



## **Pengaruh Kepadatan Tebar terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Transportasi Sistem Basah Tertutup**

### ***Effect of Stocking Density on the Survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry during Closed Wet Transportation***

**Hadi Bambang Purnomo<sup>1\*</sup>, Maria Agustini<sup>2</sup>, Didik Budiyanto<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultasnya Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: bambangh84@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Transportasi sistem basah tertutup merupakan metode yang umum digunakan dalam distribusi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*), namun peningkatan kepadatan tebar selama pengangkutan dapat menurunkan kualitas media, meningkatkan stres, dan menurunkan kelangsungan hidup benih. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kepadatan tebar terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila pada transportasi sistem basah tertutup. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan kepadatan, yaitu 1.000, 1.500, 2.000, dan 2.500 ekor per 5 L air, masing-masing dengan enam ulangan. Benih berukuran 2–3 cm diberok selama 24 jam, kemudian diangkut menggunakan kantong plastik berisi air dan oksigen murni pada rute Kediri–Sidoarjo selama 4 jam 5 menit. Parameter yang diukur meliputi kelangsungan hidup, suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. Data kelangsungan hidup dianalisis menggunakan analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan tebar berpengaruh sangat nyata terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila. Kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada kepadatan 1.000 ekor/5 L sebesar 97,50%, kemudian menurun menjadi 94,50%, 88,67%, dan 81,17% pada kepadatan berturut-turut 1.500, 2.000, dan 2.500 ekor/5 L. Kualitas air selama transportasi masih berada pada kisaran yang dapat ditoleransi, meskipun konsentrasi amonia cenderung meningkat pada kepadatan yang lebih tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan 1.000 ekor/5 L merupakan kepadatan optimal untuk transportasi sistem basah tertutup benih ikan nila karena mampu mempertahankan tingkat kelangsungan hidup tertinggi.

#### **INFO ARTIKEL**

##### *Article History:*

Received 1/01/2026

Revised 18/02/2026

Accepted 6/03/2026

Published 30/03/2026

##### Kata Kunci:

- benih ikan nila,
- kepadatan tebar,
- kelangsungan hidup,
- transportasi sistem basah tertutup



## ABSTRACT

Closed wet transportation is widely used for the distribution of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry; however, increasing stocking density during transport may deteriorate water quality, induce stress, and reduce fry survival. This study evaluated the effect of stocking density on the survival of Nile tilapia fry during closed wet transportation. A completely randomized design was employed with four stocking density treatments: 1,000, 1,500, 2,000, and 2,500 fry per 5 L of water, each with six replicates. Fry measuring 2–3 cm were fasted for 24 h prior to transportation in sealed plastic bags containing water and pure oxygen along the Kediri–Sidoarjo route for 4 h 5 min. The measured parameters included survival rate, water temperature, pH, dissolved oxygen, and ammonia concentration. Survival data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. Stocking density significantly affected the survival of Nile tilapia fry. The highest survival rate (97.50%) was obtained at a density of 1,000 fry/5 L, followed by 94.50%, 88.67%, and 81.17% at densities of 1,500, 2,000, and 2,500 fry/5 L, respectively. Water quality remained within tolerable limits throughout transportation, although ammonia concentration increased with increasing stocking density. These findings indicate that a stocking density of 1,000 fry per 5 L is optimal for the closed wet transportation of Nile tilapia fry, providing the highest survival rate under the conditions evaluated.

## Key Words:

- Nile tilapia fry,
- stocking density,
- survival rate,
- closed wet transportation,

## PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas budidaya air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dikembangkan secara luas karena pertumbuhannya relatif cepat, toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan, serta memiliki permintaan pasar yang terus meningkat. Keberhasilan usaha budidaya tidak hanya ditentukan oleh manajemen pemeliharaan selama fase pembesaran, tetapi juga oleh kualitas benih yang didistribusikan dari unit pembenihan ke lokasi budidaya. Pada sistem budidaya skala rakyat, distribusi benih umumnya dilakukan melalui transportasi darat dengan waktu tempuh beberapa jam, sehingga tahap transportasi menjadi salah satu faktor kritis yang memengaruhi mutu benih. Benih yang mengalami stres selama pengangkutan cenderung menunjukkan penurunan daya tahan, kelangsungan hidup, dan performa pertumbuhan setelah ditebar di media pemeliharaan (Barton, 2002; Harmon, 2009; Portz et al., 2006; Restu et al., 2024).

