

**Full Paper****HUBUNGAN PERKEMBANGAN MORFOLOGI DENGAN ORGAN PENCERNAAN  
LARVA KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) TURUNAN KE-3 (F-3)****THE RELATIONS OF MORPHOLOGY DEVELOPMENT WITH DIGESTIVE ORGAN  
OF HUMPBACK GROUPEL LARVAE THIRD GENERATION (F-3)****Wawan Andriyanto\* dan Muhammad Marzuqi**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut  
Balitbang Kelautandan Perikanan, Kementerian Kelautan, dan Perikanan, Gondol  
Kec. Gerokgak PO BOX 140 Kab. Buleleng Singaraja Bali 81101  
\*Penulis untuk korespondensi, E-mail: wa2n.rimgdl@gmail.com

**Abstrak**

Pengamatan perkembangan morfologi dan perkembangan saluran pencernaan larva ikan kerapu bebek F3 hasil pembenihan induk generasi F2 telah dilakukan melalui serangkaian pemeliharaan dari umur 1 HSM (hari setelah menetas) sampai dengan 40 HSM. Sampel larva diambil setiap hari dari 1 HSM sampai dengan 10 HSM dan dilanjutkan interval 3 hari sampai umur 40 HSM. Pakan alami diberikan sesuai dengan SOP perbenihan kerapu. Sampel dianalisa secara histologi dan morfologi dengan piranti lunak yang mendukung. Fase *yolk sac* sampai dengan pre flexion secara pertumbuhan tidak signifikan, namun perkembangan morfologi dan differensiasi saluran pencernaan berkembang sangat pesat. Pada fase ini organ pencernaan larva sudah terbagi dari mulut, esophagus, perut, usus dan anus namun belum sempurna. Pada fase akhir pre flexion (13 HSM) pertumbuhan larva menunjukkan grafik eksponensial (tumbuh cepat). Notochord terbentuk pada fase flexion (18-20 HSM), sementara organ pencernaan terutama perut dan usus mulai berkembang. Perkembangan morfologi stadia larva kerapu bebek turunan ke-3 (F3) dari fase *yolk sac* sampai dengan juvenil memerlukan waktu sekitar 28 sampai dengan 31 HSM. Proporsi duri sirip punggung pada stadia preflexion sampai dengan postflexion memiliki panjang yang cenderung lebih tinggi dibanding kerapu yang lain yaitu 76%. Rata rata pertumbuhan panjang larva kerapu dari stadia *yolk sac* sampai dengan juvenil dicapai sebesar 0.41% dengan total panjang larva pada stadia juvenil adalah sekitar  $18.42 \pm 3.23$  mmTL. Nilai standar deviasi yang tinggi memperlihatkan variasi ukuran pada akhir stadia. Larva kerapu bebek turunan ke-3 mulai memanfaatkan makanan dari luar sekitar umur 4 HSM dan saluran pencernaan mulai berfungsi optimal pada umur 28–31 HSM.

**Kata kunci: f3, kerapu bebek, larva, morfologi, organ pencernaan****Abstract**

Observation of morphological and larval development of the digestive tract of humpback grouper larva F3 from F2 generation was done through a series of larvae rearing technique from age 1 DAH (day after hatch) to 40 DAH. Samples of larvae were taken daily from 1 to 10 DAH and every 3 days until day 40. Natural food was given in accordance with standard operation procedure for grouper seed. Samples were analyzed by histology and morphology with software that supports. Phase of the *yolk sac* to the growth of pre flexion was not significant, but the development of the digestive tract and morphology differentiation was grown very rapidly. In this phase, the digestive organs of the larva were divided into the mouth, esophagus, stomach, colon and rectum, but still not perfect. At the end of the pre flexion (13 DAH) larva shows a graph exponential growth (growing rapidly). Notochord flexion phase formed at (18-20 HSM), while the digestive organs, especially the stomach and intestines begin to develop. Morphological development of larval stadia of humpback grouper F3 from the phase of the *yolk sac* until the juvenile will take approximately 28 to 31 HSM. Proportion of the dorsal fin spines in preflexion to postflexion stadia in length which tends to be higher than other groupers is 76%. Average length growth of grouper larvae stadia to juvenile *yolk sac* at 0.41% is achieved with a total length of larvae in juvenile stadia is around  $18.42 \pm 3.23$  mmTL. High value of standard deviation shows the variation in size at the end of the stadia. The humpback grouper larvae F3 began to use food from the outside around the age of 4 DAH and optimal functioning of the digestive tract starts at the age of 28-31 HSM.

**Keywords: digestive organs, f3, humpback grouper, larva, morphology**

## Pengantar

Kerapu bebek atau dalam kata lain disebut pula kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) merupakan komoditas perikanan yang bernilai ekonomis yang tinggi. Dewasa ini kerapu bebek memiliki segmen pasar yang menjanjikan, baik dari usaha penjualan telur, benih maupun ukuran konsumsi. Budidaya kerapu bebek di Indonesia mulai berkembang pada awal tahun 2000. Calon induk yang dipergunakan untuk pemijahan telur pada awalnya hasil penangkapan dari alam sehingga ketersediaannya di alam pun semakin lama akan semakin berkurang. Oleh karena itu pengembangan budidaya kerapu selain menghasilkan benih juga dilakukan upaya untuk menghasilkan calon calon induk kerapu bebek turunan 1 (F1) (Giri *et al.*, 2006; Trijoko *et al.*, 2006; Trijoko, 2007; 2008, Tridjoko *et al.*, 2008) dan turunan ke 2 (F2) (Tridjoko, 2010a dan 2010b; Tridjoko & Gunawan, 2010; Tridjoko & Haryanti, 2010; Tridjoko & Priono, 2011). Dari usaha pembenihan turunan ke 2 (F2) sekitar tahun 2008-2009 khususnya di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol Bali telah pula dihasilkan produksi telur. Keberhasilan dalam penyediaan induk F2 tersebut memberikan harapan keberlangsungan usaha budidaya kerapu bebek tetap prospektif. Dari faktor ketersediaan induk keberhasilan ini dapat menekan resiko kepunahan spesies kerapu bebek di alam sehingga budidaya menjadi salah satu faktor yang sangat vital untuk ketahanan pangan nasional dan upaya konservasi alam dimasa mendatang. Keberhasilan mendapatkan calon induk kerapu bebek tentunya juga harus diikuti keberhasilan dalam pemijahan dan perbenihannya. Benih kerapu bebek turunan F0 dan F1 selama ini telah berkembang dalam budidaya di tingkat pembudidaya laut. Penelitian tentang faktor biologi, nutrisi, lingkungan, penyakit dan pakan telah banyak dilakukan untuk benih F0 dan F1. Namun untuk turunan F3 nya dari induk F2 masih belum banyak diamati. Studi perkembangan pencernaan larva kerapu bebek sebelumnya telah diketahui bahwa pencernaan larva kerapu bebek mulai fungsional sekitar umur 25 HSM (Munafi *et al.*, 2011).

