

Kinerja pertumbuhan benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* pada air media bersalinitas 3 ppt dengan lama paparan medan listrik yang berbeda

Growth performance of pearl goldfish juvenile *carassius auratus* cultured in 3 ppt salinity with different exposure time of electric field

Kukuh Nirmala*¹, Rizky Armansyah¹, Agus Priyadi²

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

² Balai Penelitian dan Pengembangan Ikan Hias, Depok
Jl. Perikanan No. 13 Pancoran Mas, Kota Depok 16436
*email: kukuhnirmala@yahoo.com

ABSTRACT

Growth rate of pearl goldfish juvenile *Carassius auratus* relatively slow to reach market size which will take approximately three months. To accelerate its growth can be done by providing exposure of the fish to low-power electric fields (10 V) via 3 ppt salinity water, with the goal of providing the close isoosmotic conditions, and also to streamline the flow of electricity from the electrodes to the body of the fish. This study aims to calculate the survival and growth rate of pearl goldfish juvenile of S sizes (2–4 cm of body length) which were maintained at 3 ppt salinity water and treated by different exposure time of electric field (zero, two, four, and six minutes before feeding) with 10 volt electric power. Fish were cultured at a density of 2 fish/L in the (20×30×20 cm³) aquaria in volume of 6 L of water. Test fish had an average body length of 4.11±0.05 cm and the average body weight of 2.89±0.05 g. Exposure time of electric field were zero, two, four, and six minutes before the fish are fed, performed every day as much as three times i.e. morning, afternoon, and evening. The research design used was completely randomized design with four treatments, namely 0, 2, 4, and 6 (time for exposure is zero/control, two, four, and six minute) with three replications. The results show test fishes exposed to 10 volt electrical field for zero, two, four, and six minutes, have no significant effect on survival rate (P>0.05). For growth performance, four minute exposure treatment gives the best results compared to controls (P<0.05), supported by an increase in the percentage of the ratio of gut length to body length of the fish and higher feed efficiency.

Keywords: long exposure to the electric field, growth performance, pearl goldfish

ABSTRAK

Pertumbuhan benih ikan hias maskoki mutiara *Carassius auratus* relatif lambat, karena untuk mencapai ukuran jual memerlukan waktu sekitar tiga bulan. Untuk mempercepat pertumbuhannya dapat dilakukan dengan pemberian paparan medan listrik berdaya rendah (10 V) ke air media budidaya yang dinaikkan salinitasnya menjadi 3 ppt, dengan tujuan memberikan kondisi mendekati isoosmotik, dan juga untuk mengefektifkan arus listrik dari elektroda ke tubuh ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan maskoki mutiara ukuran S (2–4 cm) yang dipelihara pada media bersalinitas 3 ppt yang diberi perlakuan lama waktu pemaparan medan listrik (nol, dua, empat, dan enam menit sebelum ikan diberi pakan) dengan daya 10 volt. Ikan dipelihara dengan kepadatan 2 ekor/L dalam akuarium berukuran 20×30×20 cm³ dengan volume air 6 L. Ikan uji yang digunakan memiliki panjang rata-rata 4,11±0,05 cm dan bobot rata-rata 2,89±0,05 g/ekor. Pemberian paparan medan listrik dilakukan selama nol, dua, empat, dan enam menit sebelum ikan diberi pakan, dilakukan setiap hari sebanyak tiga kali yaitu pagi, siang, dan sore hari. Rancangan penelitian terdiri atas empat perlakuan, yaitu 0, 2, 4, dan 6 (lama paparan nol/kontrol, dua, empat, dan enam menit) yang diulang masing-masing tiga kali ulangan. Hasil pemaparan arus listrik 10 volt selama nol, dua, empat, dan enam menit, tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kelangsungan hidup (p>0,05). Untuk kinerja pertumbuhan, perlakuan paparan empat menit memberikan hasil yang terbaik dibandingkan kontrol (p<0,05), didukung oleh peningkatan persentase nilai rasio panjang usus terhadap panjang tubuh ikan serta nilai efisiensi pakan yang lebih tinggi.

Kata kunci: lama paparan medan listrik, kinerja pertumbuhan, ikan maskoki mutiara

PENDAHULUAN

Ikan maskoki mutiara merupakan jenis ikan mas, mempunyai tubuh bulat dengan kepala kecil dan ekor lebar, berasal dari daratan Cina, namun sudah lama dibudidayakan di Indonesia sebagai ikan hias. Harga jual benih ikan maskoki mutiara ukuran M (5–7 cm) ke pengumpul bisa mencapai Rp2.000–5.000/ekor, dan untuk indukan yang belum matang gonad harganya dapat mencapai Rp75.000/pasang, sedangkan untuk induk yang sudah matang gonad harganya dapat mencapai Rp250.000/pasang. Pertumbuhan ikan maskoki relatif lambat dimana pada kepadatan yang rendah pun, untuk mencapai ukuran M, ML, dan L dari ukuran S (2–4 cm panjang tubuh ikan) masih memerlukan waktu sekitar tiga bulan. Untuk itu diperlukan upaya untuk mempercepat pertumbuhan ikan ini, salah satunya dengan rangsangan menggunakan kejutan listrik.

