

TEKNOLOGI KEJUTAN PANAS (*HEAT-SHOCK*) DALAM MENUNJANG PRODUKSI MASSAL PERCIL KATAK BENGGALA, *Rana catesbeiana*

Dewa Gede Raka Wiadnya¹⁾, Anik M. Hariati²⁾, A.P. Mahendra³⁾, dan Yanti Suryanti⁴⁾

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan UNIBRAW Malang, pada bulan September sampai dengan Desember 1998. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempercepat pertumbuhan dan metamorfosis kecebong katak benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw). Penelitian dilakukan dalam dua unit resirkulasi sistem biofilter, masing-masing dilengkapi dengan 12 akuarium. Telur dan larva katak benggala diberi perlakuan kejut suhu masing-masing pada 27,5; 30,0; 32,5; 35,0; dan 37,5°C selama dua menit, dengan perlakuan kontrol (tanpa kejut suhu). Setelah larva berumur 10 hari, 300 larva diseleksi dari masing-masing perlakuan (dengan 2x ulangan) dan didederkan pada masing-masing sistem resirkulasi. Selama masa pendederan, larva kecebong diberi pakan BF-1 (setara protein \pm 40%). Setiap 10 hari dilakukan penimbangan bobot biomassa kecebong dan pengamatan terhadap mortalitas dan kelainan bentuk tubuh. Perhitungan metamorfosis dilakukan setelah kecebong keluar kaki belakang dan depan. Analisis data dilakukan untuk mendapatkan perlakuan terbaik terhadap laju pertumbuhan dan kecepatan metamorfosis kecebong menjadi percil. Dari hasil seri penelitian pertama, suhu terbaik dijadikan konstan dan periode kejut suhu (1, 2, 3, 4, dan 5 menit, dengan perlakuan kontrol) dijadikan perlakuan. Penerapan perlakuan ini dilakukan pada stadia telur dan larva. Dengan cara yang sama seperti pada seri penelitian pertama, pengamatan dilakukan terhadap laju pertumbuhan, kecepatan metamorfosis, sintasan, konversi pakan, dan abnormalitas bentuk tubuh kecebong maupun percil. Perlakuan kejut suhu 35,0°C selama dua menit menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi. Persentase metamorfosis terjadi lebih cepat 18 hari dibandingkan dengan pada perlakuan kontrol. Selama pemeliharaan, kualitas air masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan.

ABSTRACT: *Heat-shock technology for mass-fry production of bullfrog Rana catesbeiana. By: Dewa Gede Raka Wiadnya, Anik M. Hariati, A.P. Mahendra, and Yanti Suryanti*

An investigation was held in the laboratory of aquaculture, Faculty of Fisheries Brawijaya University on September-December 1998, in order to increase growth and metamorphoses of tadpole of bullfrog, *Rana catesbeiana* (Shaw). The research was done in two recirculation units, consisted of 12 aquaria each. Nearly-hatched eggs and hatched-larvae were treated with different heat-shocks (temperatures of 27.5; 30.0; 32.5; 35.0; 37.5°C; and control, as well), during a period of two minutes. The larvae were then incubated in each aquarium (first recirculation for eggs, and larvae for the second, respectively). After 10 days, 300 larvae were selected from each treatment and incubated within the recirculation system, randomly. During the rearing period, larvae was fed with commercial BF-1 (equal protein of \pm 40%). Every 10 days, total tadpole-biomass was measured to estimate growth. Metamorphoses was determined when the fry come out from water (lay within stereofoam on the water level), which were then removed. Data analysis was elaborated to find the treatment that gave the best result on growth and metamorphoses. In the second experiment, investigation was continued using shock-period as treatments (control, 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; and 5.0 minutes), while shock temperature was 35.0°C. With the same procedure (as in the first experiment), growth, mortality, and metamorphoses of the tadpole were measured. During research period, water quality of each aquaria were monitored. At the end, proximate analysis (protein, fat, DM, and ash) of the resulted fry was measured. The result showed that shock temperature of 35°C within a period of two minutes was able to increase growth and metamorphoses of the tadpole (compared to control group). The temperature shock can be applied, either on nearly-hatched eggs, or, hatched larvae as well, with no significant impact on growth and metamorphoses of the larvae. Shock temperature of 35.0°C during two minutes give the best growth of the tadpole, and increased metamorphoses \pm 18 days earlier than that of the control (without temperature shock). Based on the observation, there was no abnormalities (morphologically) found during the rearing period (of tadpole, and fry, respectively). Body composition (protein, fat, and ash) of the resulted fry was relatively similar to that in control group. Treating nearly-hatched eggs or hatched larvae with temperature shock gave no significant influence on their survival rate.

