

Respons fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda

[Physiological and hematological response of common carp (*Cyprinus carpio*)
in different temperatures of media]

Henni Syawal^{1,2,✉}, Nastiti Kusumorini³, Wasmen Manalu³, Ridwan Affandi⁴

¹Mahasiswa Program Doktor Institut Pertanian Bogor

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

³Fakultas Kedokteran Hewan, IPB

⁴Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB

✉ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau
Kampus Bina Widya, KM. 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru 28293
Surel: zeni_ifoipb@yahoo.com

Diterima: 15 Februari 2011; Disetujui: 23 Agustus 2011

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terpapar pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap satu faktor, empat taraf perlakuan dan tiga kali ulangan. Ikan uji dipapar selama 21 hari pada berbagai tingkatan suhu media pemeliharaan, yaitu 20, 24, 28, dan 32°C. Untuk mempertahankan suhu air pada wadah pemeliharaan dipasang pemanas listrik (*heater*). Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas berukuran panjang 6.61 ± 0.68 cm dan berat 6.29 ± 0.79 gram sebanyak 450 ekor. Parameter yang diukur adalah kadar kortisol, glukosa, nilai osmolaritas, nilai hematokrit, kadar hemoglobin, total sel eritrosit, dan sel leukosit, serta sintasan. Pengukuran parameter dilakukan empat kali, yaitu, awal sebelum perlakuan (hari ke-0), hari ke-7, hari ke-14, dan hari ke-21. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu memengaruhi kondisi fisiologis ikan uji yang ditandai dengan peningkatan kadar kortisol, glukosa, dan nilai osmolaritas. Kadar kortisol tertinggi ($583,202 \text{ nmol l}^{-1}$) ditemukan pada hari ke-14 yakni pada suhu 20°C, kadar glukosa ($133,96 \pm 45,51 \text{ mg } 100\text{dl}^{-1}$) ditemukan pada hari ke-7 pada suhu 24°C, dan nilai osmolaritas ($486 \pm 13,00 \text{ mM kg}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) ditemukan pada hari ke-14 suhu 32°C. Pada suhu 20, 24, dan 28°C terjadi peningkatan nilai parameter fisiologis, sedangkan nilai hematologis mengalami penurunan hingga hari ke-14. Sintasan tertinggi didapatkan pada ikan mas yang dipelihara pada suhu 32°C, yaitu 100%, dan yang terendah pada suhu 24°C, yaitu $68,45 \pm 3,35\%$.

Kata kunci: *Cyprinus carpio*, respons fisiologis, suhu.

Abstract

This research was conducted to explore the effect of different environmental temperatures on the physiological and hematological conditions of common carp (*Cyprinus carpio*). Fish were exposed for 21 days in four level of temperatures; 20, 24, 28, and 32°C. Water electric heater was applied to maintain the temperature. About 450 of common carp with 6.61 ± 0.68 cm of size, and weight 6.29 ± 0.79 gram were utilized in this experiment. The parameters of physiological properties were the plasma concentrations of cortisol, glucose, and osmolarity, haemoglobin level, haematocrit, the total of red and white blood cells, and survival rate. The measurements of these parameters were done four times; before the treatment (0 day), 7th day, 14th day, and 21st day. The results showed that media temperatures influenced the physiological condition of fish which was marked by the increased plasma cortisol, glucose concentrations, and plasma osmolarity. The highest level of cortisol ($583.202 \text{ nmolL}^{-1}$), glucose ($133.96 \pm 45.51 \text{ mg } 100\text{dl}^{-1}$), and osmolarity ($486 \pm 13.00 \text{ mM kg}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) were found on 14th day in 20°C, 7th day in 24°C, and 14th day in 32°C of temperature treatment, respectively. At the temperature treatment of 20, 24, and 28°C, the value of physiological parameters increased, while the hematological values decreased at day 14th. Finally, the highest survival rate (100%) was found in 32°C, and the lowest ($68.45 \pm 3.35\%$) was in 24°C.

Keywords: *Cyprinus carpio*, physiological responses, temperature.

Pendahuluan

Kepekaan ikan terhadap perubahan suhu, dikarenakan suhu tubuh ikan mengikuti perubahan

an suhu lingkungan (poikilotermal), sehingga suhu lingkungan dapat berpengaruh langsung pada perubahan fisiologis ikan (Wedemeyer, 1996).

Perubahan suhu yang cukup besar dan mendadak dapat menimbulkan stres pada ikan. Stres yang dialami ikan dalam jangka waktu yang lama akan berdampak buruk terhadap kesehatan, karena sistem imunitas seluler dan humoral ikan tersebut menurun fungsinya. Dengan demikian ikan akan mudah terinfeksi oleh mikroorganisme patogen (Kubulay & Ulukoy, 2002). Ikan yang dipelihara pada suhu dingin mempunyai respons imunitas yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan yang dipelihara pada suhu air yang lebih hangat (Nikoskelainen *et al.*, 2004). Flajšhans & Hulata (2007) melaporkan bahwa ikan mas tumbuh baik pada kisaran suhu 23-30°C.

