

Simulasi Transportasi Ikan Nila Hidup Menggunakan Sistem Basah Terbuka pada Suhu Rendah

Live Fish Transport Simulation of Tilapia Using Open System at Low Temperature

Tri Nugroho Widiyanto*, Iwan Malhani, dan Nandang Priyanto

Loka Riset Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan,
Jl. Imogiri Barat KM 11.5 Jetis, Bantul, DI Yogyakarta, 55781, Indonesia

*Korespondensi penulis : trinugrohowidiyanto@yahoo.com

Diterima: 2 Juli 2021; Direvisi: 13 Oktober 2021; Disetujui: 17 November 2021

ABSTRAK

Kualitas dan sintasan ikan nila setelah transportasi umumnya masih rendah yang disebabkan oleh terjadinya stres selama pengangkutan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah dilakukan penelitian untuk mengetahui performansi metode transportasi ikan nila dengan sistem basah terbuka yang dilakukan pada suhu rendah dan kepadatan berbeda. Simulasi transportasi dilakukan dengan perlakuan suhu rendah (15 dan 20°C) dan kepadatan ikan berbeda (100 dan 150 g/L). Simulasi dilakukan dengan simulator goncangan yang bekerja dengan arah horizontal (maju dan mundur) sejauh 0,24 m dengan kecepatan 0,14 m/detik selama 8 jam. Selama pengujian, dilakukan aerasi menggunakan oksigen dengan debit 4 L/menit. Pengamatan yang dilakukan adalah pengukuran kualitas air yang meliputi oksigen terlarut (DO), pH, TDS, suhu, kandungan total amonia nitrogen (TAN), nitrat, dan nitrit. Kandungan glukosa darah ikan diukur sebelum dan sesudah simulasi, sedangkan sintasan ikan diamati setelah uji simulasi. Hasil pengujian menunjukkan kandungan TAN, nitrat, dan nitrit pada perlakuan suhu rendah nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan suhu 15°C (kepadatan 100 g/L) menghasilkan kandungan TAN dan kenaikan kandungan nitrat terendah, yaitu masing-masing 2,88 ppm dan 13,6 ppm. Sementara itu, kenaikan kandungan nitrit terendah terdapat pada perlakuan suhu 20°C (kepadatan 100 g/L) sebesar 0,06 ppm. Nilai pH air relatif sama pada semua perlakuan, yaitu 7,5-7,8. Hasil pengujian menunjukkan perlakuan suhu rendah tidak berpengaruh terhadap TDS air, sedangkan pada perlakuan kepadatan ikan yang lebih tinggi menghasilkan TDS lebih tinggi pula. Sintasan tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 15°C (kepadatan 100 g/L) sebesar 97,9 %. Pada perlakuan tersebut, kandungan TAN-nya terendah serta perubahan pH dan TDS-nya juga kecil sehingga dapat mengurangi tingkat stres ikan selama transportasi.

Kata Kunci : nila, transportasi ikan hidup, suhu, kepadatan, sistem terbuka

ABSTRACT

The quality and survival rate (SR) of tilapia after transportation is still low due to fish stress during transportation. To overcome this problem, this study has been carried out to determine the transportation performance of tilapia using an open system at low temperatures and different densities. The transport simulations were carried out with fish densities of 100 and 150 g/L of water and temperature of 20 and 15°C. Simulations were conducted using a shock simulator with horizontal (forward and backward) movement of 0.24 m distance at a speed of 0.14 m/s continuously for 8 h. During the simulation, aeration was carried out using oxygen with a flow rate of 4 L/min. Performance tests were conducted by measuring dissolved oxygen (DO), pH, total dissolved solids (TDS), temperature, total ammonia nitrogen (TAN), nitrate, and nitrite contents of water. The blood glucose content of fish was measured before and after the simulation, while fish survival rate was observed after the simulation test. The performance test results showed that the TAN, nitrate and nitrite content of water were lower at low temperatures compared to the control. The lowest TAN and nitrate of water occurred at a temperature of 15°C (densities of 100 g/L) with a value of 2.88 ppm and 13.6 ppm, respectively, while the lowest increase in nitrite content occurred at a temperature treatment of 20°C (density 100 g/L) of 0.06 ppm. The pH showed relatively similar for each treatment, i.e. 7.5-7.8. The TDS value showed that the low temperature treatment had no effect on TDS, while high fish densities resulted in higher TDS. The best survival rate occurred at a temperature of 15°C (density 100 g/L) of 97.9 %. This treatment also resulted in the lowest TAN content and relatively small changes in pH and TDS, so that it can reduce the fish stress levels during transportation.

Keywords: *tilapia, live fish transport, temperature, density, open system*

PENDAHULUAN

Penanganan pasca panen ikan nila perlu dilakukan secara baik agar kualitas ikan tetap baik dan segar sampai ke konsumen. Pengangkutan atau transportasi ikan nila hidup yang tepat dapat menjamin kondisi ikan tetap hidup, sehat, dan segar sampai tujuan. Salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kematian ikan selama pengangkutan adalah terjadinya stres pada ikan, terutama karena kondisi lingkungan maupun metode pengangkutan ikan yang kurang tepat.

