

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

## PERKEMBANGAN TULANG BELAKANG BENIH IKAN TUNA SIRIP KUNING, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)

Titiek Aslianti<sup>#</sup>, Gunawan, Ananto Setiadi, Jhon Harianto Hutapea, dan Bedjo Slamet

Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan  
Jl. Br. Gondol Ds. Penyabangan Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81155

(Naskah diterima: 24 Juni 2019; Revisi final: 24 Oktober 2019; Disetujui publikasi: 24 Oktober 2019)

### ABSTRAK

Pembenihan ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares* sudah dirintis Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan Gondol, Bali sejak tahun 2003. Berbagai penelitian yang mengarah pada morfologis, fisiologis, dan enzimatis, telah dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi dasar terkait perkembangan tulang belakang benih ikan tuna yang mempunyai korelasi positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Upaya meningkatkan kelangsungan hidup benih yang hingga saat ini belum stabil. Perkembangan tulang belakang benih ikan tuna merupakan satu di antara parameter yang perlu diamati mengingat sangat erat hubungannya dengan faktor pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Metode pewarnaan ganda terhadap tulang belakang benih ikan tuna dengan menggunakan larutan Alcian Blue dan Alizarin Red-S telah digunakan dalam penelitian ini dengan mengambil sampel hewan uji setiap lima hari mulai D-5 sampai D-40. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tulang belakang benih ikan tuna pada D-25—D-30 mengalami transisi dari tulang muda menjadi tulang keras, dan berkembang menjadi tulang keras yang sempurna dan kokoh pada D-35—D-40, dengan performansi yang lebih agresif. Perkembangan tulang belakang benih ikan tuna mempunyai korelasi yang positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

**KATA KUNCI:** tulang belakang; ikan tuna; *Thunnus albacares*; benih

**ABSTRACT:** *Vertebral development of yellowfin tuna, Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788) fry. By Titiek Aslianti, Gunawan, Ananta Setiadi, Jhon Harianto Hutapea, and Bedjo Slamet*

Since 2003, the Institute for Mariculture Research and Fisheries Extension, Gondol has carried out breeding research on yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre 1788). Various studies on the morphology, physiology, and enzymatic processes of the fish fry were conducted to gain basic information about vertebral development of yellowfin tuna which was suspected to positively affect the growth and survival rate of the fish. Among the parameters involved in the growth and survival rate of tuna fry is vertebral development. A double staining method on tuna fry vertebrae using Alcian Blue and Alizarin Red-S solutions was used in this study, and samples of fry were collected every five days starting from D-5 up to D-40. The result showed that the seeds had vertebral transitions from cartilage to bone on D-25—D-30, followed by the development of hard-bone on D-35—D-40 with a significant increase of aggressive activity. This current research concludes that a good vertebral development of tuna fry is positively correlated with their growth and survival rate.

**KEYWORDS:** vertebrae; yellowfin tuna; *Thunnus albacares*; fry

### PENDAHULUAN

Ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) termasuk komoditas perikanan ekonomis penting di dunia dan merupakan satu di

antara komoditas penghasil devisa di Indonesia (Jusuf, 2014). Beberapa negara penghasil tuna melaporkan bahwa keberadaannya di alam sudah mulai mengkhawatirkan, sebagai akibat tingginya eksploitasi penangkapan. Hal ini terlihat dari menurunnya jumlah dan ukuran individu hasil tangkap dan semakin jauhnya lokasi penangkapan (De Stefano & Van Der Heijden, 2007). Oleh karenanya upaya budidaya merupakan solusi prioritas yang harus dilakukan dengan tujuan selain untuk pemenuhan

