

Penggunaan zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh pada transportasi tertutup benih udang galah

The use of zeolite, active carbon, and clove oil in closed transportation of giant freshwater prawn juvenile

Rahma Vida Anandasari¹, Eddy Supriyono^{1*}, Odang Carman¹, Kukuh Adiyana²

¹Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

²Pusat Pengkajian Teknologi Kelautan dan Perikanan-Balitbang-KKP
Jalan Pantai Kuta I No. 3, Pademangan, DKI Jakarta 14430

*Surell: eddy_suproyono@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of zeolite, active carbon, and clove oil on water quality (dissolved oxygen/DO, total ammonia nitrogen/TAN, temperature) and biological quality (glucose concentration, total protein, survival/SR) of giant freshwater prawn juvenile *Macrobrachium rosenbergii* in closed transportation system. The study was conducted in laboratory scale with a completely randomized design. The biota used was juvenile giant prawn with an average weight 0.407 ± 0.005 g/ind. The type and dose of additive used were A (20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon + 14 μ L/L clove oil), B (20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon + 9.33 μ L/L clove oil), C (20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon + 4.67 μ L/L clove oil), D (20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon + 1.87 μ L/L clove oil), K+ (20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon), and K- (without material addition). The glucose concentration of treatment B and C significantly different with treatment A, D, K+, K-. Total protein of treatment A, B, C and K+ significantly different with treatment K-. DO, TAN, and temperature of the transportation media were still in the suitable concentration for living of giant prawn. The highest survival of the prawn was observed in group C. The result showed the combination of 20 g/L zeolite + 10 g/L active carbon + 4.67 μ L/L clove oil in the water is suitable for closed transportation system for juvenile giant freshwater prawn.

Keywords: glucose concentration, total protein, DO, TAN, temperature

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pemberian zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh terhadap kualitas air (*dissolved oxygen/DO*, *total ammonia nitrogen/TAN*, suhu) dan kualitas biologi (konsentrasi glukosa, total protein, tingkat kelangsungan hidup/TKH) benih udang galah *Macrobrachium rosenbergii* pada sistem transportasi tertutup. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan rancangan acak lengkap. Biota yang digunakan yaitu benih udang galah dengan bobot rata-rata $0,407 \pm 0,005$ g/ekor. Dosis bahan tambahan yang digunakan adalah: A (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14 μ L/L minyak cengkeh), B (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 μ L/L minyak cengkeh), C (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh), D (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 μ L/L minyak cengkeh), K+ (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif), dan K- (tanpa bahan tambahan). Konsentrasi glukosa perlakuan B dan C berbeda nyata dengan perlakuan A, D, K+, K-. Total protein perlakuan A, B, C, D, dan K+ berbeda nyata dengan perlakuan K-. DO, TAN dan suhu media transportasi masih sesuai dengan kehidupan udang galah. Tingkat kelangsungan hidup transportasi tertinggi yaitu pada perlakuan C. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh adalah perlakuan yang sesuai untuk transportasi tertutup benih udang galah.

Kata kunci: konsentrasi glukosa, total protein, DO, TAN, suhu

PENDAHULUAN

Udang galah *Macrobrachium rosenbergii* merupakan komoditas perairan air tawar yang bernilai ekonomis tinggi, pada tahun 2014

udang galah segar bernilai Rp 60.000/kg. Udang ini banyak dibudidayakan di Tiongkok, India, Thailand, Vietnam, Bangladesh, Malaysia, Taiwan, dan Ekuador (Nandlal & Pickering, 2005). Berdasarkan FAO (2011) produksi budidaya

udang galah dunia pada tahun 2010 mencapai 200.000 ton. Udang galah di Indonesia banyak didapatkan dari penangkapan dan sebagian kecil dari budidaya. Udang galah hasil tangkapan di Indonesia merupakan yang terbesar sedunia (FAO, 2011), pada tahun 2011 mencapai 9.528 ton (KKP, 2013), dan terus meningkat dari tahun 2009–2013 dengan kenaikan rata-rata 54,02% per tahun serta berjumlah 3.387 ton pada tahun 2013. Budidaya udang galah memiliki peluang yang sangat besar untuk memenuhi permintaan pasar udang galah sebab hasil tangkapan udang dari alam terus menurun karena *overfishing* dan kondisi alam yang semakin buruk.