Transportasi ikan hidup umumnya dilakukan menggunakan sistem terbuka atau sistem basah tertutup. Sistem basah tertutup lebih banyak diterapkan dalam distribusi benih karena mampu mempertahankan ketersediaan oksigen melalui penambahan oksigen murni serta memungkinkan pengangkutan benih dalam jumlah relatif besar. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan berupa tidak adanya pergantian air selama transportasi, sehingga peningkatan kepadatan tebar dapat mempercepat penurunan kualitas media akibat

meningkatnya respirasi, ekskresi metabolit, dan akumulasi amonia yang bersifat toksik (Colt, 2006; Ip, 2010; Iversen et al., 1998; Randall & Tsui, 2002).

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa peningkatan kepadatan tebar selama transportasi berpengaruh terhadap respons stres, kualitas air, dan kelangsungan hidup ikan (Ashley, 2007; Conte, 2004; Ellis et al., 2002; Huntingford et al., 2006; Montero et al., 1999; North et al., 2006; Schreck, 2010). Penelitian di Indonesia juga menunjukkan bahwa kepadatan tebar memengaruhi keberhasilan transportasi benih melalui perubahan kualitas air dan tingkat kelangsungan hidup (Aryanti et al., 2022; Diansari et al., 2013; Hartyanto et al., 2024a, 2024b; Supriyanto & Dharmawantho, 2021; Suwandi et al., 2007; Syawalani et al., 2021; Widiyanto et al., 2022). Meskipun demikian, penelitian mengenai kepadatan tebar optimum pada benih ikan nila berukuran 2–3 cm yang diangkut menggunakan sistem basah tertutup dengan durasi transportasi sekitar empat jam masih terbatas. Perbedaan ukuran benih, lama transportasi, dan kondisi operasional menyebabkan hasil penelitian terdahulu belum dapat diterapkan secara langsung pada kondisi distribusi benih yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kepadatan tebar terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila selama transportasi sistem basah tertutup serta menentukan kepadatan tebar yang paling optimal pada kondisi transportasi darat dari Kediri ke Sidoarjo. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya informasi mengenai manajemen transportasi benih ikan nila sekaligus menjadi dasar teknis bagi pembenih dan pembudidaya dalam menentukan kepadatan tebar yang efisien tanpa menurunkan mutu benih setelah transportasi.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada November 2025. Persiapan benih dilakukan di Dusun Sumberagung, Desa Krecek, Kecamatan Badas, Kabupaten Kediri, sedangkan pengamatan setelah transportasi dilakukan di Desa Semampir, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Transportasi benih dilakukan melalui jalur darat dengan lama perjalanan 4 jam 5 menit.

### Bahan, Alat, dan Rancangan Percobaan

Bahan uji yang digunakan berupa benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berukuran 2–3 cm dengan bobot rata-rata sekitar 2 g per ekor. Benih dipilih dalam kondisi sehat, memiliki organ tubuh lengkap, dan aktif berenang. Peralatan penelitian meliputi kantong plastik untuk transportasi, tabung oksigen, DO meter, pH meter, termometer, serok, ember, penggaris, dan timbangan.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan kepadatan dengan enam ulangan sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Perlakuan yang diuji meliputi: A = 1.000 ekor/5 L air, B = 1.500 ekor/5 L air, C = 2.000 ekor/5 L air, dan D = 2.500 ekor/5 L air. Setiap kantong diisi air sesuai perlakuan dan oksigen murni dengan rasio air terhadap oksigen sekitar 1:2, kemudian ditutup rapat sebelum proses transportasi.

### Prosedur Penelitian

Benih ikan diberok selama 24 jam sebelum transportasi untuk mengurangi sisa pakan dalam saluran pencernaan dan meminimalkan ekskresi metabolit selama pengangkutan. Setelah dilakukan pengukuran kualitas air awal, benih dimasukkan ke dalam kantong plastik sesuai dengan perlakuan kepadatan. Kantong kemudian diisi oksigen murni, diikat rapat, dan disusun di dalam kendaraan untuk proses transportasi. Setelah tiba di lokasi tujuan, dilakukan penghitungan jumlah ikan hidup dan mati serta pengukuran kualitas air akhir.

### Parameter Pengamatan dan Analisis Data

Parameter utama yang diamati adalah kelangsungan hidup (*survival rate*, SR), sedangkan parameter pendukung meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), dan amonia ( $\text{NH}_3$ ). Kelangsungan hidup dihitung menggunakan persamaan:  $\text{SR} (\%) = (N_t/N_0) \times 100$  dengan  $N_t$  adalah jumlah ikan hidup pada akhir transportasi dan  $N_0$  adalah jumlah ikan pada awal transportasi. Data kelangsungan hidup dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan tebar menyebabkan penurunan kelangsungan hidup benih ikan nila selama transportasi sistem basah tertutup. Kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada perlakuan A (1.000 ekor/5 L), sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan D (2.500 ekor/5 L).

