

Respons Fisiologis dan Kelangsungan Hidup Calon Induk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dianestesi Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) pada Berbagai Tingkat Kepadatan Selama Simulasi Transportasi

*Physiological Responses and Survival of Prospective Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodstock Anesthetized with Clove Oil (*Syzygium aromaticum*) at Different Stocking Densities During Simulated Transportation*

Sitty Andrameda^{1,✉}, Suri Purnama Febri¹, Andika Putriningtias¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Langsa, Aceh

✉Email: andrasitty10@gmail.com

Abstrak: Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) termasuk salah satu hasil budidaya perairan tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang sering mengalami stres selama proses transportasi, sehingga diperlukan penggunaan anestesi untuk meningkatkan kelangsungan hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon fisiologis dan kelangsungan hidup calon induk ikan nila pada berbagai tingkat kepadatan dengan pemberian anestesi minyak cengkeh selama simulasi transportasi. Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap dengan empat taraf perlakuan kepadatan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati mencakup durasi pingsan, lama pemulihan, tingkat penggunaan oksigen, tingkat kelangsungan hidup, serta kondisi kualitas air. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwalama waktu pingsan terlama terdapat pada P4 (20 ekor) yaitu selama 24.16 menit dan waktu pingsan tercepat pada perlakuan P1 (5 Ekor) yaitu selama 21.48 menit. Secara numerik terdapat kecenderungan peningkatan waktu pingsan seiring bertambahnya tingkat kepadatan. Kepadatan calon induk ikan nila berpengaruh terhadap respon tingkah laku ikan selama simulasi transportasi dengan anestesi minyak cengkeh. Kelangsungan hidup pasca transportasi tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (15 ekor) sebesar 88,83%, sedangkan terendah pada perlakuan P4 (20 ekor) sebesar 61,67%.

Kata kunci: anestesi, ikan nila, kelangsungan hidup, kepadatan, minyak cengkeh

Abstract: Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most economically important freshwater aquaculture species and is highly susceptible to stress during transportation, making the use of anesthetics essential to improve survival. This study aimed to evaluate the physiological responses and survival of prospective Nile tilapia broodstock at different stocking densities following clove oil (*Syzygium aromaticum*) anesthesia during simulated transportation. The experiment employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four stocking density treatments, each with three replicates. The observed parameters included induction time, recovery time, oxygen consumption rate, survival rate, and water quality. The results showed that the longest induction time was recorded in treatment P4 (20 fish), averaging 24.16 minutes, whereas the shortest induction time occurred in treatment P1 (5 fish), averaging 21.48 minutes. Numerically, induction time tended to increase with increasing stocking density. Stocking density significantly influenced the behavioral responses of prospective Nile tilapia broodstock during simulated transportation under clove oil anesthesia. The highest post-transport survival rate was observed in treatment P3 (15 fish), reaching 88.83%, while the lowest survival rate was recorded in treatment P4 (20 fish), at 61.67%.

Keywords: anesthesia, tilapia, survival, density, clove oil.

I. PENDAHULUAN

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi serta mudah dalam membudidayakannya. Ikan nila banyak diminati dan dibudidayakan masyarakat karena banyak memiliki keunggulan diantaranya, pertumbuhan

yang cepat, harga yang relatif murah, dan mempunyai kandungan protein yang tinggi (Aliyah, 2017).

Benih ikan nila yang berkualitas berasal dari induk yang berkualitas. Saat ini banyak pembudidaya mendatangkan stok calon induk dari daerah lain sehingga memerlukan proses transportasi. Oleh

karena itu, diperlukan adanya system transportasi yang baik untuk menjaga kualitas induk yang akan digunakan. Masalah utama yang sering terjadi adalah tingginya angka kematian ikan saat proses pengiriman. Jumlah ikan dalam satu wadah sangat berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidupnya, karena semakin banyak ikan yang dimasukkan, maka persaingan untuk mendapatkan ruang gerak dan oksigen terlarut akan semakin besar. Oleh karena itu, jumlah induk ikan yang dibawa perlu disesuaikan dengan kapasitas media atau kantong pengangkutan agar tetap aman dan tidak melebihi batas daya tampung. (Anggraini *et al.*, 2016).