Perubahan suhu air pada media pemeliharaan akan berpengaruh terhadap proses fisiologis ikan, seperti laju pernapasan, metabolisme, denyut jantung, dan sirkulasi darah di dalam tubuh ikan (Nofrizal *et al.*, 2009). Penelitian tentang pengaruh suhu terhadap respons fisiologis dan hematologis ikan di daerah tropis belum banyak diteliti, apabila dibandingkan dengan daerah subtropis. Perubahan suhu di perairan tidak hanya akan berpengaruh terhadap kehidupan ikan, tetapi juga erat hubungannya dengan keberadaan dan siklus hidup mikroorganisme patogen yang ada di perairan. Mikroorganisme patogen tersebut antara lain adalah parasit dari golongan protozoa, seperti *Ichtyophthirius multifiliis*, dan dari golongan monogenia seperti *Dactylogyrus* dan *Girodactylus* yang biasa menyerang ikan-ikan air tawar (Woo, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda melalui kajian fisiologis dan hematologis. Penelitian ini diharapkan dapat diketahui tentang kisaran suhu pemeliharaan yang optimum untuk pertumbuhan ikan, dan suhu yang dapat menghambat perkembangan parasit yang biasa menyerang

ikan. Dengan demikian informasi yang didapatkan dari hasil penelitian ini, dapat menjadi acuan dalam mengendalikan parasit dan penyakit pada kegiatan budi daya.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan Laboratorium Fisiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, mulai bulan Mei sampai akhir September 2010.

Hewan uji yang digunakan adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) berukuran panjang $6,61 \pm 0,68$ cm dan berat $6,29 \pm 0,79$ gram sebanyak 480 ekor. Ikan dipelihara dalam akuarium berukuran 60 cm x 40 cm x 35 cm, yang diisi dengan air sebanyak 40L. Kepadatan ikan 1 ekor L⁻¹ (per akuarium 40 ekor). Untuk mempertahankan suhu air dipasang alat pemanas listrik (*heater*). Ikan uji dipelihara selama 21 hari, dan selama pemeliharaan ikan diberi pakan komersil, tiga kali sehari *ad libitum*.

Parameter fisiologis yang diukur adalah kadar kortisol, kadar glukosa, dan nilai osmolalitas, sedangkan parameter hematologis yang diukur adalah kadar hemoglobin, nilai hematokrit, total sel eritrosit, dan sel leukosit. Selain itu juga dihitung sintasan. Pengukuran parameter dilakukan empat kali, yaitu hari ke-0 atau sebelum perlakuan (ikan yang disampling pada awal diambil dari ikan stok yang telah diadaptasi pada suhu 18°C), hari ke-7, hari ke-14, dan hari ke-21. Jumlah ikan yang digunakan untuk setiap kali analisis adalah 15 ekor dari setiap perlakuan.

Darah ikan diambil dari vena caudalis dengan menggunakan *syringe* (1 ml) yang telah diberi heparin sebagai antikoagulan. Sebelum darah ikan diambil, terlebih dahulu ikannya dibius dengan phenoxyethanol dosis 0,3 ml L⁻¹ air (Ri-

gal *et al.*, 2008). Sebagian darah yang didapat, langsung digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin, nilai hematokrit, jumlah total eritrosit, dan jumlah total leukosit. Sisanya, diambil plasmanya dengan menggunakan *centrifuge* dan plasma tersebut digunakan untuk mengukur kadar kortisol, kadar glukosa, dan nilai osmolaritas.

Kadar kortisol plasma diukur dengan metode RIA (radio immuno assay) Cortisol (^{125}I) RIA KIT (Ref: RK-240CT) *IZOTOP*, mengikuti prosedur (Ramsay *et al.*, 2006). Pengukuran kadar glukosa plasma menggunakan kit komersial Glucose liquicolor GOD-PAP dengan metode kolorimetrik dan hasilnya dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm. Nilai osmolaritas plasma diukur langsung dengan menggunakan alat OSMOTAT 030 mengikuti prosedur Kaligis (2010). Kadar hemoglobin di-

ukur dengan metode Cyanmethemoglobin dan kit modifikasi dari Merck, pembacaan hasil dengan spektrofotometer. Nilai hematokrit, total sel eritrosit dan leukosit diukur mengikuti prosedur Johnny *et al.* (2003). Sintasan ditentukan dengan menggunakan rumus Effendie, 1979: $S = N_t / N_o \times 100\%$.

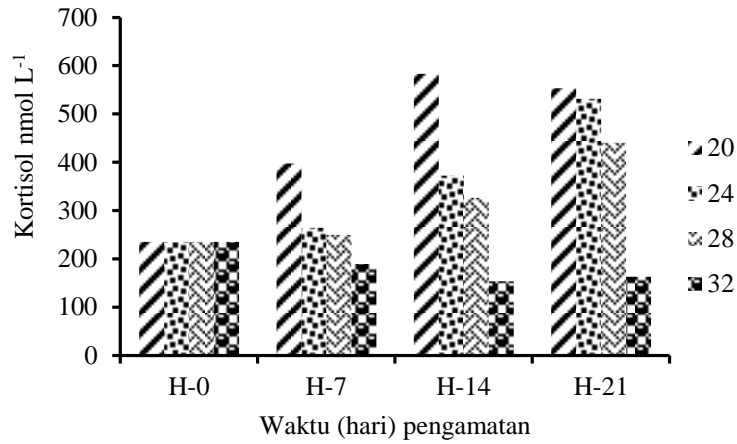
Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas empat taraf perlakuan, yaitu suhu 20, 24, 28, dan 32°C. Masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan.