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Br. Gondol Ds. Penyabangan Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81155, Indonesia  
Tel.: +62 362 92272  
E-mail: [tiaspriyono@yahoo.com](mailto:tiaspriyono@yahoo.com)

kebutuhan terhadap protein hewani juga upaya ke arah pelestariannya. Rintisan perbenihan ikan tuna sirip kuning, sudah dilakukan Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP) sejak tahun 2003, seiring dengan dipacunya perkembangan teknologi budidaya guna mengantisipasi semakin menurunnya populasi ikan tuna di alam. Saat ini pembenihan ikan tuna dapat dikatakan sudah berhasil, namun dalam proses produksi benih dengan hasil yang kontinu dan stabil masih sering menemui kendala, terutama banyaknya kematian pada fase benih (pendederan/pembesaran) sebagai akibat sifat biologis perenang cepat yang menabrak dinding wadah pemeliharaan dan kanibalisme (pemangsa sesamanya) yang tinggi. Berbagai penelitian telah dilakukan, di antaranya tentang induk (Hutapea *et al.*, 2010; Hutapea *et al.*, 2017), aspek lingkungan (Hutapea, 2007), tentang larva (Hutapea *et al.*, 2008; Gunawan *et al.*, 2018), dan parasit (Zafran *et al.*, 2006; Permana *et al.*, 2007). Tujuan utama penelitian tersebut adalah untuk mendapatkan data dan informasi dasar yang dapat digunakan sebagai acuan dalam manajemen pemeliharaan larva dan benih sehingga diperoleh teknik produksi benih yang baku dan stabil, baik secara kuantitas maupun kualitas.

Dalam periode pemeliharaan larva, bertambahnya umur akan diikuti dengan perkembangan organ-organ tubuh seperti tumbuhnya sirip punggung, sirip ekor, sirip dada, dan berfungsinya mata untuk memangsa pakan, serta berlangsungnya proses enzimatik dalam organ pencernaan (Gunawan *et al.*, 2018). Perkembangan tulang belakang merupakan satu di antara parameter yang dapat dijadikan tolok ukur pertumbuhan larva di mana pertumbuhan yang optimum berdampak positif terhadap kelangsungan hidup dan kualitas benih (Boglione *et al.*, 2001). Selain itu, kendala rendahnya kelangsungan hidup benih ikan tuna pada fase pendederan/pembesaran, secara fisiologis lebih sering disebabkan oleh sifat pemangsa/kanibal yang sangat tinggi (Hutapea *et al.*, 2014). Hal ini terlihat dari tingkah laku benih yang berenang sangat cepat dan agresif dalam memangsa sesamanya walaupun benih yang dimangsa berukuran lebih besar, yang pada akhirnya kedua-duanya mati. Kemampuan tersebut mulai terlihat seiring dengan berkembangnya tulang belakang benih yang pada stadia peralihan dari larva ke benih (deder) kondisinya cenderung lebih kokoh (Westneat & Wainwright, 2001). Oleh karena itu, pengamatan perkembangan tulang belakang benih ikan tuna perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi dasar terkait perkembangan tulang belakang benih ikan tuna yang mempunyai korelasi positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Korelasinya terhadap pertumbuhan, kebiasaan

memangsa pakan/kanibalisme, serta sifat alami sebagai ikan perenang cepat yang pada akhirnya akan berpengaruh juga terhadap kelangsungan hidupnya.

Data-data tersebut merupakan sumber dasar acuan yang dapat digunakan untuk memperbaiki manajemen teknologi produksi benih sehingga meningkat dan berkelanjutan.

## BAHAN DAN METODE

### Penyediaan Hewan Uji

Hewan uji diperoleh dari hasil pemeliharaan larva selama 30-40 hari yang diawali dengan penebaran telur hingga mencapai fase juvenil. Pemeliharaan larva dan juvenil masing-masing menggunakan wadah berupa bak beton dan bak fiber berkapasitas 6 m<sup>3</sup>. Wadah berada di dalam *hatchery* dengan suhu ruangan berkisar 28°C-32°C. Teknik pemeliharaan larva hingga mencapai juvenil mengacu pada cara pemeliharaan ikan yang baik (CPIB) (DJPB, 2012), yang meliputi padat tebar telur optimum, jenis pakan awal larva (fito dan zooplankton) dan pakan juvenil yang sesuai, sistem dan persentase pergantian air, serta aktivitas pemilahan/*grading* juvenil yang dilakukan pada waktu yang tepat berdasar pada umur, ukuran, dan kondisi kesehatan benih saat akan dilakukan pemilahan/*grading*.