KEYWORDS: *heat-shock, bullfrog, fry*

¹⁾ Universitas Brawijaya Malang

²⁾ Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi

PENDAHULUAN

Usaha budi daya katak benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw) di Jawa Timur pada mulanya mengalami peningkatan, terutama untuk mengejar pemenuhan ekspor. Ekstensifikasi usaha budi daya dilakukan oleh swasta maupun melalui kerja sama swasta dengan beberapa petani. Berkembangnya agribisnis budi daya katak benggala mampu menumbuhkan sumber lapangan pekerjaan lain, dari pemanfaatan limbah pengolahan untuk sumber pakan ternak.

Proses budi daya katak benggala bisa dipisahkan menjadi beberapa tahapan: (i) pembenihan (produksi tadpole atau kecebong), (ii) pendederan (produksi benih atau percil), dan (iii) usaha pembesaran atau penggemukan (produksi katak ukuran konsumsi) (Hariyanto, 1994). Proses pendederan dari kecebong untuk menghasilkan percil (benih) memerlukan waktu yang bervariasi, antara 4-6 bulan. Periode waktu produksi benih ini memerlukan waktu yang sangat lama menurut perhitungan petani. Lamanya periode waktu ini terutama disebabkan oleh lambatnya proses metamorfosis kecebong yaitu proses tumbuhnya kaki depan dan belakang, serta hilangnya ekor secara sempurna.

Proses pembesaran percil (fase budi daya) juga membutuhkan waktu antara 6-8 bulan, sebelum mencapai ukuran konsumsi (4 ekor per kg). Petani biasanya melakukan penggemukan katak benggala di sawah bersama dengan budi daya padi. Dengan demikian, dibandingkan dengan penanaman padi, proses penggemukan katak benggala dirasakan cukup lama oleh para petani ekstensif (skala kecil) pada umumnya. Dari seluruh uraian di atas, maka bisa disarikan bahwa masalah-masalah yang ditemukan sehubungan dengan budi daya katak benggala di Jawa Timur adalah sebagai berikut: (1) Potensi ekspor katak benggala, terutama dari Jawa Timur masih sangat potensial dan sampai saat ini peluang ekspor tersebut masih belum sepenuhnya bisa dipasok oleh kegiatan budi daya di Jawa Timur; (2) Proses budi daya katak benggala masih dirasakan terlalu rumit oleh sebagian besar petani, (3) Untuk menghasilkan benih katak (ukuran percil), petani pembenih membutuhkan waktu lebih dari 5 bulan. Lambatnya proses produksi massal benih ini menyebabkan terhambatnya pemenuhan kebutuhan benih (percil) untuk petani pembesaran; (4) Selama proses pendederan (proses produksi benih percil) dan pembesaran, katak benggala seringkali diserang oleh berbagai penyakit (mata bengkak, dubur, kaki merah) yang disebabkan oleh kurang sehatnya media dan lingkungan budi daya. Berbagai penyakit tersebut seringkali diikuti oleh kematian atau mortalitas yang tinggi.

Selama ini penelitian tentang modifikasi pakan katak benggala sudah banyak dilakukan dalam usaha

untuk mempercepat produksi massal benih (Hatimah *et al.*, 1990; Mundriyanto *et al.*, 1989; 1990; 1991; Praseno & Sulhi, 1989; Subamia *et al.*, 1988; 1991). Namun sampai saat ini, produksi massal percil masih membutuhkan waktu yang cukup lama. Proses penggemukan di sawah juga belum memberikan dampak nyata bagi petani skala kecil pada umumnya. Pada studi terdahulu, pola kejut suhu yang dilakukan pada kecebong umur dua bulan dapat mempercepat proses metamorfosis, namun tidak memberikan peningkatan pada pertumbuhannya (Suhardjo, 1996). Introduksi pola kejut suhu ini mungkin merupakan salah satu alternatif dalam mempercepat produksi percil serta proses budi daya, dan bisa diperpendek jika dilakukan pada stadia perkembangan embrio maupun kecebong dengan umur yang lebih muda. Proses metamorfosis pada katak dikendalikan oleh hormon tiroid. Fungsi tiroid pada berudu merangsang perubahan antara premetamorfosis menjadi prometamorfosis dan klimaks melalui perubahan reaksi metabolisme, struktur integumen dan fungsi syaraf. Kelenjar tiroid pada katak benggala terletak pada kerongkongan (Gordon, 1986; Norris, 1980). Kelenjar ini menghasilkan hormon tiroid berupa tetraiodotironin (T4) dan triiodotironin (T3). Mekanisme kerja kedua hormon ini diatur oleh *Thyrotropin Stimulating Hormon* (TSH) (Anderson dan Winter, 1985; Krass *et al.*, 1968). Sedangkan produksi pelepasan dan fungsi hormon TSH bisa dipengaruhi dengan pemberian iodium dan perubahan suhu (Liliwhite, 1970). Kejut suhu mendadak pada lingkungan dalam batas tertentu akan mempercepat proses metamorfosis berudu menjadi percil.