Data yang diperoleh ditabulasikan dalam bentuk tabel dan diuji secara statistik dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang nyata dari perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan.

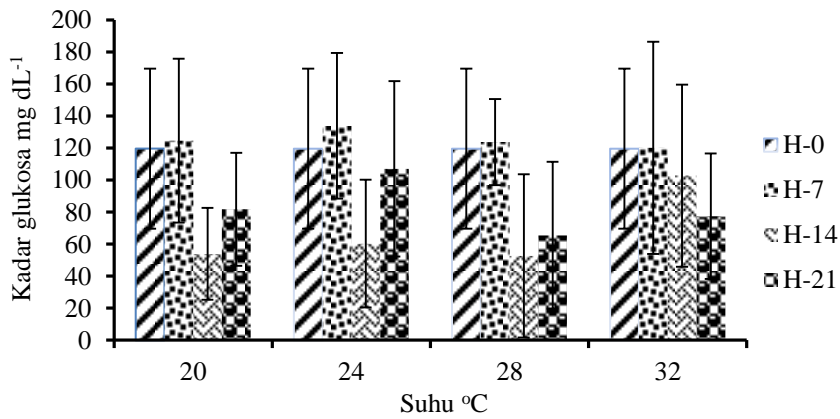
Tabel 1. Rataan nilai parameter fisiologis ikan mas

Parameter	Suhu media pemeliharaan			
	20°C	24°C	28°C	32°C
Kortisol (nmol L ⁻¹)				
H-0*	235,31	235,31	235,31	235,31
H-7	397,44	264,11	249,53	189,28
H-14	583,20	372,46	326,72	153,52
H-21	552,99	531,45	440,42	167,82
Glukosa (mg.dL ⁻¹)				
H-0*	119,75±35,84 ^a	119,75±35,84 ^a	119,75±35,84 ^a	119,75±35,84 ^a
H-7	124,71±51,20 ^a	133,96±51,45 ^a	123,79±26,90 ^a	120,20±66,29 ^a
H-14	53,91±28,68 ^b	60,35±39,85 ^b	52,65±51,00 ^b	102,78±56,90 ^b
H-21	81,82±35,25 ^b	107,00±54,82 ^b	65,52±45,88 ^b	77,48±39,17 ^b
Osmolaritas mMol kg ⁻¹ H ₂ O				
H-0*	321±21,00	321±21,00	321±21,00	321±21,00
H-7	473±13,00	381±2,00	405±19,00	442±8,00
H-14	475±12,00	402±30,00	418±37,00	486±13,00
H-21	388±3,00	392±4,00	399±35,00	389±5,00

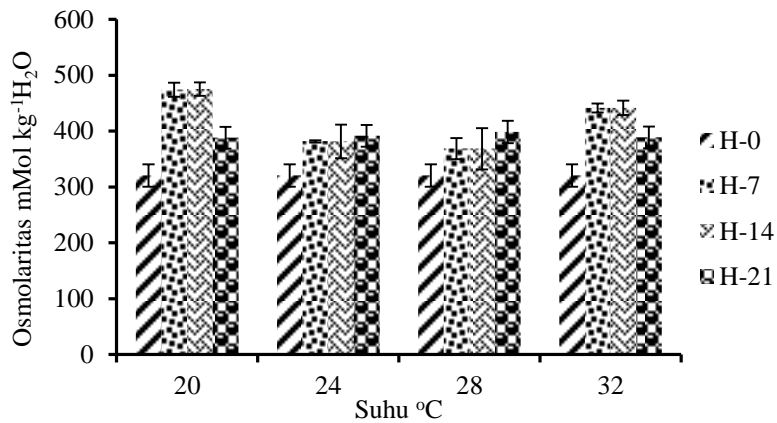
Keterangan tanda* untuk pengamatan hari ke-0 adalah pengukuran terhadap parameter yang dianalisis berasal dari ikan stok yang sudah diadaptasi pada suhu ruang ber AC (18°C). (n = 15, ± standar deviasi). Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil uji berbeda nyata (P < 0,05).



Gambar 1. Rataan kadar kortisol ikan mas



Gambar 2. Rataan kadar glukosa ikan mas
Keterangan; H-0, H-7, H-14, dan H-21 adalah hari pengamatan



Gambar 3. Rataan nilai osmolaritas ikan mas
Keterangan; H-0, H-7, H-14, dan H-21 adalah hari pengamatan

Hasil

Kondisi fisiologis ikan mas (C. carpio)

Data hasil pengamatan parameter fisiologis ikan (kortisol, glukosa, dan osmolaritas) disa-

jikan pada Tabel 1. Untuk lebih jelasnya perubahan nilai fisiologis ikan mas selama pengamatan ditampilkan pada Gambar 1-3.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kadar kortisol pada suhu media pemeliharaan 24°C mengalami peningkatan sebesar 125, 85% (296,14 nmol L⁻¹) hingga hari ke-21. Selanjutnya rata-rata kadar glukosa ditampilkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa perubahan kadar glukosa pada 24°C sejalan dengan perubahan kadar kortisol. Kadar glukosa tertinggi ditemukan pada ikan yang dipelihara pada suhu 24°C yakni sebesar 133,96±45,51mg.dL⁻¹.