Pemanfaatan listrik dengan daya yang rendah banyak ditemukan dalam pengobatan pada manusia, seperti untuk mempercepat penyembuhan tulang dan percepatan detak jantung serta terapi akupunktur yang berguna untuk stimulasi saraf dan otot. Sementara pemanfaatan listrik dalam kegiatan perikanan dan lingkungan telah dilakukan manusia sejak pertengahan 1800-an, diantaranya untuk membunuh, membius, menangkap, memindahkan, menggiring, memikat, atau mengusir ikan (Hartley, 1990). Vertebrata air (ikan dan beberapa amfibi) mampu untuk merasakan dan memanfaatkan medan listrik karena memiliki organ *electroreceptor* sehingga organisme akuatik ini disebut *electroreceptive*. Untuk itu pemberian arus listrik yang tepat di media air diharapkan dapat menimbulkan respon positif yang tinggi pada *electroreceptor*.

Mekanisme interaksi medan listrik dengan benda hidup berupa induksi arus listrik pada jaringan biologi seperti darah, getah bening, syaraf serta otot yang cairannya kaya dengan ion yang bermuatan listrik bebas sehingga dapat terpengaruh gaya yang dihasilkan oleh aliran arus listrik (Nair *et al.*, 1989). Secara *in vitro* pun penelitian Nuryandani (2005) membuktikan bahwa pemberian medan listrik pada usus halus kelinci, mampu

meningkatkan amplitudo dan frekuensi kontraksi otot longitudinal usus halus tersebut. Dengan demikian semua organisme hidup merespon dengan cukup kuat adanya kejutan listrik. Diharapkan pula pemaparan medan listrik pada ikan dapat merangsang kerja otot polos pada usus ikan, agar penyerapan sari-sari makanan menjadi lebih baik, dan hasilnya laju pertumbuhan ikan menjadi lebih cepat. Hal ini didukung oleh Nair *et al.*, (1989) yang menyatakan bahwa medan listrik juga berinteraksi dengan hormon pertumbuhan dan *neurotransmitter*.

Hasil penelitian Sitio (2008) menunjukkan bahwa paparan medan listrik sebesar 10 V masih memberikan hasil yang baik terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan air tawar (gurami) ukuran sekitar 3,5 cm pada air media bersalinitas 3 ppt. Penggunaan air media bersalinitas 3 ppt didasarkan pada penelitian Arista (2001) menggunakan ikan uji maskoki jenis tosa pada media bersalinitas 3 ppt, yang menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ikan uji lebih tinggi dibandingkan kontrol (0 ppt), yang diduga disebabkan ikan berada dalam kondisi mendekati isoosmotik, sehingga energi yang digunakan untuk osmoregulasi dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Selain itu menurut Snyder (2003), lebih tinggi kandungan garam dalam air, lebih tinggi kandungan ionnya, lebih tinggi pula konduktivitas air atau daya hantar listriknya, sehingga medan listrik lebih efektif dalam menghantarkan aliran listrik ke tubuh ikan. Konduktivitas air merupakan kapasitas air untuk menghantarkan arus listrik, dan merupakan faktor lingkungan yang paling penting dalam menghasilkan medan listrik yang berpengaruh tinggi terhadap ikan (Snyder, 2003).

Paparan medan listrik dengan voltase tinggi dan atau waktu lama akan membahayakan ikan, sehingga Dwyer & White (1997) merekomendasikan paparan singkat dan voltase rendah dengan tujuan untuk meminimalkan dampak potensial jangka panjang terhadap pertumbuhan ikan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang lama waktu paparan medan listrik berdaya 10 V pada air media bersalinitas 3 ppt dengan ikan uji adalah ikan maskoki mutiara. Tujuan

penelitian ini adalah menentukan lama paparan medan listrik dengan daya 10 V pada air media bersalinitas 3 ppt yang memberikan hasil terbaik untuk tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan maskoki mutiara dalam sistem resirkulasi. Lama paparan yang diuji adalah nol, dua, empat, dan enam menit sebelum ikan diberi pakan. Pemaparan medan listrik sebelum ikan diberi pakan dimaksudkan agar saat pemaparan, amplitudo dan frekuensi kontraksi usus halus ikan akan meningkatkan volume usus halus sehingga ikan menjadi lebih lapar dan meningkatkan konsumsi pakan, serta meningkatkan penyerapan nutrisi yang berdampak terhadap peningkatan laju pertumbuhan.

