

Pengangkutan juvenil ikan gabus *Channa striata* (Bloch 1793) dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt

[Transportation of juvenile striped snakehead (Bloch 1793) with different densities in 3 ppt salinity media]

Jannesa Nasmi^{1✉}, Kukuh Nirmala¹ dan Ridwan Affandi²

¹Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Institut Pertanian Bogor

²Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Institut Pertanian Bogor
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga 16680

Diterima: 08 April 2016; Disetujui: 31 Januari 2017

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pemberian garam 3 ppt dalam media pengangkutan terhadap perubahan kualitas air dan laju sintasan selama pengangkutan, laju pertumbuhan harian, glukosa darah, dan pH darah pascapengangkutan. Penelitian ini terdiri atas dua tahap kegiatan, yaitu tahap satu adalah pengangkutan selama 24 jam dan tahap dua adalah pemeliharaan pascapengangkutan selama 21 hari. Pada tahap satu kantong plastik diisi air 1 L dan dilakukan pengepakan sesuai dengan perlakuan, yaitu perlakuan kontrol tanpa garam (kepadatan 30 ekor L⁻¹) dan perlakuan penambahan garam 3 ppt (kepadatan 30, 45, 60, dan 75 ekor L⁻¹). Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan dengan penambahan garam dalam media pengangkutan dapat mempertahankan kondisi kualitas air dan menghasilkan laju sintasan yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa garam. Tahap dua adalah pemeliharaan pascapengangkutan selama 21 hari. Setelah masa pengangkutan juvenil dari setiap perlakuan dan ulangan dipelihara 30 ekor per akuarium pada media bersalinitas 0 ppt. Hasil penelitian menunjukkan laju sintasan dan laju pertumbuhan pascapengangkutan tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan. Glukosa darah dan pH darah perlahan kembali normal hingga pemeliharaan hari ke-21.

Kata penting: *Channa striata*, garam, glukosa darah, kepadatan, pengangkutan, sintasan

Abstract

The present study aimed to ensure the effect 3 ppt of salt addition into the transportation media water to the water quality, survival rate, daily growth rate, and stress level after transportation. This study was consisted of two phase, the first phase was fish transportation for 24 hours and the second phase was 21 days rearing after-transportation. Snakehead larvae's transported with five treatments i.e a transportation media with no salt addition and stocked with 30 larvae L⁻¹ as the control, and four transportation media with 3 ppt salt addition at different densities (30, 45, 60, and 75 larvae L⁻¹). During the transportation, the water quality and survival rate were determined. The first phase experiment showed that salt addition in transportation media maintained the water quality and higher survival rate than control. After 24 hours, 30 larvae of each treatment were stocked into tank with 0 ppt salinity media. The results showed no significant differences in the survival rate and growth rate at the different densities without salt addition. The pH and blood glucose levels were slowly back to normal in day 21.

Keywords: *Channa striata*, salt, blood glucose, density, transportation, survival rate

Pendahuluan

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan komoditas budi daya ekonomis. Selain sebagai ikan konsumsi, dalam dunia medis daging ikan gabus dipercaya berkhasiat untuk mempercepat pengeringan luka pascaoperasi dan meningkatkan daya tahan tubuh (Rahmawanty *et al.* 2014).

Pasokan benih ikan gabus (stadia juvenil) umumnya berasal dari hasil tangkapan alam di

Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur. Kegiatan pembesaran juvenil ikan gabus telah banyak dilakukan di daerah Jawa Barat dan Jawa Timur. Pengangkutan ikan dalam jumlah yang banyak, jarak yang jauh, dan waktu yang relatif lama dilakukan dengan sistem tertutup. Pada pengangkutan sistem tertutup, ikan dimasukkan dalam wadah yang tertutup dengan pemberian gas O₂ dalam jumlah terbatas yang telah diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan selama pengangkutan.

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: nesa.nasmi@yahoo.com

Salah satu upaya untuk mengefisienkan biaya pengangkutan adalah dengan menambah kepadatan ikan dalam media pengangkutan. Kepadatan ikan yang tinggi dalam media menjadi masalah karena kebutuhan oksigen (O_2) juga semakin meningkat. Kebutuhan O_2 yang meningkat menyebabkan karbondioksida (CO_2) di dalam media semakin meningkat karena proses respirasi. Tingginya kadar CO_2 menyebabkan pH air menurun, karena CO_2 yang bereaksi dengan air menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3).

Perubahan kualitas air di dalam media pengangkutan menyebabkan ikan mengalami stress sehingga ikan mengalami perubahan fisiologis di dalam tubuhnya, yaitu perubahan biokimia darah. Perubahan biokimia darah yang terjadi seperti perubahan gambaran darah (Witeska 2005, Supriyono *et al.* 2010, Supriyono *et al.* 2011, Witeska 2013). Dari penelitian Wahyu (2015), pengangkutan ikan gabus selama 24 jam dengan kepadatan 75 ekor L^{-1} menghasilkan laju sintasan sebesar 69% dan mengalami kematian total pada pemeliharaan hari ke-21. Kegagalan ikan dalam beradaptasi dan mengatasi kondisi stress yang dialami dapat menyebabkan terjadinya kematian (Humairani 2015).

Perlu adanya teknologi untuk mengurangi tingkat stress tersebut agar mampu mengangkut ikan gabus sebanyak mungkin dengan kematian sekecil mungkin dalam waktu yang dicapai selama mungkin, serta tidak mengganggu fisiologis ikan pascapengangkutan. Pada penelitian Emu (2010) penambahan garam di dalam media pengangkutan ikan patin (*Pangasius* sp.) dapat mempertahankan kondisi kualitas air, mengurangi tingkat stress, mempertahankan laju sintasan dan laju pertumbuhan tetap tinggi setelah dilakukannya pengangkutan.

Teknologi penambahan garam di dalam media dapat membantu ikan dalam mengurangi

penggunaan energi untuk osmoregulasi, karena apabila salinitas lingkungan mendekati salinitas cairan tubuh ikan, maka energi hasil metabolisme hanya sedikit yang digunakan untuk penyesuaian diri dengan tekanan osmotik lingkungan (Affandi & Tang 2002). Ketika ikan membutuhkan energi untuk proses osmoregulasi, maka ikan akan memanfaatkan sumber energi yang ada di dalam tubuhnya, yakni glukosa dan oksigen untuk oksidasinya. Gradien osmotik yang rendah akan menghemat energi, begitu pula konsumsi oksigen (Marlina 2011).

Konsentrasi salinitas yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Purnamawati (2016) yang menyatakan bahwa salinitas air yang baik untuk pertumbuhan ikan gabus adalah sebesar 3 ppt. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penambahan garam ke dalam media pengangkutan dengan kepadatan ikan yang berbeda terhadap perubahan kondisi kualitas air, sintasan ikan gabus, dan tingkat stress selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan.

Bahan dan metode

Penelitian ini terdiri atas dua tahap kegiatan. Pada tahap 1 dilakukan kegiatan pengangkutan ikan gabus dan tahap 2 dilakukan pemeliharaan ikan gabus pascapengangkutan.