### Koleksi Sampel

Sampel benih ikan tuna sebanyak 5-10 ekor dikoleksi setiap lima hari, mulai dari hari ke-5 (D-5) sampai hari ke-40 (D-40). Sampel diukur panjang totalnya dan disimpan dalam botol yang telah diberi label sesuai umur sampel. Botol-botol berisi sampel, selanjutnya diisi larutan *buffer* formalin 5%-10% dan sampel diupayakan terendam keseluruhan.

### Pewarnaan Tulang Belakang

Proses pewarnaan tulang belakang benih ikan tuna, menggunakan metode pewarnaan ganda (Potthof, 1984) yang terdiri atas larutan Alcian Blue (berwarna biru) untuk pewarnaan tulang muda (*cartilage*) dan larutan Alizarin Red-S (berwarna merah) untuk pewarnaan tulang keras (*bone*). Metode tersebut, meliputi beberapa tahapan, berturut-turut adalah fixasi, dehidrasi, pewarnaan tulang rawan (*cartilage*), netralisasi, pencerahan, pewarnaan tulang keras (*bone*), dan preservasi (untuk penyimpanan sampel jangka lama). Selama proses pewarnaan berlangsung, pengamatan sampel dilakukan setiap hari, untuk melihat kemungkinan adanya kendala seperti mengelupasnya kulit/daging dari sampel tersebut. Proses pewarnaan tulang belakang memerlukan waktu yang berbeda, berdasarkan spesies, ukuran, dan umur

sampel. Proses pewarnaan tulang belakang pada benih ikan tuna memerlukan waktu lebih lama (sekitar 30 hari), dibanding dengan spesies lain seperti ikan bandeng, *Chanos chanos* Forksal (Aslianti *et al.*, 2014), ataupun jenis-jenis kerapu (grouper) (Ismi *et al.*, 2007; Setiadi, 2006) juga ikan Cobia, *Rachycentron canadum* (Nasukha *et al.*, 2012), yang memerlukan waktu lebih singkat (10-15 hari). Hal ini sangat terkait dengan ruaya hidup, sifat biologis, dan ketebalan lapisan daging dari masing-masing komoditas. Diketahui bahwa lapisan daging ikan tuna lebih tebal, padat dan kokoh, serta permukaan kulit yang elastis (Altringham & Shadwick, 2001), sehingga larutan pewarna memerlukan waktu lebih lama untuk bisa meresap menembus hingga ke dalam tulang belakangnya (Potthof, 1984).

### **Pengamatan Perkembangan Tulang Belakang dan Kemampuan Renang Larva**

Sampel-sampel yang telah diwarnai, selanjutnya diamati menggunakan mikroskop Olympus SZH/PM-10ADS dengan jenis lensa Olympus DF PLAN 1X, pembesaran 7,5-64X; dan didokumentasikan menggunakan mikroskop Nikon Digital Camera Dxm 1200F - Nikon SMZ 1000 yang dilengkapi dengan lampu Fiber illuminator Nikon Model C-FID 1005289. Mikroskop juga terhubung langsung dengan monitor komputer sehingga objek yang diamati melalui mikroskop dapat terlihat jelas pada layar komputer, dan selanjutnya didokumentasikan sesuai label kode masing-masing sampel.

Adapun kemampuan renang larva diamati secara manual terutama pada fase-fase perubahan secara morfologis yaitu saat mulai tumbuh dan berfungsinya sirip dada, sirip perut, sirip punggung dan sirip ekor (Sugama *et al.*, 2001). Dalam hal ini pengamatan dilakukan bersamaan dengan saat pengambilan sampel setiap 5 hari mulai dari D-5 sampai D-40 (Gunawan *et al.*, 2018).

