

Pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan terhadap gambaran darah, pH darah, dan kelangsungan hidup benih ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793)

[The effect of fish density during transportation on hematological parameters, blood pH value and survival rate of juvenile snakeheads *Channa striata* (Bloch, 1793)]

Wahyu, Eddy Supriyono, Kukuh Nirmala, Enang Harris

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
Telp/Fax. 02518628755, 085210767104

Diterima: 13 Maret 2015; Disetujui: 09 Juni 2015

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan benih ikan gabus selama pengangkutan 24 jam yang menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi, perubahan kualitas air terendah, dan respons fisiologis terbaik. Respons fisiologis digunakan sebagai indikator stres yang dialami ikan, terdiri atas perubahan nilai pH darah dan perubahan gambaran darah. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan berupa kepadatan ikan selama pengangkutan. Ikan uji yang digunakan adalah ikan gabus dengan bobot rata-rata 2,5 g per ekor. Kepadatan ikan selama pengangkutan yang digunakan yaitu 30, 45, 60, dan 75 ekor per kantong. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan berupa kantong pengangkutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 30 ekor per kantong memberikan hasil terbaik. Nilai tingkat kelangsungan hidup yang dapat dicapai pada akhir pengangkutan sebesar 98% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Perubahan kualitas air selama pengangkutan juga menunjukkan perubahan terendah, dengan konsentrasi amoniak sebesar $0,031 \text{ mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$ dan konsentrasi CO_2 sebesar $24 \text{ mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$ pada akhir pengangkutan. Pengamatan respons fisiologis pada jam ke-0 pascapengangkutan juga menunjukkan bahwa perlakuan 30 ekor per kantong mengalami stres paling rendah, dilihat dari nilai pH darah sebesar 7,59; total sel darah merah sebesar $2,94 \times 10^6 \text{ sel mm}^{-3}$, total sel darah putih sebesar $1,95 \times 10^5 \text{ sel mm}^{-3}$, kadar hemoglobin sebesar 10,3 g%, dan nilai hematokrit sebesar 25,8%. Nilai tersebut merupakan nilai yang paling mendekati ikan normal dibandingkan perlakuan lainnya.

Kata penting: *Channa striata*, pengangkutan ikan, kepadatan, respon fisiologis

Abstract

This research aimed to determine the density of juvenile snakeheads *Channa striata* during 24 hours transportation, which results in the highest survival rate, the lowest water quality changes, and the best physiological responses. Physiological responses are used as indicators of fish stress, consist of changes in blood pH value and changes in hematological profile. Research conducted at the laboratory scale with a completely randomized design, with the treatments in the form of the density of fish during transport. The test fish used was juvenile of snakehead with an average weight of 2.5 g fish⁻¹. The transport density that used was 30, 45, 60, and 75 fish bags⁻¹. Every treatment has three replicates in the form of transportation bags. The result showed that treatment of a 30 fish bags⁻¹ gave the best results with a survival rate of 98 % after transportation and this value was significantly different compared with other treatments ($p < 0,05$). The changes in water quality also showed the lowest changes with ammonia level $0,031 \text{ mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$ and CO_2 level $24 \text{ mgCO}_2 \text{ L}^{-1}$ at the end of transportation. Physiological response at 0 hour after transportation also showed that treatment of a 30 fish bags⁻¹ suffered lowest stress with blood pH value 7,59, total red blood cell $2,94 \times 10^6 \text{ cel mm}^{-3}$, total white blood cell $1,95 \times 10^5 \text{ sel mm}^{-3}$, hemoglobin 10,3 gr%, and hematocrit 25,8 %. These values considered as closest normal fish than other treatments.

Keywords : *Channa striata*, fish transportation, density, physiological responses

Pendahuluan

Kegiatan budi daya ikan dimulai dari pennebaran benih. Sumber benih kegiatan budi daya ikan gabus masih mengandalkan hasil tangkapan

alam karena belum berkembangnya pembenihan ikan gabus. Kegiatan pembesaran ikan gabus mulai banyak dilakukan di daerah Jawa Barat dan sekitarnya. Benih yang digunakan umumnya berasal dari Kalimantan. Perbedaan jarak antara lokasi penghasil benih dan lokasi pembesaran me-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: wahyu.masrizal@gmail.com

nyebabkan butuhnya pengangkutan benih untuk menunjang kegiatan produksi (Wedemeyer 1996). Pengangkutan benih bertujuan memenuhi suplai benih dari lokasi penghasil benih ke lokasi pembesaran yang tidak jarang memiliki jarak yang jauh. Namun, kegiatan pengangkutan bersiko menimbulkan stres dan dapat berakibat kematian terhadap ikan.

Saat ini metode pengangkutan benih ikan gabus oleh penjual benih hanya berdasarkan pengalaman. Akibatnya metode yang digunakan beragam. Lama pemberokan yang digunakan berkisar dari tanpa pemberokan sampai pemberokan selama dua hari. Kepadatan ikan yang digunakan berkisar dari 40 sampai 100 ekor L^{-1} . Kondisi ini menyebabkan keberhasilan pengangkutan benih ikan gabus menjadi rendah. Percobaan pembelian ikan gabus dari penjual benih dengan pengangkutan lebih dari 12 jam menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang rendah, yaitu <60%. Nilai tersebut menimbulkan kerugian yang besar bagi pembudidaya ikan gabus.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi dan mengatasi permasalahan pengangkutan ikan. Namun, informasi mengenai pengangkutan ikan gabus masih sedikit. Keberhasilan pengangkutan ikan ditentukan oleh jumlah kematian yang terjadi akibat pengangkutan. Kematian ikan dipicu oleh penurunan kualitas air dan penanganan pengangkutan yang buruk, dua hal tersebut menyebabkan ikan mengalami stres saat diangkut (Delince *et al.* 1987). Stres yang dialami ikan menimbulkan perubahan respons fisiologis seperti perubahan gambaran darah (Supriyono *et al.* 2011) dan nilai pH darah (Wells & Davie 1985). Oleh karena itu, untuk menghasilkan sebuah metode pengangkutan yang baik diperlukan studi terkait pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan terhadap keberhasilan pengangkutan ikan gabus ukuran benih. Tujuan

penelitian ini adalah untuk menentukan kepadatan ikan selama pengangkutan yang menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi, perubahan kualitas air terendah, dan respons fisiologis terbaik.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan dari bulan November 2014 hingga Februari 2015, bertempat di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budi daya Perairan (BDP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB). Ikan uji yang digunakan merupakan benih ikan gabus berbobot rata-rata 2,5 g ekor⁻¹, didapatkan dari penyedia benih di Kabupaten Bogor. Sebelum penelitian ikan terlebih dahulu diadaptasikan selama ± 15 hari di laboratorium. Penelitian dilaksanakan dengan dua tahapan, yaitu tahap pendahuluan dan tahap utama.