Menurut Andriyani (2018) Kematian ikan selama proses pengangkutan umumnya disebabkan oleh penurunan mutu air serta meningkatnya kebutuhan oksigen selama perjalanan. Untuk menjaga kualitas media dan menekan penggunaan oksigen, diperlukan teknik pembiusan ikan. Metode ini bertujuan mempertahankan kondisi fisiologis ikan selama transportasi basah, sehingga tingkat kematian dapat ditekan dan ikan mampu bertahan dalam waktu pengangkutan yang lebih lama. (Saskia *et al.*, 2017).

Pembiusan ikan merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menurunkan aktivitas dan metabolisme ikan secara sementara dengan bantuan bahan anestesi, sehingga ikan menjadi tenang atau tidak aktif. Teknik ini bertujuan untuk mempermudah penanganan, mengurangi stres, serta menekan kebutuhan oksigen, terutama saat proses transportasi atau pemeliharaan. (Wijayanti *et al.*, 2011).

Secara umum, bahan pembius dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni yang berasal dari senyawa sintetis dan yang bersumber dari bahan alami. Pemakaian anestetik berbahan kimia berpotensi menyisakan zat sisa yang dapat membahayakan ikan, manusia, serta lingkungan sekitar. (Saskia, 2017). Sedangkan bahan anestesi alami yaitu tanaman yang memiliki sifat anestesi dan

analgesik beberapa diantaranya yaitu cengkeh, tembakau, mengkudu, pepaya, daun jambu biji merah, akar tuba, sere, dan lain sebagainya.

Cengkeh adalah jenis tanaman semak berkayu yang memiliki batang cukup besar dan kuat. Minyak cengkeh didominasi oleh senyawa eugenol sekitar 65,03%, diikuti trans-caryophyllene sebesar 20,94% dan α -humulene sekitar 3,04%. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), kandungan eugenol dalam minyak daun cengkeh sekurang-kurangnya 78%, sedangkan beta-caryophyllene maksimum sebesar 17%. (SNI, 2006).

Mutu air selama proses pengangkutan perlu dijaga karena kondisi air yang menurun dapat memicu stres pada ikan dan berujung pada rendahnya tingkat kelangsungan hidup. Selain itu, stres juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti jumlah ikan yang terlalu padat, getaran selama perjalanan, serta tingginya aktivitas metabolisme ikan. Salah satu upaya untuk mengurangi stres tersebut adalah dengan penerapan teknik pembiusan. Dalam penelitian ini digunakan bahan anestesi alami berupa minyak cengkeh.

II. METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2025 selama 15 hari di Laboratorium Pembenihan, Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra. Waktu pengamatan pemberian anestesi dilakukan selama 9 jam. Selanjutnya pemeliharaan calon induk ikan nila dilakukan selama 7 hari.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Toples, Multichecker, aerator, sesr, selangsifon, timbangan digital, stopwach, penggaris, styrofoam, kantong plastik, karet, alta tulis dan kamera. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa 200 ekor calon induk ikan nila dengan panjang berkisar 10–15 cm dan berat rata-rata

50,13 g/ekor. Hewan uji diperoleh dari pembudidaya di Kabupaten Aceh Tamiang, kemudian diaklimatisasi selama 30 menit setelah tiba di lokasi penelitian. Selanjutnya pakan komersil, dan minyak cengkeh.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan eksperimen. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat jenis perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Adapun keempat perlakuan tersebut meliputi:

- P1 :5 ekor calon induk ikan nila/1ml/L
 P2 :10 ekor calon induk ikan nila/1ml/L
 P3 :15 ekor calon induk ikan nila/1ml/L
 P4 :20 ekor calon induk ikan nila/1ml/L

