\* Korespondensi: Jurusan Akuakultur, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli  
Tel: 08116268545  
e-mail: annelumbanbatu@gmail.com

## 1. Introduction

Ikan Batak (*Tor soro*) merupakan spesies ikan air tawar endemik Sumatera yang memiliki nilai ekonomi sekaligus ekologi yang penting (Rumondang dan Fuah, 2023). Peningkatan permintaan pasar menjadikan spesies ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan melalui kegiatan budidaya (Rumondang et al., 2023). Namun demikian, salah satu kendala utama dalam pengembangan budidaya adalah tingginya tingkat stres dan mortalitas benih selama transportasi, yang berdampak pada penurunan kualitas benih serta menimbulkan kerugian ekonomi bagi pembudidaya (Suratno et al., 2023).



Gambar 1. Ikan batak (*Tor soro*).

Proses transportasi benih ikan umumnya menimbulkan berbagai tekanan lingkungan, seperti kepadatan tinggi, fluktuasi suhu, keterbatasan oksigen terlarut, serta guncangan mekanis. Kondisi tersebut dapat memicu respons stres fisiologis, termasuk peningkatan metabolisme, konsumsi oksigen yang lebih tinggi, dan akumulasi amonia, yang pada akhirnya berpotensi melemahkan sistem imun ikan. Untuk mengurangi dampak negatif ini, penggunaan bahan anestesi menjadi salah satu solusi efektif karena mampu menekan aktivitas metabolisme dan menjaga ikan tetap tenang selama transportasi (Sudirman, 2022).

Berbagai jenis anestesi sintesis telah digunakan dalam transportasi ikan, namun pemanfaatannya menimbulkan kekhawatiran terkait residu kimia berbahaya serta biaya operasional yang relatif tinggi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif anestesi alami yang lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan. Minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu kandidat potensial karena mengandung eugenol, senyawa aktif yang memiliki efek anestetik dan sedatif pada ikan (Prmono et al., 2022).

Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas minyak cengkeh dalam menurunkan respons stres pada berbagai spesies ikan, meskipun kajian yang secara spesifik meneliti pengaruhnya terhadap benih ikan Batak masih terbatas (Antaqa, 2023). Penelitian terkini juga menunjukkan bahwa minyak cengkeh berpotensi digunakan secara efektif selama proses transportasi ikan untuk meminimalkan stres fisiologis. Sintuprom et al., (2024) melaporkan bahwa penambahan 1 mg/L minyak cengkeh pada media transportasi ikan *Betta splendens* mampu menurunkan kadar kortisol serta menekan ekspresi gen-gen stres seperti *HSP70* dan *HIF-1 $\alpha$* , meskipun dosis yang lebih tinggi justru meningkatkan tingkat stres setelah 12 jam transportasi (*Frontiers in Veterinary Science*, akses penuh). Temuan serupa juga dikemukakan oleh Martins et al., (2024) yang menunjukkan bahwa kombinasi antara minyak cengkeh dan garam selama transportasi jangka panjang ikan *Cyprinus carpio* dapat memperbaiki kualitas air serta mempertahankan stabilitas fisiologis ikan (*Aquaculture, ScienceDirect*). Secara keseluruhan, hasil-hasil penelitian tersebut memperkuat bukti bahwa minyak

cengkeh memiliki potensi tinggi sebagai bahan anestesi alami yang efektif dalam menurunkan stres fisiologis ikan selama proses penanganan dan transportasi, dengan tingkat efektivitas yang sangat dipengaruhi oleh dosis penggunaan serta kondisi lingkungan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas minyak cengkeh sebagai anestesi alami dalam transportasi benih ikan Batak (*Tor soro*). Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar ilmiah serta rekomendasi praktis bagi pembudidaya dalam meningkatkan keberhasilan transportasi benih dan mendukung keberlanjutan budidaya ikan Batak di Indonesia. Selain itu, penggunaan minyak cengkeh sejalan dengan prinsip keberlanjutan perikanan budidaya karena mudah diperoleh, berbiaya relatif murah, dan tidak meninggalkan residu berbahaya pada lingkungan maupun produk perikanan (Saragih et al., 2025). Dengan demikian, minyak cengkeh berpotensi menjadi alternatif anestesi yang lebih unggul dibandingkan anestesi sintesis, sekaligus mendukung efisiensi transportasi benih, keamanan pangan, dan kelestarian lingkungan (Midani, 2021).

## 2. Materials and Methods

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2025 di Batang Toru, Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Bahan utama penelitian terdiri dari 240 ekor benih ikan Batak (*Tor soro*) dengan panjang 5–7 cm yang diseleksi berdasarkan kondisi sehat, lincah, tidak cacat, dan responsif terhadap pakan. Sebelum transportasi, benih ikan dipuasakan selama 24 jam untuk meminimalkan ekskresi limbah.

Sebagai bahan anestesi, minyak cengkeh dilarutkan terlebih dahulu dengan etanol 70% untuk meningkatkan kelarutannya dalam air. Wadah transportasi berupa plastik bening berukuran 15 liter, diisi air sebanyak 1/3 volume dan oksigen murni sebanyak 2/3 volume. Kepadatan ikan dalam setiap wadah ditetapkan sebanyak 20 ekor, atau setara dengan 5 ekor per liter air.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 4 perlakuan dosis minyak cengkeh dan masing-masing diulang 3 kali.