Nilai osmolaritas ikan mas yang dipelihara pada suhu media pemeliharaan yang berbeda

ditampilkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa nilai osmolaritas ikan mas yang dipelihara pada suhu 28°C, mengalami peningkatan hingga hari ke-21 sebesar 24,34% (78±14,65 mMol kg⁻¹H₂O).

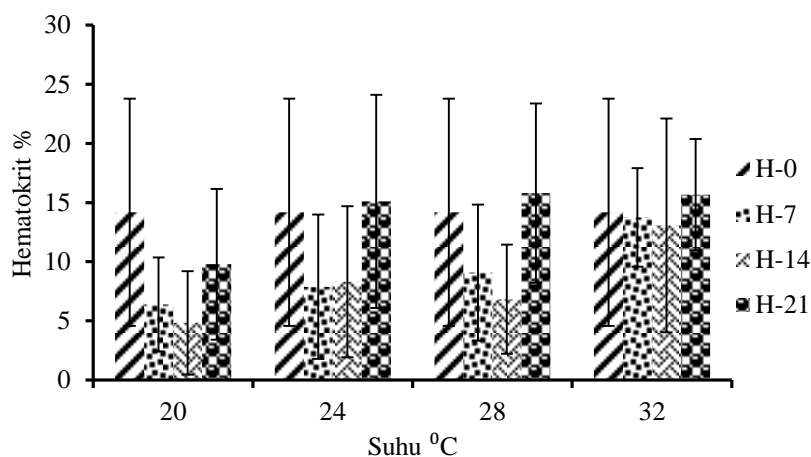
Kondisi hematologis ikan mas (C. carpio)

Nilai hematologis ikan mas, seperti nilai hematokrit, kadar hemoglobin, total eritrosit, dan total leukosit disajikan pada Tabel 2. Perubahan nilai hematologis ditampilkan dalam bentuk histogram pada Gambar 4-7.

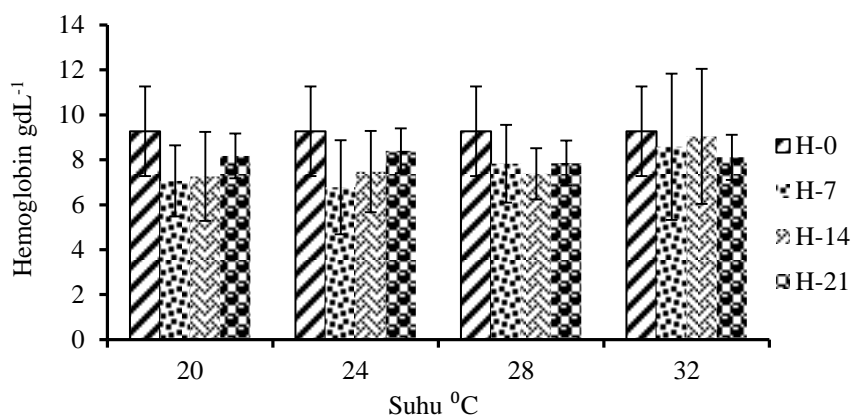
Tabel 2. Rataan nilai parameter hematologis ikan mas

Parameter	Suhu media pemeliharaan			
	20°C	24°C	28°C	32°C
Hematokrit %				
H-0*	14,17±9,61 ^a	14,17±9,61 ^a	14,17±9,61 ^a	14,17±9,61 ^a
H-7	6,38±3,97 ^b	7,88±6,10 ^b	9,08±5,76 ^b	13,75±4,16 ^a
H-14	4,83±4,37 ^b	8,30±6,39 ^b	6,83±4,62 ^b	13,06±9,04 ^a
H-21	9,79±6,37 ^a	15,10±9,00 ^a	15,80±7,58 ^a	15,67±4,71 ^a
Hemoglobin gdL⁻¹				
H-0*	9,27±1,99 ^a	9,27±1,99 ^a	9,27±1,99 ^a	9,27±1,99 ^a
H-7	7,06±1,58 ^a	6,78±2,09 ^a	7,83±1,73 ^a	8,58±3,26 ^a
H-14	7,26±1,98 ^a	7,48±1,81 ^a	7,37±1,14 ^a	9,04±3,00 ^a
H-21	8,17±2,03 ^a	8,40±1,52 ^a	7,86±1,58 ^a	8,11±2,32 ^a
Eritrosit x10⁶sel.mm⁻³				
H-0*	1,781±0,56 ^a	1,781±0,56 ^a	1,781±0,56 ^a	1,781±0,56 ^a
H-7	1,258±0,62 ^b	1,345±0,69 ^b	1,663±0,66 ^a	1,854±1,05 ^a
H-14	1,281±0,75 ^b	1,563±0,58 ^{ab}	1,242±0,69 ^b	2,140±0,87 ^c
H-21	1,026±0,56 ^c	1,856±0,55 ^a	1,853±0,55 ^a	1,948±0,52 ^a
Leukositx10 sel mm⁻³				
H-0*	15,35±8,48 ^a	15,35±8,48 ^a	15,35±8,48 ^a	15,35±8,48 ^a
H-7	9,40±10,83 ^b	10,38±9,90 ^b	5,91±5,12 ^c	5,58±5,31 ^c
H-14	13,15±1,65 ^a	13,99±2,63 ^a	13,67±3,63 ^a	4,44±3,19 ^c
H-21	5,60±3,40 ^b	16,86±22,65 ^a	16,85±24,20 ^a	8,16±2,08 ^b

Keterangan tanda* untuk pengamatan hari ke-0 adalah pengukuran terhadap parameter yang dianalisis berasal dari ikan stok yang sudah diadaptasi pada suhu ruang ber AC (18°C) (n = 15, ± standar deviasi). Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil uji berbeda nyata (P < 0,05).