Permintaan yang besar akan udang galah harus diimbangi dengan peningkatan produksi budidaya udang galah. Salah satu kendala dalam kegiatan pembesaran udang galah adalah pengadaan benih. Permasalahan di dalam pengadaan benih ini adalah teknologi yang belum menyebar yaitu kegiatan pembenihan terpusat di Pulau Jawa antara lain di Pelabuhan Ratu dan Yogyakarta, sedangkan pembesaran di Pulau Jawa, Kalimantan, Sumatera, dan Papua. Selain itu, lokasi pembenihan yang jauh dari pembesaran disebabkan oleh persyaratan hidup yang berbeda untuk pembenihan dan pembesaran udang galah. Pada saat telur menetas sampai stadia larva, udang galah hidup di air payau. Setelah menjadi juvenil sampai dewasa, udang galah hidup di air tawar. Jarak tersebut mengharuskan adanya upaya distribusi benih.

Distribusi benih ikan secara umum telah mengalami perbaikan teknologi. Hal ini sering disebut dengan transportasi ikan hidup. Transportasi benih udang galah belum banyak dieksplorasi, akibatnya masih sulit dilakukan transportasi benih udang galah untuk jarak yang jauh dengan kepadatan yang tinggi. Jika kepadatan terlalu tinggi, kualitas air media transportasi akan cepat memburuk dan benih udang akan stres, dampaknya akan memengaruhi fisiologi bahkan kematian benih udang.

Teknologi transportasi harus dikembangkan untuk menjawab permasalahan ini. Penggunaan zeolit dan karbon aktif untuk menyerap bahan buangan metabolit dan minyak cengkeh untuk memperlambat laju metabolisme karena memiliki eugenol (Inoue *et al.*, 2005) dapat menekan stres pada ikan (Supriyono *et al.*, 2011). Stres menyebabkan terjadinya perubahan respons fisiologi di dalam tubuh. Beberapa variabel metabolik seperti konsentrasi glukosa, total protein, laktat, hemosianin, kapasitas

osmoregulasi, total lemak, trigliserida dan total kolesterol dapat digunakan untuk monitoring kondisi fisiologi pada krustase akibat stres (Mercier *et al.*, 2006). Bahan-bahan tersebut diharapkan dapat memperbaiki teknologi transportasi benih udang galah.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pemberian zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh terhadap kualitas air *dissolved oxygen* (DO), *total ammonia nitrogen* (TAN), suhu, dan kualitas biologi (konsentrasi glukosa, total protein, tingkat kelangsungan hidup (TKH)) benih udang galah pada sistem transportasi tertutup dan menentukan dosis pemberian zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh yang paling tepat untuk transportasi benih udang galah dengan kepadatan yang tinggi

BAHAN DAN METODE

Tempat penelitian

Simulasi transportasi dan pemeliharaan pascatransportasi dilakukan di Laboratorium Lingkungan BDP Lantai 1, FPIK, IPB. Uji konsentrasi glukosa dan total protein dilakukan di Laboratorium Fisiologi FKH, IPB. Uji kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan Lantai 2 BDP, FPIK, IPB.

Kegiatan penelitian

Benih udang galah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari BPPI Sukamandi. Benih udang galah yang digunakan memiliki panjang 3,7–4,5 cm dengan berat rata-rata $0,40 \pm 0,02$ g/ekor. Zeolit yang digunakan pada penelitian ini berukuran 40–60 mesh. Ukuran karbon aktif yang digunakan untuk penelitian ini adalah 40–60 mesh. Zeolit dan karbon aktif telah diaktivasi menggunakan NaOH 1%. Minyak cengkeh yang digunakan adalah minyak cengkeh komersial dengan kandungan eugenol 38,14%.

Penelitian ini dilakukan dengan simulasi transportasi. Plastik *polyethylene* (PE) diisi dengan oksigen murni dan air dengan perbandingan 2:1. Plastik dilengkapi dengan shelter berupa jaring berukuran 20×20 cm². Dosis kombinasi bahan berupa zeolit, karbon minyak cengkeh dimasukkan ke dalam plastik sesuai perlakuan. Udang dimasukkan dengan kepadatan 100 ekor/L. Kemasan dilapisi dengan plastik hitam, kemudian dimasukkan ke dalam *styrofoam* yang sebelumnya sudah ditambahkan es batu. Setelah *styrofoam* ditutup, dilakukan simulasi transportasi dengan mengguncangkan *styrofoam* setiap jam selama

lima menit. Simulasi transportasi berlangsung selama 24 jam. Dilakukan pengamatan kualitas air selama transportasi dan pengamatan TKH pada akhir transportasi. Setelah dilakukan simulasi, dilakukan pemeliharaan udang selama sepuluh hari. Benih udang ditebar ke dalam akuarium dengan ukuran 60×50×40 cm³ sebanyak 50 ekor/akuarium. Parameter yang diamati adalah konsentrasi glukosa dan total protein.