Tujuan penelitian ini antara lain: (1) untuk mempelajari pengaruh kejut suhu (*heat shock* pada kombinasi telur dan larva) terhadap metamorfosis dan pertumbuhan kecebong katak benggala, (2) untuk mencari suhu dan interval waktu kejut suhu (*heat shock*) optimal yang menghasilkan pertumbuhan dan metamorfosis benih terbaik, (3) untuk mempercepat proses produksi massal benih (kecebong) katak benggala.

BAHAN DAN METODE

Percobaan Kejut Suhu

Telur yang sudah dibuahi dan sebelum menetas diberi perlakuan kejut suhu yang berbeda, yaitu: 27,5°C; 30,0°C; 32,5°C; 35,0°C; dan 37,5°C serta satu perlakuan kontrol (tanpa kejut suhu). Periode kejut suhu adalah 2 menit. Setelah itu telur diinkubasi pada akuarium yang dilengkapi dengan sistem resirkulasi. Dengan cara yang sama, larva yang sudah menetas diberi perlakuan kejut suhu seperti pada perlakuan telur. Setelah dilakukan kejut suhu, masing-masing kelompok larva didederkan pada akuarium dengan resirkulasi.

Setelah berumur 10 hari, 10% ditimbang untuk mendata bobot individu awal. Setiap perlakuan diseleksi 300 larva (2x ulangan) untuk didederkan pada akuarium dengan sistem resirkulasi (12 unit akuarium). Larva diberi pakan BF-1 dengan frekuensi 2x sehari pada taraf 3% biomas per hari. Hasil analisis pakan BF-1 menunjukkan kandungan protein 40%-42%, lemak antara 10%-14%, kadar air 12%-15%, dan kandungan abu 13%-15%. Penimbangan pertambahan bobot biomassa dilakukan setiap 10 hari. Selama periode pendederan diamati jumlah kecebong yang bermetamorfosis menjadi percil. Periode pendederan dilakukan selama 90 hari.

Percobaan Waktu Kejut Suhu

Dari hasil penelitian pertama bisa diketahui perlakuan (kejut suhu) yang memberikan pertumbuhan dan kecepatan metamorfosis percil yang terbaik. Pada penelitian kedua, lama periode kejut suhu dibuat bervariasi, yaitu: 1, 2, 3, 4, 5 menit dengan satu perlakuan kontrol. Sedangkan kejut suhu dilakukan pada suhu 35°C (hasil penelitian pertama). Proses lainnya mengikuti prosedur dan metode seperti pada percobaan pengaruh kejut suhu.

Selama periode pendederan, dilakukan pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, DO, dan pH. Selain itu juga dilakukan pengamatan morfologis terhadap kecebong yang mempunyai kelainan bentuk badan sebagai kemungkinan dari pengaruh perlakuan. Pada akhir percobaan dilakukan analisis proksimat terhadap komposisi tubuh masing-masing percil, kandungan energi tubuh percil, dan kandungan energi pakan.

Variabel dan Prosedur Pengukuran

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, setiap 10 hari dilakukan penimbangan total biomassa kecebong dan jumlah total kecebong. Dari hasil pengukuran ini didapat rata-rata bobot individu kecebong (W_t). Pertumbuhan kecebong diestimasi dengan persamaan:

$$SGR = \frac{\ln W_{t+1} - \ln W_t}{\Delta t} \times 100\%$$

di mana:

SGR = pertumbuhan kecebong; % hari⁻¹

W_{t+1} = bobot individu kecebong (g) pada umur = t+1

W_t = bobot individu kecebong (g) pada umur = t

t+1 = umur kecebong (t+1 hari)

t = umur kecebong (hari)

Setiap hari dilakukan pencatatan jumlah mortalitas larva pada masing-masing akuarium, selama masa pendederan larva. Estimasi mortalitas dilakukan dengan persamaan:

$$M = \frac{N_t - N_{t+1}}{N_t} \times 100\%$$

di mana:

M = mortalitas kecebong (%)

N_t = jumlah kecebong pada umur = t

N_{t+1} = jumlah kecebong pada umur = t+1

Pada akhir penelitian dilakukan penimbangan total biomas percil pada masing-masing akuarium. Pada saat yang sama juga dilakukan perhitungan total pakan yang diberikan pada masing-masing akuarium selama periode pendederan. Estimasi terhadap konversi pakan adalah:

$$FCR = \frac{F_t}{B_t}$$

di mana:

FCR = ratio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*)

F_t = total pakan (kg) yang diberikan selama proses pendederan

B_t = total biomassa akhir (kg)