Penelitian ini menggunakan minyak cengkeh komersial sebagai bahan anestesi dengan konsentrasi tetap 1 mL/L pada setiap perlakuan. Larutan anestesi disiapkan dengan mencampurkan minyak cengkeh secara langsung ke dalam kantong plastik yang berisi 5 L air tanpa menggunakan pelarut tambahan, kemudian diaduk hingga tercampur merata sebelum calon induk ikan nila dimasukkan ke dalam media anestesi. Setelah ikan mencapai kondisi anestesi yang diinginkan, ikan dikemas menggunakan kantong plastik berukuran 50 × 75 cm yang berisi 5 L air, kemudian diisi oksigen murni dan diikat rapat menggunakan karet. Kantong plastik selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak styrofoam yang dilengkapi es untuk mempertahankan suhu media selama simulasi transportasi. Simulasi transportasi dilakukan selama 9 jam dengan memberikan guncangan secara berkala untuk mensimulasikan kondisi pengangkutan. Kualitas air berupa suhu dan oksigen terlarut (DO) diukur sebelum dan sesudah simulasi transportasi. Suhu air sebelum transportasi rata-rata 27,47°C dan

setelah transportasi sekitar 27°C, sedangkan nilai DO awal sebesar 6,83 mg/L dan DO setelah transportasi diukur pada masing-masing perlakuan.

Pengambilan Data

Lama Waktu Pingsan dan Waktu Pulih

Durasi hilangnya kesadaran diukur menggunakan stopwatch yang dimulai sejak pemberian minyak cengkeh kedalam wadah pengiriman kantong plastik yang masing-masing sudah diisi calon induk ikan nila berdasarkan perlakuan yang telah ditetapkan dimulai dari ikan pingsan hingga ikan kembali pulih sepenuhnya.

Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup calon induk ikan nila dilakukan setelah proses perawatan dilakukan sampai 7 hari, diukur dalam rumus kelangsungan hidup berdasarkan (Muchilisin, *et al.*, 2016).

$$KH = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan

KH : Kelangsungan Hidup (%)

N_t : Total ikan pada akhir percobaan (ekor)

N_o : Total ikan pada awal percobaan (ekor)

Tingkat Konsumsi Oksigen

Penentuan tingkat konsumsi oksigen dihitung berdasarkan perbedaan antara kadar DO (oksigen terlarut) pada akhir dan awal proses transportasi. Selanjutnya dihitung dengan rumus Liao dan Huang. (1975).

$$TKO = \frac{DO_{awal} - DO_{akhir}}{W \times t} \times V$$

Keterangan

TKO: Tingkat konsumsi oksigen (mgO₂/g/jam)

DO awal: Oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg/ℓ)

DO akhir: Oksigen terlarut pada akhir pengamatan (mg/ℓ)

w: bobot ikan (g)

t: Waktu (jam)

v: Volume air (ℓ)

Kualitas Air

Pengecekan kondisi air dilakukan baik sebelum maupun setelah proses pengangkutan dengan cara mengukur beberapa indikator, yaitu tingkat keasaman (pH), temperatur, serta kadar oksigen terlarut (DO).

Analisis Data

Data kelangsungan hidup ikan bawal yang didapat dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan uji Duncan untuk melihat padat tebar terbaik pada calon induk ikan nila dengan pemberian anestesi minyak cengkeh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Waktu Pingsan dan Waktu Pulih

Berdasarkan hasil analisis ANOVA, perbedaan tingkat kepadatan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu pingsan calon induk ikan nila setelah pemberian minyak cengkeh ($P > 0,05$). Sebaliknya, waktu pulih menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($P < 0,05$). Nilai rata-rata waktu pingsan dan waktu pulih pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Ditinjau dari aspek waktu pingsan calon induk ikan nila yang maksimal yakni pada perlakuan P1 (5 Ekor) dengan nilai 21,48 menit. Sedangkan waktu pingsan calon induk ikan nila yang paling lama yaitu perlakuan P4 (20 Ekor) disertai

jumlah waktu 24,16 menit. Dengan jumlah takaran minyak cengkeh yang seragam pada setiap perlakuan memberikan waktu pingsan berbeda dikarenakan padat tebar setiap perlakuan berbeda. Semakin banyak jumlah padat tebar maka semakin lama waktu pingsan yang dibutuhkan calon induk ikan nila. Perlakuan P1 menunjukkan waktu pemulihan yang paling cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi tersebut diduga karena kepadatan yang lebih rendah menyebabkan kompetisi dalam memperoleh oksigen lebih kecil dan tingkat stres ikan lebih rendah sehingga proses eliminasi eugenol berlangsung lebih cepat (Cao *et al.*, 2021).