Untuk mengurangi stres, aktivitas metabolisme ikan perlu ditekan agar kebutuhan oksigen dan hasil metabolismenya menjadi sekecil mungkin. Dengan aktivitas metabolisme yang rendah, maka ikan dapat mempertahankan hidupnya dalam waktu yang lebih lama pada saat pengangkutan (Arsyad et al., 2014). Untuk mengurangi aktivitas metabolisme ikan selama pengangkutan dapat dilakukan dengan bahan antimetabolit (Barrento et al., 2011; Becker et al., 2013) atau dengan menurunkan suhu air media pengangkutan ikan (Arsyad et al., 2014; Syamdidi et al., 2006). Penggunaan suhu rendah menjadi salah satu pilihan transportasi ikan yang aman, karena tidak mengandung residu kimia sehingga tidak berbahaya bagi ikan dan lingkungan.

Sistem transportasi nila hidup di Indonesia umumnya menggunakan sistem basah tertutup dan sistem basah terbuka. Pada sistem pengangkutan tertutup, biasanya menggunakan kantong plastik yang ditambahkan oksigen murni, kemudian diikat. Pengangkutan ikan nila menggunakan metode ini cocok untuk benih, akan tetapi terdapat keterbatasan untuk ikan dewasa karena sirip punggung, perut, dan dubur yang memiliki jari-jari lemah tetapi keras dan tajam (Khairuman & Amri, 2013) mampu melubangi plastik kemasan saat pengangkutan. Oleh karena itu, pengangkutan ikan nila dewasa pada jarak jauh dan durasi lama kurang efektif menggunakan sistem basah tertutup.

Metode lain untuk pengangkutan ikan nila dewasa adalah menggunakan sistem basah terbuka dengan bak atau kontainer yang berisi air dan ditambahkan aerasi. Kendala pada sistem ini adalah untuk durasi pengangkutan yang lama sering terjadi kematian ikan yang diakibatkan oleh menurunnya kualitas air. Selain itu, penggunaan metode sistem basah terbuka dengan kepadatan tinggi juga dapat mengakibatkan kematian ikan karena metabolisme ikan yang tinggi menyebabkan konsumsi oksigen menjadi tinggi sehingga DO cepat menurun (Aini et al., 2014). Peningkatan kepadatan saat pengangkutan ikan berisiko terhadap tingkat

ketahanan hidup dan kerusakan fisik yang muncul akibat gesekan antar ikan dengan wadahnya (Suwandi et al., 2013).

Penelitian terkait transportasi ikan nila dewasa antara lain dilakukan oleh Maraja et al., (2017). Penelitian tersebut menggunakan es batu untuk pendinginan ikan nila sistem kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beberapa perlakuan masih terdapat kematian ikan yang cukup tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat digunakan metode pengangkutan sistem basah terbuka dengan suhu rendah agar metabolisme ikan menjadi rendah sehingga kualitas air dapat dipertahankan (Arsyad et al., 2014). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui performansi transportasi ikan nila dewasa dengan sistem basah terbuka yang dilakukan pada suhu rendah dengan kepadatan ikan berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjamin kualitas ikan nila tetap sehat dengan kelulusan hidup yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari pembudidaya di Sleman dengan ukuran 80-100 g/ekor. Ikan nila dipelihara dalam kolam terpal berdiameter 3 m selama 1 bulan dengan pemberian pakan 2 kali sehari sebanyak 2% dari bobot ikan. Sebelum pelaksanaan pengujian, ikan dipuasakan selama 2 hari. Bahan kimia yang digunakan untuk pengujian kualitas air yaitu ammonia *low range reagent* tipe HI93700, nitrite *low range reagent* tipe HI93707, indikator phenolphthalein 0,05%, dan Na_2CO_3 .

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung oksigen, akuarium kapasitas 240 L dan simulator guncangan. Simulator guncangan dibuat menggunakan motor listrik melalui poros engkol sebagai penggerak, sehingga menghasilkan gerakan horizontal (maju-mundur) yang dapat diatur kecepatannya. Simulator guncangan mempunyai kapasitas 500 kg dengan dimensi dudukan simulator 90x60 cm (panjang x lebar) seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Peralatan untuk analisis meliputi DO meter tipe Lutron PDO-520, *Ammonia Portable Photometer* HI96700, *Nitrite Portable Photometer* HI96707, Termometer Lutron TM-946, TDS Tester HI98301 DiST1, pH meter Krisbow KW06-750. Analisa TAN (total amonia nitrogen) dan nitrat menggunakan metode Nessler sesuai ASTM *Manual of Water and Environmental Technology* D1426-93. Kandungan NO_2 diukur menggunakan metode diazotisasi (Sreekumar et al., 2003).