Setiap hari dilakukan pencatatan jumlah kecebong yang berubah menjadi percil. Hal ini bisa diamati ketika kecebong berkaki empat dan tinggal pada gabus terapung di atas permukaan akuarium, yang sengaja dipersiapkan. CUM adalah persentase (%) kumulatif dari kecebong yang bermetamorfosis menjadi percil sampai periode pendederan 90 hari, dengan persamaan:

$$CUM = \frac{N_{t+1}}{N_t} \times 100\%$$

di mana:

CUM = %-kumulatif kecebong menjadi percil sampai hari ke-90

N_t = jumlah kecebong berubah menjadi percil sampai hari ke-90

N_0 = jumlah total larva kecebong (300 ekor) yang ditebar pada masing-masing akuarium

Jumlah kumulatif kecebong yang berubah menjadi percil, terhadap waktu pendederan, mengikuti pola logistik. T_{50} adalah waktu pendederan ketika 50% dari kecebong sudah berubah menjadi percil. Hal ini diestimasi dengan persamaan:

$$Q = \frac{10C}{\{1 + e^{a(t-t_{50})}\}}$$

di mana:

Q = persentase kumulatif dari kecebong berubah menjadi percil (%)

t = periode waktu pendederan (hari)

t_{50} = hari (periode pendederan) di mana 50% dari kecebong berubah menjadi percil

a = konstanta

Pengamatan komposisi tubuh katak, komposisi kimia pakan pelet dilakukan melalui penelusuran kandungan protein, kandungan lemak, dan energi.

Proses pengukuran dilakukan dengan analisis proksimat (NRC, 1993). Pengukuran suhu dan oksigen terlarut dilakukan dengan alat DO-meter. Kandungan pH air diukur dengan pH-meter.

Analisis Data

Keseluruhan data yang didapat dari hasil penelitian dianalisis berdasarkan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan secara statistik, analisis dilanjutkan dengan pengujian BNT (Snedecor & Cochran, 1991). Hubungan antara variabel suhu, stadia kejut suhu, dan interval waktu optimal terhadap metamorfosis dan pertumbuhan kecebong katak benggala, dilakukan dengan pendekatan regresi linier dan/atau *curva-linier*. Hasil analisis juga disajikan dalam bentuk grafik. Keseluruhan analisis data hasil penelitian menggunakan paket program SX.3.50 (Statistic, 1985). Jumlah kumulatif kecebong yang bermetamorfosis menjadi percil dianalisis berdasarkan kurva logistik. Titik belok (infleksi) adalah waktu ketika 50% dari kecebong sudah bermetamorfosis menjadi percil.

HASIL DAN BAHASAN

Data yang digunakan untuk pendugaan laju pertumbuhan hanya sampai pada pendederan hari ke-70. Hal ini disebabkan karena pada saat umur tersebut pada beberapa perlakuan sudah terjadi proses metamorfosis total. Pola pertumbuhan kecebong hampir sama satu sama lain, namun terdapat perbedaan nilai SGR berdasarkan perbedaan perlakuan (kejut suhu). Metamorfosis kecebong menjadi percil tidak terjadi dalam umur yang seragam. Munculnya percil pertama kali terjadi setelah pendederan sekitar 35 hari. Namun sampai periode pendederan 80 hari, masih ada kecebong dari dalam akuarium tersebut yang belum berubah menjadi percil.

Hasil analisis ragam perlakuan kejut suhu maupun waktu kejut suhu terhadap variabel SGR, SR, FCR, CUM, dan T_{50} disajikan pada Tabel 1. Perbedaan perlakuan kejut suhu maupun waktu kejut suhu menghasilkan pertumbuhan dan metamorfosis (CUM dan T_{50}) yang berbeda. Perlakuan kejut suhu 32,5; 35,0; dan 37,5°C mendapatkan persentase kumulatif kecebong yang berubah menjadi percil lebih tinggi (pada 90 hari sebesar 97,5%-99% dari kecebong berubah menjadi percil) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai T_{50} (waktu yang dibutuhkan di mana 50% dari kecebong berubah menjadi percil) pada perlakuan kejut suhu 32,5; 35,0; dan 37,5°C selama 2 menit lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini memberi indikasi bahwa penerapan kejut suhu selama 2 menit dapat mempercepat T_{50} sekitar 18 hari dengan laju pertumbuhan yang lebih tinggi. Sedangkan laju

pertumbuhan tertinggi dari kecebong dicapai pada perlakuan kejut suhu 35,0°C.