Tingkat Kelangsungan Hidup

Hasil analisis ANOVA terhadap perlakuan pemberian minyak cengkeh melalui kepadatan variasi calon induk nila menunjukkan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap parameter persentase kelangsungan hidup sepanjang transportasi namun tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap persentase kelangsungan hidup selama pemeliharaan ($P > 0,05$). Adapun hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Tabel 2).

Persentase kelangsungan hidup (SR) pasca-transportasi tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (15 ekor), yaitu sebesar 88,83%, sedangkan perlakuan P1 dan P4 masing-masing sebesar 66,67% dan 61,67%. Perbedaan nilai kelangsungan hidup antarperlakuan diduga berkaitan dengan respons ikan terhadap tingkat kepadatan selama simulasi transportasi.

Tabel 1. Waktu Pingsan dan Waktu Pulih Calon Induk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

Perlakuan	Waktu Pingsan (Menit)	Waktu Pulih (Menit)
P1 (5 Ekor)	21,48 ± 1,192 ^a	20,32 ± 2,294 ^a
P2 (10 Ekor)	22,95 ± 0,574 ^a	22,18 ± 1,676 ^a
P3 (15 Ekor)	23,80 ± 0,540 ^a	22,65 ± 1,815 ^a
P4 (20 Ekor)	24,16 ± 0,752 ^a	22,84 ± 2,187 ^b

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama menandakan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$), sedangkan nilai yang disajikan merupakan rata-rata beserta standar errornya.

Tabel 2. Tingkat kelangsungan hidup pasca transportasi dan pemeliharaan.

Perlakuan	Kelangsungan Hidup Transportasi (%)	Kelangsungan Hidup Selama Pemeliharaan (%)
P1 (5 Ekor)	66,67 ± 11,54 ^{ab}	91,67 ± 14,43 ^a
P2 (10 Ekor)	76,67 ± 11,54 ^{ab}	87,83 ± 11,2 ^a
P3 (15 Ekor)	88,83 ± 3,86 ^b	87,53 ± 4,16 ^a
P4 (20 Ekor)	61,67 ± 2,88 ^a	92,10 ± 7,70 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$), nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan standart error.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah ikan tidak selalu diikuti oleh peningkatan persentase kelangsungan hidup, melainkan terdapat tingkat kepadatan tertentu yang mampu mendukung kelangsungan hidup ikan secara lebih optimal. Meskipun demikian, penentuan perlakuan terbaik dalam penelitian ini tidak hanya didasarkan pada persentase kelangsungan hidup, tetapi juga mempertimbangkan parameter respons fisiologis yang diamati, meliputi waktu pingsan, waktu pulih, tingkat konsumsi oksigen, dan respons tingkah laku ikan (Ross & Rose, 2008). Berdasarkan keseluruhan parameter tersebut, perlakuan P1 (5 ekor) menunjukkan kondisi fisiologis yang lebih stabil selama simulasi transportasi, sehingga dinilai sebagai perlakuan yang paling optimal.

Tingkat Konsumsi Oksigen

Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh tingkat konsumsi oksigen calon induk ikan nila dengan kepadatan berbeda setelah pemberian minyak cengkeh berpengaruh nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Adapun hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel dibawah (Tabel 3).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat konsumsi oksigen (TKO) pada

kepadatan calon induk ikan nila untuk masing-masing perlakuan padat tebar. Nilai TKO terendah terdapat pada perlakuan P1 sebesar 0,007 mg $O_2 \cdot \text{jam}^{-1} \cdot g^{-1}$, nilai maksimum tercatat pada perlakuan P4 sebesar 0,024 mg $O_2 \cdot \text{jam}^{-1} \cdot g^{-1}$. Perlakuan P1 menunjukkan bahwa ikan berada dalam kondisi fisiologis yang relatif stabil. Kepadatan tebar yang rendah memberikan ruang gerak yang cukup bagi ikan, sehingga interaksi dan kompetisi antar individu, khususnya dalam pemanfaatan oksigen, menjadi lebih rendah.