P0 : Kontrol/tanpa anestesi minyak cengkeh (0 ml/l)

P1 : Pemberian anestesi minyak cengkeh (0,01 ml/l)

P2 : Pemberian anestesi minyak cengkeh (0,02 ml/l)

P3 : Pemberian anestesi minyak cengkeh (0,03 ml/l)

Tahapan penelitian dimulai dengan persiapan benih, meliputi pemilihan benih sehat dengan ukuran seragam, aklimatisasi selama 24 jam sebelum perlakuan, serta pengecekan kualitas air media pemeliharaan. Selanjutnya dilakukan persiapan larutan anestesi minyak cengkeh sesuai dosis perlakuan, yaitu P0 (kontrol/0 ml/l), P1 (0,01 ml/l), P2 (0,02 ml/l), dan P3 (0,03 ml/l).

Tahap perlakuan transportasi dilakukan dengan cara memasukkan benih ikan Batak (*Tor soro*) ke dalam wadah tertutup berisi larutan minyak cengkeh sesuai perlakuan (P0: 0 ml/l; P1: 0,01 ml/l; P2: 0,02 ml/l; P3: 0,03 ml/l), kemudian disimulasikan dalam kondisi transportasi tertutup selama 12 jam tanpa aerasi aktif. Pemilihan durasi 12 jam didasarkan pada praktik umum transportasi benih air tawar dan mengacu pada penelitian Sintuprom et al., (2024), yang menunjukkan bahwa periode 12 jam cukup untuk memunculkan respons fisiologis awal tanpa menimbulkan mortalitas tinggi. Selama transportasi, dilakukan pengamatan terhadap parameter fisiologis meliputi waktu induksi (interval sejak ikan terpapar larutan hingga mencapai kondisi sedasi), waktu pemulihan (interval sejak ikan dikeluarkan dari larutan hingga kembali berenang normal), serta respons perilaku seperti aktivitas renang, reaksi terhadap rangsangan, dan kondisi fisik eksternal. Penetapan dosis 0,01–

0,03 ml/l didasarkan pada literatur yang menyebutkan bahwa eugenol sebagai komponen aktif minyak cengkeh memiliki efek dose-dependent, di mana konsentrasi rendah memberikan efek sedatif yang menenangkan tanpa menyebabkan anestesi penuh, sedangkan dosis tinggi dapat memperpanjang waktu pemulihan dan meningkatkan risiko stres fisiologis (Park *et al.*, 2018). Selain itu, penelitian Sintuprom *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa penggunaan eugenol dosis rendah (sekitar 1 mg/l) selama transportasi ikan *Betta splendens* mampu menurunkan kadar kortisol dan ekspresi gen stres (*HSP70* dan *HIF-1 $\alpha$* ) tanpa menimbulkan efek anestesi mendalam. Dengan demikian, dosis 0,01–0,03 ml/l dipilih sebagai rentang aman yang menghasilkan efek sedatif optimal untuk menjaga kestabilan fisiologis benih ikan Batak selama transportasi 12 jam.

Parameter fisiologis yang diamati dalam penelitian ini meliputi beberapa aspek, yaitu (Farida *et al.*, 2015):

#### 2.1. Parameter fisiologis ikan

- Waktu Induksi (*Onset anesthesia*) yaitu waktu yang dibutuhkan ikan untuk mengalami waktu induksi anestesi setelah terpapar minyak cengkeh.
- Waktu Pulih (*Recovery time*) yaitu waktu yang diperlukan ikan untuk kembali aktif setelah dikeluarkan dari larutan anestesi.
- Tingkat aktivitas ikan sebelum dan sesudah transportasi, diamati melalui gerakan renang, respons terhadap rangsangan, dan kondisi fisik.

#### 2.2. Tingkat kelulushidupan (*Survival Rate*).

Tingkat kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah ikan yang masih hidup pada akhir penelitian dengan jumlah ikan yang dimasukkan pada awal penelitian (Lake *et al.*, 2025). Parameter ini digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan transportasi dan efektivitas perlakuan anestesi dalam mempertahankan kondisi fisiologis serta kelangsungan hidup benih ikan Batak (*Tor soro*).

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

Keterangan:

SR = Tingkat kelulushidupan benih (%)

$N_0$  = Jumlah benih ikan pada awal penelitian (ekor)

$N_t$  = Jumlah benih ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

#### 2.3. Kualitas air

Kualitas air merupakan faktor esensial yang sangat menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup benih ikan selama transportasi. Fluktuasi parameter kualitas air dapat memicu stres, menurunkan daya tahan tubuh, dan bahkan menyebabkan kematian. Dalam penelitian ini, beberapa parameter kualitas air diukur secara berkala, yaitu suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran dilakukan pada tiga fase kritis: sebelum transportasi (sebagai data awal), selama proses transportasi (untuk memantau kondisi lingkungan), dan setelah transportasi (untuk mengevaluasi perubahan akhir). Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk menganalisis dampak aktivitas metabolisme ikan dan keterbatasan pertukaran air dalam sistem tertutup terhadap kondisi lingkungan, sehingga dapat menjadi indikator efektivitas perlakuan anestesi yang diberikan.