Pada stadia larva, ikan kerapu memperlihatkan adanya perubahan morfologi yang sangat signifikan pada saat berkembang atau bermetamorfosis menjadi juvenil (Mishima dan Gonzales, 1994). Sebelum larva mencapai stadia juvenil, larva sangat sensitive terhadap kondisi lingkungan dan mudah stress, sehingga banyak terjadi kasus kematian. Angka kelulushidupan stadia larva sampai juvenil kerapu

bebek sampai saat ini masih rendah. Rata rata berkisar antara 0–10% (Rimmer, 1998, Rimmer *et al.*, 2000). Seperti yang digaris bawahi oleh Kohno *et al.* (1993), perlu dilakukan kajian terhadap faktor perkembangan morfologi larva untuk meningkatkan keberhasilan usaha budidaya dipanti pembenihan sampai dengan stadia juvenil. Keberhasilan dalam diferensiasi sistem pencernaan sangat penting untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan karena sistem pencernaan yang efisien memungkinkan ikan untuk menangkap, mencerna dan menyerap makanan (Kjorsvik *et al.*, 2004). Meskipun secara morfologis larva mampumenangkap makanan di pada stadia awal (Segner *et al.*, 1994; Bisbal & Bengtson, 1995), namun sistem pencernaan membutuhkan serangkaian perubahan perkembangan sebelum berfungsi penuh (Govoni *et al.*, 1986; Canino & Bailey, 1995). Pengetahuan tentang pengembangan struktural dari sistem pencernaan sangat penting untuk memahami fisiologi pencernaan dan menentukan waktu yang tepat larva ikan dapat memanfaatkan pakan secara optimal (Watanabe & Kiron, 1994; Baglolle *et al.*, 1997; Cahu & Infante, 2001). Tujuan penelitian ini untuk mengamati diferensiasi saluran pencernaan selama metamorfosis dari larva menjadi juvenil dan mempelajari hubungannya dengan perubahan morfologi untuk memahami urutan perkembangan organ pencernaan dan faktor morfologi dan pertumbuhan benih kerapu bebek turunan ke-3.

## Bahan dan Metode

Telur berasal dari pemijahan induk generasi turunan ke 2 (F2) dengan menggunakan kolektor telur ukuran 400 ( $\mu$ m). Telur kemudian dipindahkan ke bak fiber ukuran 100 liter untuk diinkubasi. Telur yang tidak terbuahi dibuang dengan cara disipon. Telur yang terbuahi ditebar ke dalam bak ukuran 1 ton dan diberi aerasi. Proses penebaran dan pemeliharaan larva (pemberian pakan alami sampai pakan buatan dan manajemen penggantian air mengikuti standar operasional prosedur (SOP) perbenihan kerapu yang telah ada di BBPPBL Gondol. Hal yang tidak dilakukan adalah pengkayaan pakan alami/buatan agar larva yang hidup dikondisikan normal. Larva dipelihara dari menetas sampai dengan 40 hari setelah menetas (HSM), karena diasumsikan pada umur 40 HSM larva telah mencapai stadia juvenil.

Untuk pengamatan perkembangan organ pencernaannya, sampel diambil secara sampling

(acak) setiap hari dari 1 HSM sampai 10 HSM, kemudian setiap 3 hari dari 13 HSM sampai dengan 40 HSM. Setelah itu sampel difiksasi menggunakan larutan bouin's selama lebih kurang 6 jam. Sampel kemudian dipindah ke larutan 70% alkohol sebelum "tissue processing". Dehidrasi sampel dengan merendam sampel dalam ethanol dengan kepekatan berbeda dan xylene untuk memastikan larutan wax masuk ke dalam jaringan. Setelah proses itu selesai, dilakukan proses embedding dengan paraffin wax. Sampel kemudian dipotong tipis sekitar 5 µm dan hasil potongan ditempatkan dalam slide yang telah diberi kode sampel. Kemudian potongan histologi dalam slide tersebut di keringkan selama semalam untuk kemudian baru di "staining" (diwarnai) dengan haematoxylene dan eosine (HE). Semua prosedur tersebut mengacu kepada teknik histologi seperti yang dilakukan oleh Drury & Wallington (1967), dan Kiernan (1990). Hasil preparat histologi yang telah di "staining" tersebut kemudian diamati dibawah mikroskop yang dilengkapi dengan foto yang terintegrasi dengan computer untuk mendapatkan perbesaran dan ukurannya.

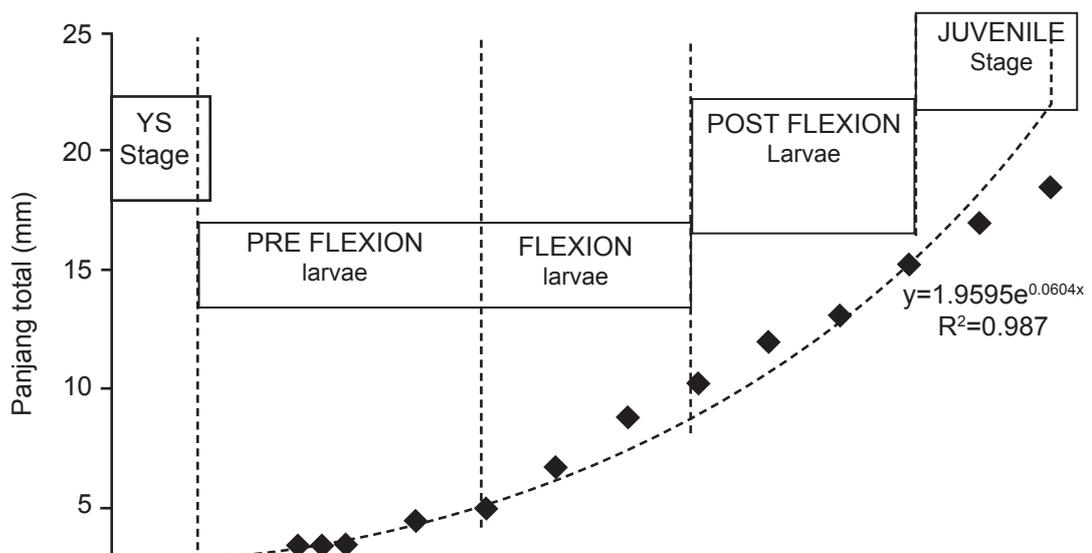
Pengamatan pertumbuhan benih turunan F3 menggunakan pengukuran dengan formula mengikuti Hopkins, 1992;  $AGR = (SL_f - SL_i) / \Delta t$ , dimana AGR: adalah pertumbuhan absolute, SL<sub>f</sub> dan SL<sub>i</sub> masing masing adalah pertumbuhan panjang akhir dan pertumbuhan panjang awal (mm) dan Δt adalah interval waktu. Untuk mendapatkan data pengukuran panjang digunakan panjang total dari larva ikan

menggunakan metode pengambilan gambar dengan mikroskop khusus dengan perbesaran menyesuaikan kondisi larva. Sebelum diamati dalam mikroskop, larva diberi obat bius MS-222. Selain itu diamati pula hubungan antara pertumbuhan masing masing bagian tubuh dengan panjang total sepertitinggi badan dibagian anus, panjang kepala, tinggi kepala, panjang moncong hidung, diameter larva, tinggi pangkal ekor, panjang rahang atas dan rahang bawah, panjang duri sirip punggung dan panjang duri sirip dada. Setelah didapatkan data berupa foto mikroskop larva, kemudian data diolah menggunakan perangkat lunak MOTIC image plus 2.0 untuk mendapatkan data panjang masing masing bagian tubuh. Untuk mendiskripsikan perubahan morfologi larva dilakukan pula pengamatan menggunakan "dissecting microscope" yang dilengkapi dengan camera lucida.