Dosis minyak cengkeh yang digunakan diperoleh dari LC₅₀ 96 jam (18,75 µL) dikalikan 75%, 50%, 25%, dan 10%. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan, masing-masing dengan tiga ulangan, yaitu:

- A = (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 µL/L minyak cengkeh)
- B = (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 µL/L minyak cengkeh)
- C = (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 µL/L minyak cengkeh)
- D = (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 µL/L minyak cengkeh)
- Kontrol positif (K+) = (20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif)
- Kontrol negatif (K-) = (tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh)

Parameter uji dan pengambilan sampel

Kualitas air dan biologi pada penelitian ini diukur dari parameter-parameter uji berupa konsentrasi glukosa, total protein hemolimfa, kualitas air berupa DO, TAN, TKH.

Sampel hemolimfa diambil dari empat ekor benih udang galah per akuarium dari dua akuarium per kelompok perlakuan. Dilakukan pengulangan analisis pada setiap sampel hemolimfa per akuarium. Sampel udang galah digerus dalam antikoagulan dengan perbandingan 1:1 (bobot:volume) dan disentrifugasi dengan kecepatan 2.516 kali g selama sepuluh menit. Supernatan diambil untuk diuji konsentrasi glukosa dan total protein. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan kran kecil yang dipasang diujung plastik pengepakan. Kran kecil ini dapat diputar sehingga dapat dibuka dan ditutup (dikencangkan).

Analisis data

Pengamatan parameter konsentrasi glukosa dan total protein dilakukan pada 24 jam sebelum transportasi (-24 jam), 0 jam (pembongkaran), tiga, 12, 24, 72 (tiga hari), 168 (tujuh hari), dan 240 jam (sepuluh hari) setelah transportasi.

Data konsentrasi glukosa, total protein, dan TKH dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% menggunakan SPSS untuk menentukan perlakuan berpengaruh terhadap parameter yang diamati atau tidak. Apabila berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan* untuk melihat perbedaan antarperlakuan yang diuji. Parameter kualitas air dibaca secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air selama transportasi

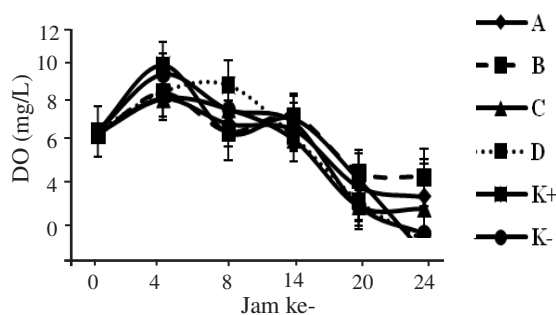
Oksigen terlarut (DO) berperan penting dalam pengkondisian lingkungan perairan yang baik, karena parameter kimia ini akan memengaruhi parameter kimia fisika perairan yang lainnya. DO sangat berhubungan erat dengan suhu, semakin tinggi suhu maka semakin kecil DO dalam air dan proses biologi serta kimia akan meningkat, sehingga konsumsi oksigen akan meningkat pula. DO merupakan faktor penting dalam kegiatan budidaya perairan. Bukan hanya udang yang mengonsumsi DO untuk respirasi, namun DO juga digunakan untuk kestabilan kualitas air. Buangan metabolisme dapat menjadi sangat tinggi seiring dengan kepadatan biota. DO merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan di dalam air, DO yang terlalu rendah akan menyebabkan kematian pada ikan, penyebab utama berkurangnya DO di dalam air adalah bahan-bahan buangan yang mengkosumsi oksigen (Araoye, 2009; Uriarte, 2009; Zhang *et al.*, 2010; Pena *et al.*, 2010; Sear *et al.*, 2014).