Gambar 1. Simulator goncangan

Figure 1. Shock simulator

Metode

Simulasi transportasi

Simulasi transportasi ikan dilakukan dengan memasukkan ikan ke akuarium, kemudian diletakkan di atas simulator goncangan. Simulator goncangan didesain memiliki gerakan mendekati kondisi yang terjadi pada pengangkutan ikan sebenarnya yang menggunakan mobil. Goncangan terjadi saat mobil mengalami perubahan kecepatan, pengereman, serta kondisi jalan yang tidak rata. Untuk mendapatkan efek goncangan tersebut, penelitian ini membuat simulator goncangan yang bekerja dengan arah maju mundur sejauh 0,24 m dengan kecepatan 0,14 m/detik selama 8 jam. Pada simulator goncangan juga ditambahkan hambatan pada relnya setinggi 8 mm untuk mendapatkan gerakan goncangan secara vertikal. Ukuran dudukan simulator goncangan 90x60 cm (panjang x lebar). Akuarium diisi air dan diareasi dengan oksigen sampai kandungan oksigen terlarut (DO) sekitar 20 ppm. Setelah ikan dimasukkan akuarium, lalu dilakukan pendinginan air secara bertahap dengan menambahkan es batu yang dibungkus kantong plastik agar tidak menambah volume air akuarium. Setelah suhu air tercapai, es batu dikeluarkan kemudian suhu dijaga tetap konstan dengan penambahan es batu sekitar 1 kg/jam. Selama simulasi dilakukan aerasi menggunakan oksigen murni dengan debit 4 L/menit. Simulasi transportasi dilakukan selama 8 jam untuk tiap perlakuan.

Perlakuan transportasi

Simulasi transportasi menggunakan rancangan faktorial dengan 2 perlakuan suhu rendah (15 dan 20°C) dan perlakuan kepadatan ikan (100 dan 150 g/L). Perlakuan suhu 20°C pada transportasi

ikan nila mengacu pada penelitian Parvathy et al. (2019), sedangkan kepadatan ikan mengacu pada simulasi transportasi ikan nila dengan aerasi yang dilakukan oleh Colt dan Kroeger (2013). Perlakuan kepadatan 100 g/L dilakukan dengan memasukkan 12 kg ikan ke dalam akuarium yang berisi 120 L air, sedangkan pada kepadatan 150 g/L digunakan ikan sebanyak 18 kg. Sebagai kontrol dilakukan simulasi yang dilakukan pada suhu kamar pada tiap perlakuan kepadatan. Setiap perlakuan dilakukan simulasi sebanyak 3 kali ulangan menggunakan 2 buah simulator. Keterangan kode perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

- A1: simulasi transportasi suhu kamar kepadatan 100 g/L air
- B1: simulasi transportasi suhu kamar kepadatan 150 g/L air
- A2: simulasi transportasi suhu 15°C kepadatan 100 g/L air
- B2: simulasi transportasi suhu 15°C kepadatan 150 g/L air
- A3: simulasi transportasi suhu 20°C kepadatan 100 g/L air
- B3: simulasi transportasi suhu 20°C kepadatan 150 g/L air

Parameter pengujian yang diamati meliputi kualitas air, yaitu DO, pH, TDS, suhu, TAN, nitrat, dan nitrit. Pengukuran pH, TDS, suhu, dan TAN dilakukan sebelum dan setelah transportasi, sedangkan kandungan DO dan suhu diamati setiap jam (Yustiati et al., 2017). Hasil pengujian dilanjutkan dengan analisis statistik untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selain kualitas air juga dilakukan pengukuran kandungan gula/glukosa darah ikan yang dilakukan sebelum transportasi, 1 jam setelah simulasi, dan akhir

transportasi. Pengambilan darah dilakukan secara cepat (sekitar 5 detik) menggunakan spuit 0,5 mL pada bagian ekor sebanyak 0,1-0,3 mL. Tiap perlakuan dilakukan pengambilan sampel darah dari 3 ekor ikan yang berbeda. Setelah kegiatan simulasi, dilakukan perhitungan sintasan ikan/ *survival rate* (SR) pasca transportasi dan setelah masa pemeliharaan selama 6 hari. Perhitungan SR menggunakan persamaan berikut :

$$SR (\%) = \frac{\text{Jumlah ikan hidup}}{\text{Jumlah ikan sebelum simulasi}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

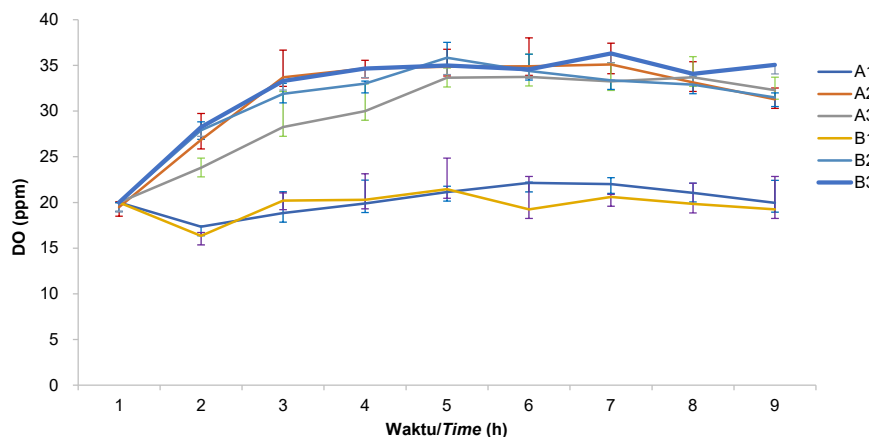
Kandungan DO dan Total Amonia Nitrogen (TAN)