Kualitas Air

Adapun hasil pengamatan kualitas air berdasarkan pelaksanaan tersebut, hasilnya disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pengamatan parameter kualitas air yang diukur suhu sebelum anestesi berada pada kisaran 26,6–27,4°C dan setelah anestesi berada pada kisaran 26,6–27,4°C. Nilai DO mengalami penurunan yang cukup jelas pada semua perlakuan setelah anestesi. DO awal berada pada kisaran 6,82–6,85 mg/L, sedangkan DO setelah anestesi turun menjadi 0,8–5,3 mg/L. pH sebelum anestesi berada pada rentang 6,3–7,2, sedangkan sesudah anestesi berada pada 6,3–6,5.

Tabel 3. Tingkat konsumsi oksigen calon induk nila (*Oreochromis niloticus*).

Perlakuan	TKO (mg/jam/g)
P1 (5 Ekor)	0,007 ± 0,001 ^a
P2 (10 Ekor)	0,014 ± 0,003 ^b
P3 (15 Ekor)	0,021 ± 0,001 ^c
P4 (20 Ekor)	0,024 ± 0,001 ^d

Keterangan: Huruf-huruf yang tidak sama di satu kolom menandakan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$), sedangkan angka yang tercantum menunjukkan nilai rata-rata standart error.

Tabel 4. Hasil pengamatan kualitas air selama anestesi dan sesudah anestesi.

Perlakuan	Sebelum Anestesi			Sesudah Anestesi		
	Suhu	DO	pH	Suhu	DO	pH
P1	27,4	6.83	7,2	27,4	5,3	6,3
P2	26,6	6.85	6,6	27	3,8	6,5
P3	26,6	6.82	6,8	26,6	1,7	6,5
P4	27	6.84	6,3	27	0,8	6,3

Secara umum tidak terjadi perubahan pH yang ekstrem, melainkan hanya penurunan ringan pada sebagian perlakuan. Penurunan pH tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas metabolisme ikan, terutama pada kepadatan yang lebih tinggi. **Pembahasan**

Waktu Pingsan dan Waktu Pulih

Berdasarkan Tabel 1. uji duncan waktu pulih menunjukkan pada P4 berbeda nyata terhadap P1, P2 dan P3. Waktu yang diperlukan calon induk nila untuk pulih kembali secara normal pada setiap perlakuan berbeda-beda. Waktupulih tercepat diperoleh pada perlakuan P1 (5 ekor), sedangkan waktu pulih terlama terjadi pada perlakuan P4 (20 ekor). Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan pengaruh anestesi minyak cengkeh yang mengandung senyawa eugenol terhadap aktivitas fisiologis ikan. Eugenol bekerja dengan menekan aktivitas sistem saraf pusat sehingga respons terhadap rangsangan menurun, pergerakan ikan menjadi lebih lambat, dan laju metabolisme ikut menurun (El-Sayed, 2020; Anggraini *et al.*, 2017). Penurunan metabolisme menyebabkan kebutuhan oksigen menjadi lebih rendah sehingga energi yang digunakan selama simulasi transportasi dapat dihemat (Bolasina *et al.*, 2016). Selain itu, tingkat kepadatan juga memengaruhi aktivitas respirasi ikan. Pada perlakuan P1, jumlah ikan yang lebih sedikit menyebabkan kompetisi dalam memperoleh oksigen lebih rendah, sehingga proses pertukaran gas melalui insang berlangsung lebih optimal. Kondisi tersebut mendukung pengeluaran eugenol dari dalam tubuh berlangsung lebih cepat sehingga ikan dapat kembali sadar dalam waktu yang lebih singkat. Sebaliknya,

pada kepadatan yang lebih tinggi seperti P4, kebutuhan oksigen meningkat seiring bertambahnya jumlah ikan dalam satu wadah, sehingga persaingan memperoleh oksigen menjadi lebih besar. Kondisi ini dapat meningkatkan stres selama transportasi dan memperlambat proses eliminasi eugenol, sehingga waktu pemulihan ikan menjadi lebih lama (Hastuti *et al.*, 2018; Bolasina *et al.*, 2016).