Berdasarkan Gambar 1 dapat diamati bahwa DO pada jam keempat naik. Hal ini menunjukkan adanya difusi oksigen murni ke dalam air. Kenaikan DO pada saat itu terlihat drastis sebab DO air pada jam ke-0 belum jenuh, selain itu aktivitas respirasi belum lama terjadi. Pada jam selanjutnya, DO semakin turun. Hal ini disebabkan karena terjadi kegiatan respirasi yang cukup lama dan DO digunakan untuk merombak buangan metabolit. Adanya kenaikan suhu menyebabkan kelarutan oksigen menurun dan respirasi udang meningkat. Pada akhir transportasi (24 jam), DO paling rendah ($\leq 2,3$ ppm) yaitu pada perlakuan dosis minyak cengkeh terendah (D), perlakuan zeolit dan karbon aktif (K+) dan perlakuan tanpa bahan tambahan (K-), sedangkan pada perlakuan yang diberi zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh dengan dosis yang lebih tinggi (A, B, dan C), DO-nya lebih besar sama dengan

3,3 mg/L. Giap *et al.* (2005) menyatakan DO yang baik untuk udang kehidupan galah adalah lebih dari 3 mg/L. Konsentrasi DO yang terlalu rendah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap kesehatan ikan seperti anoreksia, stres pernafasan, hipoksia jaringan, ketidaksadaran, bahkan kematian (Wedemeyer, 1996).

Kadar TAN dalam bentuk NH_3 maupun NH_4^+ di dalam suatu perairan dipengaruhi juga oleh pH dari perairan tersebut. Pada pH 7 atau kurang, nilai TAN di perairan lebih banyak dalam bentuk ionisasi yang bersifat kurang toksik. Sebaliknya pada pH lebih dari 7, TAN lebih banyak dalam bentuk tak terionisasi (bebas) yang bersifat toksik. Selain pH, suhu perairan juga akan memengaruhi besarnya kadar amonia (NH_3). Meningkatnya suhu menyebabkan peningkatan kadar amonia di dalam perairan (Peng *et al.*, 2011; Sinha *et al.*, 2012; Horak *et al.*, 2013; Qiang *et al.*, 2013). Berdasarkan Gambar 2, pada jam ke-0, TAN seluruh perlakuan berada pada kisaran 0,09 sampai 0,1 mg/L. Konsentrasi TAN jam keempat pada perlakuan minyak cengkeh dosis tinggi (perlakuan A dan B) cukup tinggi dibandingkan perlakuan minyak cengkeh dosis rendah maupun yang hanya menggunakan zeolit dan karbon aktif (C, D, K+, K-). Selanjutnya, konsentrasi TAN pada perlakuan C, D, K+, dan K- terus meningkat seiring waktu, namun TAN pada perlakuan C (dosis minyak cengkeh 4,67 $\mu\text{L/L}$) lebih rendah dari yang lainnya. Batas aman TAN menurut Shivananda *et al.* (2012) adalah <0,5 mg/L.

Pada transportasi tertutup diberikan tambahan



Gambar 1. *Dissolved oxygen* (DO) media transportasi benih udang galah pada berbagai perlakuan. Keterangan:

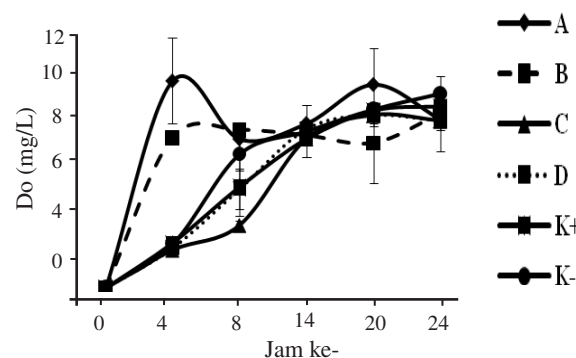
- A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif
- K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

es batu pada kotak *styrofoam* untuk menjaga suhu media tetap stabil pada suhu rendah. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan viskositas dan juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O_2 , CO_2 , N_2 , dan CH_4 (Goodrich *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2011; Nishizaki & Carrington, 2014). Suhu yang meningkat akan meningkatkan proses biokimia yang terjadi pada tubuh udang. Sebaliknya, saat terjadi penurunan suhu, maka proses metabolisme dalam tubuh udang juga mengalami penurunan. Suhu dalam media pengepakan selama 24 jam terjaga rendah, yaitu 19,4 °C sampai 26,6 °C.