Tahap 1

Kegiatan penelitian pengangkutan dilakukan selama 24 jam pada tanggal 15–16 November 2015. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan empat ulangan, yaitu :

- K = 30 ekor juvenil ikan gabus (tanpa garam)
- A = 30 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- B = 45 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- C = 60 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- D = 75 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam

Biota uji yang digunakan adalah ikan gabus dengan ukuran bobot rata-rata $2,6 \pm 0,2$ g dan panjang $6,6 \pm 0,2$ cm. Ikan gabus berasal dari hasil budi daya pembenihan ikan air tawar milik “Andhi Fish Farm” di Yogyakarta. Ikan gabus yang digunakan adalah juvenil yang sehat, bugar, dan tidak cacat fisik. Sebelum diangkut ikan gabus dipuasakan selama dua hari, hal ini bertujuan mengurangi pembuangan feses dan mengurangi kebutuhan konsumsi oksigen. Kantong plastik diisi air 1 L dan diisi ikan dengan kepadatan sesuai dengan rancangan penelitian dan diberi penambahan garam dengan dosis 3 ppt. Setiap kantong diinjeksi oksigen murni dengan perbandingan 1:3 (air:oksigen). Kantong diikat dengan karet lalu dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam*. Pada setiap *styrofoam* diberi es batu dan ditutup rapat. Proses pengangkutan dilakukan dari tempat pengambilan ikan “Andhi Fish Farm” di Yogyakarta ke stasiun kota Yogyakarta dengan menggunakan mobil. Lalu dari stasiun Yogyakarta menuju stasiun Senen Jakarta dengan menggunakan kereta api. Dari stasiun Senen Jakarta menuju kampus IPB Dramaga dengan menggunakan mobil. Pengangkutan dilakukan selama 24 jam dengan pengamatan kualitas air (suhu, oksigen terlarut, NH_3 , karbondioksida, dan pH). Sampel air diambil sebanyak 30 mL per kantong pada jam ke-0, 6, 12, 18, dan 24 selama pengangkutan.

Pengukuran suhu pada media air menggunakan termometer air raksa (Hg) dengan satuan °C. Parameter oksigen terlarut diukur dengan menggunakan DO-meter. Nilai pH diukur dengan menggunakan pH-meter.

Perhitungan amonia dilakukan dengan mencampurkan 1 tetes amonia cair dengan konsentrasi 70% ke dalam 1 L air (amonia induk). Kemudian, air tersebut diukur nilai amonia menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi-konsentrasi yang ingin digunakan selama pene-

litian, didapat dengan melakukan pengenceran. Setelah itu, larutan tersebut dihitung kembali menggunakan spektrofotometer agar konsentrasi yang digunakan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

Pengukuran karbondioksida dilakukan dengan metode titrasi. Perhitungan dengan rumus:

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{Volume titran} \times N \text{ titran}}{\text{Volume air sampel}} \times \frac{1}{1} \times 44 \times 1000$$

Pengamatan laju sintasan dilakukan pada jam ke 24 pengangkutan. Laju sintasan dihitung berdasarkan Ricker (1975):

$$\text{LS} = \frac{N_0}{N_t} \times 100$$

Keterangan: LS= laju sintasan (%), N_t = jumlah ikan pada akhir pengangkutan (ekor), N_0 = jumlah ikan pada awal pengangkutan (ekor)

Data kualitas air (suhu, oksigen terlarut, NH_3 , karbondioksida, dan pH) dianalisis secara deskriptif. Data laju sintasan selama pengangkutan ditabulasi dengan Microsoft Excel 2010 kemudian dianalisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% dengan bantuan perangkat lunak SPSS 17.0. Apabila data berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Pengamatan laju pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus Ricker (1975):

$$\text{LPH} = \left[\sqrt{\frac{W_t}{W_0}} \cdot t \right] \times 100$$

Keterangan: LPH= laju pertumbuhan harian (%), W_t = berat rata-rata pada akhir pemeliharaan, W_0 = berat rata-rata pada awal pemeliharaan, t = periode penelitian (hari)

Tahap 2

Setelah diangkut ikan dibongkar dan dipelihara untuk mengetahui adanya efek pengangkutan. Masing-masing kantong pengangkutan yang berisi ikan dipindahkan ke dalam 20 akuarium pemeliharaan. Dari setiap perlakuan dipelihara 30 ekor per akuarium. Akuarium yang digunakan berukuran $1,0 \times 0,5 \times 0,5$ m³ dengan padat

tebar awal 30 ekor ikan per akuarium dan salinitas media air pemeliharaan sebesar 0 ppt. Pemeliharaan ini dilakukan selama 21 hari. Juvenil ikan gabus dipelihara dan diberi pakan berupa pelet dengan metode *at satiation*.

Selama 21 hari pemeliharaan dilakukan pengamatan parameter performa ikan (laju sintasan dan laju pertumbuhan harian), tingkat stres (gradien osmotik, glukosa darah, pH darah, hematologi dan aktivitas lisozim) dan fisika-kimia air (suhu, oksigen terlarut, NH₃, CO₂ dan pH air).

Pengukuran gradien osmotik dilakukan dengan mengukur cairan osmolaritas darah dan air media, lalu dilakukan pengukuran menggunakan alat Osmometer Otomatik Roebling dengan menggunakan rumus menurut Anggoro (1992), yaitu :

$$GO \text{ (Osmol kg}^{-1}\text{)} = OP - OM$$

Keterangan: GO= gradient osmotik, OP= nilai tekanan osmotik plasma, OM= nilai tekanan osmotik media

Glukosa darah diukur dengan metode Wadsworth & Yasutake (1977). Plasma sebanyak 50 µl ditambahkan ke dalam 3,5 ml reagen warna *ortho-toluidin* dalam asam asetat glasial. Cairan tersebut dimasukkan ke dalam tabung yang berisi air mendidih dan didiamkan selama 10 menit. Setelah didinginkan dalam suhu ruang, nilai absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 nm. Kadar glukosa darah dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$GD = \frac{AbsSp}{AbsSt} \times GSt$$

Keterangan: GD= konsentrasi glukosa darah (mg dL⁻¹)
AbsSp= absorbansi sampel, AbsSt= absorbansi baku,
GSt= konsentrasi glukosa baku (mg dL⁻¹)

Pengamatan glukosa darah dan performa ikan dilakukan pada hari ke-0, hari ke-1, hari ke-4, hari ke-7, hari ke-14 dan hari ke-21. Parameter gradien osmotik dilakukan pascapengangkutan (hari ke-0).

Uji statistik dilakukan terhadap beberapa parameter, yaitu: laju sintasan, laju pertumbuhan harian, gradien osmotik, glukosa darah dan pH darah. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% menggunakan MS. Excel dan SPSS 17 untuk menentukan apakah perlakuan berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Apabila berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan* untuk melihat perbedaan antarperlakuan yang diuji.