Tahap penelitian pendahuluan dimulai dari pengujian kemampuan puasa ikan. Pengujian dilakukan dengan memelihara ikan uji sebanyak 30 ekor akuarium⁻¹ selama tujuh hari tanpa diberikan pakan, kemudian dilakukan pengamatan terhadap kematian dan pola renang ikan.

Tahap penelitian pendahuluan selanjutnya adalah pengujian pengaruh lama pemberokan terhadap ikan. Perlakuan yang diberikan adalah pemberokan ikan uji selama 0, 24, 48, dan 72 jam. Pengujian pengaruh lama pemberokan meliputi:

- ✓ Pengujian tingkat konsumsi oksigen (TKO). Sebanyak enam ekor ikan dari setiap perlakuan pemberokan dimasukkan ke dalam wadah berisi 3 L air dengan kadar oksigen terlarut jenuh. Wadah kemudian ditutup tanpa celah udara. Setiap satu jam selama enam jam dilakukan pengukuran kadar oksigen terlarut dengan DO meter. Penghitungan

TKO menggunakan rumus Liao & Huang (1975).

$$TKO = \left[\frac{(DO\ awal - DO\ akhir)}{(w - t)} \right] \times v$$

Keterangan: TKO= tingkat konsumsi oksigen ($\text{mgO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$), DO awal= kadar oksigen terlarut awal ($\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$), DO akhir= kadar oksigen terlarut akhir ($\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$), w= bobot ikan uji (g), t= waktu pengamatan (jam), v= volume air (L)

- ✓ Pengujian laju ekskresi total ammonia nitrogen (TAN). Sebanyak enam ekor ikan dari setiap perlakuan pemberokan dimasukkan ke dalam wadah berisi 3 L air dan diberikan aerasi. Setiap enam jam selama 24 jam pengujian diambil air sampel sebanyak 30 mL untuk pengukuran suhu, pH, kadar oksigen terlarut, dan kadar TAN. Kadar TAN dihitung dengan membandingkan nilai absorban sampel dengan nilai absorban larutan standar hasil pembacaan *Spectrophotometer* panjang gelombang 640 nm (Clesceri *et al.* 1999).
- ✓ Lama pemberokan terbaik. Sebanyak 30 ekor ikan dari setiap perlakuan pemberokan diangkut selama 24 jam dengan metode simulasi. Simulasi dilakukan di bak berisi air dengan memberikan guncangan selama 15 menit jam^{-1} pada wadah pengangkutan. Pemeliharaan pascapengangkutan dilakukan selama 7 hari. Pengamatan tingkat kelangsungan hidup (TKH) dilakukan pada akhir pengangkutan dan akhir pemeliharaan dengan rumus Huisman (1987).

$$TKH = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

Keterangan: TKH= tingkat kelangsungan hidup (%), N_t = jumlah ikan yang hidup (ekor), N_o = jumlah ikan awal (ekor)

Penelitian utama dilaksanakan untuk mengevaluasi pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan benih ikan gabus. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), dengan empat perlakuan

kepadatan ikan. Penentuan perlakuan kepadatan ikan dilakukan berdasarkan kisaran kepadatan yang digunakan penjual benih. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan berupa kantong pengangkutan.

- A. Kepadatan 30 ekor kantong⁻¹
- B. Kepadatan 45 ekor kantong⁻¹
- C. Kepadatan 60 ekor kantong⁻¹
- D. Kepadatan 75 ekor kantong⁻¹

Prosedur penelitian dimulai dengan pemberokan ikan uji sesuai dengan hasil terbaik penelitian pendahuluan. Ikan dikemas ke dalam kantong plastik dari bahan *polyethylene* (PE) berisi air sebanyak 1,3 L sesuai dengan kepadatan ikan masing-masing perlakuan. Kantong plastik diinjeksi oksigen murni dengan perbandingan 1:3 (air:oksigen), kemudian diikat dengan karet gelang. Selanjutnya setiap kantong dimasukkan ke kotak *styrofoam* dan diangkut. Pengangkutan dilakukan selama 24 jam dengan metode simulasi. Simulasi pengangkutan dilakukan dengan memberikan guncangan selama 15 menit jam^{-1} . Setiap 6 jam dilakukan pengamatan TKH dan pengambilan sampel air sebanyak 80 mL.

Pengamatan respons fisiologis dilakukan melalui pengujian sampel darah ikan. Sampel darah diambil menggunakan *syringe* 1 mL dengan metode *puncture of caudal vessel* sesuai yang dikemukakan oleh Congleton & LaVoie (2001). Pengamatan respons fisiologis dilakukan pada ikan normal sebelum diangkut, kemudian pada saat pemeliharaan pascapengangkutan jam ke-0, 24, 96, dan 168. Parameter respons fisiologis yang diamati adalah nilai pH darah dan gambaran darah. Nilai pH darah diukur menggunakan pH meter darah sesuai dengan metode Arifin (2015). Analisis gambaran darah terdiri atas penghitungan total sel darah merah (SDM), total sel darah putih (SDP), kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit. Pengukuran dilakukan dengan

metode Blaxhall & Daisley (1973). Analisis gambaran darah dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan BDP-FPIK.

Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis sidik ragam satu arah pada uji F selang kepercayaan 95% dengan perangkat lunak SPSS 20.0. Apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan*.

Hasil

Hasil pengujian kemampuan puasa menunjukkan bahwa ikan uji mampu bertahan hidup tanpa pakan hingga akhir pengujian. Nilai TKH pada akhir pengujian sebesar 98,3%. Ikan menunjukkan pola renang aktif sampai hari ke-4, namun pada hari ke-5 sampai akhir pengujian pola renang ikan cenderung melemah (Tabel 1).

Hasil pengujian pengaruh lama pemberokan menunjukkan bahwa pemberokan memberikan pengaruh terhadap nilai TKO, laju ekskresi TAN, dan TKH benih ikan gabus (Tabel 2).