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu mendeskripsikan pertumbuhan tubuh dan berbagai variasi dari pertumbuhan tulang belakang benih ikan tuna.

## **HASIL DAN BAHASAN**

Hasil pengamatan pertumbuhan panjang total dan perkembangan tulang belakang benih ikan tuna disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

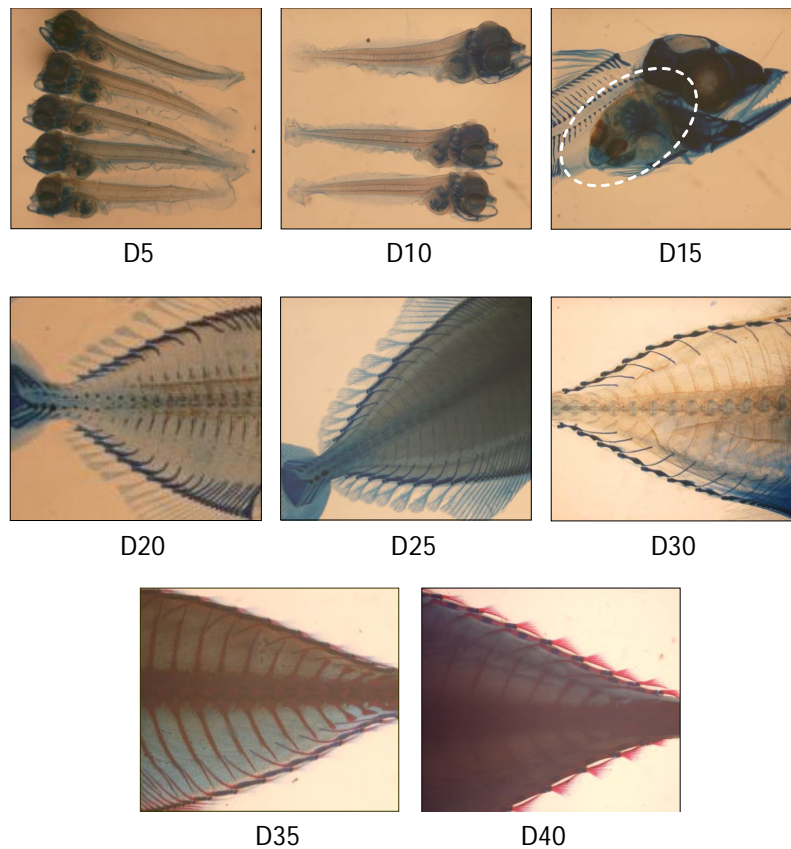
Dari Gambar 1, dapat dijelaskan bahwa performa benih ikan tuna pada D-5 dan D-10 berbentuk seperti tabung di mana tulang belakang belum terbentuk. Pada D-5 terlihat gerak renang benih cenderung pasif,