**Tabel 1.** Kelangsungan hidup benih ikan nila pada berbagai kepadatan tebar selama transportasi sistem basah tertutup

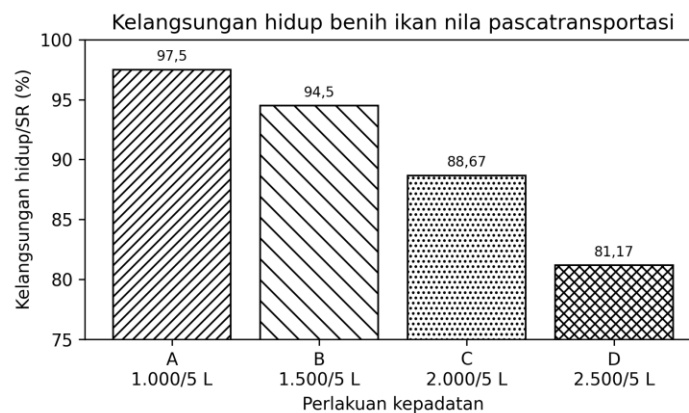
| Perlakuan | Kepadatan      | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | Rata-rata SR (%) | Notasi BNT |
|-----------|----------------|----|----|----|----|----|----|------------------|------------|
| A         | 1.000 ekor/5 L | 98 | 97 | 99 | 96 | 97 | 98 | 97,50            | a          |
| B         | 1.500 ekor/5 L | 95 | 94 | 96 | 95 | 93 | 94 | 94,50            | b          |
| C         | 2.000 ekor/5 L | 90 | 88 | 89 | 90 | 87 | 88 | 88,67            | c          |
| D         | 2.500 ekor/5 L | 82 | 80 | 81 | 81 | 82 | 81 | 81,17            | d          |

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kepadatan tebar berpengaruh sangat nyata terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila ( $F_{hitung} = 289,99$ ;  $F_{tabel5\%} = 3,10$ ).

**Tabel 2.** Analisis sidik ragam kelangsungan hidup benih ikan nila

| Sumber keragaman | db | JK     | KT     | F hitung | F tabel 5% |
|------------------|----|--------|--------|----------|------------|
| Perlakuan        | 3  | 913,46 | 304,49 | 289,99   | 3,10       |
| Galat            | 20 | 21,00  | 1,05   | -        | -          |
| Total            | 23 | 934,46 | -      | -        | -          |

Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki notasi yang berbeda, sehingga setiap peningkatan kepadatan menyebabkan penurunan kelangsungan hidup yang signifikan.

**Gambar 1.** Kelangsungan hidup benih ikan nila pada berbagai kepadatan tebar

Penurunan kelangsungan hidup pada kepadatan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah ikan dalam ruang transportasi yang terbatas memperbesar kebutuhan oksigen, meningkatkan laju respirasi, serta mempercepat akumulasi sisa metabolisme selama pengangkutan. Kondisi tersebut meningkatkan respons stres fisiologis sehingga energi yang digunakan untuk mempertahankan homeostasis meningkat dan kemampuan benih bertahan selama transportasi menjadi menurun. Sebaliknya, kepadatan 1.000 ekor/5 L masih mampu menyediakan ruang gerak dan kualitas media yang lebih baik sehingga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi.

Temuan ini sejalan dengan beberapa studi yang menyatakan bahwa kepadatan tebar merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi konsumsi oksigen, akumulasi metabolit, dan respons stres selama transportasi ikan hidup (Gomes et al., 2003; Harmon, 2009; Portz et al., 2006). Hasil penelitian ini juga melaporkan bahwa peningkatan kepadatan pada transportasi sistem tertutup menyebabkan penurunan kelangsungan hidup akibat memburuknya kualitas media transportasi (Aryanti et al., 2022; Hartyanto et al., 2024b; Syawalani et al., 2021). Selain itu, penelitian Diansari et al., (2013) dan Restu et al., (2024) menunjukkan bahwa kepadatan tinggi pada sistem budidaya meningkatkan kompetisi ruang, memperburuk kualitas air, dan berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup ikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bahwa pengaturan kepadatan tebar merupakan faktor penting dalam mempertahankan mutu benih selama proses distribusi.