#### 2.4. Analisis data

Data hasil pengamatan terhadap kinerja anestesi, yang meliputi waktu induksi dan waktu pemulihan, serta tingkat kelangsungan hidup benih ikan Batak (*Tor soro*), dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Variasi (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya perbedaan antarperlakuan. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya

perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) guna menentukan perlakuan dengan efektivitas terbaik. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tingkat aktivitas ikan sebelum dan sesudah transportasi dianalisis secara deskriptif melalui pengamatan visual terhadap perilaku ikan, seperti pola gerakan renang, respons terhadap rangsangan, dan kondisi fisik. Data ini digunakan sebagai indikator tambahan untuk mendukung hasil analisis kuantitatif, sehingga diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas minyak cengkeh sebagai anestesi alami.

Sementara itu, kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut (*Dissolved oxygen*) sebelum dan sesudah transportasi. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi, kemudian dibandingkan dengan kisaran nilai optimal bagi kehidupan benih ikan Batak (*Tor soro*). Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana penggunaan minyak cengkeh memengaruhi stabilitas kondisi lingkungan dalam media transportasi.

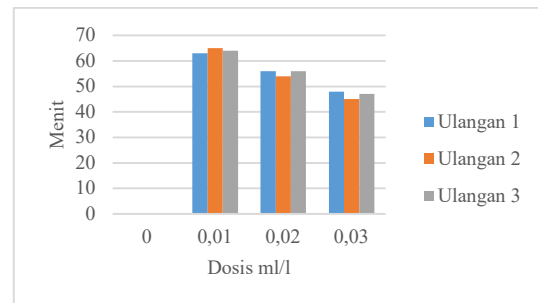
### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Result

##### 3.1.1. Parameter fisiologis ikan

##### a. Waktu induksi (*Onset anesthesia*)

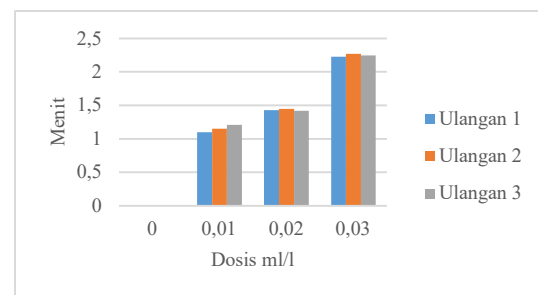
Waktu induksi (*Onset anesthesia*) benih ikan Batak (*Tor soro*) pada berbagai dosis minyak cengkeh dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Waktu induksi anestesi setelah terpapar minyak cengkeh.

##### b. Waktu pemulihan (*Recovery time*)

Waktu pemulihan (*Recovery time*) benih ikan Batak (*Tor soro*) pada berbagai dosis minyak cengkeh dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Waktu pemulihan dari setelah terpapar minyak cengkeh.

##### c. Tingkat aktivitas ikan

Tingkat aktivitas benih ikan Batak (*Tor soro*) sebelum dan sesudah transportasi menunjukkan adanya perbedaan respons yang dipengaruhi oleh dosis minyak cengkeh. Aktivitas ini diamati

berdasarkan tiga indikator, yaitu gerakan renang, respons terhadap rangsangan, dan kondisi fisik. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1

Tingkat aktivitas benih ikan batak (*Tor soro*) sebelum transportasi pada berbagai dosis.

Perlakuan (Dosis) Minyak Cengkeh	Tingkat aktivitas ikan		
	Gerakan Renang	Respons terhadap Rangsangan	Kondisi Fisik
P0 (0 ml/l)	Aktif, lincah	Sangat cepat, cenderung gelisah	Normal, namun beberapa ikan menunjukkan stres
P1 (0,01 ml/l)	Tenang, renang terkontrol	Respons normal dan stabil	Kondisi fisik baik dan sehat
P2 (0,02 ml/l)	Lambat, cenderung pasif	Respons mulai melambat	Kondisi fisik normal
P3 (0,03 ml/l)	Sangat lambat, hampir diam	Respons sangat lambat	Beberapa ikan terlihat lemah

Tabel 2

Tingkat aktivitas benih ikan batak (*Tor soro*) sesudah transportasi pada berbagai dosis.

Perlakuan (Dosis) Minyak Cengkeh	Tingkat aktivitas ikan		
	Gerakan Renang	Respons terhadap Rangsangan	Kondisi Fisik
P0 (0 ml/l)	Gelisah, berenang tidak terarah	Sangat cepat dan reaktif	Beberapa ikan menunjukkan tanda stres berat
P1 (0,01 ml/l)	Tenang, renang stabil	Respons normal, masih aktif	Kondisi fisik baik dan sehat
P2 (0,02 ml/l)	Lambat, renang teratur namun pasif	Respons melambat	Kondisi fisik cukup baik, beberapa ikan lemah ringan
P3 (0,03 ml/l)	Sangat lambat, sebagian ikan diam	Respons sangat lambat terhadap sentuhan	Beberapa ikan lemah tetapi tetap hidup

### 3.1.2. Tingkat kelulushidupan

Tingkat kelulushidupan benih ikan Batak (*Tor soro*) selama perlakuan, yaitu di atas 90%.

