



JIPK

JURNAL ILMIAH PERIKANAN DAN KELAUTAN

Research Article

Penambahan Asam Amino Taurin pada Pakan Buatan terhadap Peningkatan Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Kerapu Cantik (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*)

Addition of Amino Taurine Acid to Artificial Feed on Increased Growth and Survival Rate of Cantik grouper Seed (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*)

Nizar Afiansyah Loekman¹, Woro Hastuti Satyantini^{2*}, dan Akhmad Taufiq Mukti²

¹Study Program of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga, Surabaya, East Java, Indonesia 60115

²Department of Fish Health Management and Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga, Surabaya, East Java, Indonesia 60115

ARTICLE INFO

Received: September 03, 2018

Accepted: November 20, 2018

*) Corresponding author:

E-mail: worohastuti79@gmail.com

Kata Kunci:

Benih ikan kerapu cantik (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*), Taurin, Pertumbuhan, Sintasan

Keywords:

Cantik grouper juvenile (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*), Taurine, Growth, Survival rate

Abstrak

Kerapu cantik merupakan kerapu hibrid hasil persilangan antara betina kerapu macan dan jantan kerapu batik. Salah satu permasalahan dalam pembenihan kerapu cantik secara umum, yaitu pertumbuhan stadia awal benih kerapu cantik yang lambat. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan taurin pada pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan kerapu cantik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan taurin pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan kerapu cantik. Penelitian ini menggunakan metode RAL dengan tiga perlakuan, yaitu pemberian pakan buatan dengan kadar taurin 0% (P1), 0,5% (P2) dan 1% (P3) yang diberikan pada benih ikan kerapu cantik dan masing-masing perlakuan diulang enam kali. Hasil pemeliharaan selama 45 hari menunjukkan bahwa penambahan taurin sebesar 1% pada pakan buatan memberikan pertumbuhan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan berbeda nyata ($p < 0,05$). Penambahan taurin 1% pada pakan buatan tidak memberikan hasil sintasan yang berbeda dengan kontrol (taurin 0%).

Abstract

Cantik grouper is hybrid grouper, it is the results of a crossover between females tiger grouper and males batik grouper. One of the problems in breeding cantik grouper in common is the growth of early stadia juvenile cantik grouper is slow. This problems could be solved by added taurine in feed to increase growth of juvenile cantik grouper. The purpose of this research is to find the influence of the addition of taurine in feed on the growth and survival rate of juvenile cantik grouper. This research used completely randomized design (CRD) method with three treatments, which is giving taurine to feed with 0 % (P1) , 0.5 % (P2) and 1 % (P3) concentration given to the juvenile cantik groupers and the treatment has been repeated six times. The results of breeding for 45 days showed that the addition of 1 % taurine in feed give the highest growth than other treatment and differs markedly ($p < 0.05$). The addition of 1% taurine give no different result with control variable (0% taurine).

Cite this as: Nizar, A. L., Woro, H. S., & Akhmad, T. M. (2018). Penambahan Asam Amino Taurin pada Pakan Buatan Terhadap Peningkatan Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Kerapu Cantik (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2):112–118. <http://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10504>

1. Pendahuluan

Ikan kerapu merupakan salah satu komoditas perikanan unggulan ekspor Indonesia yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Budidaya ikan kerapu saat ini sudah mengalami perkembangan, sehingga kebutuhan benih ikan kerapu juga sudah dapat dicukupi melalui usaha pembenihan ikan kerapu yang teknologinya sudah dapat diaplikasikan (Ismi *et al.*, 2011). Benih hibrid selain dapat menambah diversifikasi spesies juga mempunyai prospek budidaya yang berpeluang untuk meningkatkan produksi perikanan di masa datang (Sunarma *et al.*, 2007). Salah satu ikan kerapu hasil hibridasi adalah kerapu cantik, yang merupakan hasil persilangan antara kerapu macan *E. fuscoguttatus* dan ikan kerapu batik *E. microdon* (Ismi *et al.*, 2011).