Gambar 4. Rataan nilai hematokrit ikan mas
Keterangan; H-0, H-7, H-14, dan H-21 adalah hari pengamatan



Gambar 5. Rataan nilai hemaglobin ikan mas

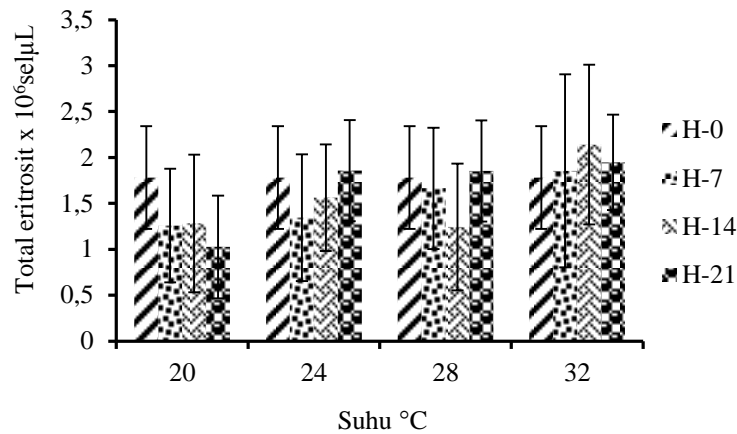
Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa nilai hematokrit mengalami penurunan hingga hari ke-14 dan kembali meningkat pada hari ke-21 pada semua suhu media pemeliharaan. Penurunan terbesar terjadi pada ikan mas yang dipelihara pada suhu 20°C hari ke-14 yakni sebesar 65,91%.

Kadar hemoglobin ikan mas yang dipelihara pada berbagai tingkatan suhu ditampilkan pada Gambar 5. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa kadar hemoglobin pada hari ke-7 mengalami penurunan untuk semua suhu media pemeliharaan. Selanjutnya, pada suhu 20 dan 24°C pada hari ke-14 kembali meningkat hingga akhir pengamatan (hari ke-21). Namun secara statistik perubahan kadar hemoglobin untuk se-

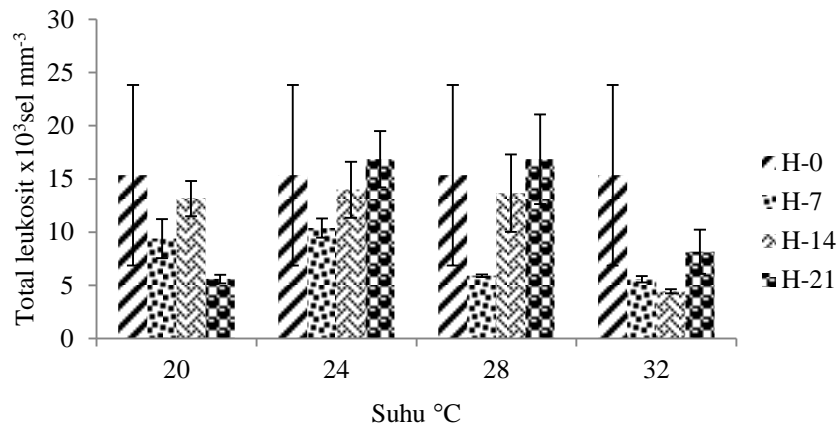
mua suhu media pemeliharaan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Total eritrosit ikan mas yang dipelihara pada suhu media yang berbeda ditampilkan pada Gambar 6. Terlihat pada gambar ini bahwa total eritrosit ikan mas yang dipelihara pada suhu 20°C, mengalami penurunan sebesar 40,39% hingga akhir pengamatan (hari ke-21).

Rataan total leukosit ikan mas ditampilkan pada Gambar 7. Gambar ini menunjukkan bahwa total leukosit ikan mas pada suhu media pemeliharaan 24 dan 28°C mengalami penurunan sebesar 61,49% pada suhu 28°C hari ke-7 dan kembali meningkat sebesar 185,10% hingga hari ke-21.



Gambar 6. Rataan total eritrosit ikan mas
Keterangan; H-0, H-7, H-14, dan H-21 adalah hari pengamatan