Berdasarkan nilai CUM, T_{50} , dan SGR, maka perlakuan kejut suhu pada 35,0°C selama 2 menit memberikan hasil terbaik pada laju pertumbuhan kecebong, dan waktu yang dicapai ketika 50% dari kecebong sudah berubah menjadi percil lebih cepat. Hal ini dapat dilihat dari kurva respon pertumbuhan (Gambar 1a) membentuk kuadratik dan pertumbuhan maksimal terjadi pada saat kejut suhu 34,9°C dan waktu tercepat yang diperlukan di mana 50% dari kecebong berubah adalah pada suhu 35,9°C (Gambar 2a).

Perlakuan kejut suhu ini dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja hormon tiroksin (tetraiodotrionin, T_4 dan triiodotrionin, T_3) (Krass *et al.*, 1968; Mundriyanto & Subamia, 1991). Kelebihan tiroksin bisa mengakibatkan perubahan komposisi tubuh yang berdampak pada perubahan morfologis tubuh kecebong atau percil. Mundriyanto & Subamia (1991) menduga kelebihan hormon tiroksin ini diduga bisa menyebabkan kematian seperti dalam percobaan yang dilakukannya. Namun kinerja hormon ini juga sudah dibuktikan dapat mempercepat proses metamorfosis dari kecebong menjadi percil. Hal ini terlihat dari kecepatan munculnya kaki depan dan belakang pada kecebong yang diberi tiroksin.

Pada penelitian ini, perlakuan kejut suhu antara 27,5°C-37,5°C selama dua menit tidak menunjukkan indikasi adanya mortalitas atau kematian yang disebabkan oleh pengaruh perlakuan. Nilai SR selama periode pendederan mencapai 98%. Kematian larva selama proses pendederan diduga terutama karena pengaruh kanibalisme. Adanya sistem pemeliharaan dengan resirkulasi memungkinkan kecebong dan percil yang dihasilkan tidak terserang penyakit, di samping kondisi kualitas air yang relatif stabil, terakumulasinya bahan organik dari sisa pakan dan feses dapat dikontrol. Sedangkan pada hasil penelitian Mundriyanto & Subamia (1991), semua kecebong yang diberi tiroksin sodium 100 mg L⁻¹ air mengalami kematian (mortalitas 100%). Kematian ini diduga karena tingginya dosis tiroksin yang diterapkan.

Perlakuan kejut suhu dapat mempercepat metamorfosis (T_{50}) dan laju pertumbuhan kecebong (SGR) selama pendederan. Namun kecepatan metamorfosis karena pengaruh kejut suhu ini tidak bisa dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mundriyanto & Subamia (1991). Kelebihan pada sistem kejut suhu ini adalah bahwa perlakuan tidak menyebabkan kematian pada larva maupun percil (setelah metamorfosis). Mekanisme kejut suhu juga berpengaruh pada dua hal, yaitu: mempercepat pertumbuhan dan mempercepat proses metamorfosis (T_{50} lebih cepat 18 hari dibandingkan perlakuan kontrol). Hal ini berarti bahwa

dengan kejut suhu 35,0°C, jumlah percil yang dihasilkan pada hari ke-54 sebanyak 50% (150 ekor), sedangkan pada kontrol dengan hari yang sama hanya dihasilkan percil sebanyak 23 ekor (8%). Lebih lanjut dapat dilihat bahwa 50% percil yang dihasilkan dari perlakuan kontrol dicapai pada hari ke-72.

Perlakuan kejut suhu baik pada stadia telur maupun larva tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap SR dari percil selama proses pendederan. Tingginya nilai SGR pada perlakuan kejut suhu 35,0°C ada hubungannya dengan nilai FCR yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Diduga proses pencernaan kecebong yang mendapat perlakuan kejut

tercepat yang dapat menghasilkan pertumbuhan maksimum adalah 4,7 menit dan waktu tercepat yang diperlukan untuk perubahan 50% kecebong menjadi percil adalah 3,9 menit (Gambar 2 b). Jadi pada kejut suhu 35,0°C, dalam waktu 4 menit dapat menghasilkan pertumbuhan maksimal kecebong dan terjadi perubahan 50% kecebong. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Liliwhite (1970) bahwa produksi, pelepasan, dan fungsi hormon TSH bisa dipengaruhi dengan pemberian iodium dan perubahan suhu. Kejut suhu yang mendadak pada lingkungan dalam batas tertentu akan mempercepat produksi hormon TSH yang mempengaruhi T4 dan T3.

