

Pengaruh medan listrik terhadap perkembangan gonad ikan komet pada media bersalinitas

Effect of electrical field on gonadal development of goldfish in saline media

Kukuh Nirmala*, Ahmad Habibie, Harton Arfah

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

*Surel: kukuhnirmala@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of electric field exposure duration at the voltage of 10 volt on goldfish *Carassius auratus auratus* gonadal development maintained in 3 ppt salinity media. The experiment consisted of four treatments in triplicates i.e. control, two, four, and six minutes of electrical-field exposure. The experiment design used was completely randomized design. Fish used was female goldfish at the density of 4 fish/aquarium with an average total length of 12.27 ± 0.05 cm and average body weight of 22.29 ± 0.54 g. Result of study showed that the electrical-field exposure at 10 volt for all duration treatments in 3 ppt of media salinity did not give significant effect on gonadosomatic index (GSI) and gonadal development of goldfish.

Keywords: electrical field, *Carassius auratus auratus*, gonad, salinity

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh lama waktu pemaparan medan listrik dengan voltase 10 volt terhadap perkembangan gonad ikan komet *Carassius auratus auratus* yang dipelihara pada media bersalinitas 3 ppt. Perlakuan pada penelitian ini terdiri atas empat perlakuan, yaitu: perlakuan kontrol, dua, empat, dan enam menit. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Ikan uji yang digunakan adalah ikan komet betina. Jumlah ikan yang digunakan adalah 4 ekor/akuarium dengan panjang total rata-rata $12,27 \pm 0,05$ cm dan bobot tubuh rata-rata $22,29 \pm 0,54$ g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian medan listrik sebesar 10 volt dengan lama waktu pemaparan medan listrik pada semua perlakuan durasi di media pemeliharaan bersalinitas 3 ppt tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter indeks gonadosomatik (GSI) dan perkembangan gonad ikan komet.

Kata kunci: medan listrik, *Carassius auratus auratus*, gonad, salinitas

PENDAHULUAN

Ikan hias merupakan salah satu organisme yang memiliki daya tarik dan keunikan tersendiri dilihat dari segi bentuk, warna maupun tingkah lakunya. Salah satu ikan hias air tawar yang telah cukup lama dikenal di masyarakat yaitu ikan komet *Carassius auratus auratus*. Ikan hias ini memiliki bentuk tubuh menarik serta warna yang beragam. Minat masyarakat terhadap ikan komet juga cukup tinggi yang diikuti dengan usaha pembudidayaanya yang terus meningkat.

Sampai saat ini upaya untuk memproduksi ikan komet masih dilakukan dengan cara tradisional

yang sangat sederhana, sehingga keberhasilan pemijahannya rendah. Kegagalan pemijahan diduga disebabkan dua faktor, pertama adalah kegagalan dalam mempersiapkan induk yang benar-benar matang gonad dan siap dipijahkan, dan faktor yang kedua adalah kegagalan dalam merangsang induk sehingga terjadinya ovulasi. Upaya untuk meningkatkan produksi ikan hias diawali dengan keberhasilan menerapkan teknologi reproduksi ikan untuk menghasilkan benih. Berbagai jenis teknologi reproduksi ikan yang telah diterapkan pada usaha pembenihan ikan hias air tawar antara lain dengan memanipulasi lingkungan perairan sampai penerapan hormonal.

Pendekatan lingkungan dengan memanfaatkan medan listrik pada media pemeliharaan diduga dapat memberikan pengaruh terhadap perkembangan gonad ikan. Menurut Teissie *et al.* (2008) dan Trushenski *et al.* (2012) medan listrik dapat menimbulkan efek pada jaringan hidup. Mekanisme interaksi medan listrik dengan benda hidup berupa induksi arus listrik pada jaringan biologi. Induksi pada benda hidup disebabkan muatan listrik bebas yang terdapat pada cairan kaya akan ion-ion seperti darah, getah bening, syaraf, dan otot yang dapat terpengaruh gaya yang dihasilkan oleh aliran arus listrik (Feng *et al.*, 2009; Eisenberg, 2013).

Ikan dapat merespons arus listrik karena memiliki organ elektrosensor. Sawtell *et al.* (2005) menulis bahwa elektrosensor pada ikan merupakan modifikasi dari bagian horizontal *skeletogenous septum (lateral line)*. Bell dan Maler (2005) menjelaskan bahwa *lateral line* dalam merespons arus listrik dari lingkungan ke dalam tubuh dibantu oleh organ neuromast dan sel rambut menuju otak kemudian disampaikan ke seluruh bagian tubuh. Induksi medan listrik diharapkan dapat merangsang kerja otot polos pada usus ikan dan dapat membantu penyerapan sari-sari makanan dalam usus ikan menjadi lebih baik, sehingga pertumbuhan ikan menjadi lebih baik.