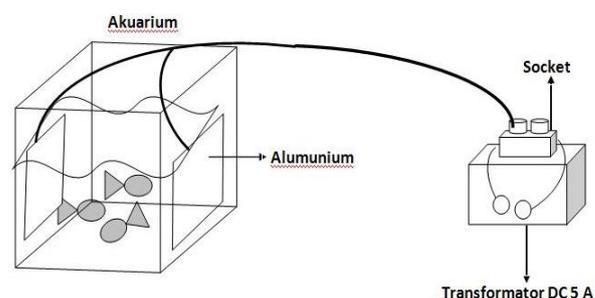
BAHAN DAN METODE

Sebanyak 16 unit akuarium berdimensi $20 \times 30 \times 20 \text{ cm}^3$ dengan volume akuarium 6 L dan ketinggian air 10 cm, digunakan sebagai media pemeliharaan ikan. Masing-masing akuarium diberi instalasi aerasi. Satu set sistem resirkulasi digunakan untuk semua unit percobaan, dan tersusun dari satu wadah berdimensi $100 \times 50 \times 40 \text{ cm}^3$ dan berisi pompa, *bioball*, serta batu koral, dan satu drum yang diisi *bioball*. Sistem resirkulasi dilengkapi dengan pipa pvc berukuran $\frac{3}{4}$ dan $1\frac{1}{2}$ inci serta pompa dengan debit maksimal 40 L/menit. Alat yang digunakan untuk menghasilkan medan listrik terdiri dari satu unit transformator DC 5 A, empat unit diode, satu unit kapasitor, satu unit stop kontak penyalur tegangan 10 volt dan 32 lempeng aluminium berdimensi $18 \times 15 \text{ cm}$. Sebelum digunakan akuarium dicuci dengan sabun dan diberi larutan biru metilena, setelah itu dibilas dengan air bersih. Wadah dan bahan filter resirkulasi juga dicuci bersih dan direndam dengan larutan biru metilena. Untuk alat lainnya desinfeksi dilakukan dengan cara direndam dengan larutan klorin 3 mg/L selama satu hari. Selanjutnya alat-alat tersebut dibilas dengan air bersih.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan maskoki dengan ukuran panjang tubuh rata-rata $4,11 \pm 0,05 \text{ cm}$ dan bobot tubuh rata-rata $2,89 \pm 0,05 \text{ g/ekor}$, pakan ikan berupa cacing darah (*bloodworm*)

berkadar protein 73,92% dan air laut yang bersalinitas 33 ppt. Benih ikan uji terlebih dahulu diaklimatisasi pada air media bersalinitas 3 ppt dan dipelihara selama tujuh hari di akuarium tanpa sistem resirkulasi. Selanjutnya ikan uji dimasukkan ke dalam setiap akuarium dengan sistem resirkulasi dengan kepadatan 2 ekor/L. Selama penelitian, pemberian pakan berupa cacing darah, dilakukan secara *at satiation* setiap tiga kali sehari, yaitu sekitar pukul 08.00, 12.00, dan 16.00. Penyiponan dilakukan seperlunya karena sistem pengelolaan air medianya menggunakan sistem resirkulasi.

Air media pemeliharaan ikan uji diberi paparan medan listrik dengan waktu yang berbeda yaitu nol, dua, empat, dan enam menit sebelum ikan diberi pakan, dilakukan setiap tiga kali sehari. Aliran listrik berasal dari arus listrik DC yang dialirkan ke media pemeliharaan bersalinitas 3 ppt melalui kabel tembaga yang pada bagian ujungnya dipasang lempeng aluminium berdimensi $18 \times 15 \text{ cm}$ (Gambar 1). Lempeng aluminium ini di letakkan di kedua sisi akuarium secara berhadapan yang masing-masing berfungsi sebagai anoda dan katoda. Penelitian paparan medan listrik pada ikan uji dilakukan selama 40 hari.



Gambar 1. Skema susunan alat penelitian.

Pengambilan sampel untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan dan efisiensi pemberian pakan ikan uji dilakukan setiap sepuluh hari sekali. Pengukuran panjang usus untuk menghitung rasio panjang usus terhadap panjang total tubuh ikan uji (PU/PT) dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan, sedangkan parameter kualitas air yang diukur adalah suhu ($^{\circ}\text{C}$), pH, kandungan oksigen terlarut (DO) (mg/L), daya hantar listrik (DHL) (mS/cm), alkalinitas (mg/L), kesadahan (mg/L), total ammonia nitrogen (TAN) dan

nitrit (mg/L), semuanya dilakukan sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* dari American Public Health Association (APHA, 1976). Analisa kualitas air dilakukan di laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan IPB.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap, dengan empat perlakuan dan empat ulangan, yaitu:

- 0: tanpa paparan medan listrik (kontrol)
- 2: paparan medan listrik selama dua menit sebelum ikan diberi pakan
- 4: paparan medan listrik selama empat menit sebelum ikan diberi pakan
- 6: paparan medan listrik selama enam menit sebelum ikan diberi pakan

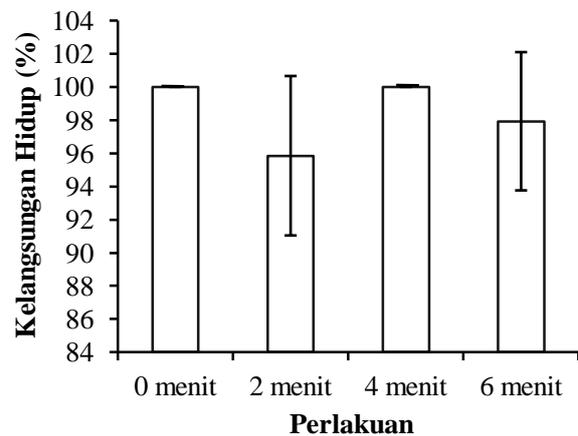
Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis ragamnya (Anova) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% menggunakan program Ms. Exel 2007 dan SPSS 16.0. Apabila berpengaruh nyata, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan diuji lanjut dengan menggunakan uji Tukey.