Gambar 7. Rataan total leukosit ikan mas

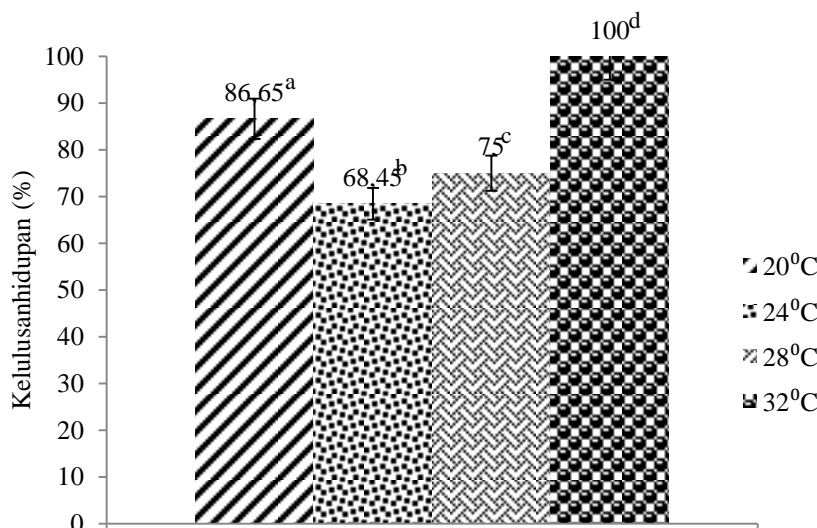
Sintasan ikan pada akhir pengamatan ditampilkan pada Gambar 8. Nilai tertinggi secara berturut-turut diperoleh pada suhu 32°C adalah 100%, pada suhu 20°C adalah 86,65±3,7%, pada suhu 28°C adalah 75±10,0%, dan yang terendah pada suhu 24°C adalah 68,45±3,35%.

Berdasarkan hasil analisis terhadap parameter yang diukur baik terhadap parameter fisiologis maupun hematologis ikan uji yang dipelihara pada berbagai tingkatan suhu, didapatkan nilai-nilai parameter fisiologis seperti kortisol, glukosa, dan osmolaritas mengalami peningkatan hingga hari ke-14. Nilai hematologis seperti nilai hematokrit, kadar hemoglobin, dan total eritrosit

mengalami penurunan. Sintasan ikan uji cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu air media pemeliharaan. Namun pada penelitian ini, ikan yang dipelihara pada suhu 20°C sintasanya masih tinggi apabila dibandingkan dengan yang dipelihara pada suhu 24 dan 28 °C.

Pembahasan

Peningkatan kadar kortisol juga diiringi dengan peningkatan kadar glukosa dalam plasma. Dua parameter ini merupakan indikator stres pada ikan. Tingginya kadar kortisol hingga akhir pengamatan pada suhu 20°C dan 24°C menandakan ikan mengalami stres berkepanjangan, yang



Gambar 8. Persentase sintasan ikan mas pada akhir pengamatan

berakibat reaksi kekebalan spesifik dan nonspesifik ikan menurun. Penurunan reaksi kekebalan ikan tersebut diduga disebabkan oleh kortisol yang dapat menghambat pembentukan interleukin-1 dan 2 sehingga sel limfosit T mati dan tidak dapat merangsang sel limfosit B untuk memproduksi antibodi (Berne & Levy, 1988). Dengan demikian, ikan akan mudah terinfeksi oleh parasit, bakteri, jamur, dan virus (Kubilay & Ulukoy, 2002; Varsamos *et al.*, 2006). Kondisi yang sama juga terjadi peningkatan kadar kortisol pada ikan mas yang mengalami stres pada saat persiapan panen, pemanenan, setelah panen, dan dalam masa transportasi, dari 243 ± 215 hingga 573 ± 108 ng mL^{-1} (Svobodova *et al.*, 2006).

Perubahan kadar kortisol dalam plasma, sering dijadikan sebagai indikator utama stres, sedangkan indikator kedua adalah peningkatan kadar glukosa. Akibat stres maka ikan membutuhkan banyak energi untuk beradaptasi melawan stres yang disebabkan oleh suhu. Tingginya kebutuhan energi untuk mempertahankan hidup akan merangsang terjadinya mobilisasi glukosa ke dalam darah (Costas *et al.*, 2008). Adanya respons stres akan merangsang hipotalamus untuk mele-

pasakan *corticotrophin releasing factor* (CRF). Selanjutnya CRF akan merangsang kelenjar hipofisis anterior untuk melepaskan hormon *adrenocorticotropin* (ACTH), dan kemudian ACTH akan merangsang sel-sel interrenal (medulla adrenal) untuk menghasilkan kortisol dan hormon katekolamin seperti epinefrin (Wedemeyer, 1996). Hormon-hormon ini berperan dalam proses glukoneogenesis yang akan mendeposisi cadangan glikogen di hati dan otot untuk meningkatkan glukosa darah (Hastuti, 2004).

Tingginya kadar kortisol ikan *Acipenser naccarii* yang dipelihara pada suhu 25°C adalah $107,8 \pm 88,0$ nmol L^{-1} , mengindikasikan ikan mengalami stres kronis (Cataldi *et al.*, 1998). Nilai normal kadar kortisol ikan *Acipenser naccarii* pada suhu 17°C adalah $32,0 \pm 18,7$ nmol.L^{-1} . Hormon kortisol sangat penting perannya dalam kehidupan karena kortisol dapat mempengaruhi metabolisme basal, mekanisme pertahanan, tekanan darah dan respons terhadap stres. Terjadinya peningkatan atau penurunan nilai osmolaritas disebabkan insang mengalami kerusakan akibat dipelihara pada suhu yang tidak optimum dan adanya infeksi oleh parasit. Dengan de-

mikian akibat kerusakan pada insang, dapat mengganggu proses respirasi dan keseimbangan ion-ion di dalam tubuh (Dickerson, 2006).