Salinitas sebagai salah satu parameter kualitas air berpengaruh secara langsung terhadap metabolisme tubuh ikan, terutama proses osmoregulasi. Salah satu aspek fisiologi ikan yang dipengaruhi oleh salinitas adalah tekanan osmotik dan konsentrasi cairan tubuh (Luz *et al.*, 2008). Semakin tinggi salinitas, semakin banyak ion-ion yang terkandung dalam air sehingga pergerakan ion-ion tersebut akan semakin meningkatkan daya hantar listrik suatu media. Nilai konduktivitas merupakan fungsi antara temperatur, jenis ion-ion terlarut, dan konsentrasi ion terlarut. Peningkatan ion-ion yang terlarut menyebabkan nilai konduktivitas air juga meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh lama waktu pemaparan medan listrik 0, dua, empat, dan enam menit dengan voltase 10 volt terhadap perkembangan gonad ikan komet yang dipelihara pada media bersalinitas 3 ppt.

BAHAN DAN METODE

Materi uji

Ikan uji yang digunakan untuk penelitian ini adalah ikan komet betina dengan ukuran panjang

total rata-rata $12,27 \pm 0,05$ cm dan bobot tubuh rata-rata $22,29 \pm 0,54$ g sebanyak 48 ekor untuk semua perlakuan dan ulangan. Ikan komet berasal dari pengumpul di daerah Ciseeng, Jawa Barat. Ikan sebanyak 12 ekor digunakan untuk setiap perlakuan yang terdiri atas tiga ulangan.

Rancangan percobaan

Penelitian ini terdiri atas empat perlakuan dengan tiga kali ulangan. Rancangan perlakuan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Persiapan wadah

Wadah perlakuan yang digunakan sebagai pemeliharaan yaitu berupa akuarium dengan ukuran $49 \times 32 \times 30$ cm³ sebanyak 12 buah dengan volume air 39 L. Sebelum digunakan akuarium dicuci terlebih dahulu menggunakan sabun dan dibilas dengan menggunakan air bersih dan dibiarkan hingga kering. Wadah perlakuan dilengkapi dengan instalasi aerasi berupa selang dan batu aerasi yang terhubung langsung dengan aerator. Selanjutnya disiapkan tandon yang berukuran $98 \times 49 \times 50$ cm³ sebagai tandon air bersalinitas 3 ppt.

Media pemeliharaan ikan

Media pemeliharaan ikan komet adalah air bersalinitas 3 ppt yang diperoleh dengan cara penambahan garam krosok sebanyak 648 g pada air bervolume 216 L. Setelah mendapatkan salinitas yang diinginkan, maka air tersebut dialirkan ke akuarium menggunakan pompa. Akuarium kemudian diisi air 3 ppt sebanyak 39 L dengan ketinggian air 25 cm.

Pengadaptasian ikan komet

Ikan komet yang digunakan dalam perlakuan ini, terlebih dahulu diaklimatisasi dengan media bersalinitas 3 ppt dengan pemeliharaan selama

Tabel 1. Rancangan perlakuan pemberian medan listrik dengan waktu berbeda pada ikan komet *Carassius auratus auratus*

Perlakuan	Keterangan
K	Perlakuan kontrol (tanpa pemberian medan listrik)
2	Waktu pemberian medan listrik dua menit
4	Waktu pemberian medan listrik empat menit
6	Waktu pemberian medan listrik enam menit

tujuh hari di akuarium. Pakan yang digunakan merupakan pakan komersial yang diberikan melalui metode *at satiation* atau sekenyangnya sebanyak tiga kali sehari, yaitu pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB

Pemberian perlakuan

Media pemeliharaan diberi medan listrik dengan waktu yang berbeda, yaitu: nol (kontrol), dua, empat, dan enam menit. Paparan medan listrik ini dilakukan tiga kali sehari setiap akan diberi pakan. Pemberian medan listrik dilakukan selama 21 hari pemeliharaan. Kekuatan listrik yang dialirkan sebesar 10 volt. *Input* listrik berasal dari listrik arus bolak-balik AC yang dialirkan pada transformator untuk diproses menjadi arus listrik searah DC (*direct current*).

Selanjutnya arus listrik dialirkan ke dalam media pemeliharaan melalui kabel tembaga yang pada ujungnya terdapat capit buaya warna merah dan hitam serta dihubungkan dengan lempeng aluminium yang berdimensi 30×30 cm². Lempeng aluminium ini diletakkan di kedua sisi akuarium secara berhadapan. Pengaktifan transformator ini dilakukan pada setiap kali media pemeliharaan ikan akan diberi perlakuan medan listrik.