Kualitas biologi benih udang galah

Kondisi stres menyebabkan kadar glukosa meningkat untuk mengakomodir keperluan energi yang digunakan untuk kestabilan homeostasi. Aktivitas untuk memperbaiki homeostasi diantaranya: respirasi, pergerakan, regulasi hidromineral, dan perbaikan jaringan. Kebutuhan energi untuk memperbaiki homeostasi selama stres dipenuhi oleh proses glikogenolisis dan glukoneogenesis yang menghasilkan glukosa (Costas *et al.*, 2011; Karim *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2013; Baltzegar *et al.*, 2014; Maksymiv *et al.*, 2014). Peningkatan glukosa berkaitan dengan mobilisasi penyimpanan energi dalam kondisi stres sebagai sumber bahan bakar untuk metabolisme anaerob yang menghasilkan produksi dan akumulasi laktat (Lorenzon *et al.*, 2008).

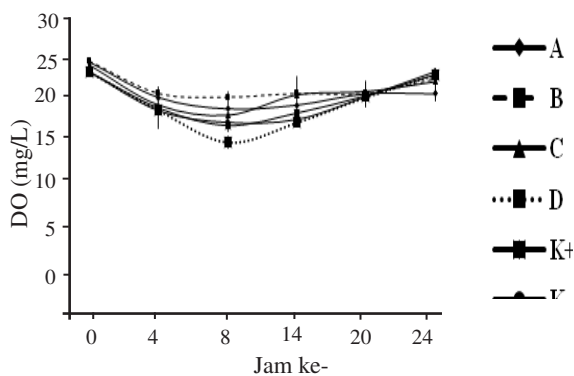
Berdasarkan Tabel 1, pada saat pembongkaran,



Gambar 2. *Total ammonia nitrogen* (TAN) media transportasi benih udang galah pada berbagai perlakuan. Keterangan:

- A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 $\mu\text{L/L}$ minyak cengkeh
- K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif
- K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

perlakuan K-, K+, A, dan D mengalami hipoglisemia yang ditunjukkan dengan kadar glukosa jauh di bawah glukosa normal (sebelum ditransportasi). Berturut-turut kondisi stres paling parah dialami oleh perlakuan K, D, K+, dan A. Perlakuan K- mengalami stres yang paling parah sebab tidak diberikan tambahan zeolit, karbon aktif, maupun minyak cengkeh. Secara statistik, perlakuan yang tidak diberi bahan tambahan, maupun yang hanya diberi zeolit dan karbon aktif berbeda nyata dengan perlakuan yang diberi zeolit, karbon aktif dan minyak cengkeh



Gambar 3. Suhu media transportasi benih udang galah pada berbagai perlakuan. Keterangan:

A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 μ L/L minyak cengkeh

B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 μ L/L minyak cengkeh

C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh

D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 μ L/L minyak cengkeh

K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif

K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

dosis 9,33 μ L/L (perlakuan B) maupun minyak cengkeh dengan dosis 4,67 μ L/L (perlakuan C) saat pembongkaran.

Konsentrasi glukosa pada perlakuan B dan C tidak terlalu fluktuatif, bahkan pada saat pembongkaran. Diduga tambahan minyak cengkeh dapat meminimalkan kondisi stres, sehingga metabolisme udang tidak tinggi. Selain itu buangan metabolisme dapat diredam oleh zeolit dan karbon aktif. Pada jam ke-12 glukosa mulai stabil seperti kondisi normal (24 jam sebelum ditransportasi), hal ini menandakan homeostasi udang sudah mendekati normal.

Berdasarkan Tabel 2, total protein hemolimfa benih udang galah pada berbagai perlakuan cenderung fluktuatif. Pada saat pembongkaran, secara statistik perlakuan yang tidak diberi bahan tambahan (K-) berbeda nyata dengan perlakuan yang diberi zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh (A, B, C, D, K+). Total protein naik sewaktu baru dibongkar dari wadah transportasi, mulai turun pada jam ketiga, dan kembali kepada keadaan normal pada jam ke-12. Menurut penelitian Lorenzon *et al.* (2007), konsentrasi total protein pada lobster *Homarus americanus* pada awal transportasi mengalami kenaikan, kemudian akan mengalami penurunan setelah 3–96 jam setelah transportasi.