Hasil pengujian lama pemberokan menunjukkan bahwa pemberokan 48 jam mencapai nilai

TKH ikan tertinggi pada akhir pengangkutan dan akhir pemeliharaan. Berdasarkan hasil tersebut pemberokan selama 48 jam digunakan sebagai lama pemberokan penelitian utama. Perlakuan tersebut dipilih karena keberhasilan pengangkutan ditentukan oleh jumlah ikan hidup yang dihasilkan pada kegiatan pengangkutan.

Hasil pengamatan TKH pada penelitian utama menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai TKH ikan pada akhir pengangkutan ($p < 0,05$). Nilai TKH semakin menurun dengan meningkatnya kepadatan ikan (Gambar 1). Nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 98% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Kemudian diikuti perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar 92% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Nilai terendah ditemukan pada perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 73% dan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 69%, kedua perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

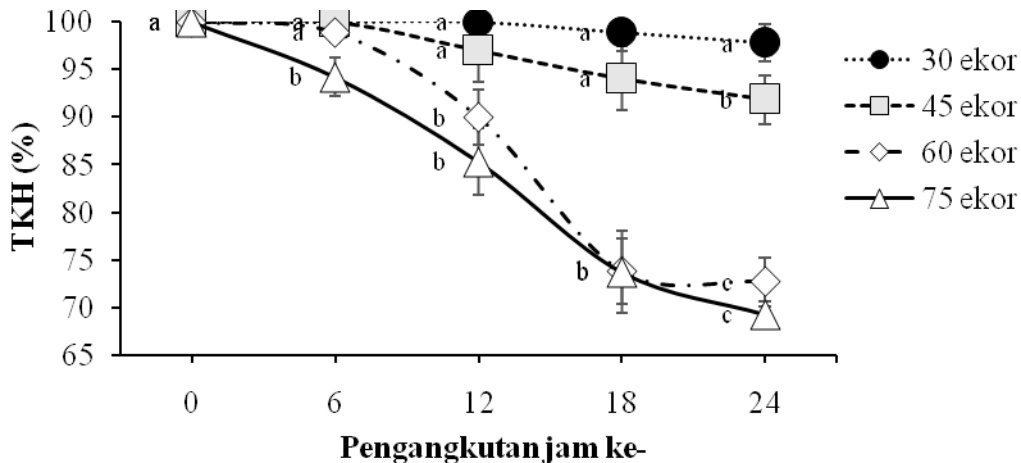
Tabel 1. Pengujian kemampuan puasa benih ikan gabus *Channa striata*

Hari ke-	Tingkat kelangsungan hidup (%)	Pola renang
1	100	aktif
2	100	aktif
3	100	aktif
4	100	aktif
5	100	lemah
6	100	lemah
7	98,3	lemah

Tabel 2. Pengujian pengaruh lama pemberokan terhadap benih ikan gabus *Channa striata*

Pengujian	Satuan	Perlakuan pemberokan (jam)			
		0	24	48	72
Tingkat konsumsi oksigen	mgO ₂ g ⁻¹ jam ⁻¹	0,275	0,248	0,249	0,212
Laju ekskresi TAN	mgTAN g ⁻¹ jam ⁻¹	0,065	0,045	0,043	0,040
TKH akhir pengangkutan	%	93	100	100	100
TKH akhir pemeliharaan	%	75	90	96,7	83,3

TAN = total ammonia nitrogen TKH = tingkat kelangsungan hidup

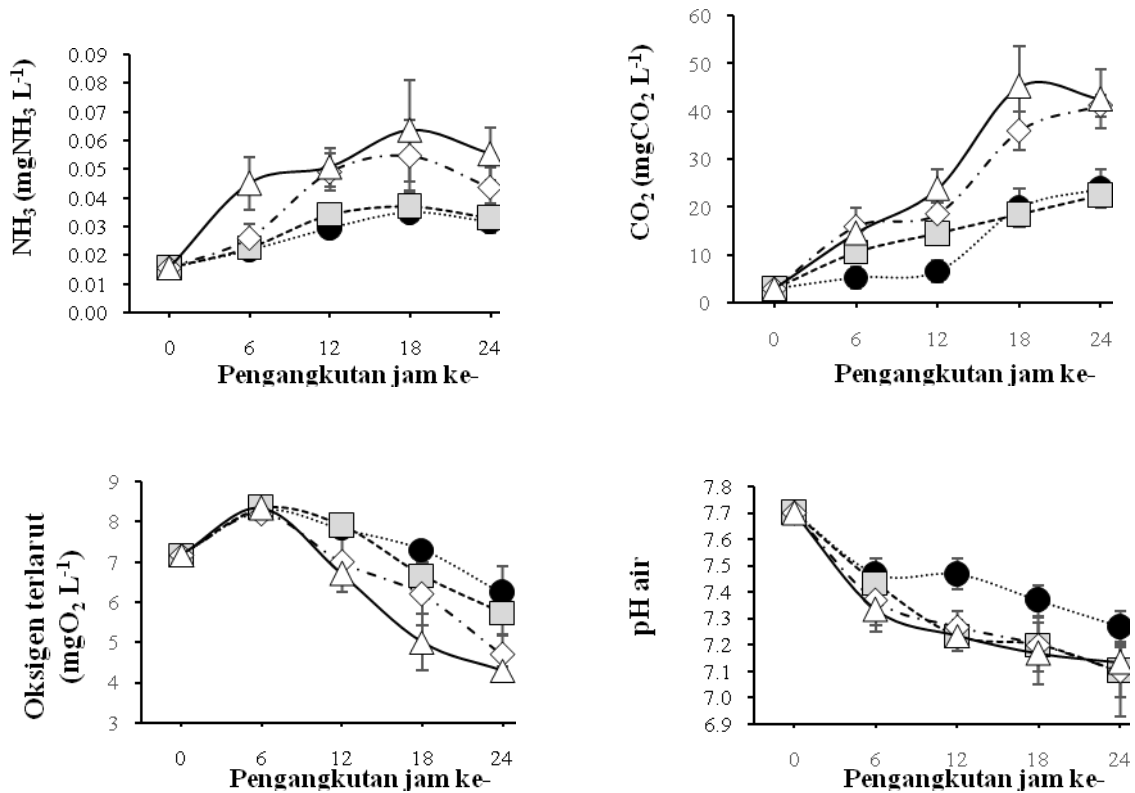


Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup (TKH) benih ikan gabus *Channa striata* saat pengangkutan. Huruf yang berbeda setiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