Perubahan nilai parameter hematologis berkaitan dengan peningkatan penyebab stres (Gabriel *et al.*, 2007). Terjadinya penurunan nilai hematokrit, kadar hemoglobin, dan total eritrosit pada suhu media pemeliharaan 24°C mengindikasikan bahwa ikan mengalami anemia akibat adanya stres. Sebagai akibat menurunnya kadar hemoglobin, maka ketersediaan oksigen di jaringan akan berkurang atau jaringan mengalami kekurangan oksigen (hipoksia), sehingga proses metabolisme akan terganggu. Dengan demikian ikan akan mengalami kekurangan energi. Lebih dari 90% oksigen yang dibawa oleh hemoglobin berasal dari oksigen yang masuk melalui epitel insang secara difusi dan kemudian berikatan dengan hemoglobin pada sel darah merah yang berada pada kapiler darah (Evans & Claiborne, 2005). Kadar hemoglobin ikan mas adalah 6,40 g dL⁻¹ (Houston & de Wilde 1968 *in* Moyle & Cech, 2004). Konstantinov & Zdanovich (2007) juga melaporkan bahwa kandungan hemoglobin ikan mas pada suhu 30°C adalah 8,2 g dL⁻¹. Rafatnezhad *et al.* (2008) menyatakan bahwa kadar hemoglobin dalam darah ikan berkaitan dengan jumlah eritrosit (sel darah merah). Nilai parameter hematologis ikan mas, seperti total eritrosit sebesar $3.240 \pm 0.046 \times 10^6 \text{ sel}^{-1} \text{ mm}^3$, total leukosit sebesar $9,688 \pm ,015 \times 10^3 \text{ sel}^{-1} \text{ mm}^3$, dan hemoglobin sebesar $4,45 \pm 0,163 \text{ g dL}^{-1}$ (Ramesh & Saravanan, 2008). Hrubec & Smith (2010) melaporkan bahwa nilai hematokrit ikan berkisar antara 20-45% dan kadar hemoglobin sebesar 5-10 g dL⁻¹.

Penghitungan total sel leukosit penting dilakukan untuk mengetahui status kesehatan ikan, apakah ikan dalam kondisi stres atau terinfeksi. Tingginya total leukosit pada hari ke-0 disebabkan

oleh stres yang dialami ikan selama masa aklimatisasi pada suhu 18°C. Secara umum respons stres pada ikan adalah mengalami heteropilia dan limopenia (Hines & Spira 1973 *in* Stoskopf, 1993). Rata-rata total leukosit ikan mas sebesar $9.688 \pm 1.015 \times 10^3 \text{ sel}^{-1} \text{ mm}^3$ (Ramesh & Saravanan, 2008), sedangkan menurut Hrubec & Smith (2010) total leukosit pada ikan *Cyprinus carpio* (koi) adalah 19.900-28.100 μL^{-1} . Total leukosit pada hari ke-21 pada suhu 24°C dan 28°C kembali meningkat, dan nilainya melebihi nilai pada hari ke-0. Hal ini diduga ikan mengalami infeksi karena pada ikan yang *moribund* (baru mati) ditemukan adanya gejala sirip ekor putus, sisik banyak yang lepas, dan warna insang pucat. Sel leukosit pada ikan atau hewan adalah elemen yang bertanggung jawab pada sistem pertahanan ikan terhadap berbagai serangan penyakit (Gboire *et al.*, 2006).

Rendahnya sintasan pada suhu 24°C, diduga karena ikan mengalami stres akibat suhu dan juga diduga karena adanya indikasi terinfeksi parasit. Hal ini terbukti dari gejala klinis ikan yang terinfeksi menunjukkan gejala seperti, insang pucat, operkulum agak terbuka, sirip ekor putus, sirip punggung robek, dan pergerakan kurang aktif. Kondisi ini juga didukung oleh tingginya kadar kortisol, dan kadar glukosa plasma, serta nilai total leukosit pada hari ke-21. Suhu merupakan faktor pengontrol di dalam media pemeliharaan ikan, karena suhu tidak hanya memengaruhi fisiologis ikan, tetapi juga erat kaitannya dengan keberadaan mikroorganisme patogen seperti parasit. Parasit dari golongan Protozoa seperti *Ichthyophthirius multifiliis* dan *Trichodina* berkembang baik pada suhu 23-27°C (Lom & Dykova, 1992; Syawal *et al.*, 2001; Dickerson, 2006). Selanjutnya Buchmann & Bresciani (2006) juga melaporkan bahwa parasit dari golongan Platyhelminthes, seperti *Dactylogyrus*

dan *Girodactylus* juga berkembang baik pada suhu 24-25°C.

Simpulan

Suhu 32°C merupakan suhu optimum bagi ikan mas karena menunjukkan tingkat stres yang terendah, baik dilihat dari parameter fisiologis maupun hematologis. Berdasarkan data sintasan maka dapat diindikasikan bahwa ikan yang dipelihara di atas 20°C dan di bawah 32°C berpotensi terinfeksi parasit.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M Dikti yang telah memberi bantuan dana melalui kegiatan penelitian Hibah Bersaing tahun 2010 dan 2011.