Pembenih kerapu biasanya hanya memelihara larva dalam satu siklus produksi hingga siap jual dengan ukuran 3 cm dengan lama pemeliharaan 60 hari (Ismi *et al.*, 2008). Akan tetapi pada pemeliharaan benih kerapu di keramba jaring apung dengan ukuran awal 3 cm mempunyai resiko yang cukup tinggi karena banyak mengalami kematian dan memerlukan waktu pemeliharaan yang cukup lama hingga mencapai ukuran konsumsi (Ismi, 2010). Untuk mempercepat perputaran usaha diperlukan kegiatan pendederan yaitu pemeliharaan benih dari ukuran 3 cm hingga ukuran panjang 5-7 cm atau lebih besar hingga ukuran yang siap ditebar di keramba jaring apung sesuai permintaan.

Hasil penelitian Ismi *et al.*, (2013) menyatakan bahwa pemeliharaan selama 90 hari diperoleh hasil pertumbuhan panjang ikan kerapu cantik cukup rendah (54%) dibandingkan ikan kerapu macan (59%) dan ikan kerapu cantang (95%). Pertumbuhan bobot pada ikan kerapu cantik cukup rendah (261%) dibandingkan dengan ikan kerapu macan (295%) dan ikan kerapu cantang (714%) sedangkan untuk sintasan mencapai (93,3%) cukup tinggi dibandingkan ikan kerapu macan (81,3%) dan ikan kerapu cantang (84,9%).

Pertumbuhan terjadi apabila benih ikan mampu mengkonsumsi pakan yang diberikan. Nutrien yang terkandung dalam pakan akan diserap oleh tubuh untuk metabolisme tubuh, pergerakan, perawatan bagian tubuh, mengganti sel yang rusak, dan sisanya untuk pertumbuhan (Alit, 2008). Ikan kerapu bersifat karnivora membutuhkan pakan dengan kadar protein yang tinggi yaitu 45-55% (Rachmansyah *et al.*, 2001).

Dalam beberapa penelitian, benih ikan kerapu macan membutuhkan protein (43,20%)

(Haryanto *et al.*, 2014) dan pada benih ikan kerapu batik membutuhkan protein 48% (Marzuqi *et al.*, 2004). Taurin merupakan salah satu asam amino bebas yang banyak dijumpai pada jaringan otak, retina, hati, ginjal, dan otot yang berperan sebagai neurotransmitter untuk mengaktifkan jaringan otak serta jaringan retina pada mata (Takeuchi, 2001). Matsunari *et al.*, (2005) menyatakan bahwa taurin berperan dalam proses osmoregulasi, modulasi, neurotransmitter, pelepasan hormon, dan antioksidasi. Selain itu, taurin juga berperan penting dalam proses reproduksi. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang penambahan taurin pada pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan sintasan benih kerapu cantik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pemberian taurin pada pakan buatan dapat mempengaruhi pertumbuhan, sintasan dan pola pertumbuhan benih ikan kerapu cantik. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi bagi pembudidaya benih ikan kerapu cantik tentang penggunaan taurin sebagai nutrisi tambahan pada pakan buatan dalam usaha pembenihan ikan kerapu cantik.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017 - Januari 2018 yang bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan, Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo.

2.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang dibutuhkan adalah 18 bak plastik pemeliharaan benih dengan kapasitas 25 liter yang dilengkapi dengan aerasi. Peralatan lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain termometer, *Dissolved Oxygen* (DO) meter, serta pH meter yang digunakan untuk mengukur kualitas air meliputi suhu, DO, dan pH. Bahan yang digunakan diantaranya benih ikan kerapu cantik ukuran 3 cm, pakan buatan dengan protein 51% yang disuplementasi dengan taurin 0%, 0,5% dan 1% sesuai dengan perlakuan, dengan progol sebagai perekat

2.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan acak lengkap (RAL) karena dalam penelitian ini hanya memiliki satu sumber keragaman yaitu komposisi bahan pakan. RAL memiliki satu sumber keragaman yaitu perlakuan disamping pengaruh acak sehingga hasil perbedaan antara perlakuan hanya disebabkan oleh pengaruh perlakuan dan pengaruh acak saja (Kusriningrum, 2012).

Penelitian ini menggunakan 3 macam perlakuan dengan 6 ulangan :

- P1 = Pelet + progol + 0% taurin.
- P2 = Pelet + progol + 0,5% taurin.
- P3 = Pelet + progol + 1% taurin.