HASIL

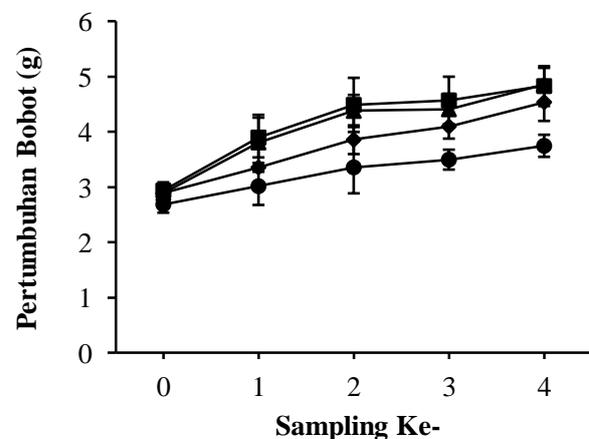
Tingkat kelangsungan hidup benih ikan maskoki mutiara yang dipelihara selama 40 hari berkisar antara 95,84–100% (Gambar 2). Nilai tertinggi dicapai pada kontrol (tanpa paparan medan listrik atau nol menit) dan perlakuan paparan medan listrik selama empat menit sebelum ikan diberi pakan, dengan nilai sebesar 100% dan nilai terendah pada perlakuan dua menit sebesar $95,84 \pm 4,81\%$. Dari hasil sidik ragam diperoleh hasil bahwa kontrol (nol menit) dan perlakuan (paparan listrik 10 volt selama dua, empat, dan enam menit sebelum ikan diberi pakan) tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) untuk tingkat kelangsungan hidup benih ikan uji.

Rata-rata bobot benih ikan uji pada akhir penelitian diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan waktu pemaparan empat menit sebesar $4,83 \pm 0,36$ g/ekor, sedangkan nilai terendah terdapat pada kontrol (nol menit) sebesar $3,75 \pm 0,2$ g/ekor (Gambar 3). Laju pertumbuhan bobot harian benih ikan uji berkisar antara 0,82–1,3%, dengan nilai

tertinggi terdapat pada perlakuan empat menit sebesar $1,3 \pm 0,12\%$ dan nilai terendah pada perlakuan kontrol (nol menit) sebesar $0,73 \pm 0,14\%$ (Gambar 4). Berdasarkan sidik ragam diperoleh hasil bahwa pemberian paparan medan listrik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan bobot harian ikan uji. Dari hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa laju pertumbuhan bobot harian ikan uji untuk perlakuan pemaparan listrik selama empat menit berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan kontrol (nol menit), perlakuan dua menit dan enam menit, sedangkan antara kontrol (nol menit) dengan perlakuan dua dan enam menit tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).



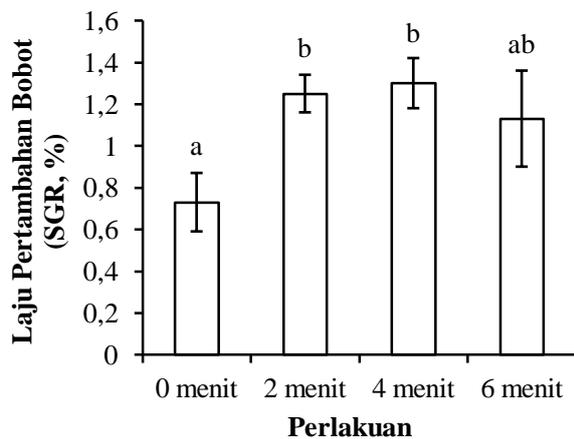
Gambar 2. Tingkat kelangsungan hidup (%) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian ($p > 0,05$).



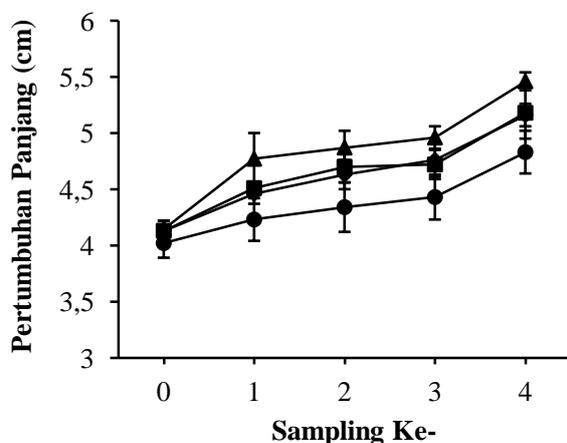
Gambar 3. Pertumbuhan bobot (g) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian.

Rata-rata panjang tubuh ikan uji pada akhir penelitian yang tertinggi diperoleh pada perlakuan empat menit yaitu sebesar $5,46 \pm 0,09$ cm, sedangkan nilai yang terendah

diperoleh pada perlakuan nol menit yaitu sebesar $4,83 \pm 0,18$ cm (Gambar 5). Laju pertumbuhan panjang mutlak benih ikan uji selama penelitian berkisar antara 0,82–1,3% (Gambar 6). Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan empat menit sebesar $1,3 \pm 0,10$ dan nilai terendah pada perlakuan nol menit (kontrol) sebesar $0,73 \pm 0,12\%$. Dari hasil sidik ragam menunjukkan laju pertumbuhan panjang mutlak ikan uji berbeda nyata ($p < 0,05$), dan dari hasil uji lanjut Tuckey diperoleh hasil antara kontrol dengan perlakuan empat menit berbeda nyata ($p < 0,05$), namun kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua dan enam menit.