Tabel 3

Tingkat kelulushidupan pasca transportasi.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (ekor)	Rata-rata (%)	SD
	1	2	3			
P0	20	20	20	60	100	0,00
P1	20	20	20	60	100	0,00
P2	20	20	19	59	98,3	0,58
P3	19	20	19	57	95,0	0,58
Jumlah				236		

### 3.1.3. Parameter kualitas air

Kualitas air selama transportasi benih ikan Batak (*Tor soro*) diamati berdasarkan tiga parameter utama, yaitu suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Hasil pengukuran menunjukkan adanya perubahan nilai yang relatif kecil, namun tetap berada dalam kisaran toleransi bagi kehidupan benih.

Tabel 4

Pengukuran kualitas air sebelum transportasi.

Parameter	Perlakuan				Rata-rata	SD
	P0	P1	P2	P3		
Suhu (°C)	27,50	27,6	27,3	27,5	27,48	0,13
pH	7,21	7,20	7,23	7,25	7,22	0,02
DO (ml/l)	5,34	5,39	5,41	5,38	5,38	0,03

Parameter	Perlakuan				Rata-rata	SD
	P0	P1	P2	P3		
Suhu (°C)	29,50	29,63	29,45	29,53	29,53	0,07
pH	7,17	7,14	7,18	7,19	7,17	0,02
DO (ml/l)	5,30	5,34	5,32	5,33	5,32	0,01

Tabel 5

Pengukuran kualitas air sesudah transportasi.

Parameter	Perlakuan				Rata-rata	SD
	P0	P1	P2	P3		
Suhu (°C)	29,50	29,63	29,45	29,53	29,53	0,07
pH	7,17	7,14	7,18	7,19	7,17	0,02
DO (ml/l)	5,30	5,34	5,32	5,33	5,32	0,01

## 3.2. Discussion

### 3.2.1. Parameter fisiologis ikan

#### a. Waktu induksi (Onset anesthesia)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis minyak cengkeh berpengaruh nyata terhadap kecepatan waktu induksi pada benih ikan Batak (*Tor soro*). Pada perlakuan dengan dosis terendah, yaitu P1 (0,01 ml/l), waktu induksi tercatat paling lama yaitu sekitar 64 menit, sedangkan pada P2 (0,02 ml/l) dan P3 (0,03 ml/l) waktu induksi masing-masing menurun menjadi 55 menit dan 47 menit. Meskipun demikian, dosis 0,01 ml/l dinilai paling optimal karena mampu menghasilkan efek anestesi yang stabil, disertai waktu pemulihan yang relatif cepat serta tingkat kelangsungan hidup benih yang tinggi. Sebaliknya, dosis yang lebih tinggi memang mempercepat proses induksi, namun berpotensi menimbulkan stres berlebih dan gangguan fisiologis pasca transportasi.

Analisis korelasi dan regresi linier sederhana menunjukkan adanya hubungan linier negatif yang signifikan antara peningkatan dosis minyak cengkeh dengan waktu induksi ( $r < 0$ ;  $p < 0,05$ ). Hal ini berarti semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh yang diberikan, semakin cepat ikan mencapai kondisi sedasi atau anestesi ringan. Koefisien determinasi yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar variasi waktu induksi dapat dijelaskan oleh perbedaan dosis minyak cengkeh yang digunakan. Dengan demikian, konsentrasi minyak cengkeh terbukti berperan penting dalam menentukan efektivitas anestesi pada benih ikan Batak.

Fenomena tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa eugenol, senyawa aktif utama dalam minyak cengkeh, bekerja sebagai depresan sistem saraf pusat dengan cara menekan aktivitas motorik dan transmisi impuls saraf pada ikan (Agustin, 2024; Midani, 2021). Penelitian Park *et al.*, (2018) dan Sintuprom *et al.*, (2024) juga menegaskan bahwa efek anestetik eugenol bersifat *dose-dependent*, di mana peningkatan konsentrasi mempercepat waktu induksi melalui penurunan aktivitas fisiologis dan metabolisme ikan. Oleh karena itu, pemilihan dosis anestesi yang tepat menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan efektivitas anestesi sekaligus menjaga kelangsungan hidup benih selama proses transportasi. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan dosis minyak cengkeh mempercepat waktu induksi, namun dosis rendah seperti 0,01 ml/l tetap direkomendasikan karena mampu memberikan efek sedatif yang aman dan stabil bagi benih ikan Batak selama transportasi.

#### b. Waktu pemulihan (Recovery time)

Waktu pemulihan benih ikan Batak (*Tor soro*) setelah mengalami anestesi dengan minyak cengkeh menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi dosis. Pada dosis rendah, benih ikan mampu pulih dalam waktu yang relatif singkat, sedangkan pada dosis yang lebih tinggi, proses pemulihan berlangsung lebih lama. Pada perlakuan P1 (0,01 ml/l), rata-rata waktu pemulihan sekitar 1,15 menit, lebih cepat dibandingkan perlakuan P2 (0,02 ml/l) sekitar 1,43 menit dan P3 (0,03 ml/l) sekitar 2,25 menit. Hal ini menunjukkan bahwa

semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh, semakin lama waktu yang dibutuhkan benih untuk kembali pada kondisi normal setelah transportasi.