Hasil pengukuran DO air selama pengujian ditunjukkan pada Gambar 2. Kandungan oksigen dalam air pada perlakuan suhu rendah menunjukkan nilai lebih tinggi dibanding kontrol. DO air selama pengujian pada perlakuan suhu rendah sebesar 20-35 ppm, sedangkan untuk kontrol 16,35-20 ppm. Salah satu faktor yang menentukan kandungan oksigen dalam air adalah suhu, yaitu semakin rendah suhu air maka semakin tinggi kelarutan oksigennya (Harmon, 2009; Parvathy et al., 2019). Penurunan suhu air akan menyebabkan metabolisme ikan menurun (Harmon, 2009), sehingga konsumsi oksigen juga semakin kecil karena metabolisme ikan lebih lambat. Selain suhu, kepadatan ikan juga mempengaruhi kandungan oksigen dalam

air. Perlakuan suhu kamar (kontrol) menunjukkan bahwa kandungan oksigen pada kepadatan 150 g/L (B1) lebih rendah dibanding pada kepadatan 100 g/L (A1) yang disebabkan oleh kebutuhan oksigen semakin besar untuk metabolisme ikan. Rata-rata DO air pada kepadatan 100 dan 150 g/L berturut-turut sebesar 20,3 dan 19,6 ppm.

Pengukuran kandungan TAN air setelah pengujian menunjukkan bahwa simulasi transportasi pada suhu rendah menghasilkan kandungan TAN yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan suhu pada kepadatan 150 g/L menghasilkan kenaikan TAN yang berbeda nyata pada tiap perlakuan. Perlakuan kepadatan 100 g/L pada suhu rendah memberikan perbedaan yang nyata terhadap kontrol, sedangkan pada 15°C dan 20°C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar kedua perlakuan. Suhu air yang semakin rendah menghasilkan kandungan TAN yang semakin kecil. Kenaikan kandungan TAN terendah terdapat pada perlakuan suhu 15°C pada kepadatan 100 g/L sebesar 2,88 ppm, sedangkan tertinggi pada kontrol kepadatan 150 g/L sebesar 14,13 ppm. Pada suhu rendah, metabolisme ikan selama transportasi lebih lambat sehingga TAN yang merupakan hasil metabolisme tubuh ikan semakin rendah (Harmon, 2009).

Proses penurunan aktivitas metabolisme dan respirasi biota perairan disebut imotilisasi yang dapat terjadi pada suhu rendah atau penggunaan bahan antimetabolit (Azambuja et al., 2011;



Keterangan/Note :

A : Kepadatan ikan/*Fish density* = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/*Fish density* = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/*Ambient temperature*

2 : Suhu/*Temperature* = 15°C

3 : Suhu/*Temperature* = 20°C

Gambar 2. DO air pada berbagai perlakuan pengujian transportasi ikan

Figure 2. DO of water at different treatments of fish transportation

Tabel 1. Kandungan total amonia nitrogen (TAN) pada air media transportasi

Table 1. Total ammonia nitrogen (TAN) content of water as transportation medium

Perlakuan/ Treatment	TAN (ppm)		
	0 jam/hour	8 jam/hour	Kenaikan/Increase
A1	nd	11.22 ± 0.56	11.22 ^d ± 0.56
B1	0.04 ± 0.012	14.17 ± 0.27	14.13 ^e ± 0.81
A2	nd	2.88 ± 0.42	2.88 ^a ± 0.42
B2	0.44 ± 0.00	6.02 ± 0.81	5.58 ^b ± 0.78
A3	nd	4.53 ± 0.45	4.53 ^{ab} ± 0.45
B3	0.04 ± 0.012	7.34 ± 0.08	7.30 ^c ± 0.63

Keterangan/Note :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha < 5\%$) / Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different ($\alpha < 5\%$)

A : Kepadatan ikan/Fish density = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/Fish density = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/Ambient temperature

2 : Suhu/Temperature = 15°C

3 : Suhu/Temperature = 20°C

nd : Tidak terdeteksi/Not detected (limit of detection : 0.01 ppm)

Syamdidi et al., 2006; Zhang et al., 2020). Selain itu, penurunan metabolisme pada transportasi ikan nila hidup dengan kepadatan tinggi pernah dilakukan dengan penambahan senyawa eugenol atau minyak esensial (Becker et al., 2016; Cupp et al., 2017; Cupp et al., 2016). Amonia merupakan hasil samping metabolisme ikan yang berasal dari penguraian protein dan karbohidrat (Ebeling et

al., 2006; Ip & Chew, 2010). Keberadaan amonia di air dalam jumlah yang banyak dapat bersifat racun yang membahayakan ikan (Randall & Tsui, 2002), sehingga konsentrasinya pada media pengangkutan ikan harus dikurangi, salah satunya dengan menurunkan suhu air. Hasil pengukuran kandungan TAN air selama pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Kandungan nitrat dan nitrit pada air media transportasi