Tabel 1. Analisis ragam dan BNT perlakuan kejut suhu (stadia telur dan larva) terhadap SGR, SR, FCR, CUM, dan T_{50}
 Table 1. Variance analyze and BNT of heat-shock treatment (egg and larval stadia) on SGR, SR, FCR, CUM, and T_{50}

Kejut Suhu <i>Heat shock</i>	Stadia <i>Stage</i>	SGR (% BW/hr/% BW/day)	CUM (%)	T_{50} (hari/day)	SR (%)	FCR (-)
kejut suhu selama 2 menit (<i>periode heat shock 2 minutes</i>)						
BLOK (BLOCK)	Telur (Egg)	4.32 ^a	92.88 ^a	60 ^a	98.5 ^a	1.99 ^a
	Larva (Larvae)	4.31 ^a	94.25 ^a	60 ^a	98.5 ^a	2.05 ^a
kontrol (<i>control</i>)		4.07 ^e	81.98 ^c	72 ^a	98.0 ^a	2.23 ^a
27.5 °C		4.26 ^d	90.14 ^b	63 ^b	98.5 ^a	2.10 ^{ab}
30.0 °C		4.32 ^{cd}	95.28 ^a	60 ^b	98.6 ^a	2.07 ^{ab}
32.5 °C		4.38 ^{bc}	97.62 ^a	56 ^c	98.8 ^a	2.01 ^{bc}
35.0 °C		4.52 ^a	98.37 ^a	54 ^c	98.8 ^a	1.78 ^d
37.5 °C		4.39 ^b	98.00 ^a	55 ^c	98.6 ^a	1.87 ^{cd}
kejut suhu 35 °C (<i>heat-shock</i>)						
BLOK (BLOCK)	Telur (Egg)	4.39 ^a	95.33 ^a	58 ^a	98.5 ^a	1.89 ^a
	Larva (Larvae)	4.42 ^b	94.25 ^a	58 ^a	98.5 ^a	1.79 ^b
kontrol (<i>control</i>)		4.06 ^a	81.03 ^a	71 ^a	98.0 ^a	2.09 ^a
1 menit (<i>minute</i>)		4.28 ^b	95.12 ^b	59 ^b	98.5 ^a	1.92 ^b
2 menit (<i>minute</i>)		4.35 ^c	98.25 ^c	55 ^c	98.7 ^a	1.85 ^c
3 menit (<i>minute</i>)		4.56 ^d	97.62 ^c	55 ^c	98.7 ^a	1.72 ^d
4 menit (<i>minute</i>)		4.57 ^d	98.37 ^c	55 ^c	98.8 ^a	1.72 ^d
5 menit (<i>minute</i>)		4.57 ^d	98.37 ^c	53 ^c	98.8 ^a	1.71 ^d

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti huruf superscrip sama tidak berbeda nyata ($P>0,05$)
 Note : Value in coloumns followed by the same supercript are not significantly different ($P>0.05$)

suhu 35,0°C lebih efisien sehingga mencapai bobot individu yang lebih tinggi. Namun hal ini hanya terjadi sampai menjelang terjadinya metamorfosis. Setelah terjadi metamorfosis, bobot dari percil cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada saat larva menjadi percil terjadi penyusutan ekor dari larva.

Hasil dari pengaruh waktu kejut suhu terhadap SGR, CUM, dan T_{50} menghasilkan perbedaan nyata ($P<0,05$). Dari kurva respon pertumbuhan (Gambar la) menunjukkan pola kuadratik dan waktu kejut suhu

Komposisi Kimia Tubuh Percil

Hasil analisis proksimat tubuh percil yang meliputi bobot kering (DM) berkisar antara 25,67%-26,74%, protein 57,73%-59,56%, lemak antara 21,06%-23,34%, abu 17,18%-19,84%, dan energi berkisar antara 4,77-5,29 kkal/g. Pada perlakuan kejut suhu 32,5°C dan 35,0°C, kandungan protein relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini terjadi karena pemanfaatan protein dari pakan yang

diberikan lebih efisien penggunaannya bila dihubungkan dengan nilai FCR dan SGR.

Peningkatan laju pertumbuhan kecebong dari katak benggala bisa dilakukan dengan mengatur kandungan protein dan energi dalam pakan, pengaturan frekuensi pemberian pakan, maupun padat penebaran selama proses pendederan (Subamia *et al.*, 1991; Mundriyanto *et al.*, 1990; Hatimah *et al.*, 1990).