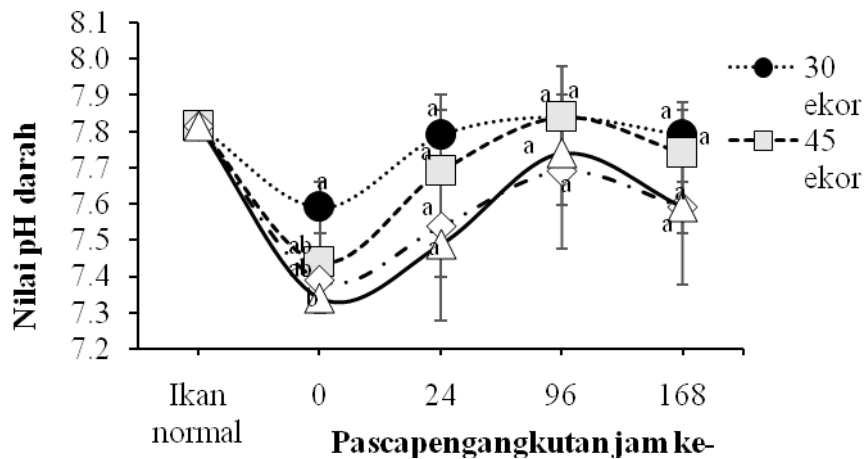
Hasil pengamatan kualitas air menunjukkan peningkatan kepadatan ikan selama pengangkutan menyebabkan kualitas air semakin memburuk (Gambar 2). Kadar oksigen terlarut semakin menurun dengan meningkatnya kepadatan ikan. Kadar oksigen terlarut pada akhir pengangkutan berkisar 4,3-6,2 $\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ (Gambar 2a). Nilai pH air semakin menurun dengan meningkatnya kepadatan ikan. Nilai pH air pada akhir pengangkutan berkisar 7,1-7,3 (Gambar 2b). Kadar amoniak (NH_3) semakin meningkat dengan meningkatnya kepadatan ikan (Gambar 2c). Nilai tertinggi pada akhir pengangkutan ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 0,055 $\text{mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$, kemudian diikuti perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 0,044 $\text{mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$, perlakuan 45ekor kantong⁻¹ sebesar 0,033 $\text{mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$, dan nilai terendah pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 0,031 $\text{mgNH}_3 \text{ L}^{-1}$. Kadar karbon dioksida (CO_2) semakin meningkat dengan meningkatnya kepadatan ikan (Gambar 2d). Nilai tertinggi pada akhir pengangkutan ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 42,6 $\text{mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$,

kemudian diikuti perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 41,3 $\text{mgCO}_2 \text{ L}^{-1}$, perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 24 $\text{mgCO}_2 \text{ L}^{-1}$, dan nilai terendah pada perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar 22,4 $\text{mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$ (Gambar 2d).

Hasil pengamatan nilai pH darah menunjukkan bahwa ikan normal memiliki nilai sebesar 7,82. Pengamatan jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa pengangkutan menyebabkan penurunan pH darah semua perlakuan (Gambar 3) dan berpengaruh nyata terhadap perlakuan ($p < 0,05$). Nilai terendah ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 7,34 dan beda nyata dengan perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ ($p < 0,05$). Kemudian diikuti perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 7,39, dan perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar 7,44. Nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 7,59. Pengamatan selanjutnya menunjukkan bahwa nilai pH darah semua perlakuan perlahan meningkat dan mendekati nilai ikan normal. Namun, tidak terdapat beda nyata antarperlakuan hingga akhir pengamatan ($p > 0,05$).



Gambar 2. Perubahan kualitas air (a. oksigen terlarut; b. nilai pH air; c. kadar NH_3 ; dan d. kadar CO_2) selama pengangkutan dengan perlakuan 30 (●), 45 (■), 60 (◇), dan 75 ekor kantong⁻¹ (Δ)



Gambar 3. Nilai pH darah benih ikan gabus. Huruf yang berbeda tiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

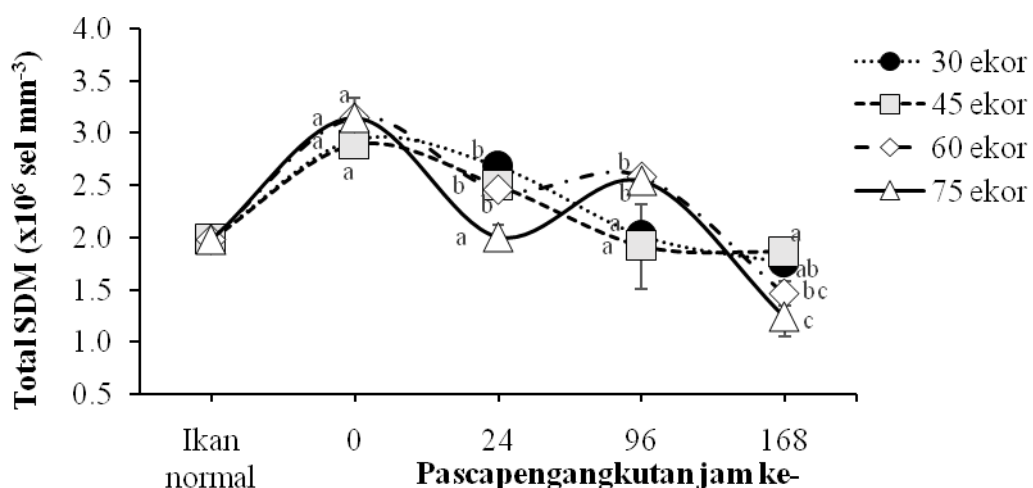
Hasil pengamatan total sel darah merah (SDM) menunjukkan bahwa ikan normal memiliki nilai sebesar $1,98 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Pengamatan jam ke-0 pascapengangkutan menunjuk-

kan bahwa pengangkutan menyebabkan peningkatan total SDM semua perlakuan (Gambar 4), namun tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan ($p > 0,05$). Nilai tertinggi ditemukan pada