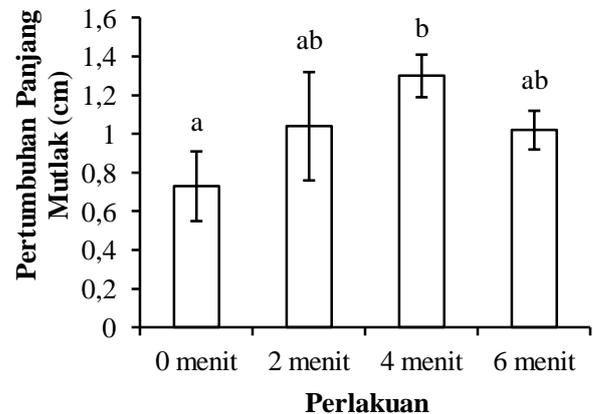
Gambar 4. Laju pertumbuhan bobot harian (%) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian. Keterangan: huruf berbeda diatas diagram batang menunjukkan adanya pengaruh akibat perlakuan ($p < 0,05$).



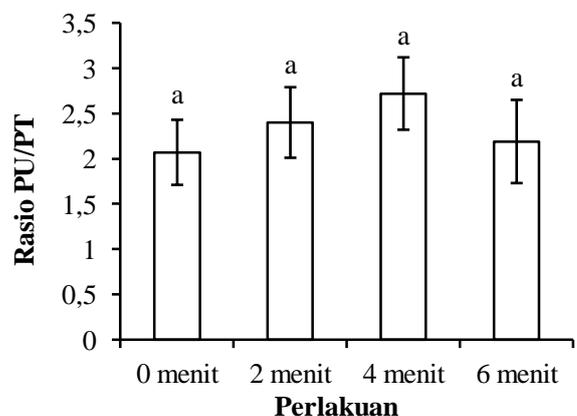
Gambar 5. Pertumbuhan panjang (cm) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan penelitian.

Rasio panjang usus terhadap panjang total tubuh (PU/PT) benih ikan uji pada awal

pemeliharaan sebesar 1,98, dan di akhir penelitian rasio PU/PT benih ikan uji pada perlakuan 0 (kontrol) menjadi $2,07 \pm 0,35$, pada perlakuan dua menit sebesar $2,40 \pm 0,38$, pada perlakuan empat menit sebesar $2,72 \pm 0,30$, sementara pada perlakuan enam menit adalah sebesar $2,19 \pm 0,45$ (Gambar 7). Secara statistik, dari sidik ragam diperoleh hasil bahwa rasio PU/PT benih ikan uji antara kontrol dan perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Meskipun demikian dilihat dari persentase peningkatan rasio PU/PT, menunjukkan perlakuan nol menit hanya meningkat sebesar 4,55%, perlakuan dua menit meningkat sebesar 20,71%, pada perlakuan empat menit meningkat tinggi sebesar 37,37% dan untuk perlakuan enam menit hanya meningkat sebesar 10,61%.

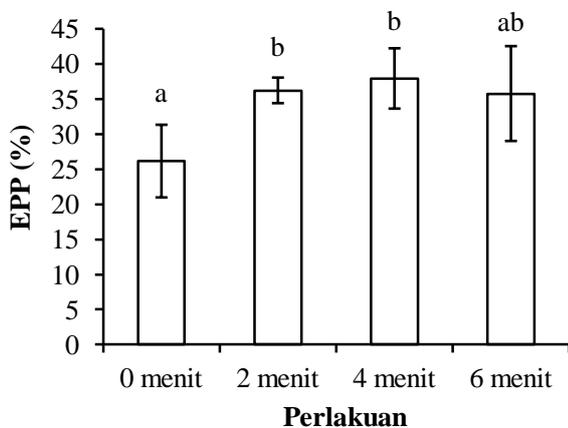


Gambar 6. Pertumbuhan panjang mutlak (cm) tubuh benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian. Keterangan: huruf berbeda diatas diagram batang menunjukkan adanya pengaruh akibat perlakuan ($p < 0,05$).



Gambar 7. Rasio panjang usus terhadap panjang tubuh (PU/PT) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian. Keterangan: huruf yang sama diatas diagram batang menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Efisiensi pakan ikan uji selama penelitian berkisar antara 26,13–37,90%. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan empat menit sebesar 37,90%, sedangkan nilai terendah pada kontrol (nol menit) sebesar 26,13% (Gambar 8). Dari sidik ragam diperoleh hasil bahwa kontrol dan perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pakan, dan dari hasil uji lanjut Tuckey diperoleh hasil antara kontrol dengan perlakuan empat menit berbeda nyata ($p < 0,05$), namun kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua dan enam menit. Sementara untuk hasil analisa pengukuran beberapa parameter utama kualitas air media penelitian dari awal sampai akhir penelitian masih dalam kisaran yang layak bagi pemeliharaan ikan uji (Tabel 1).



Gambar 8. Efisiensi pemberian pakan (%) benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* dari setiap perlakuan selama penelitian. Keterangan: huruf berbeda diatas diagram batang menunjukkan adanya pengaruh akibat perlakuan ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Secara keseluruhan paparan listrik sebesar 10 volt dengan lama waktu nol; dua; empat dan enam menit sebelum ikan diberi pakan

pada air media bersalinitas 3 ppt yang dilakukan selama 40 hari menghasilkan tingkat kelangsungan hidup ikan uji yang tetap tinggi dan tidak berbeda nyata. Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh kinerja pertumbuhan. Perlakuan waktu paparan listrik selama empat menit sebelum ikan diberi pakan menghasilkan pertumbuhan panjang dan bobot tubuh serta efisiensi pakan yang lebih baik dibanding kontrol (nol menit).