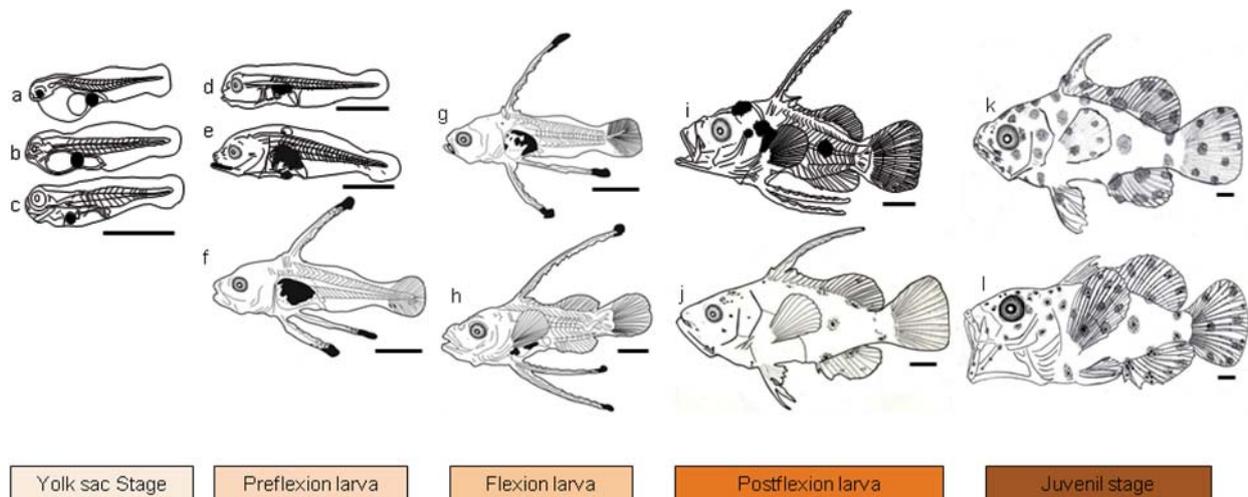
**Hasil**

*Stadia Yolk Sac (Yolk Sac Stage)*

Stadia yolk sac adalah fase pertama dalam perkembangan stadia larva. Pada stadia ini makanan larva ikan kerapu bebek F3 masih menggantungkan cadangan kuning telur (yolk sac). Stadia ini berlangsung cepat dalam perkembangan larva kerapu bebek F3, yaitu berakhir pada umur larva mencapai 4 hari setelah menetas (4 HSM). Ukuran larva sehari setelah menetas (1 HSM) adalah 2,3±2,2 mm TL. Pertumbuhan panjang larva ikan kerapu bebek pada fase ini tidak terlalu signifikan (1



Gambar 1. Hubungan pertumbuhan (panjang total) larva ikan kerapu bebek turunan ke-3 dengan fase perkembangan larva.



Gambar 2. Morfologi perkembangan larva ikan kerapu bebek turunan ke-3 dari fase *yolk sac* sampai dengan juvenil. Ket: a. (0 HSM) b. (1 HSM) c. (2 HSM) d. (3 HSM) e. (8 HSM) f. (13 HSM) g. (16 HSM) h. (22 HSM) i. (25 HSM) j. (28 HSM) k. (37 HSM) l. (40 HSM); Bar (garis skala) = 1 mm

HSM  $2,3 \pm 0,07$  mm –  $2,5 \pm 0,4$  mm TL pada 4 HSM) (Gambar 1). Perkembangan morfologi larva terlihat masih berbentuk sederhana, organ mata masih tertutup pada umur 1 HSM, kemudian mulai muncul pigmentasi pada umur 3 HSM. Organ sirip punggung, dada dan perut belum terbentuk sehingga belum bisa berenang melawan arus. Tubuh masih transparan dan baru muncul pigmentasi pada abdomen dan mata pada akhir fase (Gambar 2). Saluran pencernaan sampai dengan akhir fase ini (4 HSM) mulut terbuka, kerongkongan, lambung, usus, anus serta hati dan pankreas mulai terbentuk namun masih sangat sederhana. Sel-sel kelenjar ludah (mukosa) mulai berkembang di kerongkongan dan lambung yang mulai terbentuk mengindikasikan larva mulai siap dalam proses pencernaan makanan dari luar (Gambar 3).

#### *Stadia Flexion (Flexion stage)*

##### *Preflexion Larvae*

Pada fase ini terjadi perkembangan larva yang signifikan baik variabel pertumbuhan, morfologi maupun organ saluran pencernaannya. Stadia *preflexion larva* dimulai setelah cadangan kuning telur larva habis (sekitar 4 – 5 HSM) sampai dengan mulai membengkoknya tulang ekor larva yang mengindikasikan larva mampu berenang aktif melawan arus, yaitu pada 16 HSM. Ukuran larva pada fase ini sekitar  $2,5 \pm 0,4$  mm –  $2,6 \pm 0,4$  mm TL dan tumbuh cepat hingga  $4,09 \pm 0,18$  mm TL pada 16 HSM (Gambar 1).

Secara morfologi organ tubuh larva seperti sirip punggung, sirip perut, sirip dada dan sirip ekor

sudah terbentuk namun masih sederhana. Duri sirip punggung (*dorsal fin spine*) dan duri sirip perut (*pelvic fin spine*) pada stadia ini mulai tumbuh pada sekitar umur 8 – 9 HSM dan terus memanjang sampai akhir fase ini. Pigmentasi tampak pada mata, bagian abdomen dan ujung duri sirip punggung dan perut. Tubuh masih juga terlihat transparan. Organ mata mulai membesar dan dari irisan histologi tampak telah memiliki beberapa lapisan dan juga retina, sehingga mengindikasikan pada fase ini larva dapat melihat dan mencari makanan. Saluran pencernaan mulai dari mulut sampai dengan anus mulai terlihat berkembang pesat. Organ perasa, gigi atas dan bawah, lidah, mulai tampak pada bagian mulut. Selain itu kelenjar ludah pada kerongkongan dan munculnya sel goblet pada stadia ini mengindikasikan mulai berfungsinya organ mulut dan kerongkongan. Perut/lambung mulai berlipat dan mulai membesar. Volume usus/ intestine juga membesar dan mulai terdeteksi lipid vakuola dan supranukleus vakuola pada lapisan dindingnya. Selain itu intestine juga berkembang menjadi usus bagian depan (*midgut*) dan bagian belakang (*hindgut*). Adanya lipid dan supranukleus vakuola tersebut menandakan telah terjadi proses penyerapan makanan di usus. Selain itu organ kelenjar pencernaan untuk sekresi enzim yaitu pancreas dan sekresi makanan yaitu hati telah terlihat jelas sehingga proses pencernaan makanan telah pula berlangsung pada fase ini. Insang sebagai organ vital dalam proses pernafasan ikan juga sudah mulai terlihat jelas dengan mulai banyaknya lamella insang (*gill rake*) (Gambar 3).