Hasil

Tahap 1 (pengangkutan)

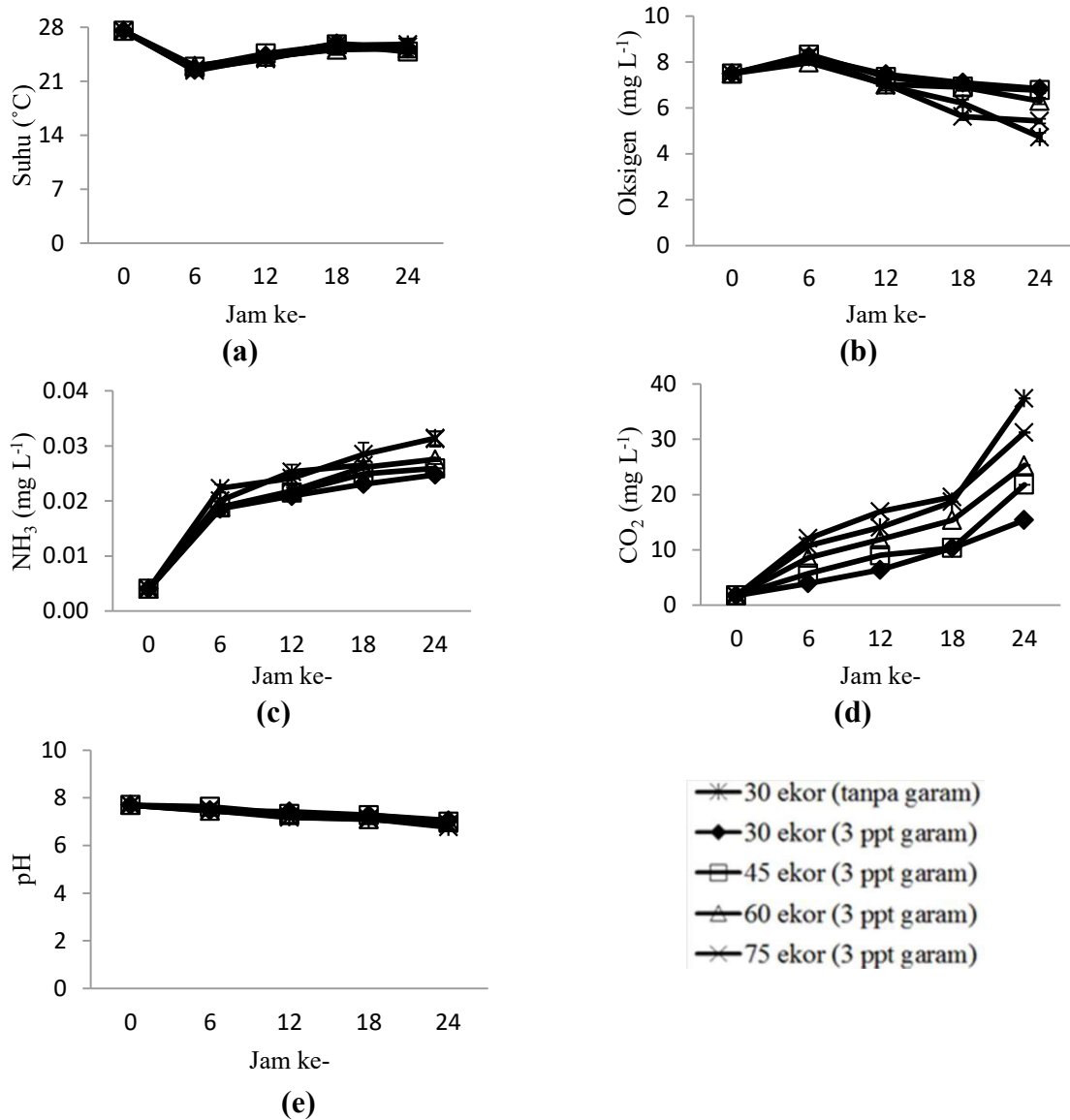
Kualitas air

Pengamatan terhadap parameter kualitas air pada pengangkutan selama 24 jam disajikan pada Gambar 1.

Suhu pada jam ke-6 menurun akibat penambahan es batu dan pada jam berikutnya perlahan mengalami kenaikan. Suhu dalam media pengepakan selama 24 jam berkisar 22-27°C.

Oksigen terlarut pada jam ke-6 naik karena terjadi difusi oksigen akibat guncangan saat pengangkutan dan pada jam berikutnya mulai menurun. Konsentrasi nilai oksigen terlarut perlakuan 30 ekor (tanpa garam) pada jam ke-24 memiliki nilai terkecil sebesar 4,70±0,19 mg L⁻¹. Menurunnya nilai oksigen terlarut juga seiring semakin tingginya kepadatan pada suatu media pengangkutan, yaitu pada perlakuan 75 ekor sebesar 5,4±0,1 mg L⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar 6,30±0,14 mg L⁻¹, perlakuan 45 ekor sebesar 6,80±0,13 mg L⁻¹ dan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar 6,80±0,06 mg L⁻¹.

Nilai pH dalam media pengangkutan selama 24 jam berkisar antara 6,8-7,1.



Gambar 1. Parameter kualitas air selama pengangkutan juvenil ikan gabus; (a) suhu ; (b) oksigen terlarut; (c) NH₃; (d) CO₂; (e) pH air

Konsentrasi NH₃ setiap perlakuan meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu pengangkutan. Pada jam ke-24 dapat dilihat bahwa konsentrasi NH₃ terendah pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar 0,025±0,001 mg L⁻¹ diikuti oleh perlakuan 45 ekor sebesar 0,026±0,001 mg L⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar 0,028±0,000 mg L⁻¹, perlakuan 75 ekor sebesar 0,031±0,001 mg L⁻¹, dan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki konsentrasi NH₃ tertinggi yaitu sebesar 0,031 ±0,001 mg L⁻¹.

Konsentrasi karbondioksida dalam media air pengangkutan terus mengalami peningkatan dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Pada jam ke-24 konsentrasi karbondioksida tertinggi terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar 37,40±0,02 mg L⁻¹. Konsentrasi karbondioksida tertinggi pada perlakuan 75 ekor sebesar 31,24±0,03 mg L⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar 25,30±0,03 mg L⁻¹ dan terkecil pada perlakuan 30 ekor sebesar 15,40±0,02 mg L⁻¹.