Prinsip dasar dari pemberian arus listrik adalah transfer arus listrik ke dalam air melalui elektroda dan mengenai ikan pada densitas arus yang mencukupi untuk menghasilkan efek yang diinginkan, dalam hal ini adalah laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan uji yang tertinggi. Respon ikan terhadap medan listrik di dalam air tergantung, paling tidak sebagian, pada kekuatan atau intensitas medan listrik tersebut. Intensitas medan listrik dapat dijabarkan oleh tiga kualitas yang saling terkait, yaitu gradien voltase, densitas arus, dan densitas daya (Snyder, 2003). Untuk mendeteksi medan listrik, hewan harus memiliki *electroreceptors* (organ reseptif, kelompok sel sensorik yang berakar pada lubang epidermis, yang terlihat seperti bintik-bintik kecil pada kulit) yang mendeteksi perbedaan potensial listrik (D'Agaro, 2011). Sementara menurut Flock (1971) elektroreceptor pada ikan merupakan modifikasi dari bagian *horizontal skeletogenous septum (lateral line)*, dan arus listrik dari lingkungan direspon oleh *lateral line sensory system* dibantu oleh organ neuromas dan sel rambut, menuju otak kemudian disampaikan ke seluruh bagian tubuh. Pada ikan-ikan seperti *Ictalurus sp*, *Cyprinus sp* dan *Mugil sp*, neuromas bebas

Tabel 1. Kisaran parameter kualitas air pada setiap perlakuan selama penelitian

Parameter	Perlakuan			
	0 menit	2 menit	4 menit	6 menit
Suhu (°C)	27,2–28,4	27,2–28,4	27,2–28,4	27,2–28,4
DO (mg/L)	7,35–7,54	7,17–7,46	7,26–7,38	7,09–7,46
pH	7,5–8	7,5–8	7,5–8	7,5–8
DHL (mS/cm)	6,35–7,53	6,38–7,35	6,37–7,27	6,36–7,38
Amonia (mg/L)	0,007–0,022	0,007–0,022	0,006–0,022	0,006–0,026
Nitrit (mg/L)	0,012–0,024	0,015–0,022	0,01–0,024	0,014–0,026
Alkalinitas (mg/L setara CaCO ₃)	22,66–45,31	22,66–45,31	22,66–45,31	22,66–45,31
Kesadahan (mg/L setara CaCO ₃)	598,29–699,3	606,06–660,45	551,67–637,14	435,12–652,68

adalah sensitif ion (Katsuki & Yanagisawa, 1982). Insang, yang merupakan situs utama untuk pertukaran ion, mungkin juga memiliki peran penting dalam transmisi arus listrik ke darah dan dari sana melalui sistem peredaran darah ke saraf dan jaringan lain di seluruh tubuh. (Snyder, 2003). *Catfish* air tawar mampu merespon medan listrik serendah 0,1 mV/m, sedangkan untuk *European eel* sekitar 50–100 mV/m (Roth *et al.*, 2003).

Reaksi ikan terhadap arus listrik adalah hasil dari stimulasi sistem saraf, yang menginduksi serangkaian gerakan otot tak sadar mulai dari yang menghasilkan ikan berenang dengan orientasi tertentu sampai berenang tanpa arah, sesuai dengan intensitas stimulasi. Jika stimulasi berlebihan, ikan menjadi tidak bergerak, terjadi haemoragi dan patah atau pembengkokan tulang ikan hingga kematian (Roth *et al.*, 2003). Medan listrik menembus lingkungan perairan, menimbulkan aktivitas neuron dan otot, dan bahkan gerakan hewan di medan geomagnetik (Kalmijn, 1986). Pada penelitian ini, ikan uji menunjukkan kondisi diam tidak bergerak (*light sedation*) dengan arah kepala ikan menuju elektrode positif ketika ikan uji dipapar ke medan listrik, namun kembali normal dan berenang aktif saat paparan listrik dihentikan. Hal ini menunjukkan bahwa baik daya maupun intensitas paparan listrik yang diberikan masih dalam batas aman. Selain itu gejala tubuh ikan yang bengkok maupun haemoragi tidak terjadi sehingga kelangsungan hidup tetap tinggi.

Paparan medan listrik juga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan Ruppert (1996) serta Ruppert & Muth (1997) yang melaporkan bahwa pertumbuhan jangka panjang (98 hari) pada juvenil *bonytail* (spesies yang terancam punah) secara signifikan tidak terpengaruh oleh paparan salah satu dari beragam arus listrik atau tingkat intensitas. Setelah 49 hari, berat rata-rata ikan perlakuan meningkat 24–39%, sedangkan ikan kontrol hanya meningkat 26–27%, sementara setelah 98 hari, berat rata-rata ikan perlakuan meningkat sebesar 42–54% dan ikan kontrol meningkat sebesar 42–44%. Medan listrik eksternal (dari luar tubuh ikan) dapat mengontrol

pertumbuhan sel dan proliferasi, selain memengaruhi fungsi, perkembangan dan aktivitas neurons (Snyder, 2003), medan listrik eksternal juga berinteraksi dengan hormon pertumbuhan dan *neurotransmitter* (Nair *et al.*, 1989). Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa pemaparan medan listrik dengan daya 10 V dengan intensitas paparan tiga kali sehari selama empat menit sebelum ikan diberi pakan terhadap ikan uji yang dipelihara pada air media bersalinitas 3 ppt merupakan kondisi yang terbaik, sehingga kinerja pertumbuhan ikan uji meningkat lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol.