Pengelolaan kualitas air

Kualitas air perlu diperhatikan selama pemeliharaan untuk menjaga kualitas air media percobaan. Air tawar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tandon penampungan. Air tersebut dialirkan ke dalam tandon, kemudian ditambahkan garam sesuai salinitas yang diharapkan. Pengelolaan kualitas air dilakukan setiap hari dengan metode pergantian air sebanyak 20% dari volume awal selain itu juga dilakukan penyifonan pada dasar wadah akuarium. Air yang diganti adalah sebanyak 20% dari volume awal dengan salinitas yang sama.

Rasio panjang usus terhadap panjang total tubuh (PU/PT)

Nilai rasio PU/PT adalah perbandingan antara panjang usus terhadap panjang tubuh total ikan komet. Pengukuran nilai rasio PU/PT dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$PU/PT = \text{rasio panjang usus/panjang total}$$

Keterangan:

PU = panjang usus (cm)

PT = panjang tubuh (cm)

Jumlah konsumsi pakan

Jumlah konsumsi pakan merupakan perhitungan berdasarkan data hasil jumlah pakan ikan yang diberikan selama pemeliharaan. Adapun perhitungannya dengan cara mengurangi pakan awal dengan pakan sisa.

Indeks gonadosomatik (GSI)

Indeks gonadosomatik (GSI) merupakan sebuah nilai perbandingan antara bobot gonad dengan keseluruhan bobot tubuh ikan. Rumus yang digunakan yaitu:

$$GSI\% = \text{bobot gonad/bobot tubuh} \times 100$$

Indeks hepatosomatik (HSI)

Indeks hepatosomatik (HSI) merupakan parameter persentase antara bobot hepatopankreas dengan total bobot tubuh. Rumus yang digunakan dalam pengamatan parameter HSI adalah:

$$HSI\% = \frac{\text{bobot hepatopankreas}}{\text{bobot tubuh}} \times 100$$

Laju pertumbuhan harian (LPH)

Laju pertumbuhan harian (LPH) adalah persentase penambahan bobot setiap harinya selama pemeliharaan. LPH dihitung dengan menggunakan rumus Huisman (1976), yaitu:

$$LPH = \{(Wt/Wo)^t - 1\} \times 100$$

Keterangan:

LPH = laju pertumbuhan harian (%)/hari

Wt = bobot rata-rata pada akhir perlakuan (g)

Wo = bobot rata-rata pada awal perlakuan (g)

t = periode pemeliharaan (hari)

Pengukuran kualitas air

Alat dan metode pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap dengan menggunakan empat perlakuan dan tiga ulangan. Data penelitian yang diperoleh diolah dengan *Microsoft Excel 2007*. Selanjutnya seluruh data kecuali kualitas air dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan's Multiple Range* dengan menggunakan program *SPSS 17.0* untuk melihat perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Rasio panjang usus terhadap panjang tubuh

Rasio panjang usus terhadap panjang total tubuh (PU/PT) ikan komet pada awal pemeliharaan sebesar 2,05 cm. Setelah 21 hari pemeliharaan rasio PU/PT ikan komet menjadi 2,49–2,51 cm (Gambar 1). Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kontrol dan perlakuan (dua, empat, dan enam menit) yang diberi paparan listrik sebesar 10 volt tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap rasio PU/PT ikan komet ($P > 0,05$).

Jumlah konsumsi pakan

Jumlah konsumsi pakan ikan komet selama 21 hari pemeliharaan berkisar antara 36,67–48,97 g (Gambar 2). Berdasarkan gambar tersebut jumlah konsumsi pakan yang paling tertinggi terdapat

pada perlakuan dua menit yaitu $48,97 \pm 3,51$ g sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan enam menit yaitu $36,67 \pm 1,59$ g. Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan diketahui bahwa perlakuan dua menit menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan kontrol, empat menit dan enam menit ($P < 0,05$). Namun perlakuan empat menit tidak menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol dan enam menit.

Indeks gonadosomatik (GSI)

Parameter GSI tertinggi terlihat pada Gambar 3 yaitu perlakuan dua menit sebesar $7,06 \pm 2,48\%$ pada hari ke-21 yang merupakan fase puncak GSI pada perlakuan dua menit sedangkan GSI terendah pada perlakuan enam menit, yaitu $2,30 \pm 0,31\%$ pada hari ketujuh. Nilai GSI semua perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.