Pemberian pakan buatan dilakukan pukul 07.00 dan 16.00 WIB. Pengukuran kualitas air pada pemeliharaan dilakukan setiap hari. Lama pemeliharaan ikan kerapu cantik selama 45 hari. Parameter yang dianalisis meliputi panjang dan bobot mutlak, *specific growth rate* (SGR), pola

panjang-bobot mengacu pada rumus matematis (Effendie, 2002).

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pertumbuhan dan sintasan benih ikan kerapu cantik selama 45 hari pemeliharaan disajikan pada Tabel 1.

P3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kadar taurine yang diberikan pada pakan buatan dapat meningkatkan pertumbuhan panjang mutlak dari

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan dan sintasan benih ikan kerapu cantik selama 45 hari pada masing-masing Perlakuan.

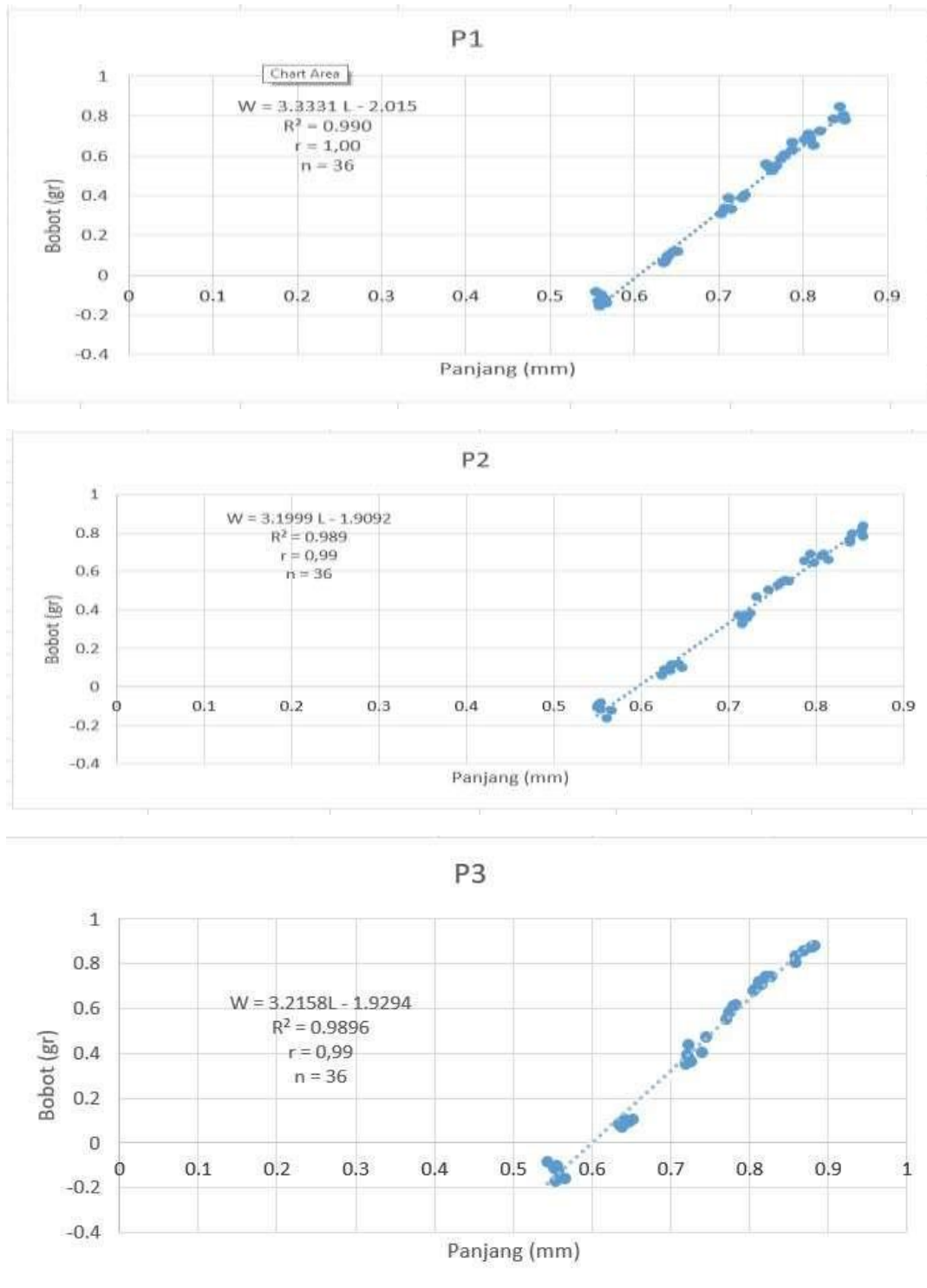
Parameter	Dosis taurin (%)		
	P1 (0)	P2 (0,5)	P3 (1)
Panjang Mutlak (mm)	3,31 ^a ± 0,21	3,42 ^a ± 0,16	3,85 ^b ± 0,18
Bobot Mutlak (gram)	5,38 ^a ± 0,54	5,45 ^a ±0,48	6,45 ^b ± 0,46
<i>Specific Growth Rate</i> Panjang (SGR) %/hari	1,44 ^a ± 0.08	1,49 ^a ± 0.07	1,62 ^b ±0.06
Pola Pertumbuhan	Alometrik -	Alometrik -	Alometrik -
Sintasan / <i>Survival Rate</i> (SR) %	100.00 ^a ± 0.00	100.00 ^a ± 0.00	100.00 ^a ± 0.00