Daftar pustaka

- Berne R & Levy MN. 1988. *Physiology*. Second Edition. The C.V. Mosby Company. St. Louis. Washington, D.C. Toronto. pp. 962-969.
- Buchmann K & Bresciani J. 2006. Monogenia (Phylum Platyhelminthes). In Woo PTK. *Fish diseases and disorders. Volume 1 Protozoa and metazoan infections 2nd edition*. University of Guelph Canada. pp. 297-344.
- Cataldi E, P. Di Marco, Mandich A, Cataudella S. 1998. Serum parameter of adriatic sturgeons *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): effects of temperature and stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 121: 351-354.
- Costas B, Aragao C, Mancera JM, Dinis MT, Conceicao LEC. 2008. High stocking density induces crowding stress and affects amino acid metabolism in Senegalese sole *Solea senegalensis* (Kaup 1858) juveniles. *Aquaculture Research*, 39: 1-9.
- Dickerson HW. 2006. *Ichthyophthirius multifiliis* and *Cryptocaryon irritans* (Phylum Ciliophora). In Woo PTK (Ed.). *Fish diseases and disorders. Volume 1 Protozoa and metazoan infections. 2nd edition*. University of Guelph Canada. pp. 116-153.
- Effendie MI. 1979. *Metode biologi perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Evans DH & Claiborne JB. 2006. *The physiology of fishes*. Third Edition. Taylor & Francis. pp. 231-340.
- Flajšhans M & Hulata G. 2007. Common carp-*Cyprinus carpio*. Genimpact final scientific report. pp. 32-39.
- Gabriel UU, Amakiriand EU & Ezeri GNO. 2007. Haematology and gill pathology of *Clarias gariepinus* exposed to refined petroleum oil, kerosene under laboratory conditions. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6(3): 461-465.
- Gbore FA, Oginni O, Adewole AM & Aladetan JO. 2006. The effect of transportation and handling stress on haematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zillii*. *Word Journal of Agriculture Sciences* 2(2): 208 -212.
- Hastuti S. 2004. Respons fisiologi ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac.) yang diberi pakan mengandung kromium-ragi terhadap penurunan suhu lingkungan. *Disertasi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. hlm. 12-44 (tidak dipublikasikan).
- Hrubeč TC & Smith SA. 2010. *Hematology of fishes*. In Weiss DJ & Wardrop KJ (Eds.). *Veterinary hematology 6th edition*. Wiley-Blackwell Ltd., Publication. pp. 994-1003.
- Johnny F, Zafran, Rosa D, Mahardika K. 2003. Hematologis beberapa spesies ikan laut budi daya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 9(4): 63-71.
- Kaligis EY. 2010. Peningkatan sintasan dan kinerja pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone) di media bersalinitas rendah. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 100 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Konstantinov AS & Zdanovich VV. 2007. Influence of temperature oscillations on some hematological value and metabolism of fish. *Moscow University Biological Sciences Bulletin* 62(2): 59-61.
- Kubulay A & Ulukoy G. 2002. The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Zoology* 26: 249-254.
- Lom J & Dykova I. 1992. Protozoan parasite of fish development in Aquaculture and Fisheries. *Science* 26: 253-258.

- Moyle PB & Cech JJ. 2004. *Fishes: an introduction to ichthyology*. Fifth edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ 07458. pp. 51-75.
- Nikoskelainen S, Bylund G & Lilius EM. 2004. Effect of environmental temperature on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) innate immunity. *Developmental and Comparative Immunology* 28: 581-592.
- Nofrizal, Yanase K & Arimoto T. 2009. Effect of temperatur on the swimming endurance and post-exercise recovery of jack macke-rel *Trachurus japonicus* as determined by monitoring. *Fish Sciences* 75: 1369-1375.
- Rafatnezhad S, Falahatkar B & Gilan iMHT. 2008. Effects of stocking density on haematological parameter, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juvenile. *Aquaculture Research*, 39: 1506-1513.
- Ramesh M & Saravanan M. 2008. Haematological and biochemical responses in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to chlorpyrifos. *International Journal of Integrative Biology* 3(1): 80-83.
- Ramsay JM, Feist GW, Varga ZM, Westerfield M, Kent ML & Schreek CB. 2006. Whole-body cortisol is an indicator of crowding stress in adult zebrafish, *Danio rerio*. *Aquaculture* 258: 565-574.
- Rigal F, Thibaud C, Catherine LN, Guy C, Jean-Antoine T, Fabien A & Patrick B. 2008. Osmoregulation as a potential factor for the differential distribution of two cryptic gobiid spesies, *Pomatoschistus microps* and *P. marmoratus* in French Mediterranean lagoons. *Scientia Marina* 72(3): 469-476.
- Stoskopf SK. 1993. *Immunology*. In Stoskopf MK *Fish medicine*. WB. Saunders Company. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Philadelphia London Toronto Montreal Sydney Tokyo. pp. 149-159.
- Syawal H, Mulyadi & Aryani N. 2001. Pengaturan suhu dan padat tebar benih ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap derajat insiden *I. multifiliis*. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 6(2): 66-72.
- Svobodova Z, Vykusova B, Modra H, Jarkovsky J, Smutna M. 2006. Haematological and biochemical profile of harvest-size carp during harvest and post-harvest storage. *Aquaculture Research*, 37:959-965.
- Varsamos S, Flik G, Pepin JF, Wendelaar, Bonga SE, Breul G. 2006. Husbandry stress during early life stages affects the stress response and health status of juvenile sea-bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Fish and Shellfish Immunology*, 20: 83-96.
- Wedemeyer GA. 1996. *Physiology of fish in intensive culture system*. Chapman and Hall. 115 Fifth Avenue New York. 232 p.