Laju sintasan juvenil ikan selama pengangkutan

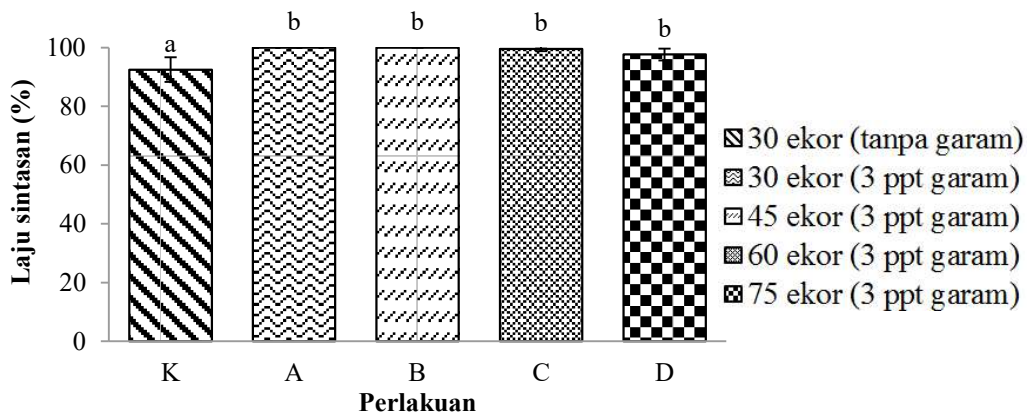
Laju sintasan ikan gabus selama pengangkutan dapat dilihat pada Gambar 2. Laju sintasan pengangkutan tertinggi pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) dan 45 ekor sebesar 100%, kemudian laju sintasan pada perlakuan 60 ekor dan 75 ekor sebesar $99,58 \pm 0,83\%$ dan $97,67 \pm 2,00\%$ dan laju sintasan terendah pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $92,50 \pm 4,19\%$. Pengamatan nilai laju sintasan pada perlakuan yang diberi garam 3 ppt dengan kepadatan yang berbeda tidak beda nyata ($p > 0,05$), namun beda nyata ($p < 0,05$) pada perlakuan tanpa pemberian garam.

Tahap 2 (pemeliharaan pascapengangkutan)

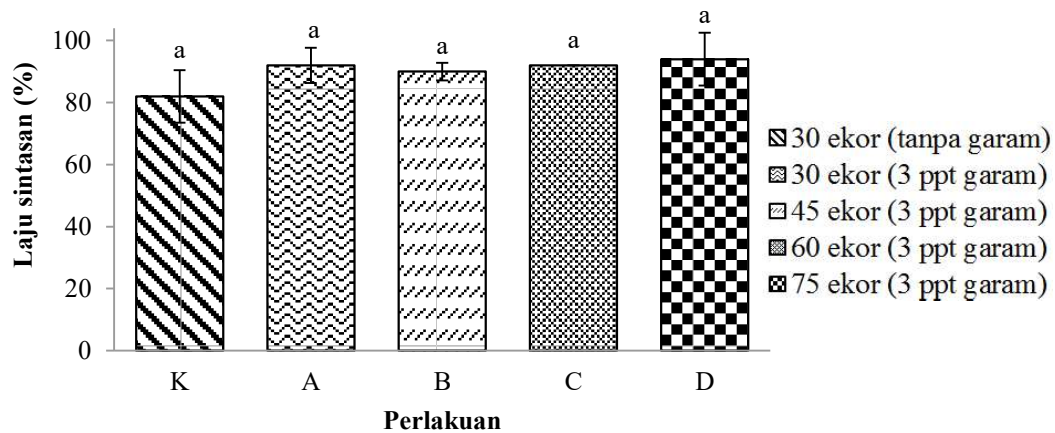
Parameter yang diamati pada tahap 2 adalah laju sintasan pascapengangkutan, laju pertumbuhan, gradien osmotik, dan glukosa darah.

Laju sintasan pascapengangkutan

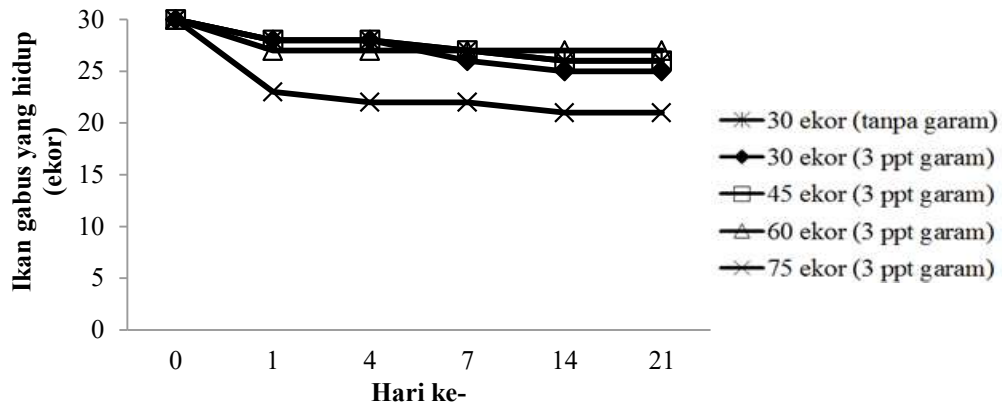
Laju sintasan selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada pemeliharaan ikan gabus pascapengangkutan terdapat kematian yang tinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) dengan laju sintasan sebesar $82,00 \pm 8,49\%$, selanjutnya pada perlakuan 45 ekor sebesar $90,00 \pm 2,83\%$, perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) (3 ppt garam) sebesar $92,00 \pm 5,66\%$



Gambar 2. Laju sintasan juvenil ikan gabus selama pengangkutan. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 3. Laju sintasan juvenil ikan gabus pascapengangkutan. Huruf kecil yang sama dalam grafik menunjukkan tidak beda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 4. Juvenil ikan gabus yang hidup selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan

dan perlakuan 60 ekor sebesar $92,00 \pm 0,00\%$ dan nilai laju sintasan tertinggi pada perlakuan 75 ekor sebesar $94,00 \pm 8,49\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan laju sintasan pengangkutan pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$), namun jika dilihat pada grafik (Gambar 4) terdapat jumlah kematian yang tinggi pada hari pertama pascapengangkutan. Kematian tertinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebanyak 7 ekor, selanjutnya pada perlakuan 75 ekor sebanyak 3 ekor. Pada perlakuan 60 ekor, 45 ekor, dan 30 ekor (3 ppt garam) terdapat jumlah kematian yang sama sebanyak 2 ekor. Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 tidak terdapat banyak kematian karena ikan telah beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan.