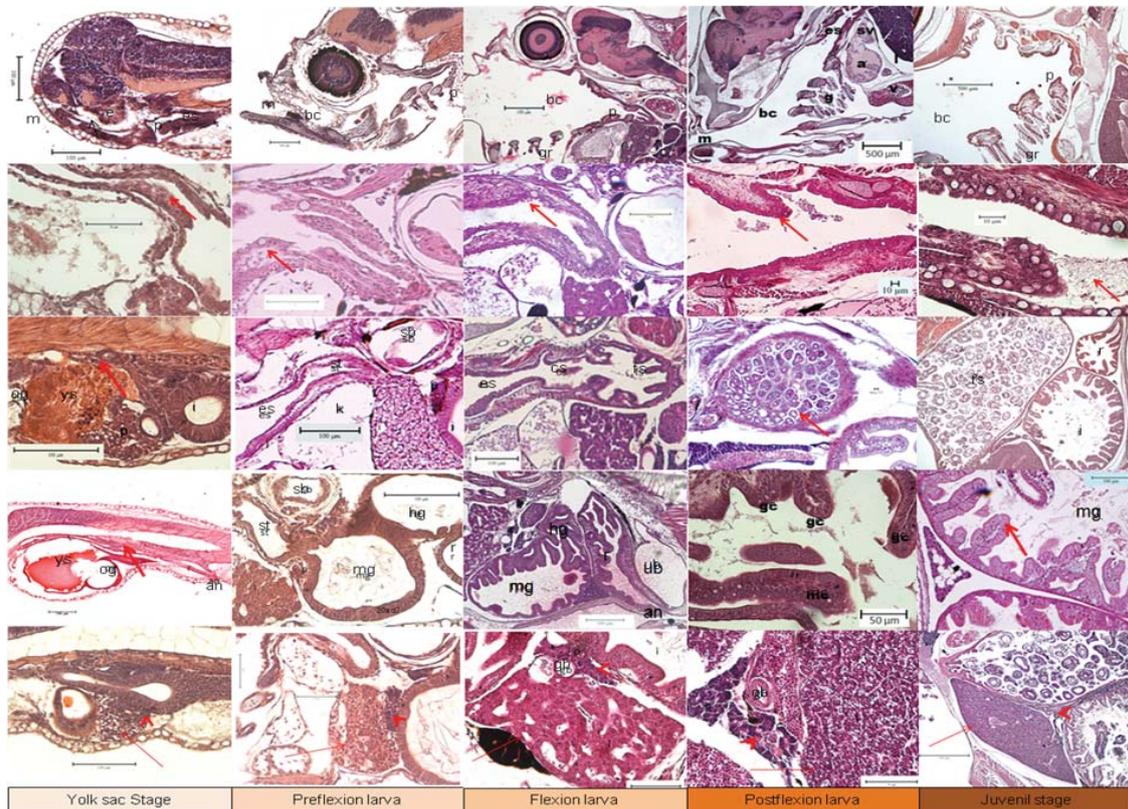
Flexion Larvae

Pertumbuhan larva pada fase ini juga cepat, dimulai dari umur 16 – 17 HSM dengan panjang 5,0±0,18 mm TL sampai dengan 10,2±2,2 mm TL pada 25 HSM (Gambar 1). Fase ini ditandai dengan mulai membengkoknya tulang ekor (notochord) dan tercapainya panjang maksimum dari duri sirip tulang punggung dan duri tulang sirip perut. Pada fase ini sirip sirip mulai berkembang sempurna dan sirip perut dan ekor mulai terpisah sehingga larva dapat mulai bergerak berlawanan arus. Pigmentasi mulai terdapat di bagian kepala, abdomen serta ujung duri sirip punggung dan ujung duri sirip perut (Gambar 2). Lapisan epitel pada bagian rongga mulut dalam (sekitar faring) dan kerongkongan terlihat berkembang berlapis lapis. Rongga perut membentuk bagian *cardiac* dan bagian *fundic* pada fase ini. Volume usus juga makin membesar serta terlihat lamella usus yang mulai memanjang pada bagian *midgut* dan *hindgut*.

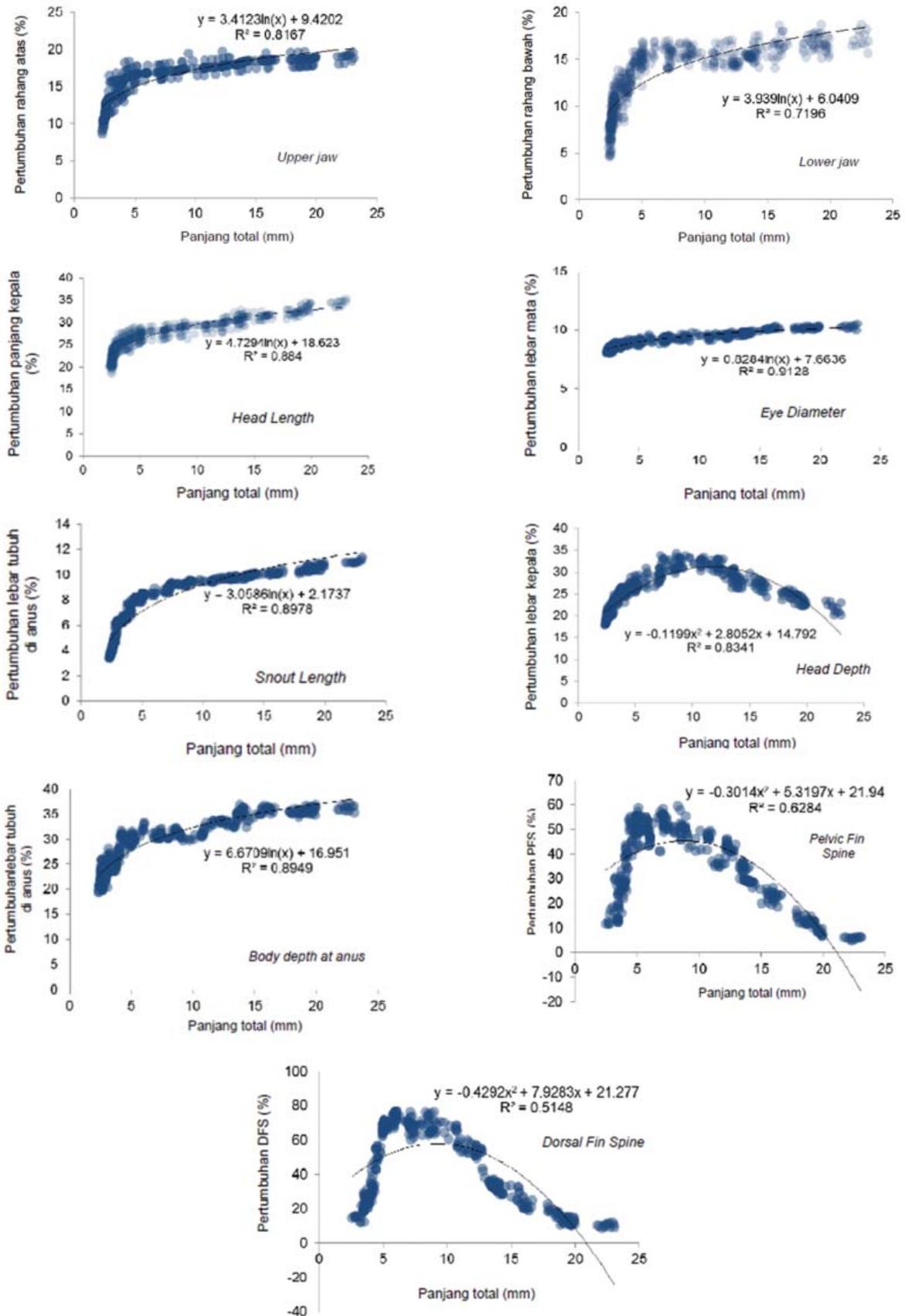
Pada usia 22 HSM, goblet sel terdapat muncul di lipatan lipatan usus, hal ini mengindikasikan adanya proses penyerapan makanan oleh kelenjar yang dihasilkan dari sel sel ini. Pada fase ini juga, jumlah hepatosit meningkat pesat dan menunjukkan pula lipid vakuola pada hati dan zymogen pada pancreas yang jumlahnya juga meningkat pesat. Selain itu lipid vacuola pada hepatosit sitoplasma di hati terlihat penuh (Gambar 3).