Respon pemulihan yang cepat pada dosis rendah (0,01 ml/l) menandakan bahwa konsentrasi ini lebih aman dan efisien karena tidak menyebabkan depresi fisiologis yang berkepanjangan. Sebaliknya, pada dosis yang lebih tinggi, pemulihan yang lambat dapat meningkatkan risiko stres lanjutan serta menurunkan vitalitas benih pasca transportasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Kurniawan et al., (2021) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi anestesi berbanding lurus dengan lamanya waktu pemulihan ikan dari kondisi sedasi. Hal ini berkaitan dengan mekanisme kerja eugenol, yaitu senyawa fenolik utama dalam minyak cengkeh, yang berperan sebagai depresan sistem saraf pusat (central nervous system depressant). Eugenol bekerja dengan menekan aktivitas neuron melalui penghambatan saluran ion natrium dan kalsium, sehingga menurunkan transmisi impuls saraf dan aktivitas metabolik ikan selama proses anestesi. Penelitian yang dilakukan oleh Sintuprom et al., (2024) menunjukkan bahwa eugenol dalam minyak cengkeh efektif menekan ekspresi gen stres seperti HSP70 dan HIF-1 $\alpha$  pada ikan *Betta splendens* selama proses transportasi, menandakan adanya efek sedatif yang menurunkan aktivitas fisiologis ikan. Temuan ini diperkuat oleh Park et al., (2018) yang melaporkan bahwa eugenol mampu menimbulkan efek anestesi yang cepat dengan waktu pemulihan yang stabil pada ikan *Epinephelus akaara*, tanpa menimbulkan efek negatif yang signifikan terhadap fungsi fisiologis ikan. Selain itu, Cunha et al., (2010) juga menemukan bahwa penggunaan eugenol pada ikan *Rhamdia quelen* efektif menurunkan aktivitas motorik dan konsumsi oksigen, yang menunjukkan penurunan tingkat stres akibat efek depresif pada sistem saraf pusat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa eugenol merupakan komponen aktif dalam minyak cengkeh yang berperan penting sebagai bahan anestesi alami pada ikan, dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh dosis, lama paparan, serta kemampuan metabolisme ikan dalam mengeliminasi senyawa tersebut dari tubuh.

Dengan demikian, penggunaan minyak cengkeh pada dosis rendah terbukti lebih efektif dalam mempercepat proses pemulihan benih ikan Batak (*Tor soro*) tanpa mengurangi efektivitas anestesi. Kondisi ini memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan transportasi, karena pemulihan yang cepat memungkinkan benih segera beradaptasi kembali dengan lingkungan budidaya. Hal tersebut pada akhirnya berkontribusi dalam mempertahankan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pasca transportasi (Iyeda et al., 2024).

### C. Tingkat aktivitas ikan

Pada perlakuan kontrol (P0), ikan tampak lebih aktif dengan gerakan renang lincah dan respons cepat terhadap rangsangan, yang justru mengindikasikan tingginya tingkat stres akibat tidak adanya efek anestesi. Sebaliknya, pada perlakuan dengan minyak cengkeh, aktivitas renang ikan menurun seiring meningkatnya dosis, ditandai dengan gerakan yang lebih lambat dan tenang. Pada dosis rendah (P1: 0,01 ml/l), ikan masih menunjukkan aktivitas renang normal dengan respons yang terkontrol, sehingga kondisi ini dinilai optimal karena mampu menekan stres tanpa menghambat fungsi fisiologis. Sementara itu, pada dosis sedang hingga tinggi (P2: 0,02 ml/l dan P3: 0,03 ml/l), aktivitas ikan semakin menurun, bahkan beberapa individu terlihat lamban dalam merespons rangsangan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi minyak cengkeh yang lebih tinggi meningkatkan tingkat sedasi, namun berpotensi menyebabkan depresi fisiologis jika tidak dikendalikan dengan baik (Tanbiyaskur et al., 2021).

Pengamatan ini sejalan dengan pendapat Antaqa (2023), yang menyatakan bahwa eugenol dalam minyak cengkeh berperan sebagai depresan sistem saraf pusat sehingga dapat menekan aktivitas motorik ikan. Dengan demikian, pemilihan dosis yang tepat menjadi faktor penting untuk menjaga keseimbangan antara penurunan aktivitas yang dibutuhkan dalam mengurangi stres selama transportasi dan pemeliharaan fungsi fisiologis normal agar benih ikan tetap sehat pasca transportasi.

Tingkat aktivitas benih ikan Batak (*Tor soro*) pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata antara sebelum dan sesudah transportasi. Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1 dan Tabel 2, terlihat bahwa pemberian berbagai dosis minyak cengkeh berpengaruh terhadap tingkat aktivitas benih, baik dari segi gerakan renang, respons terhadap rangsangan, maupun kondisi fisik.