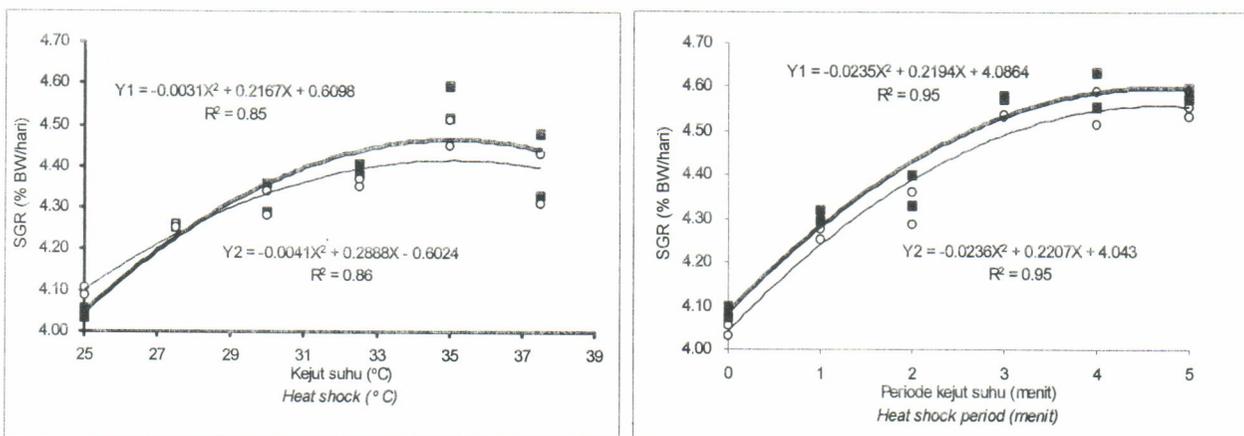
Kualitas Air

Sistem resirkulasi biofilter mampu mempertahankan parameter kualitas air (suhu, pH, dan oksigen) dalam kondisi konstan dan berada pada kisaran yang optimal untuk kehidupan organisme air (Boyd, 1980; Colt *et al.*, 1984; Remmerswaal, 1993). Kandungan oksigen rata-rata selama kegiatan penelitian berkisar antara 5,65-6,65 mg/L; suhu antara 25,30°C-25,55°C

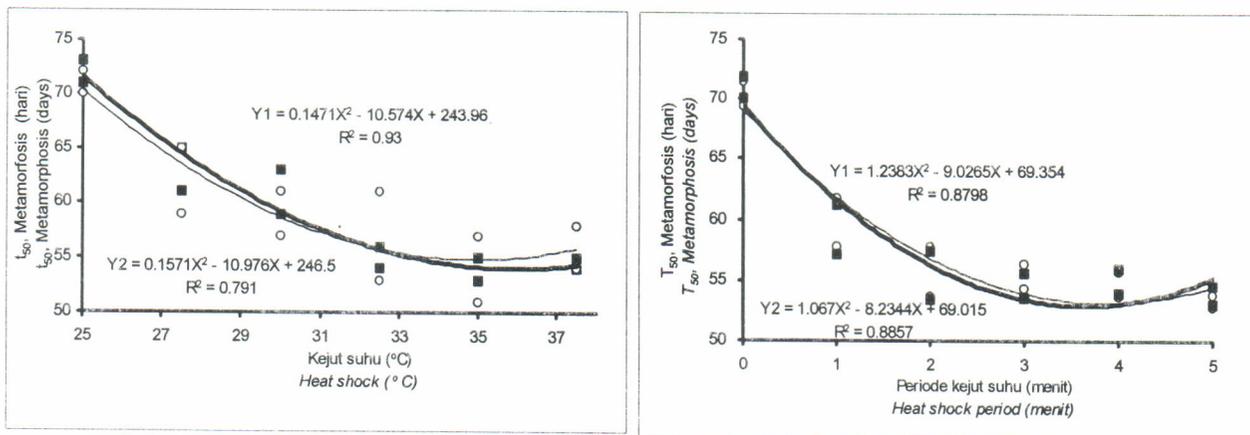
sedangkan pH antara 6,85-7,10. Rendahnya kandungan oksigen pada perlakuan kejut suhu >32,0°C dan periode kejut suhu > 2 menit diduga ada hubungannya dengan laju konsumsi pakan yang tinggi, sehingga laju metabolisme semakin tinggi yang dicerminkan oleh laju pertumbuhan yang tinggi dan FCR yang rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada kejut suhu 35,0°C dengan waktu 2 menit terhadap laju pertumbuhan maupun metamorfosis memberikan respon tertinggi. Untuk mencapai metamorfosis 50% percil terjadi percepatan 18 hari dibanding dengan tanpa adanya kejut suhu. Kemungkinan diterapkannya perlakuan kombinasi antara kejut suhu (35,0°C selama 4 menit) dengan pemberian hormon tiroksin menyebabkan proses metamorfosis kecebong



Gambar 1. Laju pertumbuhan kecebong berdasarkan stadia telur dan larva katak benggala selama masa pemeliharaan: (A) perlakuan kejut suhu dan (B) perlakuan waktu kejut suhu
 Figure 1. Growth rate tadpole base on egg and larval stages during experiment: (A) heat shock treatment and (B) periode heat-shock treatment



Gambar 2. Kecepatan metamorfosis pada stadia telur dan larva: (A) perlakuan kejut suhu dan (B) perlakuan waktu kejut suhu
 Figure 2. Metamorphoses rate of egg and larval stages: (A) Heat-shock treatment and (B) heat-shock periode

bisa terjadi dalam waktu yang relatif cepat dan seragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan dana dari ARMP II. Secara khusus tim peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