Salah satu aspek fisiologi ikan yang dipengaruhi oleh salinitas adalah tekanan osmotik dan konsentrasi cairan tubuh (Holiday, 1969). Penggunaan air media bersalinitas 3 ppt dalam penelitian ini selain menyediakan lingkungan yang mendekati kondisi isoosmotik antara cairan tubuh ikan dengan air media, juga meningkatkan kecepatan hantaran arus listrik dari elektrode ke tubuh ikan sehingga efek paparan medan listrik terhadap fisiologi ikan meningkat. Nilai maksimum (100%) paparan medan listrik ke ikan diperoleh ketika rasio konduktivitas air/konduktivitas ikan adalah sama dengan 1 (Lamarque, 1990). Efek sinergi kondisi isoosmotik dan transfer arus listrik ke ikan yang sangat efektif ini menghasilkan peningkatan pertumbuhan ikan yang lebih tinggi pada perlakuan pemaparan medan listrik selama empat menit dibandingkan dengan kontrol.

Mekanisme arus listrik menembus tubuh ikan dijelaskan oleh Snyder (2003), dimana dengan elektrolit pada kedua sisi membran (dalam hal ini air dari kulit ikan di satu sisi dan cairan interstitial dan darah dalam kapiler ikan tersebut di sisi lain), maka membran berfungsi sebagai dielektrik di dalam suatu kondensor listrik, dan memungkinkan arus sesaat melintasi membran, ketika daya listrik diaktifkan atau dimatikan. Namun seperti di air, konduktivitas ionik bertanggung jawab untuk arus listrik dalam darah dan cairan interstitial jaringan hidup, tetapi transmisi listrik ke dan di dalam tubuh ikan bersifat kompleks (Sternin *et al.*, 1976). Jaringan dan membran ikan memiliki kualitas listrik (konduktivitas,

kapasitansi, dan impedansi) yang berbeda dan kadang-kadang beragam (Sharber *et al.*, 1995).

Mahoney *et al.* (1993) menunjukkan bahwa berbagai faktor terlibat dalam memengaruhi efektivitas pemaparan medan listrik ke ikan, diantaranya adalah faktor spesies ikan (morfologi, fisiologi, dan tingkah laku ikan). Dengan demikian respon atau efek fisiologinya juga berbeda-beda tergantung spesies ikan. Sebagai contoh, Lamarque (1967) menunjukkan pemaparan medan listrik sebesar 0,10 V/cm mengakibatkan terjadinya pigmentasi tubuh dan penghambatan kemampuan berenang pada ikan sidat, *goldfish*, dan *Tilapia mosambica*, namun pada ikan *rainbow trout* hanya berupa pigmentasi tubuh, sedang pada ikan *Cyprinus carpio* hanya berupa penghambatan kemampuan berenang. Sementara pada intensitas 1,25 V/cm, terjadi pemucatan warna tubuh pada ikan *eel*, *goldfish*, *Tilapia mosambica*, dan *rainbow trout*.

Snyder (2003) menyatakan bahwa perkembangan organ, penyembuhan luka, dan morfogenesis embrio sebagian disebabkan oleh motilitas sel yang dikendalikan oleh medan listrik (*galvanotaxis*) dan proliferasi (*galvanotropism*) pada ikan yang dipapar dengan medan listrik. Nuryandani (2005) membuktikan bahwa pemberian medan listrik pada usus halus kelinci, mampu meningkatkan amplitudo dan frekuensi kontraksi otot longitudinal usus halus tersebut. Otot polos pada usus halus merupakan unit tunggal dimana sekelompok otot polos saling berhubungan melalui *gap junction* (Hill *et al.*, 1989) ketika sejumlah kecil otot polos terstimulasi secara elektrik, kontraksi menyebar ke sel-sel tetangga melalui *gap junction*, memungkinkan sel yang berbatasan untuk berkomunikasi dan mengkoordinasi aktivitasnya (Schmidt-Nielsen, 1997).