Laju pertumbuhan harian (LPH)

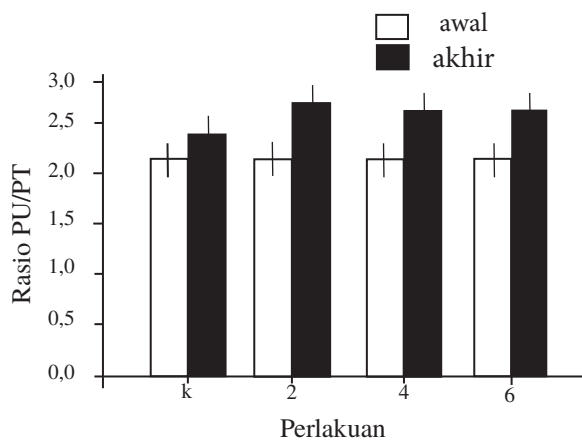
Laju pertumbuhan harian pada ikan komet yang dipelihara selama 21 hari berkisar antara 1,41–1,57% (Gambar 5). Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan bahwa semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$).

Tingkat kelangsungan hidup

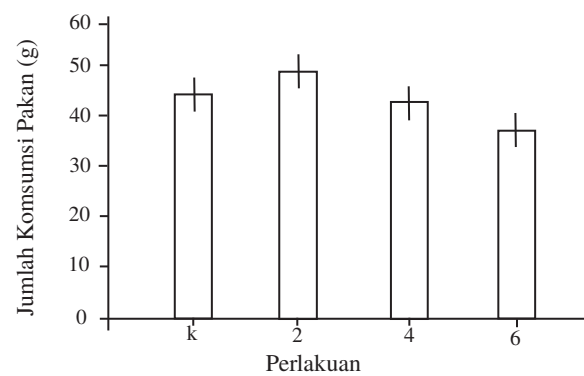
Tingkat kelangsungan hidup ikan komet yang dipelihara selama 21 hari berkisar antara 75–100% (Gambar 6). Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan bahwa semua perlakuan yang diberi paparan listrik sebesar 10 volt tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ($P > 0,05$).

Tabel 2. Alat dan metode pengukuran kualitas air

Parameter (satuan)	Metode/alat	Waktu pengukuran
Suhu (°C)	DO-meter	Setiap hari
pH	pH-meter	Setiap hari
DO (mg/L)	DO-meter	Setiap hari
Alkalinitas (mg/L CaCO ₃)	Titrasi	Seminggu sekali
Kesadahan (mg/L CaCO ₃)	Titrasi	Seminggu sekali



Gambar 1. Rata-rata rasio panjang usus terhadap panjang tubuh ikan komet. Perlakuan K (kontrol), 2 (pemberian medan listrik dua menit), 4 (pemberian medan listrik empat menit), 6 (pemberian medan listrik enam menit).



Gambar 2. Jumlah konsumsi pakan ikan uji selama pemeliharaan. Perlakuan K (kontrol), 2 (pemberian medan listrik dua menit), 4 (pemberian medan listrik empat menit), 6 (pemberian medan listrik enam menit).

Kualitas air

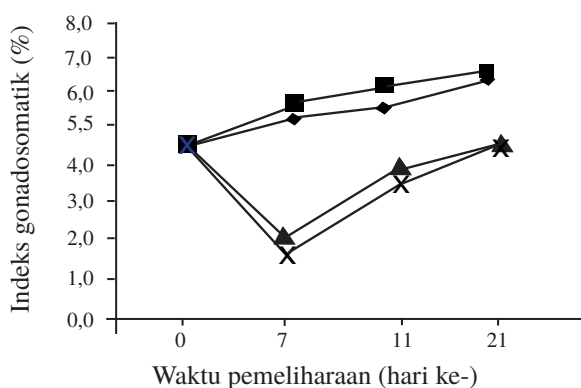
Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi lingkungan media pemeliharaan ikan uji selama masa pemeliharaan. Data hasil pengukuran kualitas air selama 21 hari pemeliharaan pada perlakuan kontrol, dua, empat, dan enam menit disajikan pada Tabel 3.

Pembahasan

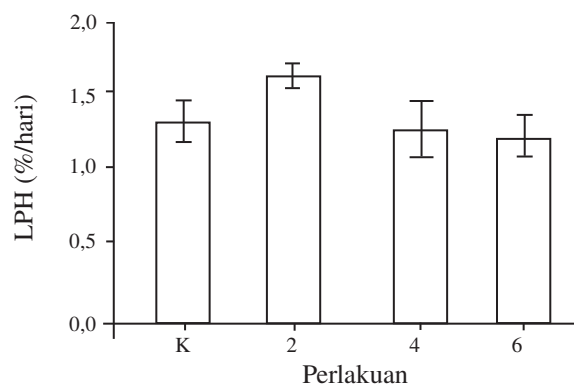
Pemberian medan listrik pada media pemeliharaan ikan komet yang bersalinitas 3 ppt mengakibatkan adanya pergerakan zona-zona medan listrik yang bergerak dari kutub positif ke arah kutub negatif. Induksi muatan listrik ini berasal dari ion-ion dalam tubuh makhluk hidup seperti darah, getah bening, saraf, dan otot