- (1) Pimpro ARMP-II yang telah membiayai kegiatan penelitian ini
- (2) Direktur pembinaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat (DP3M) Ditjen Dikti
- (3) Kepala Balitkhanwar yang telah bekerja sama selama penelitian
- (4) Ketua Lembaga Penelitian, Unibraw atas bantuan dan fasilitas yang diberikan
- (5) Dekan Fakultas Perikanan, UNIBRAW yang telah memberikan ijin dan fasilitas laboratorium

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson and Winter. 1985. *Adrenal Cortex*. Butterworth & Co (Publishers) Ltd. England. 297 pp.
- Boyd, C.E. 1980. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station Auburn University. Lowell T. Frobis. Director A. Alabama. p. 80--161.
- Colt, J., K. Orwics, and D. Brooks. 1984. Effect of Gas Supersaturated Water on *Rana catesbeiana* (Shaw) Tadpoles. *Aquaculture*, 38: 127--136.
- Gordon, S.M. 1986. *Animal Physiology: Principal and Adaptation*. Third Edition., Mc Millan Pub. Co. Inc., New York. 699 pp.
- Hariyanto. 1994. *Budidaya Kodok Hijau Unggul*. Penerbit Karya Anda Surabaya. 88 pp.
- Hatimah, S., H. Djajasewaka, dan I.W. Subamia. 1990. Pengaruh pemberian kombinasi pakan alami dan buatan terhadap derajat sintasan dan pertumbuhan katak benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw). *Bull. Penel. Perik. Darat*. 9(2): 77--91.
- Krass, E.M., F.S. Labella, and S.R. Vivian. 1968. Thyrotrophin release in vitro: The role metabolism in the secretory response to vasopressin, oxytocin, and epinephrine. *Journal of Endocrinology*. 82: 1.183--1.189.
- Liliwhite, H. 1970. *Behavioral Temperature Regulation in the Bullfrog, Rana catesbeiana* (Shaw). *Copela*. 1: 158--168.
- Mundriyanto, H. 1989. Pengaruh pakan buatan terhadap pertumbuhan katak benggala (*Rana catesbeiana* Shaw). *Bull. Penel. Perik. Darat*. VIII(2): 30--39.
- Mundriyanto, H. dan I.W. Subamia. 1991. Studi pendahuluan pengaruh pemberian thyroxine terhadap metamorfosis kecebong katak benggala (*Rana catesbeiana* Shaw). *Bull. Penel. Perik. Darat*. X(1): 36--41.
- Mundriyanto, H., I.W. Subamia, dan E. Nugroho. 1990. Pertumbuhan kecebong katak benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw) pada pemeliharaan di bak beton dengan berbagai padat penebaran. *Bull. Penel. Perik. Darat*. IX(2): 42--49.
- Norris, D.O. 1980. *Vertebrate Endocrinology*. Lea & Fabiger, Philadelphia. 524 pp.
- NRC. 1993. *Nutrient Requirement of Fish*. National Academy Press, Washington D.C. 115 pp.
- Praseno, O. dan M. Sulhi. 1989. Pembesaran katak sawah, *Rana carnivora* dengan pemberian cincangan daging ikan nila, *Oreochromis niloticus* sebagai pakan tambahan. *Bull. Penel. Perik. Darat*. VIII(2): 50--55.
- Remmerswaal, R.A.M. 1993. Recirculating aquaculture systems. *INFOFISH Technical Handbook*. 8: 1--27, Agro Business Park, Wageningen, The Netherlands.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1991. *Statistical Methods*. Eight Edition, second printing. Iowa State University Press, USA., 530 pp.
- STATISTIC. 1985. *Statistic Version 4.0 User's Manual*. Analytical Software, St Paul, MN.
- Subamia, I.W., I.N.S. Rabegnatar, dan H. Mundriyanto. 1991. Pengaruh kadar protein dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan, metamorfosis dan sintasan kecebong kodok benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw). *Bull. Penel. Perik. Darat*. X(3): 69--81.
- Subamia, I.W., S. Hatimah, dan H. Mundriyanto. 1988. Pengaruh tingkat pemberian jumlah pakan buatan terhadap pertumbuhan kecebong katak benggala, *Rana catesbeiana* (Shaw). *Bull. Penel. Perik. Darat*. VII(2): 53--59.
- Suhardjo, J. 1996. Pengaruh kejutan suhu (*heat shock*) terhadap metamorfosis dan kecepatan tumbuh berudu katak lembu, *Rana catesbeiana*. *Laporan Skripsi*. Fakultas Perikanan Unibraw Malang. 57 pp.