Laju pertumbuhan harian

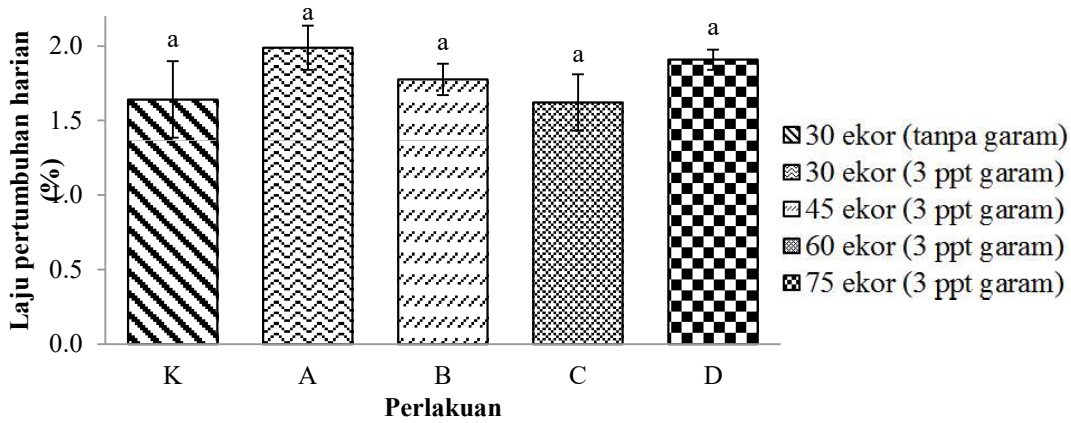
Laju pertumbuhan harian juvenil ikan gabus selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 5. Laju pertumbuhan harian tertinggi pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $1,99 \pm 0,15\%$, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh perlakuan 75 ekor, 45

ekor, 30 ekor (tanpa garam) dan 60 ekor sebesar $1,91 \pm 0,07\%$, $1,78 \pm 0,11\%$, $1,64 \pm 0,26\%$ dan $1,62 \pm 0,19\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan laju pertumbuhan harian pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

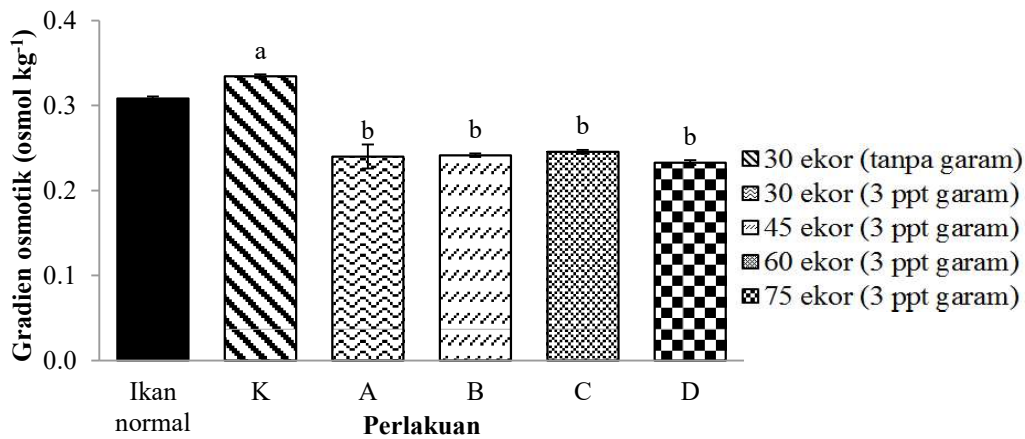
Gradien osmotik

Hasil pengukuran gradien osmotik pada ikan gabus normal (sebelum perlakuan) dan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai gradien osmotik pada ikan gabus normal sebesar $0,301 \pm 0,002 \text{ osmol kg}^{-1}$. Nilai gradien osmotik tertinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $0,335 \pm 0,002 \text{ osmol kg}^{-1}$, sedangkan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $0,240 \pm 0,014 \text{ osmol kg}^{-1}$, perlakuan 45 ekor sebesar $0,242 \pm 0,020 \text{ osmol kg}^{-1}$, perlakuan 60 ekor sebesar $0,246 \pm 0,020 \text{ osmol kg}^{-1}$ dan perlakuan 75 ekor sebesar $0,233 \pm 0,030 \text{ osmol kg}^{-1}$. Perlakuan (30 ekor) tanpa garam berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan menggunakan garam 3 ppt yaitu pada perlakuan 30, 45, 60 dan 75 ekor.

Pengangkutan juvenil ikan gabus



Gambar 5. Laju pertumbuhan harian juvenil ikan gabus pada pemeliharaan 21 hari pascapengangkutan. Huruf kecil yang sama dalam grafik menunjukkan tidak beda nyata ($p>0,05$).



Gambar 6. Gradien osmotik juvenil ikan gabus pada semua perlakuan selama penelitian. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p<0,05$).

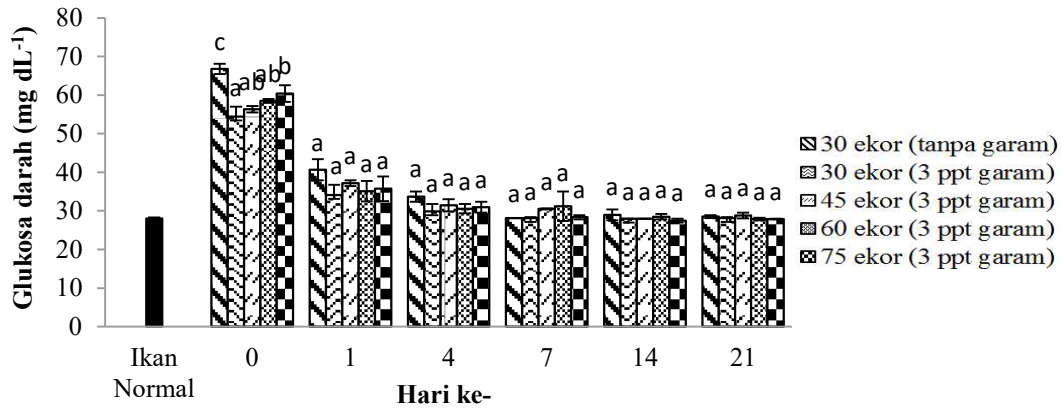
Respons glukosa darah

Hasil pengukuran konsentrasi glukosa darah ikan gabus normal, pascapengangkutan dan pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai glukosa darah pada ikan gabus normal sebesar $28,048 \pm 0,230$ mg dL⁻¹. Nilai glukosa darah tertinggi pada hari ke-0 pascapengangkutan terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $66,806 \pm 1,310$ mg dL⁻¹, kemudian perlakuan 75 ekor sebesar $60,414 \pm 2,170$ mg dL⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar $58,491 \pm 0,490$ mg dL⁻¹, perlakuan 45 ekor sebesar $56,357 \pm 0,840$ mg dL⁻¹ dan terendah pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $54,412 \pm 2,640$ mg dL⁻¹. Hasil analisis statistik

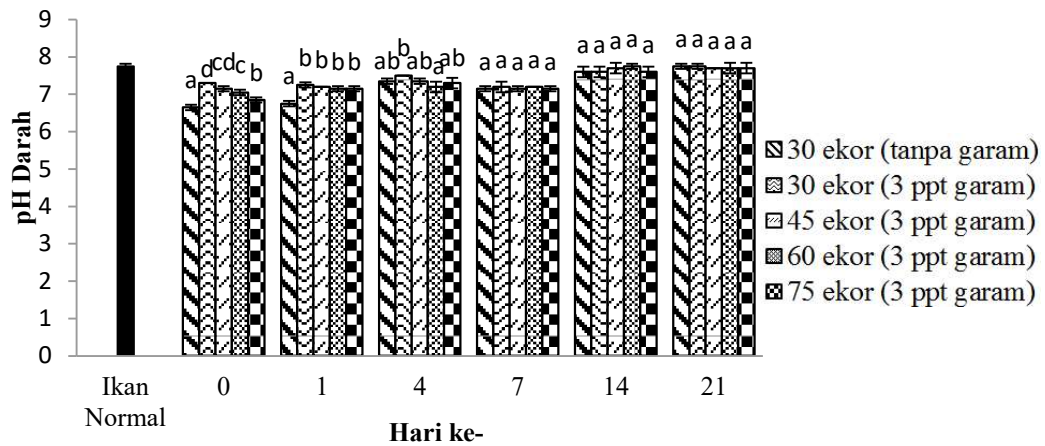
menunjukkan nilai glukosa darah hari ke-0 pada setiap perlakuan berbeda nyata ($p<0,05$). Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 nilai glukosa darah telah mendekati normal, hal ini berarti ikan sudah tidak mengalami stres.