a, b = Superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan (P>0,05)

pertumbuhan, dan *survival rate*. Pengukuran panjang benih dilakukan di akhir perlakuan setelah dilakukan panen.

Analisis data menggunakan analisis varian (ANOVA) dengan rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) untuk mengetahui adanya perbedaan dalam perlakuan (Kusriningrum, 2012), Jika terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple RangeTest*). Untuk analisis hubungan

benih ikan kerapu cantik. Pada penelitian ini presentase nilai pertumbuhan panjang mutlak dengan kadar taurin 1% (3,85 mm) lebih tinggi dibandingkan kontrol (P1) dan P2. Nilai pertumbuhan panjang mutlak terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu rata-rata 3,31 mm dengan dosis taurin 0%. Hal ini diduga karena tidak terdapat kadar taurin pada pakan buatan yang diberikan sehingga menyebabkan pelepasan hormon pertumbuhan tidak seperti perlakuan P3



Gambar 1. Grafik Regresi Hubungan Panjang-Bobot Benih Ikan Kerapu Cantik P1, P2 dan P3.

Dari Tabel 1 terlihat juga bahwa bobot mutlak benih ikan kerapu cantik yang diberi pakan dengan kadar protein 1% cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pakan yang ditambahkan dengan dosis taurin 0% dan 0,5%. Menurut Yufera *et al.*, (2002) taurin mempunyai fungsi lain sebagai bahan atraktan yang mempengaruhi

benih ikan kerapu cantik untuk memakan pakan yang diberikan sehingga pakan buatan yang diberi taurin dapat diserap dengan baik untuk proses pertumbuhan bobot.

Pada penelitian ini presentae nilai laju pertumbuhan spesifik dengan kadar taurin 0%, 0,5% dan 1% berkisar antara 1,44 – 1,62 %/hari.

Nilai laju pertumbuhan spesifik panjang (SGR) terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 1,44 % dengan dosis taurin 0%, hal ini diduga karena tidak terdapat kadar taurin pada pakan buatan yang diberikan sehingga menyebabkan pelepasan hormon pertumbuhan tidak seperti perlakuan P3.

Penambahan taurin dengan dosis 1% pada pakan buatan berpengaruh pada benih ikan kerapu cantik, perlakuan P3 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik panjang (SGR) tertinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kadar taurin yang diberikan pada pakan buatan menyebabkan meningkatnya nilai laju pertumbuhan spesifik. Penambahan taurin 1% pada pakan buatan terbukti meningkatkan laju pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan

tinggi, sehingga pakan buatan yang diberikan dapat dikonsumsi secara maksimal dan meningkatkan pertumbuhan bobot benih ikan kerapu cantik.

Penambahan taurin pada pakan buatan dengan dosis (1%) terhadap benih ikan kerapu cantik tidak memberikan hasil sintasan yang berbeda dengan perlakuan kontrol (0% taurin). Dari ketiga perlakuan didapatkan sintasan 100%.