mengikuti gerakan air. Hal ini disebabkan karena organ mata belum berfungsi sempurna untuk melihat dan mencari pakan secara aktif, walaupun mulut sudah terbuka sejak D-2 dan siap mengonsumsi pakan eksogen (Gunawan *et al.*, 2018). Pada fase ini kemampuan larva masih terbatas mengonsumsi pakan yang berada di sekitar gerak renangnya. Oleh karenanya, pada kondisi ini pakan alami diupayakan tersedia dalam jumlah yang cukup agar setiap individu larva dapat berkesempatan optimum dalam memperoleh pakan tanpa memerlukan energi yang besar untuk mendapatkannya (Patridge, 2009). Adapun jenis pakan alami yang diberikan adalah zooplankton rotifer (*Brachionus rotundiformis*) yang mempunyai ukuran sesuai dengan bukaan mulut larva (80-120 mikron) (Sugama *et al.*, 2001). Pakan awal untuk benih ikan tuna akan dapat mendukung perkembangan tulang belakangnya jika diberikan dalam kondisi yang tepat (tepat jenis, tepat ukuran, tepat nutrisi, dan tepat waktu). Dengan demikian proses pertumbuhan benih dapat berlangsung normal sesuai biologisnya. Pada D-10, benih terlihat lebih aktif seiring dengan mulai tumbuhnya sirip dada, sirip punggung, dan sirip perut, serta berfungsinya mata sehingga dapat memangsa pakan yang tersedia. Tulang belakang mulai terbentuk namun terlihat samar seperti selongsong. Gerak renang larva tampak dalam batas kemampuan optimal untuk memfungsikan sirip ekor, dada, dan perut. Dalam kondisi ini jika jumlah pakan (alami dan buatan) yang tersedia tidak mencukupi, sering kali mengakibatkan pertumbuhan yang lambat dan berlanjut dengan kematian (Gunawan *et al.*, 2018). Pada D-15, tulang belakang benih ikan tuna sudah terbentuk berupa tulang rawan/muda (*cartilage*). Respons (sifat memangsa/mengejar) terhadap pakan sudah terlihat dari gerak renang yang semakin aktif. Secara morfologi, tampak bahwa gigi sudah mulai tumbuh yang merupakan indikasi bahwa sifat karnivora sudah mulai muncul. Oleh karenanya, pada fase ini jenis pakan yang diberikan berupa pakan hidup (benih bandeng/nener) atau benih ikan laut lainnya (kakap/kerapu). Tulang belakang ini terus berkembang hingga D-25, di mana fase tulang muda mulai mengeras dan berwarna kemerahan. Kondisi ini berlanjut sampai D-30, yang diikuti dengan tumbuhnya duri-duri halus di sepanjang bagian punggung dan perut. Selanjutnya pada D-35—D-40 tulang belakang terlihat lebih kokoh, berwarna merah tajam dengan ruas-ruas yang semakin nyata. Pertumbuhan benih pada D-30—D-40 relatif pesat, dan dengan berkembangnya tulang belakang menjadi tulang keras (*bone*) berdampak pada sifat biologisnya yang semakin ekspresif yaitu sebagai perenang cepat, pemangsa yang agresif, dan kanibal (Reglero *et al.*, 2014). Pada fase ini biasanya tingkat kematian benih sangat tinggi terutama jika

Tabel 1. Panjang total (mm), dan perkembangan tulang belakang benih ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares* pada D-5 sampai D-40

Table 1. Total length (mm), and vertebral development of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* fry on D-5—D-40

Umur Ages	Panjang total Total length (mm)	Perkembangan tulang belakang Vertebral development	Warna tulang belakang Colour of vertebral	Keterangan Description
D-05	3.74 ± 0.44	Transparan ( <i>Tranparant</i> )	---	Belum terbentuk ( <i>Un-growth</i> )
D-10	6.89 ± 0.22	Transparan ( <i>Transparent</i> )	---	Mulai terbentuk ( <i>Smooth growth</i> )
D-15	11.25 ± 0.13	Tulang rawan-1 ( <i>Cartilage-1</i> )	Biru tajam ( <i>Sharp blue</i> )	Sudah terbentuk ( <i>Developed</i> )
D-20	28.63 ± 0.45	Tulang rawan-2 ( <i>Cartilage-2</i> )	Biru-merah ( <i>Redish blue</i> )	Mulai mengeras ( <i>Developed</i> )
D-25	31.33 ± 0.30	Transisi-1 ( <i>Transition-1</i> )	Kemerahan ( <i>Redish</i> )	Agak mengeras ( <i>Developed</i> )
D-30	41.25 ± 0.53	Transisi-2 ( <i>Transition-2</i> )	Kemerahan ( <i>Redish</i> )	Mengeras ( <i>Hardish</i> )
D-35	54.38 ± 0.57	Tulang keras-1 ( <i>Bone-1</i> )	Merah ( <i>Red</i> )	Kokoh ( <i>Strong</i> )
D-40	70.64 ± 0.33	Tulang keras-2 ( <i>Bone-2</i> )	Merah tajam ( <i>Sharp red</i> )	Kokoh ( <i>Strong</i> )



Gambar 1. Perkembangan tulang belakang benih ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares*, pada D-5 sampai D-40.