Tabel 3. Kisaran nilai kualitas air ikan komet selama pemeliharaan

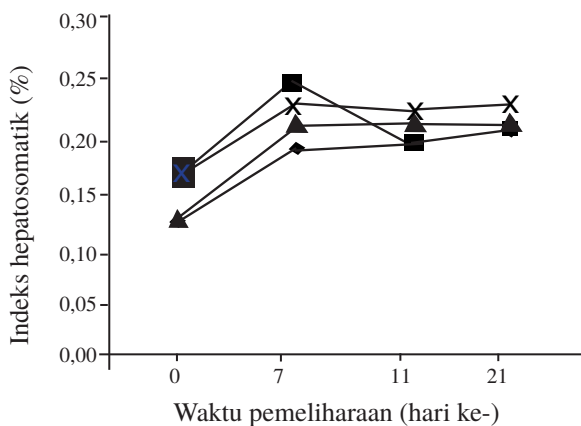
Perlakuan	Parameter				
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Alkalinitas	Kesadahan
K	25,63–28,30	7,34–7,71	5,30-8,17	86,67–103,33	74,74–142,01
2	25,40–27,63	7,19–7,75	5,10-7,87	86,67–126,67	85,95–142,01
4	25,33–26,57	7,29–7,84	5,00-8,07	80,00–126,67	82,22–213,01
6	25,33–26,37	7,27–7,77	5,10–7,83	100,00–133,33	82,22–246,65
Pustaka rujukan	24–28 (Lesmana, 2001)	6,5–9,0 (Effendi, 2003)	>5 (Boyd, 1982)	30–500 (Effendi, 2003)	>20 (Boyd, 1982)



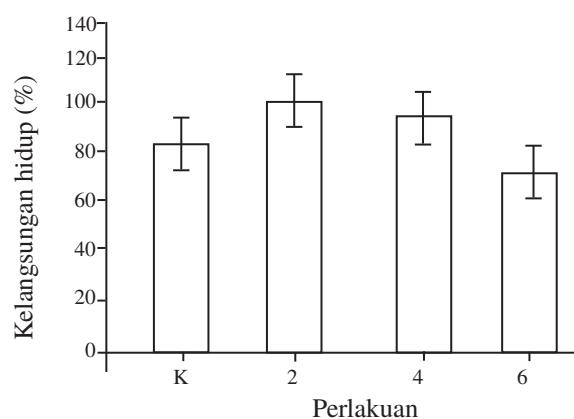
Gambar 3. Indeks gonadosomatik ikan komet. Keterangan: ◆ = kontrol; ■ = dua menit; ▲ = empat menit; X = enam menit.



Gambar 5. Laju pertumbuhan harian (LPH) ikan komet. Perlakuan K (kontrol), 2 (pemberian medan listrik dua menit), 4 (pemberian medan listrik empat menit), 6 (pemberian medan listrik enam menit).



Gambar 4. Indeks hepatosomatik ikan komet. Keterangan: ◆ = kontrol; ■ = dua menit; ▲ = empat menit; X = enam menit.



Gambar 6. Tingkat kelangsungan hidup ikan komet. Perlakuan K (kontrol), 2 (pemberian medan listrik dua menit), 4 (pemberian medan listrik empat menit), 6 (pemberian medan listrik enam menit).

yang disebabkan adanya pergerakan muatan-muatan dan aliran listrik. Kemudian organ elektrosensor pada ikan komet seperti gurat sisi atau *lateral line* (LL) tersebut merespons arus listrik sehingga merangsang sistem saraf dan otot-otot dalam tubuh. Hal inilah yang menyebabkan pertumbuhan ikan komet dapat meningkat lebih cepat dibandingkan dengan pemeliharaan biasa. Ikan juga dapat mengalami stres bahkan kematian apabila diberi arus listrik secara berlebihan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, pengaruh lama waktu paparan listrik sebesar 10 volt pada media bersalinitas 3 ppt yang dilakukan selama 21 hari pemeliharaan ikan komet terhadap parameter rasio panjang usus terhadap panjang tubuh, indeks gonadosomatik, indeks hepatosomatik, laju pertumbuhan harian dan kelangsungan hidup tidak terdapat perbedaan yang nyata antar semua perlakuan ($P > 0,05$). Akan tetapi, pemberian medan listrik terhadap parameter jumlah konsumsi pakan ikan komet menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antarperlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan dua menit menunjukkan hasil yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol, empat, dan enam menit.