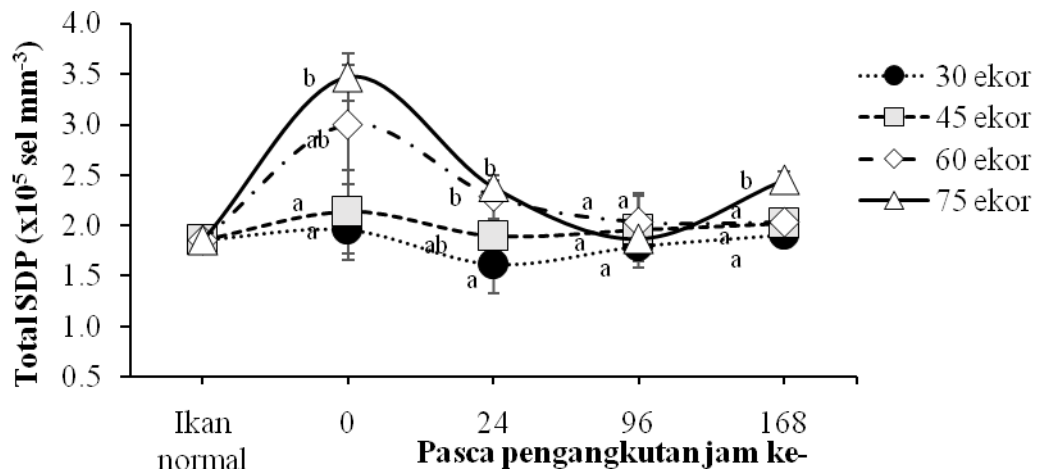
perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar $3,15 \times 10^6$ sel mm⁻³, kemudian diikuti perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar $2,94 \times 10^6$ sel mm⁻³, dan perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar $2,90 \times 10^6$ sel mm⁻³. Pengamatan selanjutnya menunjukkan total SDM perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ mengalami penurunan mendekati nilai normal hingga akhir pengamatan. Perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ mengalami fluktuasi hingga akhir pengamatan. Pengamatan jam ke-168 pascapengangkutan menunjukkan bahwa total SDM perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ menurun hingga sebesar $1,24 \times 10^6$ sel mm⁻³, nilai tersebut beda nyata dengan perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ ($p < 0,05$). Kemudian diikuti perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar $1,47 \times 10^6$ sel mm⁻³ dan beda nyata dengan perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ ($p < 0,05$). Perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ memiliki nilai total SDM paling mendekati ikan normal pada jam ke-168 pascapengangkutan, yaitu sebesar $1,77 \times 10^6$ sel mm⁻³ dan $1,84 \times 10^6$ sel mm⁻³.

Hasil pengamatan total sel darah putih (SDP) menunjukkan bahwa ikan normal memi-

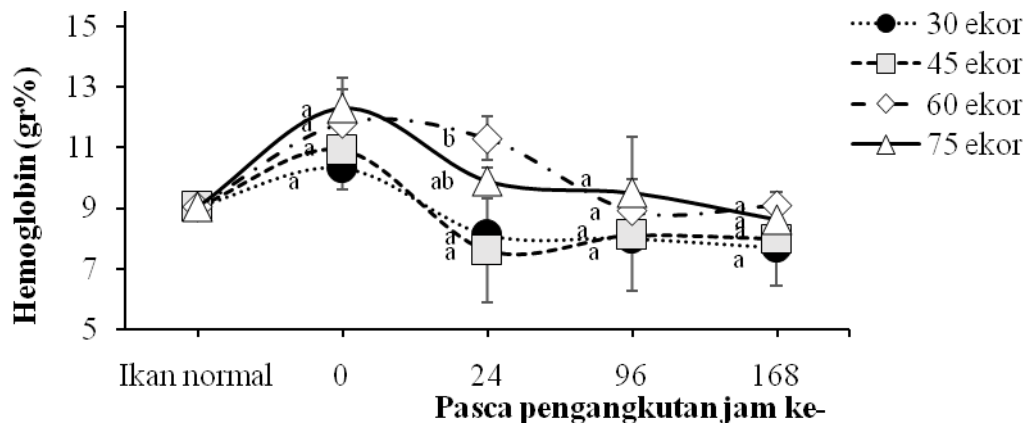
liki nilai sebesar $1,86 \times 10^5$ sel mm⁻³. Pengamatan pada jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa pengangkutan menyebabkan peningkatan total SDP yang beragam pada semua perlakuan (Gambar 5) dan berpengaruh nyata terhadap perlakuan ($p < 0,05$). Nilai tertinggi saat jam ke-0 pascapengangkutan ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar $3,47 \times 10^5$ sel mm⁻³, nilai tersebut beda nyata dengan perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ ($p < 0,05$). Kemudian diikuti perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar $3,00 \times 10^5$ sel mm⁻³. Perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ memiliki total SDP paling mendekati kondisi ikan normal, yaitu sebesar $1,95 \times 10^5$ sel mm⁻³ dan $2,14 \times 10^5$ sel mm⁻³. Pengamatan selanjutnya menunjukkan total SDP perlakuan 60 dan 70 ekor kantong⁻¹ perlahan mengalami penurunan dan mendekati kondisi ikan normal. Pengamatan pada jam ke-168 pascapengangkutan menunjukkan bahwa perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ mengalami peningkatan hingga sebesar $2,45 \times 10^5$ sel mm⁻³ dan beda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$).



Gambar 4. Total sel darah merah benih ikan gabus *Channa striata*. Huruf yang berbeda tiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)