Setelah jam ke-12, total protein kembali berfluktuatif kecuali perlakuan C, D, K+, dan K-. Adanya fluktuasi total protein menandakan udang masih stres. Perbaikan homeostasi pasca udang stres, menyebabkan meningkatnya aktivitas

Tabel 1. Konsentrasi glukosa benih udang galah pada berbagai perlakuan

Jam ke-	Perlakuan					
	A	B	C	D	K+	K-
(-24)	150,8 \pm 1,3a	150,8 \pm 1,3a	150,8 \pm 1,3a	150,8 \pm 1,3a	150,8 \pm 1,3a	150,8 \pm 1,3a
0	114,8 \pm 9,9d	137,8 \pm 0,0e	136,5 \pm 9,5e	69,9 \pm 8,0b	94,9 \pm 9,3c	28,0 \pm 1,5a
3	121,0 \pm 7,2c	148,9 \pm 2,9d	117,0 \pm 0,6c	115,3 \pm 2,9c	105,9 \pm 1,1b	67,6 \pm 2,4a
12	125,80 \pm 10,1a	135,1 \pm 7,9bc	151,0 \pm 10,5a	140,1 \pm 5,3c	102,0 \pm 6,5a	113,0 \pm 3,8a
24	165,0 \pm 1,0e	137,2 \pm 9,5bc	151,0 \pm 0,0d	132,3 \pm 0,0b	119,2 \pm 0,2a	142,0 \pm 2,8c
72	158,4 \pm 8,6e	146,4 \pm 3,5d	113,3 \pm 3,8b	102,1 \pm 1,7a	123,9 \pm 3,6c	107,6 \pm 0,0ab
168	113,3 \pm 2,0ab	121,4 \pm 3,3b	106,6 \pm 6,1a	121,4 \pm 9,5b	119,2 \pm 2,5b	146,7 \pm 3,4c
240	147,9 \pm 8,1d	135,2 \pm 5,3c	125,3 \pm 0,5b	115,2 \pm 8,2a	121,7 \pm 4,3ab	123,2 \pm 3,6ab

Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($P < 0,05$). Keterangan:

A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 μ L/L minyak cengkeh

B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 μ L/L minyak cengkeh

C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh

D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 μ L/L minyak cengkeh

K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif

K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

Tabel 2. Total protein benih udang galah pada berbagai perlakuan

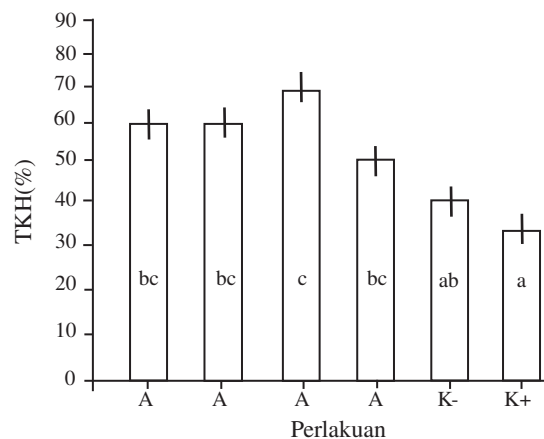
Jam ke-	Perlakuan					
	A	B	C	D	K+	K-
(-24)	77,44±9,16a	77,44±9,16a	77,44±9,16a	77,44±9,16a	77,44±9,16a	77,44±9,16a
0	83,74±0,94a	87,20±6,33a	81,51±2,73a	74,60±3,05b	81,30±1,41a	67,28±6,81a
3	81,30±1,41a	79,27±2,34a	79,47±2,16a	71,75±4,93b	74,60±3,05b	65,65±2,26a
12	78,66±3,52b	78,05±0,47ab	77,34±1,74ab	79,48±2,58b	73,38±4,46a	77,03±3,05ab
24	78,87±0,47c	64,03±2,11a	71,55±1,40b	80,90±2,35c	71,75±1,17b	78,66±0,70c
72	98,58±2,11b	80,29±1,17a	80,49±2,34a	82,12±2,35a	81,91±2,59a	80,89±0,00a
168	78,66±7,27a	87,00±3,29b	86,18±4,69b	84,96±2,34ab	83,95±2,58ab	82,73±3,05ab

Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($P < 0,05$). Keterangan:

- A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 μ L/L minyak cengkeh
- B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 μ L/L minyak cengkeh
- C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh
- D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 μ L/L minyak cengkeh
- K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif
- K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

metabolisme. Hal ini menyebabkan kebutuhan transport oksigen mengalami peningkatan. Hemosianin berperan dalam oksigen transport, maka ketika stres hemosianin akan meningkat untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat. Menurut Lorenzon *et al.* (2007) pada saat stres, jumlah hemosianin di dalam hemolimfa mengalami peningkatan. Peningkatan hemosianin ini berkaitan dengan fungsi utamanya sebagai oksigen transport, yaitu berperan membawa oksigen sampai 94% dari sel ke jaringan. Pada Decapoda, hemosianin terlarut pada plasma. Pengamatan dilakukan pada total protein sebab 93% proporsi total protein pada krustase adalah hemosianin. Menurut Sladkova dan Kholodkevich (2011) proporsi hemosianin menyumbang lebih dari 60%, bahkan pada beberapa spesies krustase lebih dari 93% terhadap konsentrasi total protein dalam hemolimfa.