Keadaan paparan radiasi akan tergantung dari sumber radiasi dan sifat-sifat elektrik tubuh. Usus halus tersusun dari otot-otot yang dapat teradiasi oleh medan listrik, sehingga diduga dengan adanya paparan medan listrik kinerja usus dapat meningkat. Meningkatnya kinerja usus menjadi lebih baik, akan menyebabkan penyerapan yang terjadi di dalamnya menjadi lebih lancar. Sari-sari makanan yang diserap dari usus selanjutnya akan ditransportasikan ke seluruh tubuh oleh darah. Analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ($P > 0,05$) data rasio PU/PT tidak memberikan hasil yang berbeda nyata. Pada hasil penelitian pada ikan komet yang bersifat omnivora diperoleh data rasio PU/PT berkisar antara 2,05–2,55 cm.

Nilai rasio panjang usus terhadap panjang total tubuh (PU/PT) di akhir pemeliharaan pada perlakuan dua menit cenderung lebih tinggi daripada (PU/PT) pada kontrol dan perlakuan empat dan enam menit yaitu sebesar $2,55 \pm 0,06$. Pada perlakuan empat menit besar rasionya adalah $2,51 \pm 0,34$, pada perlakuan enam menit rasionya sebesar $2,51 \pm 0,20$ sedangkan yang terendah ada pada kontrol yaitu sebesar $2,49 \pm 0,17$ (Gambar 1). Hal ini sesuai dengan pernyataan Opuszyński dan Shireman (1995) yang menyatakan, rasio panjang usus terhadap panjang tubuh (PU/PT) ikan omnivora 1,3–4,2. Kemudian dalam

penelitian Nuryandani (2005), menunjukkan bahwa pemberian medan listrik memberikan pengaruh pada amplitude dan frekuensi kontraksi otot polos pada usus halus kelinci.

Perpanjangan rasio PU/PT merupakan salah satu perubahan fisis selama terjadi kontraksi otot selain adanya perubahan tegangan dan panjang usus (Goenarso, 2003). Kontraksi usus yang meningkat karena diberi paparan medan listrik dan adanya pakan sebagai objek pencernaan dalam usus, mengakibatkan perubahan panjang dan tegangan usus yang terjadi menjadi lebih besar jika dibandingkan pada kondisi kerja usus normal (tanpa paparan medan listrik).

Jumlah konsumsi pakan tertinggi terjadi pada perlakuan dua menit, yaitu sebesar $48,97 \pm 3,51$ g dan terendah pada perlakuan enam menit, yaitu sebesar $36,67 \pm 1,59$ g (Gambar 2). Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan bahwa parameter jumlah konsumsi pakan menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa waktu pemberian medan listrik lebih lama mengakibatkan ikan mengalami stres. Kondisi stres pada ikan komet terlihat dari nafsu makan yang kurang dan hal ini didukung oleh pernyataan Barreto dan Volpato (2006) serta Schreck (2010) bahwa kondisi stres yang muncul dapat menurunkan nafsu makan. Ikan yang diberi paparan medan listrik akan mengalami perubahan nafsu makan sehingga timbul persaingan mendapatkan pakan. Ikan yang dominan akan mendapatkan pakan lebih banyak sehingga ikan yang kurang dominan makan lebih sedikit dan nilai efisiensinya lebih rendah.

Kematangan gonad adalah tahap tertentu perkembangan gonad sebelum dan sesudah memijah. Selama proses reproduksi sebagian energi dipakai untuk perkembangan gonad, dan gonad ikan akan mencapai maksimum saat ikan akan memijah, kemudian akan menurun dengan cepat selama proses pemijahan berlangsung sampai selesai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dua menit memiliki nilai GSI tertinggi sebesar 7,06% pada hari ke-21 (Gambar 3) dibandingkan dengan kontrol, sedangkan perlakuan enam menit menunjukkan nilai terendah sebesar 5,52% pada hari ke-21. Selama proses reproduksi, sebagian besar hasil metabolisme tertuju pada perkembangan gonad. Hal ini menyebabkan terdapat perubahan dalam gonad itu sendiri. Menurut Kjesbu (2009) pada saat pematangan gonad, ikan betina akan mengalami penambahan bobot tubuh akibat penambahan bobot ovari.

Ukuran ikan pada saat pertama kali matang gonad berbeda-beda. Hal ini berkaitan dengan pertumbuhan ikan dan faktor lingkungan media hidup ikan. Faktor utama yang memengaruhi kematangan gonad ikan antara lain suhu dan makanan selain faktor keberadaan hormon. Hasil pengamatan terhadap nilai HSI menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada perlakuan dua menit pada hari ketujuh dengan nilai $0,23 \pm 0,04\%$ sedangkan nilai GSI terendah pada perlakuan kontrol pada hari ke-14 sebesar $0,19 \pm 0,03\%$ (Gambar 3). Nilai HSI juga menunjukkan adanya peningkatan, karena sintesis vitelogenin dalam tubuh ikan berlangsung di hati. Akumulasi vitelogenin ini menyebabkan nilai HSI dan GSI ikan meningkat (Kjesbu, 2009). Sintesis vitelogenin di hati sangat dipengaruhi oleh keberadaan hormon estradiol- 17β yang merupakan stimulator dalam biosintesis vitelogenin.