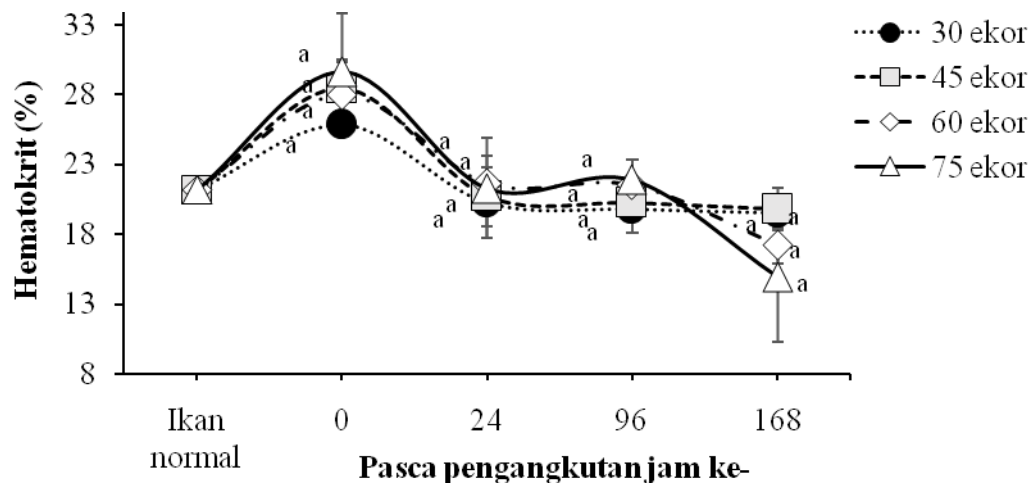
Gambar 5. Total sel darah putih benih ikan gabus *Channa striata*. Huruf yang berbeda tiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 6. Kadar hemoglobin benih ikan gabus *Channa striata*. Huruf yang berbeda tiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil pengamatan kadar hemoglobin menunjukkan bahwa ikan normal memiliki nilai sebesar 9,05 gr%. Pengamatan pada jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa pengangkutan menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin semua perlakuan (Gambar 6), namun tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan ($p > 0,05$). Nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 12,3 gr%, kemudian diikuti

perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 11,8 gr%, perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar 10,9 gr%, dan terendah ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 10,3 gr%. Pengamatan selanjutnya menunjukkan nilai kadar hemoglobin semua perlakuan perlahan menurun dan mendekati nilai ikan normal. Tidak terdapat beda nyata antarperlakuan pada akhir pengamatan ($p > 0,05$).



Gambar 7. Nilai hematokrit benih ikan gabus *Channa striata*. Huruf yang berbeda tiap waktu pengamatan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil pengamatan nilai hematokrit menunjukkan bahwa ikan normal memiliki nilai sebesar 21,2%. Pengamatan pada jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa pengangkutan menyebabkan peningkatan nilai hematokrit semua perlakuan (Gambar 7), namun tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan ($p > 0,05$). Nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar 29,6 %, kemudian diikuti perlakuan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar 28,4 %, perlakuan 60 ekor kantong⁻¹ sebesar 27,9 %. Nilai terendah ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ sebesar 25,8 %. Pengamatan selanjutnya menunjukkan nilai hematokrit semua perlakuan perlahan mengalami penurunan dan mendekati nilai ikan normal. Tidak terdapat beda nyata antarperlakuan pada akhir pengamatan ($p > 0,05$).

Pembahasan

Tingkat kelangsungan hidup (TKH) merupakan penentu keberhasilan pengangkutan ikan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan 30 ekor kantong⁻¹ menghasilkan TKH ikan sebesar 98%, kemudian perlakuan 45 ekor kan-

tong⁻¹ sebesar 92%. Hal tersebut disebabkan penurunan kualitas air pada kedua perlakuan masih dapat ditoleransi oleh ikan sehingga tidak menyebabkan stres yang tinggi. Rendahnya TKH pada perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ disebabkan kedua perlakuan tersebut mengalami penurunan kualitas air yang buruk selama pengangkutan. Kondisi tersebut menyebabkan ikan mengalami stres tinggi. Kematian saat pengangkutan umumnya disebabkan kegagalan ikan beradaptasi terhadap stres akibat penurunan kualitas air.

Kualitas air merupakan faktor penting karena digunakan sebagai media pengangkutan ikan (Nirmala *et al.* 2012). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perubahan kualitas air pada kadar oksigen terlarut dan nilai pH air masih berada pada kisaran yang baik. Ikan gabus masih dapat hidup dengan baik pada kisaran oksigen terlarut sebesar 2-2,3 mg L⁻¹ dan pH sebesar 6,4-10,4 (Yi *et al.* 2004). Ikan gabus memiliki alat pernapasan tambahan berupa sepasang ruang suprabranchial yang terletak pada bagian tekak atas (*pharynx dorsal*) hingga lengkungan insang (Banerjee 2007). Keberadaan organ tersebut mampu

membantu ikan gabus mengambil oksigen secara langsung. Oksigen terlarut tidak menjadi faktor penghambat keberhasilan pengangkutan bagi benih ikan gabus.

Konsentrasi amoniak semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan ikan saat pengangkutan. Amoniak (NH_3) merupakan produk buangan dari metabolisme protein ikan. Senyawa ini sangat dihindari terakumulasi pada pengangkutan ikan karena bersifat toksik bagi ikan (Boyd & Tucker 1998). Konsentrasi amoniak tinggi menyebabkan proses ekskresi amoniak pada insang terhambat. Hambatan tersebut membuat amoniak di dalam darah terakumulasi sehingga mengurangi afinitas hemoglobin mengikat oksigen (Nirmala *et al.* 2012). Kondisi tersebut memicu stres dan menyebabkan kematian ikan saat pengangkutan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi amoniak pada semua perlakuan lebih besar daripada nilai yang direkomendasikan untuk benih ikan, yaitu sebesar $<0,02 \text{ mg NH}_3 \text{ L}^{-1}$ (Wedemeyer 1996). Konsentrasi amoniak pada perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ adalah sebesar $0,031\text{-}0,034 \text{ mg NH}_3 \text{ L}^{-1}$. Hasil ini menunjukkan bahwa benih ikan gabus memiliki toleransi amoniak yang lebih lebar dibandingkan ikan lain secara umum. Konsentrasi amoniak yang lebih tinggi ditemukan pada perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar $>0,044 \text{ mg NH}_3 \text{ L}^{-1}$. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut diduga menyebabkan kematian ikan yang tinggi pada kedua perlakuan tersebut sehingga membahayakan saat pengangkutan benih ikan gabus.