Postflexion Larvae

Fase ini merupakan fase transisi dari fase larva ke juvenil, dimulai pada sekitar umur 25- 26 HSM dengan panjang 11,0±2,0 mmTL sampai dengan 15,2±2,7 mmTL pada 34 HSM (Gambar 1). Panjang duri sirip punggung dan duri sirip perut pada fase ini mulai menurun drastis dan sirip punggung, dada, perut dan ekor sudah hampir sempurna sehingga pergerakan larva sudah cepat. Pigmentasi sudah mulai menyebar di seluruh tubuh dan warna ikan sudah tidak



Gambar 3. Perkembangan organ pencernaan larva kerapu bebek turunan ke-3 masing masing fase mulai dari rongga mulut; kerongkongan, perut/lambung; usus, hati dan pancreas (dari atas ke bawah). Ket: m: mulut, bc: buccal cavity (rongga mulut); p: paring (tekak); gr: gill rake (insang), ys: yolk sac (kuning telur); og: oil globule (gelembung minyak); p: pankreas; l: liver (hati); i: intestine (usus); es: esophagus (kerongkongan); gc: goblet cell (sel goblet); cs: cardiac stomach; fs: fundic stomach; k: kidney (ginjal); mg: midgut; gg: gastric glands (kelenjar perut); bs: blind sac; pc: pyloric caeca; r: rectum, hg: hind gut; sb: swim bladder (gelembung renang); an: anus; ub: urine bladder, snv: supranuclear vacuola; lv: lipid vacuola; pst: primordial stomach; gb: gall bladder.



Gambar 4. Hubungan proporsi pertumbuhan bagian organ larva kerapu bebek turunan ke-3 dengan pertumbuhan.

transparan (Gambar 2). Organ pencernaan dari mulut sampai dengan anus hampir sempurna dan mulai berfungsi dengan baik. Hal ini ditandai dengan mulai terdeteksinya kelenjar lambung/ *gastric glands* dan *pyloric caeca*. Dengan terdeteksinya kelenjar lambung dan *pyloric caeca*, makanan yang masuk ke lambung dapat dicerna dengan baik. Biasanya pakan artificial/ buatan akan lebih efisien diberikan pada fase ini. Hati sebagai penyimpan cadangan makanan juga telah terlihat terisi dengan butiran butiran lipid, sedangkan pancreas tidak hanya terletak didepan hati namun juga ada di sekitar usus.

#### *Stadia Juvenil (Juvenil Stage)*

Fase juvenil pada larva kerapu bebek F3 penelitian ini baru tercapai sekitar umur 34 HSM dengan panjang  $15,2 \pm 2,7$  mmTL dan pada akhir penelitian yaitu umur 40 HSM memiliki panjang  $18,44 \pm 3,24$  mmTL (Gambar 1). Duri duri sirip punggung dan duri sirip perut semakin pendek dan hilang pada umur sekitar 40 HSM. Pigmentasi sudah sempurna menyerupai ikan dewasa dan tubuh tidak transparan serta sisik mulai muncul pada stadia ini (Gambar 2). Organ pencernaan sudah sempurna, perut bagian belakang (fundik) juga semakin membesar, sedangkan perut bagian *cardiac* (depan) terlihat hanya pendek dan seperti corong. Perut bagian fundik inilah yang kemudian menjadi lambung yang berisi banyak makanan untuk dicerna. Tulang-tulang di sekitar mulut, rongga mulut dan tekak terlihat lebih tebal dan keras sehingga mulut dapat menangkap makanan dengan baik serta lambung dapat menyimpan makanan untuk dicerna dalam usus. Ukuran hati dan pancreas juga menjadi lebih besar dan diikuti oleh semakin banyaknya lipid vakuola pada hati dan zymogen pada pancreas bersamaan dengan kompleksitas dan kuantitas makanan yang dicerna (Gambar 3). Fase ini merupakan fase akhir stadia larva dan mulainya stadia benih yang bagi para pembudidaya ikan sudah siap untuk dijual.

#### *Proporsi Organ Tubuh*

Bukaan mulut dapat diindikasikan dengan ukuran rahang bawah dan atas. Persentase pertumbuhan rahang atas dengan panjang larva berkisar antara 8-19%, sedangkan rahang bawah antara 4-18%. Hubungan antara pertumbuhan rahang atas dan bawah tersebut mengikuti hubungan logaritmik dengan persamaan  $y = 3,939\ln(x) + 6,0409$  dengan nilai  $R^2 = 0,7196$  (Gambar 4).

Pertumbuhan panjang dan lebar kepala memiliki karakteristik pertumbuhan yang berbeda selama

stadia perkembangan larva. Dilihat dari persentase pertumbuhan panjang kepala sekitar 18-35% dan lebar kepala berkisar 17-34% adalah hampir sama, tetapi hubungan dari pertumbuhan tersebut yang berbeda. Pertumbuhan panjang kepala mengikuti hubungan logaritmik dengan persamaan  $y = 4,7294\ln(x) + 18,623$  dengan nilai  $R^2 = 0,884$ ; sedangkan pertumbuhan lebar kepala mengikuti hubungan polinomial dengan persamaan  $y = -0,1199x^2 + 2,8052x + 14,792$  dengan nilai  $R^2 = 0,8341$  (Gambar 4). Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pertumbuhan kepala cenderung memanjang dan lebar kepala cenderung lebih kecil.