Table 2. Nitrate and nitrite content of water as transportation medium

Perlakuan/ Treatment	Nitrat/Nitrate (ppm)			Nitrit/Nitrite (ppm)		
	0 jam/ 0 hour	8 jam/ 8 hour	Kenaikan/ Increase	0 jam/ 0 hour	8 jam/ 8 hour	Kenaikan/ Increase
A1	2.22	21.04	18.83 ^b ± 0.44	nd	0.11	0.11 ^b ± 0.02
B1	6.06	25.40	19.33 ^b ± 0.25	0.01	0.18	0.17 ^b ± 0.07
A2	4.13	17.79	13.66 ^a ± 0.62	nd	0.08	0.08 ^a ± 0.04
B2	6.22	19.87	13.65 ^a ± 1.25	0.01	0.16	0.15 ^b ± 0.09
A3	5.17	20.38	15.21 ^a ± 0.25	nd	0.06	0.06 ^a ± 0.01
B3	6.05	16.91	10.85 ^a ± 0.91	0.01	0.09	0.08 ^a ± 0.03

Keterangan/Note :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha < 5\%$) / Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different ($\alpha < 5\%$)

A : Kepadatan ikan/Fish density = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/Fish density = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/Ambient temperature

2 : Suhu/Temperature = 15°C

3 : Suhu/Temperature = 20°C

nd : Tidak terdeteksi/Not detected (limit of detection nitrate : 0.1 ppm; nitrite : 0.001 ppm)

Hasil pengukuran kandungan nitrat dan nitrit ditunjukkan pada Tabel 2. Senyawa nitrit dan nitrat merupakan hasil penguraian senyawa amonia, baik secara fotoautotrof oleh alga maupun autotrof dan heterotrof oleh bakteri (Ebeling et al., 2006). Kenaikan nitrat pada perlakuan suhu dingin lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Pada kepadatan ikan 100 g/L, kenaikan kandungan nitrat terendah terjadi pada suhu 15°C, sebesar 13,6 ppm, sedangkan pada kontrol sebesar 18,8 ppm. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap kenaikan kandungan nitrat, sedangkan perlakuan densitas tidak memberikan pengaruh, demikian juga tidak terdapat pengaruh interaksi suhu dan densitas terhadap peningkatan kandungan nitrat. Perlakuan suhu 15 dan 20°C tidak berbeda nyata terhadap kenaikan kandungan nitrat, namun perlakuan suhu dingin memberikan pengaruh yang nyata terhadap kenaikan kandungan nitrat jika dibandingkan dengan kontrol.

Pola yang mirip dengan kandungan nitrat terjadi pada hasil pengukuran kandungan nitrit. Kedua perlakuan suhu rendah menghasilkan kenaikan nitrit yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan suhu kamar (kontrol). Kenaikan kandungan nitrit terendah terjadi pada perlakuan suhu 20°C (kepadatan 100 g/L) sebesar 0,06 ppm, sedangkan kenaikan tertinggi pada perlakuan kontrol (kepadatan 150 g/L) sebesar 0,17 ppm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi densitas ikan maka kenaikan nitrit yang dihasilkan semakin besar. Hasil analisis statistik terhadap

berbagai perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan densitas memberikan pengaruh terhadap kenaikan kandungan nitrit selama pengujian, sedangkan interaksi antara perlakuan suhu dan densitas tidak memberikan pengaruh terhadap kenaikan kandungan nitrit. Hasil pengujian lanjutan menunjukkan bahwa suhu 15°C dan kontrol memiliki pengaruh yang tidak berbeda nyata tetapi keduanya berbeda nyata dengan suhu 20°C. Senyawa nitrat dan nitrit terbentuk dari penguraian amonia oleh bakteri nitrosomonas dan nitrobakter yang berlangsung dalam waktu relatif lama, sehingga pada durasi simulasi 8 jam perbedaan kandungan nitrit yang terbentuk tidak terlalu signifikan. Pada penelitian aktivitas bakteri bioremediasi pada pemeliharaan benih patin siam menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit mulai mengalami peningkatan setelah memasuki hari ke-8 dan mengalami puncak pada hari ke-22 (Taufik et al., 2005).

Nilai pH dan Kandungan TDS

Hasil pengukuran pH air setelah transportasi pada berbagai perlakuan menunjukkan nilai yang relatif sama yaitu 7,53-7,8 dengan kenaikan pH relatif kecil, sekitar 0,13-0,33 dibanding pH awal. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu, densitas, maupun keduanya tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pH. Perubahan pH air selama kegiatan transportasi dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut dalam air, kandungan amonia, dan lama transportasi (Sampaio & Freire, 2016). Pada transportasi jangka

Tabel 3. Kandungan pH dan total padatan terlarut (TDS) air

Table 3. pH and total dissolved solids (TDS) of water

Perlakuan/ Treatment	pH			TDS		
	0 jam/ 0 hour	8 jam/ 8 hour	Kenaikan/ Increase	0 jam/ 0 hour	8 jam/ 8 hour	Kenaikan/ Increase
A1	7.37 ± 0.11	7.53 ± 0.16	0.17 ^a	229.33 ± 5.77	306.00 ± 8.48	76.67 ^a
B1	7.40 ± 0.21	7.60 ± 0.15	0.20 ^a	216.33 ± 1.53	306.00 ± 11.53	89.67 ^b
A2	7.40 ± 0.17	7.73 ± 0.05	0.33 ^a	225.33 ± 3.05	301.67 ± 14.84	76.33 ^a
B2	7.57 ± 0.20	7.70 ± 0.10	0.13 ^a	216.50 ± 1.73	312.50 ± 7.07	96.00 ^b
A3	7.50 ± 0.20	7.80 ± 0.00	0.30 ^a	239.67 ± 13.87	302.67 ± 6.36	63.00 ^a
B3	7.40 ± 0.05	7.67 ± 0.10	0.27 ^a	214.67 ± 0.6	307.67 ± 8	93.00 ^b