Konsentrasi CO_2 semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan ikan saat pengangkutan. Karbon dioksida (CO_2) merupakan produk samping metabolisme ikan. Senyawa ini mudah larut dalam air dan aktif secara biologis. Paparan terhadap konsentrasi tinggi menyebabkan laju ventilasi insang meningkat dan mengu-

rangi laju ekskresi CO_2 di insang (Nirmala *et al.* 2012). Akibatnya CO_2 di dalam darah terakumulasi dan menyebabkan asidosis. Asidosis mengurangi afinitas hemoglobin terhadap oksigen (*Bohr effect*) dan menurunkan kandungan oksigen di dalam darah (*Root effect*) (Boyd & Tucker 1998). Konsentrasi tinggi CO_2 menyebabkan stres dan mengurangi toleransi ikan terhadap rendahnya kandungan oksigen terlarut. Kondisi tersebut dapat memicu kematian ikan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi CO_2 pada semua perlakuan lebih tinggi daripada nilai yang direkomendasikan untuk benih ikan, yaitu sebesar $<10 \text{ mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$ (Nirmala *et al.* 2012). Konsentrasi CO_2 pada perlakuan 30 dan 45 ekor kantong⁻¹ sebesar $22,4\text{-}24 \text{ mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$. Hasil ini menunjukkan bahwa benih ikan gabus memiliki toleransi terhadap CO_2 yang lebih lebar dibandingkan ikan lain secara umum. Konsentrasi CO_2 yang lebih tinggi pada perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ sebesar $>41,3 \text{ mg CO}_2 \text{ L}^{-1}$. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut diduga menyebabkan kematian ikan yang tinggi pada kedua perlakuan tersebut sehingga membahayakan saat pengangkutan benih ikan gabus.

Respons ikan terhadap stres yang dialami terdiri atas respons primer, sekunder, dan tersier. Respons primer berupa perubahan pada tingkatan seluler dan neuroendokrin ikan. Respons sekunder berupa perubahan pada tingkatan plasma, jaringan tubuh, dan metabolisme ikan. Respons tersier berupa perubahan fisiologis dan tingkah laku ikan secara keseluruhan (Barton 2002). Perubahan biokimiawi darah yang termasuk ke dalam respons sekunder stres antara lainnya adalah perubahan nilai pH darah (Wells & Davie 1985) dan perubahan gambaran darah (Barton 2002).

Kepadatan dan stimulan stres lainnya saat pengangkutan menyebabkan ikan panik sehingga beraktifitas jauh lebih intens daripada aktifitas

normal. Akibatnya, ikan menghabiskan cadangan energi tubuh yang tersimpan dalam bentuk glikogen. Pemecahan glikogen terjadi melalui metabolisme anaerob yang menyebabkan produksi asam laktat meningkat dan lepasnya CO_2 ke dalam darah. Keberadaan asam laktat dan CO_2 menyebabkan pH darah menurun sehingga terjadi asidosis. Asidosis menyebabkan suplai oksigen untuk proses metabolisme energi berkurang. Akibatnya ikan sulit memenuhi energi untuk mengatasi stres dan terjadi kematian (Delince *et al.* 1987). Tingginya konsentrasi CO_2 di dalam air menyebabkan CO_2 darah sulit untuk berdifusi keluar dari insang. Proses difusi dipengaruhi perbedaan tekanan antara CO_2 dalam darah dengan CO_2 yang ada pada media air (Wedemeyer 1996). Kondisi tersebut menyebabkan konsentrasi CO_2 di dalam darah meningkat sehingga menyebabkan hiperkapnia yang memperparah asidosis yang terjadi pada ikan. Nilai pH darah yang semakin rendah menunjukkan tingkat stres yang semakin tinggi.

Hasil pengamatan pada jam ke-0 pasca-pengangkutan menunjukkan bahwa tingkat stres yang terendah ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹, kemudian diikuti perlakuan 45 ekor kantong⁻¹. Konsentrasi CO_2 yang tinggi pada perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ menyebabkan stres lebih tinggi, sehingga menyebabkan nilai pH darah kedua perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan dua perlakuan lainnya. Hal tersebutlah yang menyebabkan perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ mengalami kematian tinggi. Nilai pH darah semua perlakuan mulai berangsur mendekati ikan normal pada pengamatan selanjutnya, hal tersebut menunjukkan ikan sudah beradaptasi terhadap stres.

Stres menyebabkan ikan membutuhkan jumlah energi yang besar untuk mempertahankan keseimbangan di dalam tubuhnya (Schreck

2010). Energi tersebut dihasilkan dari pemecahan glikogen pada proses metabolisme anaerob yang diatur oleh hormon kortisol (Mommensen *et al.* 1999). Metabolisme tersebut menyebabkan kebutuhan oksigen meningkat dan memicu ikan mengalami hipoksia (Delince *et al.* 1987). Metabolisme anaerob juga menyebabkan produksi CO_2 meningkat. Kedua hal tersebut menyebabkan ikan harus meningkatkan jumlah sel darah merah untuk meningkatkan suplai oksigen dan mempercepat proses ekskresi CO_2 keluar tubuh. Kondisi ini menyebabkan sel kromafin merilis hormon katekolamin sebagai respons primer stres ke dalam darah yang bertujuan mengatasi gangguan keseimbangan homeostasis dan metabolisme yang terjadi akibat stres, salah satunya adalah berkurangnya kandungan oksigen di dalam darah. Peningkatan hormon katekolamin berfungsi untuk meningkatkan afinitas dan kapasitas darah dalam mengangkut oksigen (Pankhurst 2011). Peningkatan tersebut menyebabkan meningkatnya jumlah sel darah merah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit ikan (Bonga 1997). Peningkatan total sel darah merah (SDM), kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit merupakan respons dari stres yang dialami oleh ikan saat pengangkutan (Witeska 2005; Supriyono *et al.* 2010; Supriyono *et al.* 2011). Perubahan nilai yang lebih tinggi terhadap parameter tersebut menunjukkan tingkat stres yang lebih tinggi.

Hasil pengamatan terhadap total SDM, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit pada jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa tingkat stres semakin meningkat dengan meningkatnya kepadatan ikan saat pengangkutan. Tingkat stres terendah ditemukan pada perlakuan 30 ekor kantong⁻¹, kemudian diikuti perlakuan 45 ekor kantong⁻¹, perlakuan 60 ekor kantong⁻¹, dan tingkat stres tertinggi pada perlakuan 75 ekor kantong⁻¹. Hal tersebutlah yang menyebabkan

perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ mengalami kematian lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Pengamatan selanjutnya pada jam ke-168 pascapengangkutan menunjukkan total SDM perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹ mengalami penurunan. Penurunan yang terjadi lebih rendah dibanding dua perlakuan lainnya dan nilai ikan normal. Selama pemeliharaan kedua perlakuan kurang responsif terhadap pakan, bahkan ikan perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ sering tidak mengonsumsi pakan. Kondisi tersebut menyebabkan ikan tidak mendapatkan asupan nutrisi yang mencukupi sehingga total SDM menurun. Kondisi tersebut juga dijumpai pada ikan traira *Hoplias malabaricus* yang dipuasakan dalam jangka waktu lama (Rios *et al.* 2005).