Mata merupakan organ yang sangat vital untuk melihat mangsa maupun untuk menghindari ancaman. Persentase pertumbuhan diameter mata berkisar antara 8-10% dan mengikuti hubungan logaritmik dengan persamaan  $y = 0,8284\ln(x) + 7,6636$  dengan nilai  $R^2 = 0,9128$  (Gambar 4). Semakin besar ukuran larva, semakin besar pula diameter mata. Pertumbuhan moncong hidung juga mengikuti hubungan logaritmik dengan persamaan  $y = 3,0586\ln(x) + 2,1737$  dengan nilai  $R^2 = 0,8978$ , dengan persentase pertumbuhan berkisar 3-11%. Pertumbuhan lebar tubuh pada bagian anus/ perut memiliki persentase yang cukup besar yaitu berkisar 19-37%. Pertumbuhan ini mempunyai hubungan logaritmik dengan persamaan  $y = 6,6709\ln(x) + 16,951$  dengan nilai  $R^2 = 0,8949$  (Gambar 4). Pertumbuhan duri tulang punggung dan duri tulang perut memiliki hubungan polinomial dengan masing masing persamaan  $y = -0,4292x^2 + 7,9283x + 21,277$  dengan nilai  $R^2 = 0,5148$  dan  $y = -0,3014x^2 + 5,3197x + 21,94$  dengan nilai  $R^2 = 0,6284$  (Gambar 4). Persentase pertumbuhan masing masing adalah berkisar antara 9-76% dan 4-95%.

#### **Pembahasan**

Periode perkembangan larva ikan kerapu bebek turunan ke-3 secara morfologi maupun kecenderungan pertumbuhannya dari fase *yolk sac* sampai dengan juvenil secara umum lebih lambat bila dibandingkan dengan turunan pertamanya. Dalam penelitian ini fase juvenil baru dicapai pada sekitar umur 31 HSM sedangkan penelitian sebelumnya dengan kerapu bebek turunan pertama fase juvenil tercapai pada umur 28 HSM (Munafi *et al.* 2011). Hal ini bisa disebabkan oleh faktor eksternal, misalkan dalam penambahan pengkaya pakan di dalam pakan alaminya. Pada penelitian sebelumnya pakan alami terlebih dulu

dilakukan pengkayaan pakan, sedangkan dalam penelitian ini tidak. Fase sampai dengan *preflexion larva* merupakan fase kritis bagi kehidupan ikan kerapu. Pada fase tersebut terjadi proses perubahan makanan dari kuning telur (penyerapan endogen) ke fase eksogen yaitu pemanfaatan makanan dari luar, karena cadangan makanan dari endogen telah habis. Keterlambatan pertumbuhan dan perkembangan morfologi sangat erat dengan pemanfaatan energi dari makanan sehinggaketersediaan makanan dan nutrisi menjadi pembatas dua variabel tersebut dan menjadikan proses metamorphosis larva kerapu bebek turunan ke-3 ke stadia selanjutnya juga terhambat. Produksi benih di panti benih sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (suhu, salinitas, variasi pakan, kandungan nutrisi, kepadatan larva) dan faktor genetik yang berbeda (Trijoko, 2010), sehingga penelitian pakan dan nutrisi pada ikan kerapu bebek juga menjadi topik utama dalam penelitian sebelumnya (Giri *et al.*, 1999; Suwirya *et al.*, 2001; Suwirya *et al.*, 2002). Pengaruh lambatnya perkembangan morfologi dan pertumbuhan dari faktor genetik dalam penelitian ini belum dilakukan namun untuk induk kerapu bebek turunan F2 sudah dilakukan (Trijoko & Gunawan, 2010; Trijoko & Haryanti, 2010). Dari hasil yang diperoleh didapatkan bahwa induk induk F0 menghasilkan nilai produksi telur yang lebih baik.

Diferensiasi organ pencernaan ikan kerapu bebek turunan ke-3 (F3) yang diamati dalam penelitian ini secara garis besar hampir sama dengan generasi sebelumnya. Perbedaan waktu diferensiasi organ yang terjadi bisa disebabkan unsur makanan yang diberikan ke larva atau mungkin faktor genetik. Sebagai contoh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Munafi *et al.* (2011), dikatakan bahwa *gastric gland* atau kelenjar lambung terbentuk pada umur 25 HSM namun dalam penelitian ini baru terlihat pada umur 28 HSM dan terdeteksi berkembang pada umur 31 HSM. Pada penelitian ini, sampai dengan umur 3 hari telah terbentuk organ organ pencernaan walaupun belum berfungsi secara baik seperti mulut, kerongkongan, lambung, usus dan anus. Hal ini sama seperti penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Munafi *et al.* (2011) pada ikan kerapu bebek F0 (*Cromileptes altivelis*), kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Ariza, 2010), kelp grouper (*Epinephelus bruneis*) (Kato *et al.*, 2004), dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) (Glamuzina *et al.*, 1998), leopard grouper (*Mycteroperca rosacea*) (Martinez & Lopez, 2009) dan green grouper (*Epinephelus coioides*) (Quinitio *et al.*, 2004). Pada umur 4 HSM, *acidophilic supranuclear*

vakuola mulai terdeteksi, hal ini mengindikasikan telah dimulainya penyerapan protein di dalam usus. Selain itu, juga telah juga terdeteksi lipid vacuola pada umur ini. Perubahan struktur usus pada usia 7 sampai 8 HSM hingga terdapat bagian *midgut* dan *hindgut*. Watanabe (1984) mengatakan bahwa terdeteksinya supranuclear vacuola mengindikasikan adanya pinocytosis dan penyerapan protein secara intrasel. Selain itu, adanya lipid vacuola di usus *midgut* mengindikasikan kemungkinan penyerapan lemak di usus (Deplano *et al.*, 1991; Sarasquete *et al.*, 1995; Pena *et al.*, 2003). Fase kedua merupakan fase yang sangat kritis bagi kehidupan larva karena larva ikan harus memiliki mekanisme adaptasi dalam mencari makan dari luar setelah cadangan makanan endogennya habis (May, 1974). Selama periode ini, larva kerapu bebek mengalami diferensiasi dalam struktur dan fungsi organ pencernaannya untuk dapat mencerna dan menyerap makanan dari luar sebelum habisnya cadangan makanan. Perubahan yang sangat cepat dalam perubahan organ pencernaan dan kecepatan laju penyerapan *yolk sac* dan gelembung minyak dapat menyebabkan kelaparan atau malnutrisi jika makanan yang dibutuhkan tidak tersedia (Chen *et al.*, 2006).