Minyak cengkeh mengandung senyawa aktif eugenol yang berperan sebagai anestesi. Eugenol bekerja dengan menghambat aktivitas sistem saraf sehingga pergerakan ikan melambat, respons terhadap rangsangan menurun, dan akhirnya ikan mengalami kehilangan kesadaran sementara (Kheawfu *et al.*, 2022). Sejatinya eugenol merupakan senyawa dasar dalam proses sintesis berbagai senyawa yang bermanfaat. Efek eugenol pada minyakcengkeh memberikan reaksi ikan tampak menurun dengan aktivitas yang melambathingga akhirnya mengalami kehilangan kesadaran (Aliyas, 2021).

Perlakuan P1 menunjukkan waktu pemulihan (waktu sadar) yang tercepat jika dibandingkan perlakuan lainnya. Pada kepadatan ikan yang lebih rendah, kompetisi dalam memperoleh oksigen menjadi lebih kecil, sehingga tingkat stres dapat ditekan dan proses eliminasi agen anestesi melalui insang berlangsung lebih efektif. Sebaliknya, pada perlakuan P4 dengan jumlah ikan yang lebih banyak, kebutuhan oksigen meningkat sehingga persaingan memperoleh oksigen semakin tinggi. Kondisi tersebut dapat meningkatkan stres selama transportasi dan memperlambat proses pemulihan ikan. Hasil ini sejalan dengan Abdel-Tawwab

dan El-Araby (2021), yang menyatakan bahwa kepadatan tebar memengaruhi respons fisiologis ikan melalui perubahan kebutuhan oksigen dan tingkat stres.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kelangsungan hidup. Transportasi calon induk nila tertinggi dihasilkan pada P3, sedangkan kelangsungan hidup paling rendah yaitu pada perlakuan P4. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan Perlakuan P1 serupa dengan P2, namun berbeda signifikan dengan P3 dan P4. Perlakuan yang menggunakan kepadatan rendah (P1), kelangsungan hidup ikan cenderung Lebih kecil daripada perlakuan optimal. Kondisi ini diduga disebabkan oleh stres sosial, mengingat Ikan nila termasuk jenis ikan yang memiliki kecenderungan hidup berkelompok. Jumlah individu yang terlalu sedikit dapat menyebabkan meningkatnya sensitivitas ikan terhadap rangsangan lingkungan, sehingga memicu stres dan berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup (Martins *et al.*, 2012).

Sebaliknya, pada perlakuan dengan kepadatan tinggi (P4), penurunan kelangsungan hidup ikan diduga disebabkan oleh meningkatnya kompetisi ruang dan oksigen terlarut, serta akumulasi metabolit sisa yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Kepadatan yang terlalu tinggi diketahui dapat meningkatkan stres fisiologis, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan tingkat kelangsungan hidup ikan (Bolasina *et al.*, 2016).

Tingkat Konsumsi Oksigen

Pada Tabel 3, perlakuan P1 menunjukkan tingkat konsumsi oksigen terendah, yaitu sebesar $0,007 \pm 0,001$ mg O₂/jam/g. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas metabolisme ikan selama proses anestesi dan simulasi transportasi berlangsung lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya sehingga kondisi fisiologis ikan relatif lebih stabil. Menurut Boyd (2012) dan Hastuti *et al.* (2018),

peningkatan kepadatan tebar menyebabkan meningkatnya aktivitas metabolisme, respons stres, serta akumulasi karbon dioksida (CO₂), sehingga kebutuhan oksigen ikan ikut meningkat.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian pada ikan nila yang menunjukkan bahwa konsumsi oksigen merupakan indikator laju metabolisme dan akan meningkat ketika kebutuhan energi atau tingkat stres meningkat. Sebaliknya, konsumsi oksigen yang lebih rendah menunjukkan kondisi fisiologis yang lebih efisien selama transportasi. Berdasarkan hasil tersebut, perlakuan P1 dinilai sebagai perlakuan terbaik karena memiliki tingkat konsumsi oksigen paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya

Kualitas Air

Berdasarkan hasil dari pengamatan indikator mutu air yang diamati meliputi temperatur, (DO) dan pH, baik sebelum maupun sesudah proses anestesi pada empat perlakuan (P1, P2, P3, dan P4). Secara umum, seluruh parameter masih beradaptasi kisaran yang layak untuk ikan uji dan perubahan yang muncul merupakan respons normal selama proses anestesi. Suhu sebelum anestesi berada pada kisaran 26,6–27,4°C dan setelah anestesi berada pada kisaran 26,6–27,4°C. Perubahan ini sangat kecil dan termasuk dalam rentang fluktuasi normal. Suhu ruang perawatan pada seluruh treatment berada dalam rentang yang relatif stabil dan masih dalam rentang optimal bagi ikan nila. Perbedaan kepadatan tebar tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap suhu media, sehingga suhu tidak menjadi faktor pembatas selama penelitian (El-Sayed, 2020).