Pada perlakuan kontrol (P0: 0 ml/l), ikan menunjukkan aktivitas renang yang sangat tinggi sebelum transportasi dengan gerakan lincah dan respons berlebihan terhadap rangsangan. Setelah transportasi, ikan masih menunjukkan perilaku hiperaktif disertai tanda-tanda stres seperti kelelahan dan kerusakan ringan pada sirip. Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa penambahan minyak cengkeh, ikan lebih mudah mengalami stres mekanis akibat peningkatan aktivitas selama proses transportasi.

Perlakuan P1 (0,01 ml/l) menunjukkan hasil paling stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Sebelum transportasi, ikan berenang dengan tenang, respons terhadap rangsangan normal, dan kondisi fisik sehat. Setelah transportasi, ikan tetap menunjukkan aktivitas renang yang terkendali dengan kondisi fisik baik tanpa gejala stres berlebihan. Hal ini menegaskan bahwa dosis 0,01 ml/l efektif dalam menekan aktivitas berlebih sekaligus menjaga kestabilan fisiologis ikan selama transportasi.

Pada perlakuan P2 (0,02 ml/l), aktivitas ikan mulai melambat sebelum transportasi dengan respons terhadap rangsangan yang sedikit menurun. Setelah transportasi, ikan tampak lebih pasif dan sedikit lemah, meskipun kondisi fisik secara umum masih normal. Dosis ini menunjukkan efek sedatif sedang, di mana aktivitas dan metabolisme ikan menurun tetapi belum mencapai tingkat anestesi penuh.

Perlakuan P3 (0,03 ml/l) menghasilkan tingkat aktivitas terendah baik sebelum maupun sesudah transportasi. Ikan tampak sangat lambat bahkan hampir diam, dengan respons yang sangat lambat terhadap rangsangan. Setelah transportasi, beberapa ikan terlihat lemah dan mengalami penurunan kondisi fisik. Hal ini menunjukkan bahwa dosis tinggi memberikan efek depresan yang kuat pada sistem saraf pusat, mendekati tingkat anestesi, namun dapat meningkatkan risiko gangguan fisiologis.

Secara umum, semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh yang diberikan, semakin rendah tingkat aktivitas dan respons ikan terhadap rangsangan. Dosis rendah (0,01 ml/l) terbukti paling efektif karena mampu menekan aktivitas berlebihan yang dapat memicu stres tanpa menimbulkan efek anestesi penuh atau gangguan fisiologis yang berarti. Dengan demikian, dosis tersebut dapat direkomendasikan sebagai dosis optimal untuk mempertahankan kondisi fisiologis benih ikan Batak selama transportasi (Tanbiyaskur et al., 2024).

#### 3.2.2. Tingkat kelulushidupan

Nilai standar deviasi (SD) yang dihitung berdasarkan variasi jumlah ikan hidup antar ulangan pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang relatif kecil ( $\leq 0,58$ ). Hal ini menandakan bahwa variasi antarulangan sangat rendah, sehingga tingkat kelulushidupan benih ikan Batak (*Tor soro*) dapat dianggap stabil dan konsisten pada seluruh perlakuan. Dosis minyak cengkeh hingga 0,03 ml/L tidak menurunkan kelulushidupan secara

signifikan, sehingga konsentrasi tersebut masih berada dalam batas aman bagi benih selama transportasi. Berdasarkan Tabel 3, tingkat kelulushidupan benih ikan Batak menunjukkan hasil yang tinggi pada seluruh perlakuan, dengan rata-rata antara 95,0–100 %. Perlakuan kontrol (P0, 0 ml/l) dan P1 (0,01 ml/l) menghasilkan kelulushidupan tertinggi, masing-masing sebesar 100 %, yang menunjukkan bahwa dosis rendah mampu menekan aktivitas berlebih tanpa menimbulkan efek fisiologis negatif. Pada P2 (0,02 ml/l), tingkat kelulushidupan sedikit menurun menjadi 98,3 %, sedangkan P3 (0,03 ml/l) mencapai 95,0 %.

Penurunan tersebut diduga disebabkan oleh efek anestesi yang lebih kuat pada dosis tinggi, yang dapat memperpanjang waktu pemulihan dan menekan aktivitas metabolik ikan. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis minyak cengkeh berbanding terbalik dengan tingkat kelulushidupan benih. Dosis rendah (0,01 ml/l) terbukti paling efektif karena mampu memberikan efek sedatif ringan yang menekan stres mekanis selama transportasi, menjaga kestabilan fisiologis, dan meningkatkan kelangsungan hidup ikan. Temuan ini sejalan dengan laporan Sudirman (2022), Antaqa (2023), dan Madyowati et al., (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan anestesi alami seperti minyak cengkeh dapat meningkatkan kelulushidupan ikan selama transportasi melalui mekanisme penurunan laju metabolisme, penekanan aktivitas motorik, dan pengurangan konsumsi oksigen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan minyak cengkeh pada dosis rendah efektif dalam menjaga kondisi fisiologis dan meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan Batak selama transportasi tertutup.