Terbentuknya kelenjar lambung (*gastric glands*) dan *pyloric caeca* merupakan indikator tercaainya fase ketiga (terakhir) dan sebagai tanda telah terjadi perubahan dari stadia larva ke juvenil (Baglolle *et al.*, 1997). Pada ikan kerapu bebek F0 sampai terbentuknya *gastric glands* (kelenjar lambung) dan *pyloric caeca* tercapai pada umur 25 HSM (Munafi *et al.*, 2011), kemudian 20 HSM pada green grouper (*Epinephelus coioides*) (Quinitio *et al.*, 2004), 26 HSM pada kerapu macan (tiger grouper) (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Ariza, 2010). Penelitian ini memperlihatkan bahwa pada kerapu bebek turunan ke-3 kelenjar lambung mulai terdeteksi pada umur 28 HSM dan mulai berkembang pada umur 31 HSM. Hasil ini mengindikasikan diferensiasi larva kerapu bebek turunan ke-3 lebih lambat masuk fase juvenil daripada turunan F0nya. Terbentuknya kelenjar lambung ini secara umum bertepatan dengan adanya peningkatan aktivitas enzim pencernaan dan kemampuan mencerna dari larva selama proses metamorphosis menjadi juvenil. Seperti yang dikemukakan Tanaka (1971) dan Stroband & Dabrowski (1981), fase juvenil dimulai saat kelenjar lambung telah terbentuk dan berkembang, lambung menunjukkan adanya aktivitas penyerapan makanan dan terbentuknya *pyloric caeca*. Adanya kelenjar lambung menjadi indikator dari telah berfungsinya perut/ lambung (Stroband & Kroon, 1981). Kelenjar

lambung mengindikasikan efisiensi penyerapan makanan, tetapi waktu yang dibutuhkan setiap spesies dalam pembentukan kelenjar lambung berbeda. Secara umum, informasi diferensiasi organ pencernaan sangat terbatas, apalagi sampai kepada turunan F2 nya. Dari beberapa informasi diatas dapat digaribawahi bahwa kelenjar lambung pada spesies kerapu terbentuk sekitar larva umur 20 sampai dengan 30 HSM. Diferensiasi terbentuknya *pyloric caeca* merupakan indikasi terakhir dari perubahan organ pencernaan dalam larva ikan (Bisbal & Bengtson, 1995; Hamlin *et al.*, 2000). Hal terpenting dari keseluruhan proses diferensiasi organ ini adalah terjadinya formasi pembentukan perut bagian *fundic*, organ ini sangat vital untuk dapat menyimpan makanan yang banyak untuk proses enzimatik dalam penyerapan makanan.

Selama perkembangan morfologi dari fase *yolk sac* ke fase juvenil proporsi perkembangan organ tubuh kerapu bebek turunan ke-3 juga mengalami perubahan. Sebagian besar proporsi tubuh mengalami perkembangan pola yang samasesperti perkembangan rahang atas, rahang bawah, panjang kepala, panjang moncong, diameter mata, dan tinggi (lebar) tubuh di anus yang mengikuti persamaan logaritmik. Kemudian tinggi (lebar) kepala, tulang belakang sirip punggung dan tulang belakang sirip perut memiliki pola yang berbeda yang mengikuti persamaan polynomial. Pada ikan dewasa, pola perkembangan morfologi tubuh kerapu bebek berbeda dengan jenis kerapu yang lain. Hal ini terlihat sekali pada proporsi tinggi (lebar) tubuh kerapu bebek dengan kerapu yang lain yaitu sebesar 37%, lebih besar dari ikan kerapu lain pada usia yang sama; Blacktip grouper (*Ephinepelus fasciatus*) 29% (Kawabe & Kohno, 2009); kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) 30% (Kohno *et al.*, 1993.). Perkembangan morfologi proporsi tubuh dari tulang belakang sirip punggung (76%) lebih tinggi dari dari tulang belakang sirip perut (59%). Di lain kerapu seperti *Blacktip grouper* hanya 60%:49% (Kawabe & Kohno, 2009) dan kerapu macan masing masing 70%:60% (Kohno *et al.*, 1993). Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan dari tulang belakang sirip punggung kerapu bebek lebih tinggi sehingga sangat rentan terhadap kematian yang disebabkan oleh saling terkait selama masa perbenihannya.

### Kesimpulan

Perkembangan morfologi stadia larva kerapu bebek turunan ke-3 (F3) dari fase *yolk sac* sampai dengan juvenil memerlukan waktu sekitar 28 sampai dengan

31 HSM. Proporsi dari sirip punggung pada stadia preflexion sampai dengan postflexion memiliki panjang yang cenderung lebih tinggi dibanding kerapu yang lain yaitu 76%. Rata rata pertumbuhan panjang larva kerapu dari stadia *yolk sac* sampai dengan juvenil dicapai sebesar 0,41 % dengan total panjang larva pada stadia juvenil adalah sekitar  $18,42 \pm 3,23$  mmTL. Nilai standar deviasi yang cukup tinggi memperlihatkan variasi ukuran pada akhir stadia. Perkembangan organ pencernaan mulai memanfaatkan makanan dari luar ketika umur larva sekitar 4 HSM dan saluran pencernaan mulai berfungsi optimal pada umur 28 – 31 HSM.

### Daftar Pustaka

- Munafi, A.B., W. Andriyanto, S. Ismi, A.Y. Nirmala, I. Mastuti, A. Muzaki & A.W.M. Effendy. 2011. The Ontogeny of the Digestive Tract and Associated Organs of Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*) Larvae. *J. Asian Fish Sci.* 24:379-386.
- Ariza, S.A. 2010. Ontogenetic Digestive System and Enzyme Activity in Early Life of Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus*, Thesis of Master of Science. Universiti Malaysia Terengganu. Unpublished.
- Baglole, C.J., H.M. Murray, G.P. Goff & G.M. Wright. 1997. Ontogeny of the digestive tract during larval development of yellowtail flounder: a light microscopic and mucous histochemical study. *J. Fish Biol.* 51:120-134.
- Bisbal, G.A. & D.A. Bengtson. 1995. Development of the digestive tract in larval summer flounder. *J. Fish Biol.* 47: 277-291.
- Cahu, C. & J.Z. Infante. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *J. Aquac.* 200:161-180.
- Canino, M.F. & K.M. Bailey. 1995. Gut evacuation of walleye Pollock larvae in response to feeding conditions. *J. Fish Biol.* 46:389-403.
- Chen, B.N., J.G. Qin, M.S. Kumar, W. Hutchinson & S. Clarke. 2006. Ontogenetic development of the digestive system in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae. *J. Aquac.* 256: 489-501.
- Deplano, M., J.P. Diaz, R. Connes, M. Kentouri-Divanach & F. Cavalier. 1991. Appearance of lipid-absorption capacities in larvae of the sea bass *Dicentrarchus labrax* during transition to the exotrophic phase. *J. Mar. Biol.* 108:361-371.