Respons pH darah

Hasil pengukuran nilai pH darah ikan gabus normal, pascapengangkutan dan pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 8. Pengamatan pada hari ke-0 pascapengangkutan menunjukkan nilai pH darah semua perlakuan mengalami penurunan dibandingkan nilai pH darah ikan gabus



Gambar 7. Kadar glukosa darah juvenil ikan gabus pada semua perlakuan selama penelitian. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 8. Kadar pH darah juvenil ikan gabus selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

normal. Nilai pH darah pada ikan gabus normal sebesar $7,75 \pm 0,007$. Nilai pH darah terendah pada hari ke-0 pascapengangkutan terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $6,65 \pm 0,07$, kemudian perlakuan 75 ekor sebesar $6,85 \pm 0,07$, perlakuan 60 ekor sebesar $7,05 \pm 0,07$, perlakuan 45 ekor sebesar $7,15 \pm 0,07$ dan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $7,30 \pm 0,00$. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai pH darah hari ke-0 pada setiap perlakuan beda nyata ($p < 0,05$). Pada hari ke-7 hingga hari ke-21 nilai pH darah telah mendekati normal, yang berarti ikan sudah tidak mengalami stres.

Pembahasan

Suhu merupakan parameter penting dalam kegiatan pengangkutan ikan karena memengaruhi laju metabolisme ikan, proses biologis, proses kimiawi, dan parameter kualitas air lainnya. Fluktuasi suhu selama pengangkutan ikan gabus sebesar $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ selama satu jam. Fluktuasi suhu tersebut masih dalam kondisi yang normal dan tidak membahayakan bagi sintasan juvenil ikan gabus. Menurut Boyd (2012), fluktuasi suhu yang membahayakan bagi ikan adalah 5°C dalam satu jam.

Nilai oksigen terlarut mengalami kenaikan pada jam ke-6 pengangkutan. Hal ini dikarenakan kerasnya guncangan yang mengakibatkan

terjadinya difusi oksigen antara air dan udara di dalam media pengepakan (Humairani 2015). Konsentrasi oksigen terlarut perlakuan tanpa garam (30 ekor) pada jam ke-24 memiliki nilai terkecil. Menurunnya nilai oksigen terlarut seiring dengan tingginya jumlah kepadatan ikan gabus dalam suatu media pengangkutan. Nilai oksigen terlarut selama pengangkutan berkisar 4,7-8,3 mg L⁻¹. Nilai oksigen terlarut dalam kisaran yang baik yaitu >5 mg L⁻¹ (Boyd 2012). Pada jam ke 24 pengangkutan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai oksigen terlarut sebesar 4,7 mg L⁻¹. Rendahnya nilai oksigen terlarut pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) dikarenakan media pengangkutan tanpa penambahan garam. Garam berfungsi untuk menjaga keseimbangan konsentrasi cairan tubuh dan konsentrasi lingkungan, sehingga penggunaan energi dapat dimat. Jika kebutuhan energi meningkat maka penggunaan oksigen meningkat, yang berarti berkurangnya ketersediaan oksigen di dalam media. Ikan gabus memiliki alat pernapasan tambahan berupa sepasang ruang suprabranchial yang terbaring pada bagian faring dorsal hingga lengkungan insang (Banerjee 2007). Keberadaan organ tersebut menyebabkan oksigen bukan merupakan faktor pembatas keberhasilan pengangkutan juvenil ikan.

Konsentrasi NH₃ pada setiap perlakuan mengalami kenaikan seiring dengan tingginya kepadatan dalam media pengangkutan. Wahyu (2015) menyatakan bahwa konsentrasi NH₃ meningkat seiring dengan bertambahnya kepadatan ikan yang digunakan. Konsentrasi NH₃ yang baik untuk juvenil ikan, yaitu <0,02 mg L⁻¹ (Boyd 1982). Perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai NH₃ yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt. Sesuai dengan penelitian Nirmala *et al.* (2012) bahwa penambahan garam akan meningkatkan keku-

atan ion yang dapat menurunkan toksisitas amonia. Tingginya konsentrasi amonia di dalam air menyebabkan ekskresi amonia di insang terhambat. Hambatan tersebut membuat amonia terakumulasi sehingga mengurangi afinitas hemoglobin mengikat oksigen. Kondisi tersebut dapat memicu kematian ikan saat pengangkutan. Tersedianya ion Na⁺ di media berfungsi untuk pertukaran ion NH₃ dari dalam darah ikan melintasi sel-sel branchial (Maetz 1973). Selain itu kondisi ikan gabus dengan penambahan garam 3 ppt menjadi lebih tenang dikarenakan menurunnya gradien osmotik yang berdampak pada menurunnya penggunaan energi ikan, sehingga laju metabolisme lebih rendah dan bahan buangan metabolisme yang dihasilkan pun menjadi lebih sedikit.

Konsentrasi CO₂ dalam media air pengangkutan terus meningkat dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Konsentrasi CO₂ yang baik untuk juvenil ikan, yaitu < 0,02 mg L⁻¹ (Boyd 1982). Konsentrasi CO₂ pada setiap perlakuan di luar ambang batas yang direkomendasikan untuk ikan. Kadar CO₂ yang tinggi (*hipercapnia*) menyebabkan pH darah menjadi lebih asam (*acidosis*) sehingga kadar O₂ darah menurun melalui mekanisme efek *Root*. Kedua kondisi ini menyebabkan ikan meningkatkan laju ventilasi insang. Selanjutnya ikan akan mati karena kekurangan O₂, meskipun kandungan O₂ di air media pengangkutan tinggi. Tersedianya ion Cl⁻ di dalam media berfungsi untuk pertukaran ion HCO₃⁻ dari dalam darah ikan melintasi insang (Smith 1982). Hal ini berarti penggunaan garam 3 ppt dalam media pengangkutan dapat mengurangi kandungan CO₂ di dalam darah.