Pola pertumbuhan benih ikan kerapu cantik diperoleh berdasarkan data morfometrik panjang dan bobot (Gambar 1). Data morfometrik digunakan untuk menentukan hubungan panjang-bobot benih ikan kerapu cantik. Sifat pertumbuhan antara panjang dan bobot benih ikan kerapu cantik pada perlakuan P1 menunjukkan

Tabel 2. Kualitas air pada pemeliharaan benih ikan kerapu cantik

Parameter Kualitas Air	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Suhu (°C)	28,83 – 29,11	28,72 – 28,94	28,72 – 29,06
Salinitas (ppt)	31,56 – 31,72	31,61 – 31,72	31,61 – 31,67
pH	7,78 – 7,81	7,78 – 7,81	7,78 – 7,81
DO (mg/l)	5,85 – 6,09	5,76 – 5,94	5,66 – 6,05

spesifik panjang (SGR) membantu pelepasan *growth* hormon (Huxtable, 1992) untuk merangsang sekresi IGF-1 (*insulin growth factor 1*) sehingga sel-sel mesenkim menstimulir proliferasi Cartilages cells (Duke's Physiology of Domestic Animals, 2015) dan menghasilkan pertumbuhan tulang yang berdampak pada peningkatan nilai laju pertumbuhan panjang mutlak dan laju pertumbuhan spesifik panjang (SGR).

NRC (2011) menyatakan bahwa secara umum, kebutuhan protein pada ikan tergantung pada ukuran dan umur ikan. Kebutuhan nutrisi setiap ikan berbeda terutama pada kebutuhan protein dan energy. Kebutuhan protein bervariasi menurut jenis ikan dan pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh ukuran ikan, kualitas protein, kandungan energi pakan, keseimbangan kandungan nutrisi, tingkat pemberian pakan dan kandungan asam amino yang paling rendah ketersediannya (Utojo,1995). Hal ini menunjukkan bahwa ikan tersebut lebih menyukai pakan yang mengandung kadar taurin

nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,99 dan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 1,00 yang menunjukkan bahwa sumbangan pengaruh panjang sebesar 99% terhadap keragaman berat, dan hubungan antara panjang dan bobot sangat erat pada benih ikan kerapu cantik.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik pada perlakuan P1 diperoleh persamaan hubungan panjang dan berat dengan nilai a sebesar 3,3331 dan b sebesar -2,015. Perlakuan P2 nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,989 dan nilai koefisien korelasi (r) yang sebesar 0,99 yang menunjukkan bahwa sumbangan pengaruh panjang sebesar 98,9% terhadap keragaman berat dan memiliki hubungan antara panjang dan bobot yang sangat erat pada benih ikan kerapu cantik. Perhitungan statistik pada perlakuan P2 persamaan panjang dengan bobot diperoleh nilai a 3,1999 dan nilai b sebesar - 1,9092. Perlakuan P3 nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,989 dan nilai koefisien korelasi (r) yang sebesar 0,99 yang menunjukkan bahwa sumbangan pengaruh panjang sebesar

98,9% terhadap keragaman berat, dan memiliki hubungan antara panjang dan bobot yang sangat erat pada benih ikan kerapu cantik.

Pada perlakuan P3 persamaan panjang dengan bobot diperoleh nilai a 3,2158 dan nilai b sebesar -1,9294. Secara keseluruhan, berdasarkan uji t didapatkan bahwa pola pertumbuhan perlakuan P1, P2 dan P3 adalah allometrik negatif. Menurut (Quinn *et al.*, 1999) allometrik negatif berarti bahwa pertumbuhan panjang lebih dominan dibandingkan dengan bobot benih ikan kerapu cantik.

Kualitas air sebagai media hidup ikan merupakan faktor penting dalam proses budidaya ikan (Monalisa *et al.*, 2010). Suhu air selama penelitian berkisar antara 28,72 – 29,11°C (Tabel 2). Ikan kerapu cantik hidup pada suhu kisaran 25 – 32°C (Ismi *et al.*, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa suhu air selama penelitian masih sesuai dengan habitatnya. Lestari *et al.*, (2013) menyatakan bahwa suhu air dalam pemeliharaan ikan berpengaruh pada sintasan, pertumbuhan, reproduksi dan tingkah laku. Suhu yang tidak sesuai dengan habitat ikan, akan menyebabkan stress dan ikan akan mengalami kematian.