- Drury, R.A. & E.A. Wallington. 1967. Carleton's Histological Technique, 4th edition. Oxford: Oxford University Press.
- Giri, N.A., K. Suwirya & M. Marzuqi. 1999. Kebutuhan protein, lemak, dan vitamin C untuk yuwana ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). J. Pen Perik Ind. 5(3):38-46.
- Giri, N.A., K. Suwirya & M. Marzuqi. 2006. Observation On Gonad Maturation Of The First Generation (F1) Of Humpback Grouper, *Cromileptes altivelis*. J. Indo. Aquac.: 1 (2):79-86.
- Glamuzina, B., B. Skaramuca, N. Glavic, V. Kozul, J. Dulcic & M. Kraljevic. 1998. Egg and early larval development of laboratory reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae)\*. J. Scientia Marina, 62 (4): 373-378.
- Govoni, J.J., G.W. Boehlert & Y. Watanabe. 1986. The physiology of digestion in fish larvae. J. Env. Biol. Fish. 16: 59-77.
- Hamlin, H.J., I. Hunt von Herbing & L.J. King. 2000. Histological and morphological evaluations of the digestive tract and associated organs of haddock throughout posthatching ontogeny J. of Fish Bio. 57:716-732.
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting fish growth: a review of the basics. J. World Aquac. Soc. 23:173-179.
- Kawabe, K. & H. Kohno. 2009. Morphological development of larval and juvenil blacktip grouper, *Epinephelus fasciatus*. The Japan Soc of Fish Sci. 75:1239-1251.
- Kato, K., K. Ishimaru, Y. Sawada, J. Mutsuro, S. Miyashita, O. Murata & H. Kumai. 2004. Ontogeny of digestive and immune system organs of larval and juvenil kelp grouper *Epinephelus bruneus* reared in the laboratory. J. Fish. Sci. 70:1061-1069.
- Kiernan, J.K. 1990. Histological and Histochemical Methods theory and practice. Second edition. Pergamon Press plc. 433p.
- Kjorsvik, E., K. Pittman & D. Pavlov. 2004. From fertilisation to the end of metamorphosis-functional development. In: Moksness, E., Kjorsvik, E., Olsen, Y. (Eds.), Culture of Cold-Water Marine Fish. Blackwell Publishing, Carlton, Victoria, 204-278pp.
- Kohno, H., S. Diani & A. Supriatna. 1993. Morphological development of larval and juvenile grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*. J. Japan Ichthyol. 40:307-316.
- Martinez-Lagos, R. & V. Gracia-Lopez. 2009. Morphological development and growth patterns of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea* during larval development. AquacResearch. 41: 120-128.
- May, R.C. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In: Blaxter, J.H.S. (Ed.), The Early Life History of Fish. Conference: International Symposium on the Early Life History of Fish. Springer, Berlin, 3-19 pp.
- Mishima, M. & Gonzales. 1994. Some biological aspects on *Cromileptes altivelis* around Palawan Island, Philippines. Suisanzoshoku, 42(2): 354-349 (in Japanese).
- Pena, R., S. Dumas, M. Villalejo-Fuerte & J.L. Ortiz-Galindo. 2003. Ontogenetic development of the digestive tract in reared spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* larvae. J. Aquac. 219:633-644.
- Quinitio, G.F., A.C. Sa-an, J.D. Toledo & J.D. Tan-Fermin. 2004. Advances in Grouper Aquaculture Edited by M.A. Rimmer, S. McBride and K.C. Williams ACIAR Monograph 110: 26-29.
- Rimmer, M.A. 1998. Grouper and snapper aquaculture in Taiwan. Austasia Aquac. 12(1): 3-7.
- Rimmer, M.A. 2000. Review of grouper hatchery technology Grouper Aquaculture Electronic Newsletter, 27 January Queensland Department of Primary Industries, Northern Fisheries Centre, Cairns, Queensland, Australia.
- Sarasquete, A. Polo & M. Yufera. 1995. Histology and histochemistry of the development of the digestive system of larval gilthead seabream, *Sparus aurata* L., J. Aquac. 130: 79-92.
- Segner, H., V. Storch, M. Reinecke, W. Kloas & W. Hanke. 1994. The development of functional digestive and metabolic organs in turbot, *Scophthalmus maximus*. Mar. Biol. 119:471-486.
- Stroband, H.W.J. & K.R. Dabrowski. 1981. Morphological and physiological aspects of digestive system and feeding in fresh-water fish larvae. In: Nutrition des Poissons (Fontain, M., ed.), Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 355-374.

- Stroband H.W.J. & A.G. Kroon. 1981. The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell Tissue Res.* 215:397–415.
- Suwirya, K., N.A. Giri & M. Marzuqi. 2001. Pengaruh n-3 HUFA terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan yuwana ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis*. In Sudrajad, A., E.S. Heruwati, A. Poernomo, A. Rukyani, J. Widodo, dan E. Danakusuma (Eds) *Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia*. Departemen Kelautan dan Perikanan. 201-206p.
- Suwirya, K., N.A. Giri, M. Marzuqi & Tridjoko. 2002. Kebutuhan karbohidrat untuk pertumbuhan yuwana ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis*. *JPPi.* 8:9-14.
- Tanaka, M. 1971. Studies on the structure and function of the digestive system in teleost larvae: III. Development of the digestive system during postlarval stage. *J. Japan Ichthyol.* 18:164–174.
- Tridjoko & A. Priyono. 2011. Pengaruh Hormon 17 $\alpha$  Methyltestosteron (MT) Terhadap Perubahan Sex Kelamin Pada Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Turunan Ke 2 (F2). Prosiding seminar nasional tahunan viii hasil penelitian perikanan dan kelautan jilid i, budidaya perikanan. GN 01 pp.
- Tridjoko & Haryanti. 2010. Penelitian Calon Induk Kerapu Bebek Turunan Ke-2 (F-2) Dan Hasil Tangkapan Dari Laut (F-0). Prosiding simposium nasional pembangunan sektor kelautan dan perikanan kawasan timur Indonesia. xx, 230 – 237p.
- Tridjoko & Gunawan. 2010. Pengamatan Diameter Sel Telur Calon Induk Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Turunan Kedua (F2) Dalam Menunjang Teknologi Pembenihan Ikan Kerapu., prosiding forum inovasi teknologi akuakultur. 620 hal; 605-610pp.
- Tridjoko. 2010a. Keragaan Reproduksi Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Dari Alam (F 0) Induk Generasi Pertama (F 1) Dan Induk Generasi Ke Dua (F 2). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 2 (2): 17pp.
- Tridjoko. 2010b. Pemijahan Induk Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Generasi Ke 2 (F2) Dalam Menunjang Teknologi Pembenihan Ikan Laut. prosiding seminar nasional tahunan viii hasil penelitian perikanan dan kelautan 24 juli. GN 07 pp.
- Tridjoko. 2008. Reproduksi Induk Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Dari Hasil Tangkapan Di Laut (F-0) Dan Hasil Budidaya (F-1) Yang Dipelihara Dalam Bak Secara Terkontrol. prosiding seminar nasional biodiversitas ii buku 2, Universitas Airlangga. 305 hal 193 pp.
- Tridjoko, Haryanti & A. Muzaki. 2008. Keragaan Induk Ikan Kerapu Bebek (F1) Dari Hasil Seleksi. Prosiding seminar nasional kelautan IV optimalisasi pembangunan kelautan berbasis iptek dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat maritim (Universitas Hang Tuah). I-V; I-125 pp.
- Tridjoko. 2007. Penggunaan ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) hasil Budidaya (F1) sebagai salah satu alternatif sumber induk. Prosiding seminar nasional kelautan iii pembangunan kelautan berbasis ipek dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir (Univ. Hang Tuah). 1 pp.
- Tridjoko, E. Setiadi, S. Ismi & F. Johnny. 2006. Observation On Gonad Maturation Of The First Generation (F1) Of Humpback Grouper, *Cromileptes altivelis*. *Indonesian Aquaculture Journal* 1 (2): 97-103.
- Watanabe, Y. 1984. Morphological and functional changes in rectal epithelium cells of pond smelt during postembryonic development. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 50:805–814.
- Watanabe, T. & V. Kiron. 1994. Prospects in larval fish dietetics. *J. Aquac.* 124: 223–251.