### Kualitas Air Media Pengangkutan

Parameter kualitas air yang diamati selama transportasi meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amonia ( $\text{NH}_3$ ). Hasil pengukuran sebelum dan sesudah transportasi disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kualitas air sebelum dan sesudah transportasi benih ikan nila

| Parameter                   | Awal A | Awal B | Awal C | Awal D | Akhir A | Akhir B | Akhir C | Akhir D |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 24     | 24     | 24     | 24     | 25      | 26      | 26      | 26      |
| pH                          | 6,8    | 6,8    | 7,0    | 7,0    | 6,9     | 7,1     | 7,3     | 7,3     |
| DO (mg/L)                   | 5,1    | 5,1    | 5,1    | 5,2    | 5,2     | 5,2     | 5,3     | 5,3     |
| $\text{NH}_3$ (mg/L)        | 0,26   | 0,25   | 0,25   | 0,26   | 0,29    | 0,31    | 0,36    | 0,30    |

Suhu media transportasi setelah pengangkutan berkisar antara 25–26  $^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pH berada pada kisaran 6,9–7,3. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh benih ikan nila sehingga belum memberikan pengaruh negatif yang berarti terhadap kondisi fisiologis ikan. Suhu berperan dalam mengendalikan laju metabolisme, kebutuhan oksigen, dan produksi sisa metabolisme, sedangkan pH memengaruhi keseimbangan osmoregulasi dan fungsi insang (Colt, 2006; Ip, 2010; Randall & Tsui, 2002).

Konsentrasi oksigen terlarut setelah transportasi tetap berada di atas 5 mg/L pada seluruh perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan oksigen murni mampu mempertahankan ketersediaan oksigen selama pengangkutan. Meskipun demikian, tingginya kadar oksigen belum sepenuhnya mampu mencegah penurunan kelangsungan hidup pada kepadatan tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan transportasi tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen, tetapi juga oleh interaksi antara kepadatan tebar, keterbatasan ruang gerak, dan akumulasi metabolit selama transportasi.

Konsentrasi amonia meningkat setelah transportasi, yang menunjukkan adanya akumulasi hasil ekskresi dan dekomposisi bahan organik di dalam sistem tertutup. Akumulasi amonia dapat menurunkan efisiensi fungsi insang, mengganggu proses respirasi, dan meningkatkan respons stres apabila konsentrasinya terus meningkat (Harmon, 2009; Randall & Tsui, 2002). Oleh karena itu, pemberokan sebelum transportasi, pengaturan kepadatan tebar, serta penggunaan oksigen murni merupakan langkah penting untuk mempertahankan kualitas media dan meningkatkan keberhasilan distribusi benih (Supriyanto & Dharmawantho, 2021; Verdian et al., 2023).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kualitas air selama transportasi masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi, peningkatan kepadatan tebar tetap menyebabkan penurunan kelangsungan hidup benih ikan nila. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaturan kepadatan tebar merupakan faktor utama yang perlu diperhatikan untuk menjaga keberhasilan transportasi sistem basah tertutup.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Perbedaan kepadatan tebar berpengaruh sangat nyata terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama transportasi sistem basah tertutup. Kepadatan tebar 1.000 ekor per 5 L air memberikan tingkat kelangsungan hidup tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga merupakan kepadatan yang paling optimal untuk transportasi benih ikan nila berukuran 2–3 cm dengan lama perjalanan sekitar 4 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan kepadatan tebar merupakan faktor penting dalam mempertahankan mutu benih selama proses transportasi dan dapat dijadikan sebagai dasar teknis dalam menentukan kepadatan pengemasan yang efisien pada distribusi benih ikan nila. Berdasarkan hasil tersebut, transportasi benih ikan nila menggunakan sistem basah tertutup selama sekitar 4 jam disarankan menggunakan kepadatan tebar 1.000 ekor per 5 L air, disertai pemberokan selama 24 jam sebelum transportasi dan penggunaan oksigen murni untuk mempertahankan kelangsungan hidup benih. Penelitian selanjutnya perlu mengevaluasi pengaruh durasi transportasi yang lebih panjang, ukuran benih yang berbeda, serta penerapan bahan penekan stres yang aman guna meningkatkan efisiensi dan keberhasilan transportasi benih ikan nila.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Dr. Soetomo, serta semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryanti, A. S., Harwanto, D., & Yuniarti, T. (2022). The Effect of Different Doses of Citronella Oil (*Cymbopogon citratus*) as Anesthetic for Prospective Tilapia Broodstock (*Oreochromis niloticus*) in Closed Transportation System. *Omni-Akuatika*, 18(2), 179. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2022.18.2.987>
- Ashley, P. J. (2007). Fish Welfare: Current Issues in Aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104(3–4), 199–235. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.001>
- Barton, B. A. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, 42(3), 517–525. <https://doi.org/10.1093/icb/42.3.517>
- Colt, J. (2006). Water Quality Requirements for Reuse Systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.011>
- Conte, F. S. (2004). Stress and the Welfare of Cultured Fish. *Applied Animal Behaviour Science*, 86(3–4), 205–223. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.003>
- Diansari, RR. V. R., Arini, E., & Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3). <https://media.neliti.com/media/publications/135667-ID-pengaruh-kepadatan-yang-berbeda-terhadap.pdf>