Nilai pH air selama pengangkutan masih dalam pada kisaran yang baik untuk ikan gabus yaitu 6-8,6 (Boyd 1982). Penurunan nilai pH disebabkan peningkatan konsentrasi CO₂ pada media pengangkutan. Senyawa CO₂ selama respirasi

akan bereaksi dengan air sehingga menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3) yang dapat menurunkan pH air (William & Robert 1992).

Kematian ikan yang terjadi pada kegiatan pengangkutan tertutup salah satunya disebabkan oleh kandungan NH_3 dan CO_2 yang melebihi batas toleransi ikan. Dari hasil data fisik-kimiawi air tersebut di atas, perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai NH_3 dan CO_2 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt. Kandungan amonia yang tinggi akan memengaruhi permeabilitas ikan terhadap air dan menurunkan konsentrasi ion dalam tubuh, sehingga meningkatkan konsumsi oksigen jaringan dan menyebabkan kerusakan insang serta mengurangi kemampuan darah dalam transpor oksigen (Boyd 1990). Tingginya kandungan CO_2 di dalam air menyebabkan ekskresi CO_2 di insang terhambat. Kandungan CO_2 yang tinggi (*hipercapnia*) yang menyebabkan pH darah menjadi lebih asam (*acidosis*) sehingga kadar O_2 darah menurun melalui mekanisme efek *Root*.

Kematian saat pengangkutan disebabkan ikan gagal mengatasi dan beradaptasi terhadap stres akibat memburuknya kualitas air. Kematian saat pascapengangkutan merupakan pengaruh lanjutan dari stres saat pengangkutan. Stres yang terlalu tinggi menyebabkan ikan sulit memulihkan keseimbangan fisiologis di dalam tubuhnya, kemudian berakibat kematian saat pemeliharaan pascapengangkutan. Kematian pada pascapengangkutan disebut juga dengan *delayed mortality* atau *hauling loss* (Wedemeyer 1996). Kematian tertinggi terdapat pada pemeliharaan pascapengangkutan hari ke-1. Tingginya kematian juvenil ikan gabus ini diakibatkan tingginya tingkat stres pascapengangkutan dan juvenil yang tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan baru (Humairani 2015). Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 tidak terdapat banyak kematian, karena ikan telah bera-

daptasi pada kondisi lingkungan. Hal ini dibuktikan dari hasil pengukuran nilai glukosa darah juvenil yang mendekati nilai glukosa darah ikan gabus normal.

Kepadatan ikan saat pengangkutan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan harian. Hal tersebut disebabkan ikan yang bertahan hidup telah mampu mengatasi stres saat pengangkutan dan beradaptasi dengan kondisi wadah pemeliharaan. Hasil penelitian Procarione *et al.* (1999) pada ikan rainbow trout (*Salmo gairdneri*) juga menunjukkan kondisi stres tidak selalu menyebabkan laju pertumbuhan ikan menurun. Menurunnya laju pertumbuhan akibat stres dan tekanan lainnya tidak berlaku secara umum pada seluruh ikan (McCormick *et al.* 1998).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan ikan gabus dalam media pengangkutan tidak memengaruhi nilai gradien osmotik. Perlakuan 30 ekor, 45 ekor, 60 ekor, dan 75 ekor dengan menggunakan garam 3 ppt merupakan kondisi isosmotik (nilai osmolaritas cairan tubuh mendekati nilai osmolaritas cairan media). Gradien osmotik yang semakin rendah membuat energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi makin sedikit, sehingga penggunaan energi dapat dialihkan untuk pertumbuhan dan juga dapat meningkatkan sintasan (Setiyoningsih 2014). Sebaliknya perlakuan tanpa garam (30 ekor) menunjukkan bahwa juvenil ikan gabus bersifat hiperosmotik, yang berarti semakin besarnya energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi (Corrion *et al.* 2005). Hal yang sama dikemukakan oleh Arjona *et al.* (2009) bahwa gradien osmotik yang semakin tinggi, dapat menyebabkan penggunaan energi untuk osmoregulasi akan semakin tinggi pula. Ketika ikan membutuhkan energi untuk proses osmoregulasi, maka ikan akan memanfaatkan sumber energi yang ada di dalam tubuhnya, yakni oksigen untuk oksidasinya (Marli-

na 2011). Hasil penelitian ini menunjukkan gradien osmotik yang rendah akan menghemat energi dan mengurangi konsumsi oksigen. Hal ini sesuai dengan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai oksigen terlarut lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt, artinya ikan lebih banyak mengonsumsi oksigen untuk proses osmoregulasi.

Ikan yang bersifat hiperosmotik harus mengembangkan mekanisme fisiologisnya untuk mencegah kelebihan aliran air yang masuk ke dalam tubuh dan juga mengembangkan mekanisme untuk mencegah kehilangan zat terlarut sebagai kelebihan air yang diekskresikan melalui proses osmoregulasi. Hal ini juga dijelaskan oleh Evans (2008) yaitu pada ikan air tawar yang memiliki tekanan osmotik cairan tubuh yang lebih tinggi daripada tekanan osmotik medianya aliran air akan meningkat ke dalam tubuh dan menyebabkan kehilangan NaCl secara difusi melalui epitel insang permeabel. Untuk mencegah konsentrasi cairan tubuh internal menjadi terlalu encer maka ikan mengekskresikan urin hipotonik dalam volume yang relatif besar dan menyerap NaCl secara aktif melintasi epitel insang.

Peningkatan glukosa darah pada setiap perlakuan hari ke-0 pascapengangkutan menunjukkan ikan mengalami stres saat pengangkutan (Abreu *et al.* 2008). Mekanisme terjadinya perubahan performa glukosa darah selama stres yaitu adanya perubahan lingkungan yang akan diterima oleh organ reseptor. Informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem saraf, dan selanjutnya sel kromaffin menerima perintah melalui serabut saraf simpatik untuk mensekresikan hormon katekolamin. Hormon ini akan mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen hati dan otot serta menekan sekresi hormon insulin, sehingga glukosa darah mengalami peningkatan.

Selanjutnya pada saat yang bersamaan hipotalamus otak mensekresikan CRF (*corticotropin releasing factor*) yang mengatur kelenjar pituitari untuk mensekresikan ACTH (*adrenocorticotrophic hormone*), MSH (*melanophore-stimulating hormone*) dan p-End (*p-endorphin*). Hormon tersebut akan mengatur sekresi hormon kortisol dari sel internal. Diketahui bahwa kortisol akan mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam glukoneogenesis yang menghasilkan peningkatan glukosa darah yang bersumber dari non karbohidrat.