Hasil pengukuran pH pada tabel 5 berkisar 7,78 – 7,81 dapat dilihat bahwa nilai pH masih sesuai untuk pemeliharaan benih ikan kerapu cantik yaitu 7,5 – 8,3 (Ismi *et al.*, 2013). Nilai DO selama pemeliharaan benih ikan kerapu cantik masih sesuai dengan kisaran yang layak untuk pemeliharaan benih ikan kerapu cantik yaitu 4 – 8 mg/l (Ismi *et al.*, 2013). Hasil dari pengukuran salinitas pada penelitian berkisar antara 31,56 – 31,72 ppt ini menunjukkan bahwa nilai kisaran salinitas masih layak untuk pemeliharaan benih ikan kerapu yaitu 20-32 ppt (Ismi *et al.*, 2013).

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan taurin pada pakan buatan terhadap benih ikan kerapu cantik (*E. fuscoguttatus* × *E. microdon*) berpengaruh pada pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik panjang (SGR) dan hubungan korelasi panjang dan berat. Nilai perlakuan P3 (1% taurin) menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,5$). Penambahan taurin pada pakan buatan dengan dosis (1%) terhadap benih ikan kerapu cantik tidak memberikan hasil sintasan yang berbeda dengan perlakuan kontrol (0% taurin).

Daftar Pustaka

Alit, K. A. A, (2007). Pendederan Ikan Kerapu macan,

E fuscoguttatus pada Hatchery Skala Rumah Tangga. BBPBL-Gondol, Bali. hal. 381-385.

Aslianti, T., Wardoyo, J. H., Hutapea, S. I., & Setiawati, K. M. (1998). Pemeliharaan Larva Kerapu Bebek (*Cromileptes altivalis*) dalam Wadah Berbeda Warna. *Jurnal Penelitian Perikanan Pantai*, 4(3):25-30.

Dukes' Physiology of Domestic Animals 13th Edition (2015) Hal : 617-651.

Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.

Effendi, M. I. (2002). Biologi perikanan (p. 116). Jakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.

Huxtable, R. J. (1992). Physiological actions of taurine. *Physiological reviews*, 72(1):101-163.

Ismi, S. (2008). Pendederan benih kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) di tambak merupakan salah satu alternatif usaha perikanan. In *Prosiding Seminar Nasional Perikanan* (pp. 378-381).

Ismi, S., & Asih, Y. N. (2011, April). Pengamatan perkembangan benih kerapu hybrid persilangan antara kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), kertang (*Epinephelus lanceolatus*). In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan VII*. Universitas Hang Tuah, Surabaya (Vol. 20, pp. 100-104).

Sunarma, A., Hastuti, D. W. B., & Sistina, Y. (2007). Penggunaan ekstender madu yang dikombinasikan dengan krioprotektan berbeda pada pengawetan sperma ikan nilam (Indonesian *Shark-minnow*, *Osteochilus hasseltii Valenciennes*, 1842). *Prosiding Masyarakat Akuakultur Indonesia, Surabaya*, 5-7.

Ismi, S., & Asih, Y. N. (2017, December). Teknik pemeliharaan larva untuk peningkatan mutu benih kerapu pada produksi massal secara terkontrol suko ismi dan. in *prosiding forum inovasi teknologi akuakultur* (pp. 331-338).

Kusriningrum, R. S. (2008). Perancangan percobaan. Universitas Airlangga. Surabaya. hal, 43-51.

Kwikiriza, G., Tibihika, P. D., Barekye, A., Beingana, A., & Orina, P. (2016). Performance Of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Clarridae Fry Fed On Live Rotifers (*Brachionus Calyciflorus*), Formulated Diet And A Mixture Of Rotifers And Formulated Diet. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(6):11-15.

- Matsunari, H., Takeuchi, T., Takahashi, M., & Mushiake, K. (2005). Effect of dietary taurine supplementation on growth performance of yellow tail juveniles *Seriola quinqueradiata*. *Fisheries Science*, 71(5):1131-1135.
- National Research Council. (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp. National academies press.
- Takeuchi, T. (2001). A review of feed development for early life stages of marine finfish in Japan. *Aquaculture*, 200(2):203-222.
- Utojo, U. (2017). Pengaruh kadar protein pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih, *Lates calcarifer* Bloch. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(4):37-48.
- Yúfera, M., Kolkovski, S., Fernández-Díaz, C., & Dabrowski, K. (2002). Free amino acid leaching from a protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. *Aquaculture*, 214(4):273-287.