### 3.2.3. Parameter kualitas air

Nilai standar deviasi (SD) yang dihitung dari variasi antarperlakuan menunjukkan hasil yang sangat kecil ( $< 0,1$ ) pada seluruh parameter, menandakan bahwa kualitas air antarperlakuan bersifat sangat homogen dan stabil sebelum proses transportasi. Parameter suhu berkisar antara 27,3–27,6 °C, pH antara 7,20–7,25, dan oksigen terlarut (DO) antara 5,34–5,41 ml/l. Ketiga parameter tersebut masih berada dalam kisaran optimal untuk mendukung kehidupan benih ikan Batak (*Tor soro*), yaitu suhu 25–30 °C, pH 6,5–8, dan DO di atas 5 mg/l sesuai dengan standar kualitas air untuk ikan air tawar. Kondisi ini menunjukkan bahwa media air pada seluruh perlakuan memiliki kestabilan lingkungan yang baik sebelum transportasi, sehingga dapat mendukung kelangsungan hidup benih selama perlakuan berikutnya.

Nilai standar deviasi (SD) yang dihitung berdasarkan variasi antarperlakuan setelah transportasi menunjukkan hasil yang sangat kecil ( $< 0,1$ ) pada seluruh parameter, menandakan bahwa kualitas air antarperlakuan tetap stabil dan seragam setelah proses transportasi. Suhu air mengalami sedikit peningkatan dibandingkan sebelum transportasi, yaitu dari rata-rata 27,48 °C menjadi 29,53 °C. Kenaikan suhu ini merupakan kondisi umum yang terjadi akibat peningkatan suhu lingkungan serta aktivitas metabolik ikan di dalam wadah tertutup selama transportasi. Sementara itu, nilai pH berkisar antara 7,14–7,19 dan oksigen terlarut (DO) antara 5,30–5,34 ml/l, yang keduanya masih berada dalam kisaran optimal bagi kehidupan benih ikan Batak (*Tor soro*), yaitu pH 6,5–8 dan DO di atas 5 mg/l. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan minyak cengkeh dalam berbagai dosis tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap kualitas air, serta mampu mempertahankan kondisi lingkungan yang stabil dan aman bagi kelangsungan hidup benih selama transportasi.

Pada semua perlakuan, suhu air mengalami peningkatan dari rata-rata awal 27,48 °C sebelum transportasi menjadi 29,53 °C setelah transportasi. Kenaikan ini diduga terjadi karena kondisi

wadah transportasi yang tertutup, sehingga sirkulasi udara terbatas dan panas dari aktivitas metabolik ikan terperangkap di dalam wadah. Nilai pH air mengalami sedikit penurunan dari 7,22 menjadi 7,17, yang berkaitan dengan peningkatan aktivitas metabolisme ikan dan akumulasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) selama proses transportasi. Sementara itu, kadar oksigen terlarut (DO) menurun dari 5,38 mg/L menjadi 5,32 mg/l, yang disebabkan oleh peningkatan konsumsi oksigen akibat respirasi ikan selama periode transportasi tertutup.

Meskipun terjadi perubahan pada parameter kualitas air, seluruh nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi optimal bagi kehidupan benih ikan Batak (*Tor soro*), yaitu suhu 25–30 °C, pH 6,5–8, dan DO  $> 5$  mg/l. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan minyak cengkeh sebagai anestesi mampu menekan aktivitas metabolisme ikan selama transportasi, sehingga konsumsi oksigen menjadi lebih efisien dan kestabilan kualitas air tetap terjaga. Stabilitas ini juga menjadi salah satu faktor yang mendukung tingkat kelangsungan hidup tinggi (95–100%) yang diperoleh pada seluruh perlakuan.

Secara keseluruhan, nilai suhu, pH, dan DO yang tetap berada dalam kisaran optimal mengindikasikan bahwa aplikasi minyak cengkeh berperan dalam menjaga keseimbangan media transportasi, menekan stres fisiologis, serta meningkatkan peluang kelulushidupan dan adaptasi benih pasca transportasi. Hal ini sejalan dengan pendapat Midani (2021) yang menyatakan bahwa keberhasilan transportasi ikan hidup ditentukan oleh kombinasi antara penggunaan dosis anestesi yang tepat dan pengelolaan kualitas air yang stabil selama proses pengangkutan.

## 4. Conclusion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) berpengaruh nyata terhadap respons fisiologis benih ikan Batak (*Tor soro*), khususnya pada waktu induksi dan pemulihan anestesi, namun tidak menurunkan tingkat kelangsungan hidup yang tetap tinggi ( $>90\%$ ) pada semua perlakuan. Dosis terbaik diperoleh pada konsentrasi 0,01 ml/l dengan waktu induksi sekitar 64 menit, waktu pemulihan 1,15 menit, serta kelangsungan hidup yang stabil, sehingga konsentrasi ini dinilai paling efektif dan aman digunakan dalam transportasi benih. Selain itu, perubahan parameter kualitas air selama transportasi (suhu, pH, dan oksigen terlarut) relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi, sehingga mendukung keberhasilan penggunaan minyak cengkeh sebagai anestesi alami pada benih ikan Batak selama proses transportasi.