Keterangan/Note :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha < 5\%$)
Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different ($\alpha < 5\%$)

A : Kepadatan ikan/Fish density = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/Fish density = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/Ambient temperature

2 : Suhu/Temperature = 15°C

3 : Suhu/Temperature = 20°C

pendek sampai 8 jam, pH air cenderung rendah dan stabil jika dibandingkan dengan transportasi jangka panjang. Selain itu, perubahan pH lebih banyak dipengaruhi oleh kandungan karbondioksida yang terkait dengan metode aerasi menggunakan oksigen murni atau udara bebas (Colt & Kroeger, 2013).

Nilai TDS pada berbagai perlakuan ditampilkan pada Tabel 3, yang menunjukkan peningkatan sebesar 63-96 ppm. Perlakuan suhu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kenaikan TDS air sebelum dan setelah pengujian, sedangkan perlakuan densitas berpengaruh terhadap kenaikan TDS. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah ikan yang semakin banyak akan menghasilkan kotoran yang semakin tinggi yang akan terlarut dalam air sehingga TDS akan meningkat. Salah satu cara untuk mengurangi TDS adalah dengan pemberokan ikan selama minimal 24 jam sebelum proses transportasi (Treasurer, 2010).

Sintasan Ikan dan Kadar Glukosa Darah

Data hasil analisis statistik terhadap sintasan ikan (SR) menunjukkan bahwa simulasi transportasi ikan pada berbagai perlakuan tidak memberikan perbedaan nyata, namun berdasarkan rata-rata SR pada perlakuan suhu rendah menghasilkan SR lebih besar dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Sintasan ikan pada suhu rendah sebesar 94,8-97,9%, lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (91,7-93,1%). Sintasan ikan setelah pengujian menunjukkan nilai 100 % pada semua perlakuan, namun setelah masa karantina terdapat beberapa ikan yang mati. Sebagian besar ikan yang mati

tersebut terjadi setelah masa pemeliharaan (6 hari pasca transportasi), berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan adanya infeksi jamur pada permukaan kulit. Timbulnya jamur ini disebabkan terjadinya cacat fisik setelah transportasi akibat dari gesekan antar ikan. Selain itu, stres selama transportasi yang disebabkan oleh kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan daya tahan ikan menurun sehingga mudah terinfeksi jamur.

Indikator tingkat stres ikan dapat ditunjukkan dari hasil pengukuran kadar glukosa darah ikan yang meningkat selama pengujian (Tabel 5). Hasil dari perlakuan kontrol pada kepadatan 100 dan 150 g/L menunjukkan peningkatan kadar glukosa darah setelah simulasi 1 jam sebesar 32,9 mg/dL (kepadatan 100 g/L) dan 5,5 mg/dL (kepadatan 150 g/L). Sebaliknya, pada perlakuan suhu rendah menunjukkan terjadinya penurunan kadar gula darah yang mengindikasikan proses metabolisme ikan lebih lambat. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa perlakuan dingin memberikan perbedaan nyata terhadap kenaikan kadar glukosa darah ikan pada kepadatan 100 g/L. Respon yang terjadi akibat adanya stres ikan selama pengangkutan mengakibatkan meningkatnya plasma kortisol yang diikuti dengan naiknya kadar gula darah ikan (Inoue et al., 2008).

Peningkatan kadar glukosa darah merupakan efek sekunder dari stres, yaitu melalui pelepasan kortikosteroid dan katekolamin. Kondisi stres dapat menyebabkan terjadinya peningkatan glukokortikoid yang berakibat pada peningkatan kadar glukosa

Tabel 4. Sintasan ikan setelah simulasi dan karantina (6 hari)

Table 4. Fish survival rate after transportation and rearing (6 days)

Perlakuan/Treatment	Sintasan/Survival rate (%)
A1	91.7 ^a ± 0.98
B1	93.1 ^a ± 0.65
A2	97.9 ^a ± 2.94
B2	95.4 ^a ± 0.65
A3	95.5 ^a ± 4.40
B3	94.8 ^a ± 0.32

Keterangan/Note :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha < 5\%$) / Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different ($\alpha < 5\%$)

A : Kepadatan ikan/Fish density = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/Fish density = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/Ambient temperature

2 : Suhu/Temperature = 15°C

3 : Suhu/Temperature = 20°C

Tabel 5. Kadar gula darah ikan

Table 5. Blood glucose levels of fish

Perlakuan/ Treatment	Kadar Glukosa darah/Blood glucose levels (mg/dL)		
	0 jam/ 0 hour	Kenaikan setelah 1 jam/ Increase after 1 hours	Kenaikan setelah 8 jam/ Increase after 8 hours
A1	47.67 ± 3.50	32.89 ^a ± 9.97	39.90 ^a ± 9.76
B1	54.00 ± 7.90	5.75 ^b ± 4.24	4.83 ^b ± 11.01
A2	47.67 ± 3.30	-7.45 ^c ± 5.77	-13.23 ^c ± 6.73
B2	52.30 ± 7.90	-9.59 ^c ± 11.26	-8.25 ^c ± 3.41
A3	47.67 ± 1.60	-13.11 ^c ± 2.77	-10.79 ^c ± 4.13
B3	54.90 ± 8.60	-7.5 ^c ± 13.52	-16.25 ^c ± 9.67