Uji statistik (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai laju pertumbuhan harian ikan komet dibandingkan dengan kontrol ($P > 0,05$). Laju pertumbuhan harian ikan yang dipelihara pada media bersalinitas yang diberikan medan listrik nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang tidak diberikan medan listrik (kontrol). Hal tersebut diduga akibat rangsangan dari lingkungan berupa induksi medan listrik. Rangsangan tersebut menjadikan sistem sirkulasi tubuh ikan menjadi lebih lancar dan penyerapan makanan dalam usus menjadi lebih baik, serta diduga merangsang hormon pertumbuhan untuk bekerja lebih optimal. Medan listrik berinteraksi dengan hormon, neurotransmitter, dan hormon pertumbuhan (Chiba *et al.*, 2006; Norton & Bally-Cuif, 2010). Pertumbuhan dipengaruhi juga oleh faktor eksternal berupa pakan dan kondisi lingkungan yaitu suhu, ketersediaan oksigen, zat-zat terlarut, dan faktor lingkungan lainnya. Paparan medan listrik 10 volt diduga sebagai faktor eksternal dari lingkungan yang berupa rangsangan induksi medan listrik.

Tingkat kelangsungan hidup ikan komet yang dipelihara selama 21 hari berkisar antara 75 ± 0 – $100 \pm 0\%$ (Gambar 6). Berdasarkan analisis statistik, kontrol dan perlakuan (dua, empat, dan enam menit) tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan komet. Nilai tertinggi diperoleh perlakuan dua menit sebesar $100 \pm 0\%$ dan nilai terendah perlakuan enam menit sebesar $75 \pm 0\%$. Tingkat kelangsungan hidup (SR) dari perlakuan dua hingga enam menit mengalami

penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama pemeliharaan ikan komet yang bersalinitas 3 ppt diberi paparan medan listrik sebesar 10 volt, maka tingkat kelangsungan hidup ikan akan semakin rendah.

Berbagai parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini adalah suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas dan kesadahan. Kisaran kualitas air yang diamati masih berada pada kondisi yang optimal atau masih memenuhi nilai ambang batas baku mutu (Tabel 1). Namun yang harus diwaspadai adalah perubahan suhu drastis, karena hal ini dapat memicu stres pada ikan, sehingga laju metabolisme ikan juga akan meningkat. Suhu sangat berpengaruh pada pertumbuhan. Suhu selama masa pemeliharaan ikan komet pada semua perlakuan berkisar antara $25,33$ – $28,30$ °C. Ikan komet yang bersifat omnivora ini dapat hidup pada suhu 19 – 28 °C dengan suhu optimal 24 – 28 °C (Ford *et al.*, 2005). Menurut Baldisserotto (2011), nilai pH air yang optimal untuk pertumbuhan ikan adalah $6,5$ – 9 . Selama penelitian berlangsung, nilai pH berkisar antara $7,19$ – $7,84$, nilai kadar oksigen terlarut (DO) pada media pemeliharaan berkisar antara $5,33$ – $8,17$ mg/L. Sesuai dengan pernyataan Fu *et al.* (2010) dan Zhang *et al.* (2012), pada air dengan kandungan oksigen terlarut di atas 4 mg/L, ikan dapat hidup dan tumbuh secara normal. Berdasarkan hal tersebut, nilai kisaran oksigen terlarut masih sangat layak sehingga tingkat kelangsungan hidup ikan masih dapat terjaga.

Alkalinitas adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam, berhubungan dengan sistem *buffer* untuk mempertahankan pH air. Alkalinitas memengaruhi pertumbuhan ikan, karena akan menentukan proses pertukaran ion antara tubuh ikan dengan lingkungan. Hasil pengukuran alkalinitas pada media pemeliharaan berkisar antara $80,00$ – $133,33$ mg/L CaCO_3 . Nilai tersebut masih dalam kisaran yang baik untuk pemeliharaan ikan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Jha *et al.* (2006) dan Shete *et al.* (2013) yaitu nilai alkalinitas yang baik untuk ikan koki adalah di atas 30 mg/L CaCO_3 .

Kesadahan didefinisikan sebagai konsentrasi ion-ion logam divalen yang terdapat dalam air dan digambarkan sebagai mg/L CaCO_3 . Salinitas juga berpengaruh terhadap nilai kesadahan dan daya hantar listrik. Semakin tinggi salinitas, semakin banyak ion-ion yang terdapat pada media, sehingga semakin tinggi nilai kesadahan. Hasil pengukuran kesadahan pada media pemeliharaan

berkisar antara 74,74–246,65 mg/L CaCO₃. Nilai tersebut masih dalam kisaran yang baik untuk pemeliharaan ikan. Sesuai dengan pernyataan Baldisserotto (2011), kesadahan yang baik untuk perikanan adalah 10–20 ppm.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian medan listrik sebesar 10 volt dengan lama waktu pemaparan medan listrik kontrol, dua, empat, dan enam menit pada media pemeliharaan bersalinitas 3 ppt tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap parameter indeks gonadosomatik (GSI) dan perkembangan gonad ikan komet.