Nilai DO mengalami penurunan yang cukup jelas pada semua perlakuan setelah anestesi. DO awal berada pada kisaran 6,82–6,85 mg/L, sedangkan DO setelah anestesi turun menjadi 0,8–5,3 mg/L. Penurunan DO ini menunjukkan adanya peningkatan pemanfaatan oksigen oleh ikan selama periode pasca perlakuan. Pada kepadatan yang lebih tinggi, jumlah ikan

yang lebih banyak dalam satu wadah menyebabkan konsumsi oksigen berlangsung lebih intensif, sehingga kadar DO menurun lebih cepat. Kondisi ini mencerminkan respons fisiologis ikan terhadap tekanan lingkungan dan kepadatan, di mana kebutuhan oksigen meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah individu dalam media pemeliharaan. Namun demikian, nilai DO yang terukur masih mencerminkan dinamika normal oksigen terlarut selama proses pemeliharaan ikan pada berbagai tingkat kepadatan (Bolasina *et al.*, 2016)

pH sebelum anestesi berada pada rentang 6,3–7,2, sedangkan sesudah anestesi berada pada 6,3–6,5. Secara umum tidak terjadi perubahan pH yang ekstrem, melainkan hanya penurunan ringan pada sebagian perlakuan. Penurunan pH tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas metabolisme ikan, terutama pada kepadatan yang lebih tinggi. Jumlah ikan yang lebih banyak dalam satu wadah menyebabkan peningkatan respirasi dan produksi karbon dioksida (CO₂), yang masuk ke dalam larutan air sehingga menghasilkan asam karbonat dan menyebabkan penurunan pH media. Meskipun demikian, nilai pH yang terukur masih berada dalam kisaran normal dan layak bagi kehidupan ikan nila, sehingga pH tidak menjadi faktor pembatas selama penelitian (Effendi, 2016).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbedaan tingkat kepadatan calon induk ikan nila selama simulasi transportasi dengan anestesi minyak cengkeh memberikan pengaruh terhadap respons fisiologis dan kelangsungan hidup ikan. Peningkatan kepadatan menyebabkan perubahan pada respons fisiologis ikan, yang ditunjukkan oleh perbedaan waktu pingsan, waktu

pulih, dan tingkat konsumsi oksigen selama transportasi. Perlakuan P1 (5 ekor) menghasilkan waktu pulih tercepat serta tingkat konsumsi oksigen terendah, sehingga menunjukkan kondisi fisiologis yang lebih stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Namun, tingkat kelangsungan hidup tertinggi setelah simulasi transportasi diperoleh pada perlakuan P3 (15 ekor) dengan nilai sebesar 88,83%, yang menunjukkan bahwa kepadatan tersebut merupakan kondisi yang paling efektif dalam mempertahankan kelangsungan hidup calon induk ikan nila. Dengan demikian, kepadatan rendah lebih mendukung stabilitas respons fisiologis ikan, sedangkan kepadatan sedang memberikan hasil yang lebih baik dalam mempertahankan kelangsungan hidup selama proses transportasi.