Penurunan nilai pH darah menunjukkan ikan mengalami stres saat pengangkutan (Wood *et al.* 1997). Tingginya nilai gradien osmotik pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) menyebabkan ikan lebih banyak membutuhkan energi untuk osmoregulasi sehingga ikan menjadi hiperaktif dan aktivitasnya meningkat. Energi yang dihasilkan dari pemecahan glikogen melalui jalur metabolisme anaerob menyebabkan produksi asam laktat meningkat dan lepasnya CO₂ ke dalam darah (Wahyu 2015). Keberadaan asam laktat dan CO₂ menyebabkan pH darah menurun sehingga terjadi asidosis. Asidosis menyebabkan afinitas hemoglobin mengikat oksigen menjadi berkurang (*Bohr effect*) dan menurunnya kapasitas darah dalam mengangkut oksigen (*Root effect*) (Delince *et al.* 1987). Nilai pH darah ikan normal pada umumnya berkisar 7,6-7,8 (Wedemeyer 1996). Saat nilai pH darah berada pada kisaran 6,5-7,5 kandungan oksigen di dalam darah menurun dengan cepat seiring terjadinya asidosis (Berenbrink 2011). Penurunan nilai pH darah sebesar satu unit menyebabkan afinitas hemoglobin mengikat oksigen tereduksi hampir sebesar 50% (Wedemeyer 1996). Kondisi tersebut menyebabkan ikan mengalami kekurangan oksigen di dalam tubuh atau hipoksia, yang me-

nyebabkan suplai oksigen untuk proses metabolisme energi berkurang.

Simpulan

Penambahan garam 3 ppt ke dalam media pengangkutan dengan kepadatan berbeda mampu mempertahankan kualitas air dan menekan tingkat stres dibandingkan dengan perlakuan tanpa garam.

Daftar pustaka

- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. UNRI Press, Pekanbaru. 217 hlm.
- Anggoro S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu *Penaeus monodon* Fabricius *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 128 hlm.
- Abreu JS, Sanabaria-Ochoa AI, Goncalves FD, Urbinati EC. 2008. Stress responses of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. *Ciencia Rural*, 38(5): 1413-1417.
- Arjona JF, Chacoff LV, Jarabo IR, Gonçalves O, Páscoa I, María P, Río MD, Mancera JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kamp.1858) to osmotic challenge: implication for osmoregulation, energy metabolism and growth. *Aquaculture*, 287(2): 419-426.
- Banerjee TK. 2007. Histopathology of respiratory organs of certain air-breathing fishes of India. *Fish Physiology and Biochemistry*, 33(4): 441-454.
- Berenbrink M. 2011. Evolution of root effect. In: Farrell AP, editor. *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*. London (UK): Academic Press. pp. 921-928.
- Boyd CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York. 318 p.
- Boyd CE. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agriculture Experiment Station, Auburn University. Birmingham Publishing Co. Alabama. 482 p.
- Boyd CE. 2012. Water quality. In: Lucas JS, Southgate PC (Editor). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. 2nd edition. (UK): John Wiley & Sons. Oxford. pp. 52-82.
- Corrion RL, Alvarellos SS, Guzman JM, Mari'a P, Ri'o MD, Soengas JL, Mancera JM. 2005. Growth performance of gilthead sea bream conditions : Implication for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture*, 250(3-4): 849-861.
- Delince GA, Campbell D, Janssen JAL, Kutty MN. 1987. *Seed Production*. African Regional Aquaculture Centre. Port Harcourt, Nigeria. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 118 p.
- Emu S. 2010. Pemanfaatan garam pada pengangkutan sistem tertutup benih ikan patin *Pangasius* sp. berkepadatan tinggi dalam media yang mengandung zeolite dan arang aktif. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 82 hlm.
- Evans DH. 2008. Teleost fish osmoregulation: What have we learned since August Krogh, Homer Smith, and Ancel Keys. *American Journal of Physiology- Regulatory Comparative Integrative and Physiology*, 295(1):704-713.
- Humairani. 2015. Respon stres benih udang galah *Macrobrachium rosenbergii* terhadap penambahan zeolit, karbon aktif, minyak cengkeh dan garam pada transportasi tertutup. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 42 hlm.
- Maetz J. 1973. $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$, Na^+/H^+ exchanges and NH_3 movement across the gill of *Carassius auratus*. *Journal of Experimental Biology*, 58(4): 255-275.
- Marlina E. 2011. Optimasi osmolaritas media dan hubungannya dengan respon fisiologis benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 107 hlm.
- McCormick SD, Shrimpton JM, Carey JB, O'dea MF, Sloan KE, Moriyama S, Björnsson BT. 1998. Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. *Aquaculture*, 168(1): 221-235.
- Nirmala K, Hadiroseyani Y, Widiasto RP. 2012. Penambahan garam dalam air media yang berisi zeolit dan arang aktif pada transportasi sistem tertutup benih ikan gurami *Osphronemus goramy* Lac. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 190-201.
- Procarione LS, Barry TP, Malison JA. 1999. Effects of high rearing densities and loading

- rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. *North American Journal of Aquaculture*, 61(2): 91-96.
- Purnamawati. 2016. Respon kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata* Blkr.) pada berbagai tingkat salinitas media air sulfat masam *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 95 hlm.
- Rahmawanty D, Anwar E, Bahtiar A. 2014. Formulasi gel menggunakan daging ikan haruan (*Channa striata*) sebagai penyembuh luka. *Media Farmasi*, 11(1) : 29-40.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Canada (CAN): *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 382 p
- Setiyoningsih PR. 2014. Respon gelondongan ikan bandeng (*Chanos chanos*) akibat perubahan salinitas dengan penambahan kalsium klorida (CaCl₂) pada durasi yang berbeda. *Jurnal Penelitian UNISLA*, 5(2): 6-17
- Smith LS. 1982. *Introduction to Fish Physiology*. Neptune City, New Jersey, Publications Inc. 320 p.
- Supriyono E, Budiyaniti, Budiardi T. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Ephinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Kelautan*, 15(2): 103-112.
- Supriyono E, Syahputra R, Ghozali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, Kristanto AH. 2011. Efektivitas pemberian zeolit, arang aktif, dan minyak cengkeh terhadap hormone kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1): 67-75.
- Wahyu. 2015. Respons fisiologis juvenil ikan gabus *Channa striata* pada transportasi sistem tertutup. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1978. Prevention and treatment of nitrite toxicity in juvenile steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 35(6): 822-827
- Wedemeyer GA. 1996. Transportation and handling. In: Pennel W, Barton BA (ed). *Principles of Salmonid Culture. Development in Aquaculture and Fisheries Science* 29. Elsevier. Amsterdam. pp. 727-755.
- Wendelaar BSE. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(1): 591-625.
- William AW, Robert MD. 1992. Interaction of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. *J. SRAC Publication*, 464: 1-4.
- Witeska M. 2005. Stress in fish: hematological and immunological effects of heavy metals. *Electronic Journal of Ichthyology*, 15(1): 35-41.
- Witeska M. 2013. Erythrocytes in teleost fishes: a review. *Zoology and Ecology*, 23(4): 275-281.
- Wood CM, McMahan BR, McDonald DG. 1977. An analysis of changes in blood pH following exhausting activity in the starry flounder, *Platichthys stellatus*. *Journal of Experimental Biology*, 69(1):173-185.