DAFTAR PUSTAKA

- Baldisserotto B. 2011. Water pH and hardness affect growth of freshwater teleosts. *Brazilian Journal of Animal Science* 40: 138–144.
- Bardach JE, Ryther JH, Maclarney WO. 1972. *Aquaculture, the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organism*. New York, United State: John Wiley and Sonc Inc.
- Barreto RE, Volpato GL. 2006. Stress responses of the fish Nile tilapia subjected to electroshock and social stressors. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 39: 1.605–1.612.
- Bell CC, Maler L. 2005. Central Neuroanatomy of Electrosensory Systems in Fish. *In: Bullock TH, Hopkins CD, Popper AN, Fay RR (eds). Electrosensation*. New York: Springer.
- Boyd CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Chiba H, Hattori T, Yamada H, Iwata M. 2006. Comparison of the effects of chemical anesthesia and electroanesthesia on plasma cortisol levels in the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Science* 72: 693–695.
- Eisenberg B. 2013. Electrostatic effects in living cells. *Physics Today* 66: 10–11.
- Feng GP, Zhuang P, Zhang LZ, Chen NN, Yao ZF, Men YY. 2009. Effects of electroanesthesia on behavior and serum iron concentration of juvenile *Acipenser baeri*. *Marine Fisheries* 1: 1–6.
- Ford T, Beitinger TL. 2005. Temperature tolerance in the goldfish *Carassius auratus*. *Journal of Thermal Biology* 30: 147–152.
- Fu SJ, Li XM, Zhao WW, Peng JL, Cao ZD. 2010. The locomotive and metabolic strategies of goldfish under different dissolved oxygen level. *Journal of Chongqing Normal University (Natural Science)* 3: 1–5.
- Goenarso D, Suropto, Zulfiani. 2003. Efek gosipol terhadap kontraksi usus halus mencit *Mus mrsulzrs* Swiss webster jantan secara *in vitro*. *Jurnal Matematika dan Sains* 9: 183–188.
- Hara, Toshiaki I. 1982. *Chemoreceptor in Fishes*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Huisman EA. 1976. *The Principles of Fish Culture Production*. Netherland: Departement of Aquaculture, Wageningen University.
- Jha P, Sarkar K, Barat S. 2006. Comparison of food selection and growth performance of koi carp *Cyprinus carpio* L., and goldfish, *Carassius auratus* L. in mono and polyculture rearing in tropical ponds. *Aquaculture Research* 37: 389–397.
- Kjesbu OS. 2009. Applied Fish Reproductive Biology: Contribution of Individual Reproductive Potential to Recruitment and Fisheries Management. *In: Jakobsen T, Fogarty MJ, Megrey BA, Moksness E (eds). Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Luz RK, Martínez-Álvarez RM, De Pedro N, Delgado MJ. 2008. Growth, food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish *Carassius auratus* exposed to different salinities. *Aquaculture* 276: 171–178.
- Norton W, Bally-Cuif L. 2010. Adult zebrafish as a model organism for behavioural genetics. *Biomedcentral Neuroscience* 11: 1–11.
- Sawtell NB, Williams A, Bell CC. 2005. From sparks to spikes: information processing in the electrosensory systems of fish. *Current Opinion in Neurobiology* 15: 437–443.
- Schreck CB. 2010. Stress and fish reproduction: the roles of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology* 165: 549–556.
- Shete AP, Verma AK, Tandel RS, Prakash C, Tiwari VK, Hussain T. 2013. Optimization of water circulation period for the culture of goldfish with spinach in aquaponic system. *Journal of Agricultural Science* 5: 26–30.
- Teissié J, Escoffre J, Rols M, Golzio M. 2008. Time dependence of electric field effects on cell membranes. A review for a critical selection of pulse duration for therapeutical

- applications. *Radiology and Oncology* 42: 196–206.
- Trushenski JT, Bowker JD, Gause BR, Mulligan BL. 2012. Chemical and electrical approaches to sedation of hybrid striped bass: induction, recovery, and physiological responses to sedation. *Transactions of the American Fisheries Society* 141: 455–467.
- Zhang W, Cao ZD, Fu SJ. 2012. The effects of dissolved oxygen levels on the metabolic interaction between digestion and locomotion in Cyprinid fishes with different locomotive and digestive performances. *Journal of Comparative Physiology B* 182: 641–650.