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa TKH yang tertinggi adalah perlakuan C sedangkan TKH yang terendah perlakuan K-. TKH yang paling tinggi hingga paling rendah yaitu perlakuan C (73%), B (66%), A (64,67%), D (60,67%), K+ (49%), dan K- (40,67%). TKH berhubungan dengan syarat hidup atau kualitas air biota, serta kondisi stresnya. Tingginya tingkat kelangsungan hidup udang galah pada perlakuan C menunjukkan lebih rendahnya tingkat stres benih udang yang ditransportasi. Menurut Fotedar *et al.* (2006) stres dapat menyebabkan turunnya kemampuan imunologi terhadap penyakit, gangguan pertumbuhan, kinerja reproduksi yang buruk, dan kelangsungan hidup lebih rendah.



Gambar 4. TKH pada saat pembongkaran transportasi pada berbagai perlakuan. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($P < 0,05$). Keterangan:

- A = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 14,00 μ L/L minyak cengkeh
- B = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 9,33 μ L/L minyak cengkeh
- C = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh
- D = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 1,87 μ L/L minyak cengkeh
- K+ = 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif
- K- = tanpa zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh

KESIMPULAN

Berdasarkan kualitas air dan kualitas biologi benih udang galah pada penelitian ini, bahan bahan berupa 20 g/L zeolit + 10 g/L karbon aktif + 4,67 μ L/L minyak cengkeh mampu mempertahankan kualitas air media transportasi dan dapat menekan tingkat stres pada benih udang galah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dikti yang memberikan beasiswa program Pascasarjana dan Departemen Budidaya Perairan, FPIK, IPB yang telah memfasilitasi dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian eksperimental.

DAFTAR PUSTAKA

- Araoye PA. 2009. The seasonal variation of pH and dissolved oxygen (DO) concentration in Asa Lake Ilorin, Nigeria. *International Journal of Physical Sciences* 4: 271–274.
- Baltzegar DA, Reading BJ, Douros JD, Borski RJ. 2014. Role for leptin in promoting glucose mobilization during acute hyperosmotic stress in teleost fishes. *Journal of Endocrinology* 220: 61–72.
- Costas B, Conceicao LE, Aragao C, Martos JA, Ruiz-Jarabo I, Mancera JM, Afonso A. 2011. Physiological responses of Senegalese sole *Solea senegalensis* Kaup after stress challenge: effects on non-specific immune parameters, plasma free amino acids, and energy metabolism. *Aquaculture* 316: 68–76.
- [FAO] Fisheries and Aquaculture. 2011. FAO CATALOGUE Vol. 1, Shrimps and Prawns of the World. An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fisheries Synopsis No.125, Volume 1.
- Fotedar S, Evans L, Jones B. 2006. Effect of holding duration on the immune system of western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 143: 479–487.
- Ghozali MFR. 2010. Efektivitas penambahan zeolit, karbon aktif dan garam pada pengangkutan ikan manvis *Pterophyllum scalare* dengan kepadatan tinggi, studi lanjut respons stres [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Giap DH, Yi Y, Lin CK. 2005. Effects of different fertilization and feeding regimes on the production of integrated farming of rice and prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Aquaculture research* 36: 292–299.
- Goodrich BF, de la Fuente JC, Gurkan BE, Lopez ZK, Price EA, Huang Y, Brennecke JF. 2011. Effect of water and temperature on absorption of CO₂ by amine-functionalized anion-tethered ionic liquids. *The Journal of Physical Chemistry B* 115: 9.140–9.150.
- Horak, Rachel EA, Wei Q, Andy J. Schauer E. Virginia A, Anitra EI, James WM, David AS, Allan HD. 2013. Ammonia oxidation kinetics and temperature sensitivity of a natural marine community dominated by Archaea. *The International Society for Music Education journal* 7: 2.023–2.033.
- Inoue LAKA, Afonso LOB, Iwama GK, Moraes G. 2005. Effects of clove oil on the stress response of matrinxa *Brycon cephalus* subjected to transport. *Acta Amazonica* 35: 289–295.
- Karim M, Puiseux-Dao S, Edery M. 2011. Toxins and stress in fish: proteomic analyses and response network. *Toxicon* 57: 959–969.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2013. Kelautan dan Perikanan dalam Angka. Jakarta: Pusat Statistik dan Informasi.
- Kumar, Prem, Arasu ART, Natarajan M, Kailasam M, Sundaray JK, Subburaj R, Thiagarajan G, Elangeswaran S. Secondary stress response to high stocking density in fry of gray mullet *Mugil cephalus*. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 65: 840–845.
- Lorenzon S, Giulianini PG, Libralato S, Martinis M, Ferrero EA. 2008. Stress effect of two different transport systems on the physiological profiles of the crab *Cancer pagurus*. *Aquaculture* 278: 156–163.
- Lorenzon S, Giulianini PG, Martinis M, Ferrero EA. 2007. Stress effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the American lobster *Homarus americanus*. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 147: 94–102.
- Maksymiv, Ivan V, Viktor VH, Nadia MM, Tetiana MM, Iryna YS, Janet MS, Kenneth BS, Volodymyr IL. Hepatotoxicity of herbicide sencor in goldfish may result from induction of mild oxidative stress. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 122: 67–75
- Mercier L, Palacios E, Cordova AIC, Ramirez DT, Herrera RH, Racotta IS. 2006. Metabolic and immune responses in Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to a repeated handling stress. *Aquaculture* 258: 633–640.
- Nandlal S, Pickering T. 2005. Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Farming in Pasific Island Countries, Vol. 1. Hatchery Operation. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pasific Comunity and Marine Studies Programe, The University of The South Pacific.