V. REKOMENDASI DAN SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memperpanjang waktu simulasi transportasi pada kepadatan yang sama, guna mengetahui konsistensi respon tingkah laku ikan dalam kondisi transportasi yang lebih mendekati situasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., & El-Araby, D. A. (2021). Effects Of Stocking Density on Growth Performance, Physiological Responses, And Oxidative Stress of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*). *Aquaculture*, 531, 735–742
- Aliyah, R. S. (2017). Rekayasa Produksi Ikan Nila Salin Untuk Perairan Payau di Wilayah Pesisir. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. Jakarta. Vol. 10, No. 1.
- Aliyas, A., Putri, I., Arifudin, A. (2021). Pengaruh Dosis Yang Berbeda Menggunakan Minyak Cengkeh (*Eugenia Aromatic*) Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Jago Tolis: Jurnal Agrokomples Tolis*, 1(1), 23–26.
- Andriyani, Y. (2018). Budidaya

- Ikan Nila. Yogyakarta: Cv. Budi Utama. Anggraini.
- Anggraini, S. Y., Esti, H., & Tutik, K. (2017). Toksisitas Dan Kemampuan Anestetik Minyak Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) Terhadap Benih Ikan Pelangi Merah (*Glossolepis Incisus*). *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, 2(1).
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). Sni 06-2387-2006: Minyak Daun Cengkeh. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bolasina, S., Tagawa, M., Yamashita, Y., & Tanaka, M. (2016). *Effects Of Stocking Density on Stress Response and Oxygen Consumption of Fish. Aquaculture Research*, 47(4), 1226–1235.
- Boyd, C. E. (2012). *Water Quality: An Introduction*. Springer, New York.
- Boyd, C. E. (2015). *Water Quality: An Introduction*. Springer, New York.
- Cao, J., Wang, Q., Qiu, W., Mei, J., & Xie, J. (2021). Transport And Recovery of Turbot Sedated with Ms-222 And Eugenol: Effects on Intermediary Metabolism and Osmoregulation. *Animals*, 11, 2228.
- Effendi, H., Wardiatno, Y., & Krisanti, M. (2016). *Kualitas Air: Teori Dan Aplikasi Dalam Pengelolaan Sumber Daya Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- El-Sayed, A. F. M. (2020). *Tilapia Culture*. Academic Press.
- Hastuti, S., Rahardjo, S., & Widodo, M. S. (2018). Pengaruh Kepadatan Tebar Terhadap Stres Dan Kebutuhan Oksigen Ikan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17(2), 101–109.
- Kheawfu, K., Pikulkaew, S., Wellendorph, P., Jørgensen, L. V. G., Rades, T., Müllertz, A., & Okonogi, S. (2022). Elucidating Pathway and Anesthetic Mechanism of Action of Clove Oil Nanoformulations in Fish. *Pharmaceutics*, 14(5), 919.
- <https://doi.org/10.3390/Pharmaceutics14050919>
- Liao, I. C., & Huang, H. J. 1975. *Studies On the Respiration of Economic Prawns in Taiwan. I. Oxygen Consumption and Lethal Dissolved Oxygen of Egg Up to Young Prawn of Penaeus Monodon Fab. Journal Of the Fisheries Society of Taiwan*, 4(1): 33–50.
- Martins, C. I. M., Galhardo, L., Noble, C., Damsgård, B., Spedicato, M. T., Zupa, W., Beauchaud, M., Kulczykowska, E., Massabuau, J. C., Carter, T., Rey Planellas, S., & Kristiansen, T. (2012). Behavioural Indicators of Welfare in Farmed Fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(1), 17–41.
- Muchlisin, Z. A., Afrido, F., Murda, T., Fadli, N., Muhammadar, A. A., Jalil, Z., & Yulvizar, C. (2016). *The Effectiveness of Experimental Diet with Varying Levels of Papain on the Growth Performance, Survival Rate and Feed Utilization of Keureling Fish (Tor Tambra). Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(2), 172–177.
- Ross, L. G., & Ross, B. (2008). *Anaesthetic And Sedative Techniques for Aquatic Animals*. 3rd Ed. Blackwell Publishing.
- Saskia Y, Esti H, Tutik K, (2017). Toksisitas Dan Kemampuan Anestetik Minyak Cengkeh (*Sygnium Aromaticum*) Terhadap Benih Ikan Pelangi Merah (*Glossolepisincisus*). *Jurnal ilmu perikanan dan sumberdaya perairan*. 2(1).
- Wijayanti, I. (2011). Pengaruh Temperatur Terhadap Kondisi Anestesi Pada Bawal Tawar (*Colossoma Macropomum*) Dan Lobster Tawar (*Cherax Quadricarinatus*). *Prosiding seminar nasional. Pengembangan Pulau-pulau Kecil*. 67-76.