## Acknowledgement

Kegiatan penelitian ini merupakan salah satu kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli. Terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan data dan penyelesaian penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penerbitan jurnal ini.

## Bibliography

- Agustin, N.I. 2024. *Respons ikan medaka Oryzias celebensis terhadap pemberian minyak cengkeh dalam berbagai dosis*. (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Antaqa, D.S. 2023. *Penggunaan minyak cengkeh (Eugenia aromatic) sebagai bahan anestesi pada transportasi sistem tertutup benih ikan nila (Oreochromis niloticus)* (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Cunha, M.A.D., Zeppenfeld, C.C., Garcia, L.D.O., Loro, V.L.,

- Fonseca, M.B.D., Emanuelli, T., ... and Baldisserotto, B. 2010. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. *Ciência Rural*, 40: 2107-2114.
- Farida, R., Rachimi, dan Ramadhan, J. 2015. Imotilisasi benih ikan jelawat (*Leptobarbus hoevani*) menggunakan konsentrasi larutan daun bantotan (*Ageratum conyzoides*) yang berbeda pada transportasi tertutup. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 5(1): 22-27.
- Iyeda, C., Komariyah, S., Febri, S.P., dan Khairi, I. 2024. Pengaruh padat tebar benih ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) pada sistem transportasi tertutup dengan pemberian anestesi minyak cengkeh. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, 22(1): 92-102.
- Kurniawan, A., Arezki, T., dan Sari, S.P. 2021. Dosis dan lama perendaman minyak cengkeh (*Eugenia aromaticum*) terhadap durasi induksi dan sedatasi pada anestesi ikan cempepedik (*Osteochilus spilurus*). *MARLIN*, 2(2): 89-97.
- Lake, M.L., Tjendanawangi, A., dan Sunadji, S. 2019. Pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada sistem transportasi basah. *Jurnal Aquatik*, 2(1): 36-44.
- Madyowati, S.O., Kusyairi, A., dan Hidayatullah, Y.W. 2021. Efek minyak cengkeh (*Eugenia aromaticum*) terhadap survival rate benih *Clarias gariepinus* untuk pembiusan pada transportasi basah dengan sistem tertutup. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(4): 264-270.
- Martins, K.V.B., Silva, S.B., da Silva Cardoso, A.J., Salaro, A.L., Ferreira, P.D.M.F., Freitas, M.B., and Zuanon, J.A.S. 2024. Effectiveness and safety of clove oil and common salt in the long-term transport of *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 583: 740532.
- Midani, N. 2021. *Pengaruh pemberian minyak cengkeh (Eugenia aromaticum) dengan dosis berbeda terhadap kelulushidupan benih ikan nila (Oreochromis niloticus) pada transportasi tertutup*. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Park, I.S., Lee, T.H., and Lim, S.G. 2018. Anesthetic efficacy and physiological responses of clove oil on juvenile and adult red spotted grouper, *Epinephelus akarra*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1): 25.
- Pramono, T.B., Santoso, M., and Jannah, H.R. 2022. Anesthesia of nilem fish (*Osteochilus hasselti*) with the use of clove oil (*Eugenia aromaticum*) in different dosages. *Barakuda* 45: *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 240-247.
- Rumondang, A., dan Fuah, R.W. 2023. Pemberdayaan masyarakat dalam pemijahan ikan Batak (*Neolissochilus thienemanni*) secara artificial spawning. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(4): 134-137.
- Rumondang, A., Huda, M.M.A., Karsih, O.R., dan Pridayem, P. 2023. Efektivitas tinggi air terhadap *Specific Growth Rate* (SGR) dan *Survival Rate* (SR) benih ikan dewa (*Tor sp*) pada wadah terkontrol. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4): 1084-1092.
- Saragih, D.D., Ngangi, E.L., Pangkey, H., Sumilat, D.A., Salindeho, I.R., Kreckhoff, R.L., and Kusen, D.J. 2025. Induction time and sedative (Recovery) time in closed system transportation of tawes fish (*Barbonymus gonionotus*) anesthetized with clove oil at different temperatures. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(1): 82-91.
- Sintuprom, C., Nuchchanart, W., Dokkaew, S., Aranyakanont, C., Ploypan, R., Shinn, A.P., ... and Chatchaiphan, S. 2024. Effects of clove oil concentrations on blood chemistry and stress-related gene expression in Siamese fighting fish (*Betta splendens*) during transportation. *Frontiers in Veterinary Science*, 11: 1392413.
- Sudirman, S. 2022. *Respons stres benih ikan jelawat (Leptobarbus hoevenii Blkr) yang di beri ekstrak daun ubi jalar pada proses transportasi*. (Doctoral dissertation, Universitas Batanghari).
- Suratno, S., Oktopura, A.A.D., Putra, D.F., dan Sutikno, S. 2023. Aplikasi 'Propack' menunjang tingkat kelulusan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem transportasi tertutup. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(1): 6-12.
- Tanbiyaskur, J.P.L., Taqwa, F.H., Afriansyah, A., dan Heza, S. 2024. Pemanfaatan minyak cengkeh sebagai bahan anestesi untuk transportasi ikan tambakan (*Helostoma temminckii*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 19(2): 97-107.