- Nishizaki MT, Carrington E. 2014. The effect of water temperature and flow on respiration in barnacles: patterns of mass transfer versus kinetic limitation. *The Journal of Experimental Biology* 217: 2.101–2.109.
- Pang X, Cao ZD, Fu SJ. 2011. The effects of temperature on metabolic interaction between digestion and locomotion in juveniles of three cyprinid fish *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, and *Spinibarbus sinensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* 159: 253–260.
- Pena MA, Katsev S, Oguz T, Gilbert D. 2010. Modeling dissolved oxygen dynamics and hypoxia. *Biogeosciences* 7: 933–957.
- Qiang J, Yang H, Wang H, Kpundeh MD, Xu P. 2013. Interacting effects of water temperature and dietary protein level on hematological parameters in Nile tilapia juveniles *Oreochromis niloticus* L. and mortality under *Streptococcus iniae* infection. *Fish and Shellfish Immunology* 34: 8–16.
- Sear DA, Pattison I, Collins AL, Newson MD, Jones JI, Naden PS, Carling PA. 2014. Factors controlling the temporal variability in dissolved oxygen regime of salmon spawning gravels. *Hydrological Processes* 28: 86–103.
- Shivananda MH, Kumarswamy R, Palaksha KJ, Sujatha HR, Shankar R. 2012. *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Marine Science and Technology* 20: 153–157.
- Sinha AK, Liew HJ, Diricx M, Blust R, De Boeck G. 2012. The interactive effects of ammonia exposure, nutritional status and exercise on metabolic and physiological responses in gold fish *Carassius auratus* L. *Aquatic Toxicology* 109: 33–46.
- Sladkova SV, Kholodkevich SV. 2011. Total protein in hemolymph of crawfish *Pontastacus leptodactylus* as a parameter of the functional state of animals and a biomarker of quality of habitat. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 47: 160–167.
- Supriyono E, Syahputra R, Ghazali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, Kristanto A. 2011. Efektivitas pemberian zeolit, karbon aktif, dan minyak cengkeh terhadap hormon kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 11: 67–75.
- Uriarte A, Borja A. 2009. Assessing fish quality status in transitional waters, within the European Water Framework Directive: setting boundary classes and responding to anthropogenic pressures. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science* 82: 214–224.
- Wang G, Hou W, Xiao F, Geng J, Wu Y, Zhang Z. 2011. Low-viscosity triethylbutylammonium acetate as a task-specific ionic liquid for reversible CO₂ absorption. *Journal of Chemical and Engineering Data* 56: 1.125–1.133.
- Zhang W, Cao ZD, Peng JL, Chen BJ, Fu SJ. 2010. The effects of dissolved oxygen level on the metabolic interaction between digestion and locomotion in juvenile southern catfish *Silurus meridionalis* Chen. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* 157: 212–219.