Figure 1. Vertebral development of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* fry on D-5—D-40.

ketersediaan pakan tidak mencukupi, juga seringnya benih menabrak dinding bak sebagai akibat gerak renang yang cepat dalam upaya memangsa pakan ataupun memangsa sesamanya (kanibal). Perkembangan tulang belakang benih ikan tuna

berbanding lurus dengan pertumbuhan panjang totalnya di mana dengan bertambahnya umur akan diikuti dengan pertumbuhan tulang belakang dengan jarak antar ruas semakin melebar sehingga ukuran panjang totalnyapun menjadi bertambah (Tabel 1) (Aslianti,

2005). Berdasarkan pengamatan, benih ikan tuna pada D-35—D-40 dengan kisaran panjang total 5-7 cm, diketahui panjang tulang belakangnya  $4,27 \pm 0,51$  cm dengan ruas tulang belakang berjumlah 40-43 ruas, dan jarak antar ruas 1,24-1,62 mm. Sedangkan jarak antar ruas tulang belakang benih ikan tuna pada D-15—D-20 berkisar 0,24-0,64 mm. Perbedaan ini disebabkan karena benih pada D-15—D-20 masih dalam fase pertumbuhan dan tulang belakangnya masih berbentuk tulang muda (*cartilage*). Seiring dengan bertambahnya umur, tulang belakang akan terus berkembang, hingga menjadi tulang keras (*bone*) pada D-35—D-40. Bertambahnya jarak antar ruas tulang belakang benih akan diikuti dengan pertumbuhannya sehingga panjang total benihpun akan bertambah pula. Dengan demikian ada korelasi yang positif antara pertumbuhan tulang belakang benih dengan pertumbuhan panjang totalnya.

Selama proses pengamatan perkembangan tulang belakang benih ikan tuna, tidak ditemukan tulang belakang yang upnormal (*deformity*). Hal ini sangat berkaitan dengan penanganan selama proses pemeliharaan larva, di mana pemberian pakan alami ataupun pakan buatan (*pellet*) dalam jumlah yang cukup dan diberikan pada waktu yang tepat sesuai dengan perkembangan biologis fase benih, berdampak positif terhadap perkembangan tulang belakang sehingga pertumbuhannya normal dan meningkatkan kelangsungan hidupnya.

## KESIMPULAN

Perkembangan tulang belakang benih ikan tuna mempunyai korelasi positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan dana APBN T.A. 2018. Terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada *team* peneliti dan teknisi Litkayasa ikan Tuna, atas peran serta dan partisipasi aktif dalam mendukung terlaksananya penelitian hingga selesai.