Peningkatan total sel darah putih (SDP) menunjukkan bahwa ikan mengalami stres saat diangkut (Supriyono *et al.* 2010, Supriyono *et al.* 2011). Peningkatan tersebut diduga berhubungan dengan respons imunitas ikan yang terpengaruh oleh peningkatan hormon kortikosteron saat ikan mengalami stres (Davis *et al.* 2008). Hasil pengamatan pada jam ke-0 pascapengangkutan menunjukkan bahwa tingkat stres tertinggi dialami oleh perlakuan 60 dan 75 ekor kantong⁻¹. Hal tersebut menyebabkan total SDP kedua perlakuan mengalami perubahan tertinggi dan menjelaskan tingginya kematian pada kedua perlakuan tersebut. Pengamatan selanjutnya menunjukkan bahwa total SDP kedua perlakuan berangsur menurun mendekati nilai ikan normal, hal ini menandakan ikan telah beradaptasi terhadap stres.

Pengamatan pada jam ke-168 pascapengangkutan menunjukkan bahwa total SDP perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ meningkat hingga sebesar $2,45 \times 10^5$ sel mm⁻³. Stres yang dialami saat pengangkutan menyebabkan tekanan pada fungsi sistem imun ikan (Bonga 1997). Tekanan pada

fungsi sistem imun memudahkan patogen yang pada saat kondisi ikan normal tidak menyebabkan penyakit mampu menyerang ikan pada masa pemeliharaan pascapengangkutan. Kondisi tersebut menyebabkan sel darah putih menjadi meningkat yang merupakan respons terhadap serangan patogen yang terjadi (Blaxhall 1972). Hal tersebutlah yang diduga menjadi penyebab total SDP perlakuan 75 ekor kantong⁻¹ meningkat pada akhir masa pemeliharaan pascapengangkutan.

Simpulan

Kegiatan pengangkutan benih ikan gabus selama 24 jam sebaiknya dilakukan dengan pemberokan 48 jam dan menggunakan kepadatan 30 ekor liter⁻¹. Hasil ini dapat dilihat tingkat kelangsungan hidup tertinggi yang dihasilkan pada akhir pengangkutan sebesar 98% dan parameter kualitas air yang bisa dijaga lebih baik selama pengangkutan. Perubahan parameter respons fisiologis berupa nilai pH darah, total sel darah merah, total sel darah putih, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit juga menunjukkan perubahan lebih kecil dibandingkan perlakuan lainnya yang menandakan ikan mengalami stres lebih ringan.

Daftar pustaka

- Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. 1999. *Standard Methods for the Examination of Water and wastewater* 20th edition. American Public Health Association, Washington
- Arifin MY. 2015. Respons fisiologis benih udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) pasca-transportasi sistem kering, lembab dan basah. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB. 61 hlm.
- Banerjee TK. 2007. Histopathology of respiratory organs of certain air-breathing fishes of India. *Fish physiology and Biochemistry*, 33(4): 441-454
- Barton BA. 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *In-*

- tegrative and Comparative Biology*, 42(3): 517-525.
- Blaxhall PC. 1972. The haematological assessment of the health of freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 4(4): 593-604.
- Blaxhall PC, Daisley KW. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6): 771-781.
- Boyd CE & Tucker CS. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science & Business Media, New York. 700 p.
- Bonga SW. 1997. The stress response in fish. *Physiological Review*, 77(3): 591-625.
- Congleton JL, LaVoie WJ. 2001. Comparison of blood chemistry values for samples collected from juvenile chinook salmon by three methods. *Journal of Aquatic Animal Health*, 13(2): 168-172.
- Davis AK, Maney DL, Maerz JC. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologist. *Functional Ecology*, 22(5): 760-772.
- Delince GA, Campbell D, Janssen JAL, Kutty MN. 1987. *Seed production*. Lectures presented at ARAC (African Regional Aquaculture Centre) for the senior aquaculturists course. Field document. Report No: FAO-FI--RAF/82/009. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 118 p.
- Huisman EA. 1987. *Principles of Fish Culture and Fisheries*. Wageningen Agriculture University, Wageningen. 170 p.
- Liao IC, Huang HJ. 1975. Studies on the respiration of economic prawn in Taiwan. I. Oxygen consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawn of *Penaeus monodon* Fabricius. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 4(1): 33-50.
- Rios FS, Oba ET, Fernandes MN, Kalinin AL, Rantin FT. 2005. Erythrocyte senescence and haematological changes induced by starvation in the neotropical fish traíra, *Hoplias malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 140(3): 281-287.
- Mommsen TP, Vijayan MM, Moon TW. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9(3): 211-268.
- Nirmala K, Hadiroseyani Y, Widiasto RP. 2012. The addition of salt in the water media containing zeolite and active charcoal on closed system transportation of gourami fish fry *Osphronemus goramy* Lac. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 190-201.
- Pankhurst NW. 2011. The endocrinology of stress in fish: an environmental perspective. *General and comparative endocrinology*, 170(2): 265-275.
- Schreck CB. 2010. Stress and fish reproduction: the roles of allostasis and hormesis. *General and comparative endocrinology*, 165(3): 549-556.
- Supriyono E, Budiyantri, Budiardi T. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Ephinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 15(2):103-112.
- Supriyono E, Syahputra R, Ghazali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, Kristanto AH. 2011. Efektivitas pemberian zeolit, arang aktif, dan minyak cengkeh terhadap hormon kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1): 67-75.
- Witeska M. 2005. Stress in fish: hematological and immunological effects of heavy metals. *Electronic Journal of Ichthyology*, 1(1): 35-41.
- Wells RMG, Davie PS. 1985. Oxygen binding by the blood and hematological effects of capture stress in two big gamefish: mako shark and striped marlin. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 81(3): 643-646.
- Wedemeyer GA. 1996. *Physiology of fish in intensive culture systems*. Springer Science & Business Media. 232 p.
- Yi Y, Diana JS, Shrestha MK, Lin CK. 2004. Culture of mixed-sex Nile tilapia with predatory snakehead. In: Bolivar R, Mair G, Fitzsimmons K (ed). *The 6th International Symposium of Tilapia in Aquaculture*. Bureau of Fisheries and Aquatic Resource, Manila, Philippines and American Tilapia Association, Charles Town, West Virginia. pp. 544-557.