- Ellis, T., North, B., Scott, A. P., Bromage, N. R., Porter, M., & Gadd, D. (2002). The Relationships Between Stocking Density and Welfare in Farmed Rainbow Trout. *Journal of Fish Biology*, 61(3), 493–531. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb00893.x>
- Gomes, L. de C., Lima, C. A. R. M. A., Roubach, R., & Urbinati, E. C. (2003). Assessment on the effect of salt and density on tambaqui fish transportation. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38(2), 283–290. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2003.v38.6572>
- Harmon, T. S. (2009). Methods for Reducing Stressors and Maintaining Water Quality Associated with Live Fish Transport in Tanks: A Review of the Basics. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 58–66. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01003.x>
- Hartyanto, A., Agustini, M., Wirawan, I., & Kusyairi, A. (2024a). 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>
- Hartyanto, A., Agustini, M., Wirawan, I., & Kusyairi, A. (2024b). 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>
- Huntingford, F. A., Adams, C., Braithwaite, V. A., Kadri, S., Pottinger, T. G., Sandøe, P., & Turnbull, J. F. (2006). Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology*, 68(2), 332–372. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.001046.x>
- Ip, Y. (2010). Ammonia Production, Excretion, Toxicity, and Defense in Fish: A Review. *Frontiers in Physiology*, 1. <https://doi.org/10.3389/fphys.2010.00134>
- Iversen, M., Finstad, B., & Nilssen, K. J. (1998). Recovery from Loading and Transport Stress in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Smolts. *Aquaculture*, 168(1–4), 387–394. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00364-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00364-0)
- Montero, D., Izquierdo, M. S., Tort, L., Robaina, L., & Vergara, J. M. (1999). High Stocking Density Produces Crowding Stress Altering Some Physiological and Biochemical Parameters in Gilthead Seabream, *Sparus Aurata*, Juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry*, 20(1), 53–60. <https://doi.org/10.1023/A:1007719928905>
- North, B. P., Turnbull, J. F., Ellis, T., Porter, M. J., Migaud, H., Bron, J., & Bromage, N. R. (2006). The Impact of Stocking Density on the Welfare of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). *Aquaculture*, 255(1–4), 466–479. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.01.004>
- Portz, D. E., Woodley, C. M., & Cech, J. J. (2006). Stress-Associated Impacts of Short-Term Holding on Fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16(2), 125–170. <https://doi.org/10.1007/s11160-006-9012-z>
- Randall, D. J., & Tsui, T. K. N. (2002). Ammonia Toxicity in Fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1–12), 17–23. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00227-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00227-8)
- Restu, Aderay, & Susila, N. (2024). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Pengangkutan. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 13(2), 24–27.



- Schreck, C. B. (2010). Stress and Fish Reproduction: The Roles of Allostasis and Hormesis. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3), 549–556. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.07.004>
- Supriyanto, S., & Dharmawantho, L. (2021). Efektivitas Sistem Pengangkutan Ikan Menggunakan Sistem Basah. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 19(2), 105. <https://doi.org/10.15578/blta.19.2.2021.105-108>
- Suwandi, R., Budiman, F. K., & Suptijah, P. (2007). Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Ditransportasikan Secara Tertutup pada Kondisi Jalan yang Berbeda. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, X(2).
- Syawalani, S., Komariyah, S., & Isma, M. F. (2021). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) pada Sistem Transportasi Tertutup. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.35308/ja.v5i1.4101>
- Verdian, A. H., Indariyanti, N., & Antaqa, D. S. (2023). Transportasi Sistem Tertutup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Minyak Cengkeh (*Eugenia Aromatic*) dengan Dosis Berbeda. *Jurnal Perikanan Terapan*, 4(1), 15–19.
- Widianto, T. N., Malhani, I., & Priyanto, N. (2022). Simulasi Transportasi Ikan Nila Hidup Menggunakan Sistem Basah Terbuka pada Suhu Rendah. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 17(1), 9. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v17i1.791>