Laju pertumbuhan ikan uji yang lebih tinggi pada perlakuan empat menit dibandingkan dengan perlakuan lainnya disebabkan oleh tingginya peningkatan rasio PU/PT pada saat awal dibandingkan dengan akhir penelitian, meskipun di akhir penelitian

rasio PU/PT antar perlakuan secara statistik tidak berbeda nyata. Rasio PU/PT ikan uji di awal penelitian adalah 1,98, sementara di akhir penelitian rasio PU/PT untuk kontrol, perlakuan dua, empat, dan enam menit masing-masing adalah 2,07; 2,39; 2,72; dan 2,19, dengan demikian masing-masing terjadi peningkatan persentase rasio PU/PT sebesar 4,55; 20,71; 37,37; dan 10,61%. Terlihat pada perlakuan empat menit peningkatan persentase rasio PU/PT yang lebih tinggi menunjukkan bahwa usus ikan uji pada perlakuan ini juga lebih panjang dibandingkan perlakuan lainnya. Usus ikan yang lebih panjang memungkinkan daya serap nutrisi pakan yang dicerna juga menjadi lebih baik, tercermin dari tingginya nilai efisiensi pakan pada perlakuan paparan empat menit dibandingkan dengan kontrol ($p < 0,05$), sehingga laju pertumbuhannya juga lebih tinggi dibandingkan dengan yang di kontrol. Namun demikian untuk wadah maupun skala usaha yang lebih luas perlu diperhitungkan efektivitas paparan dan biaya energi listriknya

KESIMPULAN

Pemberian paparan medan listrik berdaya 10 V selama empat menit sebelum pemberian pakan ke benih ikan maskoki mutiara yang dibudidayakan pada air media bersalinitas 3 ppt memberikan hasil yang terbaik dilihat dari kinerja pertumbuhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition. Washington DC: American Public Health Association.
- Arista F. 2001. Pengaruh salinitas 3 ppt dan kesadahan moderat terhadap produksi ikan hias maskoki *Carrasius auratus* Lin. di dalam sistem resirkulasi [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- D'Agaro E. 2011. Numerical simulations of seawater electro-fishing systems. *In: Awrejcewicz J (ed). Numerical Simulations of Physical and Engineering Processes.* pp. 339–367. <http://www.intechopen.com>. [5 Juni 2011].

- Dwyer WP, White RG. 1997. Effect of electroshock on juvenile arctic grayling and yellowstone cutthroat trout growth, 100 days after treatment. *North American Journal of Fisheries Management*. 17: 174–177.
- Flock A. 1971. The lateral line organ mechanoreceptor. *In: Hoar WS, Randall DJ (eds). Fish Physiology Vol. V: Sensory System and Electric Organ*. New York: Academic Press. pp 241–262.
- Hartley WG. 1990. The history of electric fishing. *In: Cowx IG, Lamarque P (eds). Fishing with electricity, applications in freshwater fisheries management*. Oxford, England: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications. pp 1–3.
- Hill RW, Wyse GA, Anderson M. 1989. *Animal Physiology*, 3rd edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Holiday FGT. 1969. The effect of salinity on the eggs and larvae of teleost. *In: Hoar WS, Randall DJ (eds). Fish Physiology Vol. I*. New York: Academic Press. pp 293–309.
- Kalmijn AJ. 1986. Detection of weak electric fields. *In: Atema J, Fay R, Popper A, Tavolga W (eds). Sensory Biology of Aquatic Animals*. pp 151–186.
- Katsuki Y, Yanagisawa K. 1982. Chemoreception in the lateral-line organ. *In: Hara TJ (ed). Chemoreception in Fishes*. Amsterdam: Elsevier. pp 53–108.
- Lamarque P. 1967. Electrophysiology of fish subject to the action of an electric field. *In: Vibert R (ed). Fishing with Electricity, its Application to Biology and Management*. London: Fishing News (Books). pp 65–92.
- Lamarque P. 1990. Electrophysiology of fish in electric fields. *In: Cowx IG, Lamarque P (eds). Fishing with Electricity, Applications in Freshwater Fisheries Management*. Oxford, England: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications. pp 4–33.
- Mahoney BD, Iverson TK, Mathews SB. 1993. Synopsis and an Notated Bibliography on Electrofishing with Special Reference to Columbia River Squawfish Control. Washington, USA: Fisheries Research Institute. School of Fisheries. University of Washington Seattle.
- Nair I, Morgan MG, Flord HK. 1989. *Biological Effects of Power Frequency Electric and Magnetic Fields*. US: Congress, Office of Technology Assessment.
- Nuryandani E. 2005. Perubahan kontraksi otot longitudinal usus halus kelinci akibat paparan medan listrik dan magnet secara *in vitro* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Roth B, Imsland A, Moeller D. 2003. Effect of electric field strength and current duration on stunning and injuries in market-sized atlantic salmon held in seawater. *North American Journal of Aquaculture* 65: 8–13.
- Ruppert JB. 1996. Effects of electrofishing fields on early life stages of three endangered fishes. Fort Collins: Colorado State University.
- Ruppert JB, Muth RT. 1997. Effects of electrofishing fields on captive juveniles of two endangered cyprinids. *North American Journal of Fisheries Management* 17: 314–320.
- Schmidt-Nielsen K. 1997. *Animal Physiology: Adaptation and environment*, 5th edition. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- Sharber NG, Carothers SW, Sharber JP, de Vos JC, House DA. 1995. Reducing electrofishing-induced injury of rainbow trout: response to comment. *North American Journal of Fisheries Management* 15: 965–968.
- Sitio S. 2008. Pengaruh medan listrik pada media pemeliharaan bersalinitas 3 ppt terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan gurame *Osphronemus gouramy* Lac. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Snyder DE. 2003. *Electrofishing and its harmful effects on fish: Information and Technology Report*. USA: Government Printing Office, Denver, CO.
- Sternin VG, Nikonorov IV, Burmeister YK. 1976. *Electrical Fishing, Theory and Practice*. Vilim E (penerjemah). Israel: Keter Publishing House Jerusalem.