Keterangan/Note :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha < 5\%$) / Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different ($\alpha < 5\%$)

A : Kepadatan ikan/Fish density = 100 g/L

B : Kepadatan ikan/Fish density = 150 g/L

1 : Suhu lingkungan/Ambient temperature

2 : Suhu/Temperature = 15°C

3 : Suhu/Temperature = 20°C

darah yang digunakan untuk mengatasi kebutuhan energi yang tinggi (Li et al., 2009). Hasil pengukuran kandungan gula darah dapat digunakan sebagai indikasi tingkat stres ikan (Yustiati et al., 2017), atau dengan pengukuran kadar hormon kortisol darah (Brinn et al., 2012).

Berdasarkan kenaikan kandungan TAN, perlakuan suhu 15°C (kepadatan 100 g/L) menghasilkan kualitas air paling baik (kenaikan TAN terendah). Kandungan glukosa darah pada kondisi tersebut juga mengalami penurunan yang menunjukkan ikan tidak mengalami stres, sehingga diperoleh sintasan tertinggi sebesar 97,9 %. Pada kondisi tersebut, metabolisme ikan dapat diperlambat sehingga menghasilkan kualitas air yang baik dengan kandungan TAN paling rendah. Selain kandungan TAN yang rendah, pada suhu tersebut perubahan pH dan TDS juga relatif tidak besar sehingga dapat mengurangi tingkat stres ikan selama transportasi serta mengurangi terjadinya cacat fisik selama kegiatan transportasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan parameter sintasan ikan, glukosa darah ikan, dan kualitas air (TAN, nitrat, nitrit, TDS, dan pH), hasil simulasi transportasi ikan nila hidup dengan suhu dingin 15°C dan kepadatan 100 g/L mampu menjaga kualitas ikan nila hidup dan mengurangi stres ikan setelah transportasi dengan

sistem basah terbuka. Pada perlakuan tersebut menghasilkan kandungan TAN terendah sebesar 2,88 ppm serta kandungan nitrat dan nitrit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, perlakuan tersebut menghasilkan sintasan tertinggi sebesar 97,8 % dan mempunyai pH air yang relatif stabil yaitu antara 7,4 sampai 7,7.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M., Ali, M., & Putri, B. (2014). Penerapan Teknik Imotilisasi Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) Pada Transportasi Basah. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 2(2), 217–226.
- Arsyad, M., Dhamayanthi, W., & Gemaputri, A. A. (2014). Pengaruh pemberian suhu 8°C terhadap lama waktu pingsan ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan patin (*Pangasius sp.*), ikan lele (*Clarias sp.*), dan ikan gurame (*Osphronemus gourame*). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 14(2). doi: 10.25047/jii.v14i2.36
- Azambuja, C. R., Mattiazzi, J., Riffel, A. P. K., Finamor, I. A., Garcia, L. de O., Heldwein, C. G., Heinzmann, B. M., Baldisserotto, B., Pavanato, M. A., & Llesuy, S. F. (2011). Effect of the essential oil of *Lippia alba* on oxidative stress parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) subjected to transport. *Aquaculture*, 319(1–2), 156–161. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.06.002
- Barrento, S., Marques, A., Vaz-Pires, P., & Leonor Nunes, M. (2011). Cancer pagurus (*Linnaeus*, 1758) physiological responses to simulated live transport:

- Influence of temperature, air exposure and AQUI-S®. *Journal of Thermal Biology*, 2(36), 128–137. doi: 10.1016/j.jtherbio.2010.12.006
- Becker, A. G., Parodi, T. V., Zeppenfeld, C. C., Salbego, J., Cunha, M. A., Heldwein, C. G., Loro, V. L., Heinzmann, B. M., & Baldisserotto, B. (2016). Pre-sedation and transport of *Rhamdia quelen* in water containing essential oil of *Lippia alba*: metabolic and physiological responses. *Fish Physiology and Biochemistry*, 42(1), 73–81. doi: 10.1007/S10695-015-0118-X
- Becker, Alexssandro Geferson, da Cunha, M. A., de Oliveira Garcia, L., Zeppenfeld, C. C., Parodi, T. V., Maldaner, G., Morel, A. F., & Baldisserotto, B. (2013). Efficacy of eugenol and the methanolic extract of *Condalia buxifolia* during the transport of the silver catfish *Rhamdia quelen*. *Neotropical Ichthyology*, 11(3), 675–681. doi: 10.1590/S1679-62252013000300021
- Brinn, R. P., Marcon, J. L., McComb, D. M., Gomes, L. C., Abreu, J. S., & Baldisserotto, B. (2012). Stress responses of the endemic freshwater cururu stingray (*Potamotrygon cf. hystrix*) during transportation in the Amazon region of the Rio Negro. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 162(2), 139–145. doi: 10.1016/j.cbpa.2011.07.004
- Colt, J., & Kroeger, E. (2013). Impact of aeration and alkalinity on the water quality and product quality of transported tilapia-A simulation study. *Aquacultural Engineering*, 55, 46–58. doi: 10.1016/J.aquaeng.2013.03.002
- Cupp, A. R., Fredricks, K. T., Porcher, S. T., Smerud, J. R., Hartleb, C. F., & Gaikowski, M. P. (2016). Survival and behavioural responses of cool and warm water fish sedated with AQUI-S®20E (10% eugenol) at high loading densities. *Aquaculture Research*, 48(4), 1576–1589. doi: 10.1111/ARE.12992
- Cupp, A. R., Schreier, T. M., & Schleis, S. M. (2017). Live transport of Yellow Perch and Nile Tilapia in AQUI-S 20E (10% Eugenol) at high loading densities. *North American Journal of Aquaculture*, 79(2), 176–182. doi: 10.1080/15222055.2017.1281853
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1–4), 346–358. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.03.019
- 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. doi: 10.1111/J.1753-5131.2008.01003.X
- Inoue, L. A. K. A., Moraes, G., Iwama, G. K., & Afonso, L. O. B. (2008). Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxã (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. *Acta Amazonica*, 38(4), 603–609. doi: 10.1590/S0044-59672008000400002
- Ip, Y. K., & Chew, S. F. (2010). Ammonia production, excretion, toxicity, and defense in fish: A review. *Frontiers in Physiology*, 1 OCT, 134. https://doi.org/10.3389/FPHYS.2010.00134/BIBTEX
- Khairuman, & Amri, K. (2013). *Budidaya ikan nila*, Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Li, P., Ray, B., Gatlin, D. M., Sink, T., Chen, R., & Lochmann, R. (2009). Effect of handling and transport on cortisol response and nutrient mobilization of golden shiner, *Notemigonus crysoleucas*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6), 803–809. doi: 10.1111/J.1749-7345.2009.00301.X
- Maraja, M. K., Salindeho, N., & Pongoh, J. (2017). Penanganan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hidup dengan menggunakan es sebagai pengawet. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 80–85. doi: 10.35800/mthp.5.3.2017.16849
- Parvathy, U., Kumar, K. S., Binsi, P. K., Nambiar, L., Ninan, G., & Zynudheen, A. A. (2019). Effect of *Anaesthetics, Temperature and Aeration in Live Transportation of Tilapia (Oreochromis mossambicus)* (Peters, 1852). *Fishery Technology*, 56(1).
- Randall, D. J., & Tsui, T. K. N. (2002). Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1–12), 17–23. doi: 10.1016/S0025-326X(02)00227-8
- Sampaio, F. D. F., & Freire, C. A. (2016). An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration. *Fish and Fisheries*, 17(4), 1055–1072. doi: 10.1111/faf.12158
- Sreekumar, N. V., Narayana, B., Hegde, P., Manjunatha, B. R., & Sarojini, B. K. (2003). Determination of nitrite by simple diazotization method. *Microchemical Journal*, 74(1), 27–32. doi: 10.1016/S0026-265X(02)00093-0
- Suwandi, R., Nugraha, R., Zulfamy, K. E., Teknologi, D., Perairan, H., Perikanan, F., Kelautan, I., & Pertanian Bogor, I. (2013). Aplikasi ekstrak daun jambu *Psidium guajava* var. pomifera pada proses transportasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1). doi: 10.17844/jphpi.v16i1.8107
- Syamdidi, S., Ikasari, D., & Wibowo, S. (2006). Studi sifat fisiologi ikan gurami (*Osphronemus gourami*) pada suhu rendah untuk pengembangan teknologi transportasi ikan hidup. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 1(1), 75–83. doi: 10.15578/jpbkp.v1i1.233
- Taufik, I., Sutrisno, S., Yuliaty, P., Supriyadi, H., Subandiyah, S., & Muthalib, L. (2005). Studi pengaruh suhu air terhadap aktivitas bakteri bioremediasi (*nitrosomonas* dan *nitrobacter*) pada pemeliharaan benih ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(7), 59–66. doi: 10.15578/JPPi.11.7.2005.59-66
- Treasurer, J. W. (2010). Remediation of ammonia accumulation during live transport of juvenile cod, *Gadus morhua* L., and the effects of fast period on ammonia levels and water quality. *Aquaculture*, 308(3–4), 190–195. doi: 10.1016/J.aquaculture.2010.08.013

- Yustiati, A., Pribadi, S. S., Rizal, A., & Lili, W. (2017). Pengaruh kepadatan pada pengangkutan dengan suhu rendah terhadap kadar glukosa dan darah kelulusan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Akuatika Indonesia*, 2(2), 138–146. doi: 10.24198/JAKI.V2I2.23424
- Zhang, Y., Ning, Y., Zhang, X., Glamuzina, B., & Xing, S. (2020). Multi-sensors-based physiological stress monitoring and online survival prediction system for live fish waterless transportation. *IEEE Access*, 8, 40955–40965. doi: 10.1109/access.2020.2976509