## DAFTAR ACUAN

- Altringham, J.D. & Shadwick, R.E. (2001). Swimming and muscle function. *In* Tuna Physiology, Ecology, and Evolution. Barbara, A. Block and E. Donald Stevens (Eds.). California 92101-4495, USA: Academic Press, p. 313-344.
- Aslianti, T. (2005). Evaluasi kualitas benih kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) produksi beberapa hatchery di Bali berdasarkan pengamatan pertumbuhan tulang belakang. *Jurnal Perikanan*, 1(2), 56-62.
- Aslianti, T., Nasukha, A., & Setyadi, I. (2014). Perkembangan tulang belakang dan aktivitas enzim protease larva ikan bandeng, *Chanos chanos* Forsskal yang dipelihara pada media berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, (1), 87-100.
- Boglione, C., Gagliardi, F., Scardi, F., & Cataudella, S. (2001). Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 192, 1-22.
- De Stefano, V. & Van Der Heijden, P.G.M. (2007). Bluefin tuna fishing and ranching: a difficult management problem. *New Medit*, 6(2), 59-64.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya [DJPB]. (2012). Pedoman pembenihan skala kecil ikan air payau dan laut. Direktorat Perbenihan. Kementerian Kelautan dan Perikanan, 222 hlm.
- Gunawan, Hutapea, J.H., Setiadi, A., & Mahardika, K. (2018). Perkembangan saluran dan sistem pencernaan pada larva ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788). *J. Ris. Akuakultur*, 13(4), 309-316.
- Hutapea, J.H. (2007). Embryo development of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at different incubation temperature. *Indonesian Aquaculture Journal*, 2(2), 99-105.
- Hutapea, J.H., Permana, I G.N., & Andamari, R. (2008). Perkembangan morfologi larva ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan V. Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. UGM*, BI-05, 1-6.
- Hutapea, J.H., Setiadi, A., Gunawan, & Permana, I G.N. (2010). Perbaikan teknik penanganan calon induk ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) pasca penangkapan dan dalam bak pengobatan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010. Teknologi Akuakultur. Bidang Budidaya Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan*. Jakarta, Buku 1, hlm. 359-365.
- Hutapea, J.H., Setiadi, A., Gunawan, & Permana, I G.N. (2014). Pembesaran ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) pada media budidaya yang berbeda di perairan Bali: Media KJA dan bak beton. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Bandung, 6-8 Mei 2014, hlm. 191-199.
- Hutapea, J.H., Setiadi, A., Gunawan, & Permana, I G.N. (2017). Performa pemijahan ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di karamba jaring apung. *J. Ris. Akuakultur*, 12(1), 49-56.
- Ismi, S., Setiadi, E., Wardoyo, & Trijoko. (2007). Pengaruh penggunaan skimmer terhadap abnormalitas pada pemeliharaan larva kerapu

- bebek, *Cromileptes altivelis*. *J. Ris. Akuakultur*, 2(1), 1-8.
- Jusuf, G. (2014). Position and roles of Indonesia tuna fisheries globally: Challenges and breakthrough to the development of tuna fisheries management plan. Directorate General of Capture Fisheries, Ministry of Marine Affairs and Fisheries. *Indonesia, Bali Tuna Conference*, 19-21 November 2014.
- Nasukha, A., Aslianti, T., & Priyono, A. (2012). Study of vertebrae morphogenesis of larvae, *Rachycentron canadum*. *Indonesian Aquaculture Journal*, 7(2), 105-114.
- Patridge, G. (2009). The International experience. In Patridge, G. (Ed.). Hatchery production of yellowfin tuna. Melbourne, Australia: *International Specialised Skills Institute Inc.*, p. 11-25.
- Permana, I G.N., Hutapea, J.H., & Sugama, K. (2007). *Yolk opaque syndrome* pada telur ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Media Akuakultur*, 2(1), 137-141.
- Potthof, T. (1984). Clearing and staining techniques in ontogeny and systematic of fishes. H.g. Moser et al. (Eds.). *Special publication I, American Society of Ichthyologist and Herpetologists*. p. 35-37.
- Reglero, P., Ortega, A., Blanco, E., Fiksen, O., Viguri, F.J., De La Gandara, F., Seoka, M., & Folkford, A. (2014). Size-related differences in growth and survival in piscivorous fish larvae fed different prey types. *J. Aquaculture*, 433, 94-101.
- Setiadi, E. (2006). Pemberian minyak cumi pada permukaan air terhadap abnormalitas dalam pemeliharaan larva ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *J. Ris. Akuakultur*, 1(1), 35-47.
- Sugama, K., Trijoko, Slamet, B., Ismi, S., Setiadi, E., & Kawahara, S. (2001). Manual for seed production of humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *GRIM and JICA*, 12 pp.
- Westneat, M.W. & Wainwright, S.A. (2001). Mechanical design for: Muscle, tendon, and bone. In Tuna Physiology, Ecology, and Evolution. Barbara A. Block and E. Donald Stevens (Eds.). California 92101-4495, USA: Academic Press, p. 271-311.
- Zafran, Hutapea, J.H., Roza, D., & Johnny, F. (2006). Infeksi endoparasit protista pada telur ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia. Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI)*, hlm. 77-80.