

## Performa Benih Udang Windu yang Diberi Artemia Diperkaya Taurin

### *The Performance of Tiger Shrimp Post Larvae Fed Taurine-Enriched Artemia*

Ridwan\*, Moh. Adnan Baiduri

\*) E-mail korespondensi: [ridwanbdp99@yahoo.com](mailto:ridwanbdp99@yahoo.com)

Program Studi Budidaya Perikanan Jurusan Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Jalan Poros Makassar – Pare Pare KM. 83, Mandalle, Pangkep 90655

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis performa benih udang windu *Penaeus monodon* yang diberi Artemia diperkaya taurin. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan dosis pengayaan taurin (DPT) pada artemia yang terdistribusi 4 taraf: 0 gL<sup>-1</sup> (DPT-0), 0.5 gL<sup>-1</sup> (DPT-0.5), 1.0 gL<sup>-1</sup> (DPT-1.0), dan 1.5 gL<sup>-1</sup> (DPT-1.5), setiap perlakuan diulang tiga kali. Larva yang dipelihara dengan kepadatan 50 ekorL<sup>-1</sup> diberi pakan naupli artemia dari stadia Mysis-3 sampai PL-12. Data pengukuran dan analisis untuk membandingkan efek perlakuan tersebut diuji dengan analisis ragam (ANOVA) diikuti dengan Uji Wilayah Berganda Duncan pada taraf nyata 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan taurin Artemia meningkat secara nyata dan linear dengan dosis pengayaan taurin. Selanjutnya laju pertumbuhan spesifik dan kualitas visual larva meningkat secara signifikan dengan pemberian Artemia diperkaya taurin 1.0 gL<sup>-1</sup>, namun peningkatan dosis pengayaan taurin ke 1.5 gL<sup>-1</sup> pada Artemia yang diberikan tidak diikuti oleh peningkatan parameter tersebut. Vitalitas dan ketahanan larva meningkat secara signifikan dan linear dengan peningkatan dosis pengayaan taurin. Sedangkan sintasan larva hanya meningkat secara signifikan dengan pemberian Artemia diperkaya taurin 0.5 gL<sup>-1</sup>. Berdasarkan hasil tersebut, performa post larva udang windu terbaik diperoleh dengan pemberian Artemia diperkaya taurin 1.0–1.5 gL<sup>-1</sup>.

**Kata kunci:** performa; udang windu; taurin; artemia.

#### ABSTRACT

This study aimed to analyze the performance of tiger prawn *Penaeus monodon* seed which were fed taurine-enriched Artemia. The study was conducted by using a completely randomized design. The treatment in this research was taurine enrichment dosage of Artemia that consist of 4 levels: 0 gL<sup>-1</sup> (DPT-0), 0.5 gL<sup>-1</sup> (DPT-0.5), 1.0 gL<sup>-1</sup> (DPT-1.0) and 1.5 gL<sup>-1</sup> (DPT-1.5) in triplicate. Larvae stocked at a density of 50 individu.L<sup>-1</sup> were fed Artemia nauplii from Mysis-3 to PL-12 stages. Measurement and analysis data to compare the effects of these treatments were tested by analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test at a significance level of 0.05. The results showed that the taurine content of Artemia increased significantly and linearly with the enrichment dose of taurine. Furthermore, the specific growth rate and visual quality of larvae increased significantly by feeding taurine-enriched Artemia of 1.0 gL<sup>-1</sup>, but increasing the taurine enrichment dose to 1.5 gL<sup>-1</sup> in the Artemia was not followed by an increase in these parameters. The vitality and resistance of larvae increased significantly and linearly with increasing in taurine enrichment dose, whereas the survival rate for larvae only increased significantly with 0.5 gL<sup>-1</sup> taurine-enriched Artemia. Based on these results, the best post-larval performance of tiger prawns was obtained by feeding Artemia enriched with taurine 1.0–1.5 gL<sup>-1</sup>.

**Keywords:** performance; tiger prawn; taurine; artemia.

## I. PENDAHULUAN

Udang Windu, *Penaeus monodon* merupakan salah satu jenis udang penaeid yang bernilai ekonomis penting karena harga jualnya yang tinggi dan permintaan yang terus meningkat. Untuk memenuhi permintaan pasar baik domestik maupun ekspor diperlukan peningkatan produksi melalui usaha budidaya. Namun, produksi udang windu dalam dua dekade terakhir mengalami penurunan yang drastis akibat serangan penyakit. Meskipun produksinya menurun, udang windu tetap dibudidayakan oleh petani karena memiliki beberapa kelebihan seperti ukurannya yang lebih besar dan harganya lebih mahal.

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya udang windu adalah ketersediaan benih yang berkualitas atau memiliki performa yang baik. Berbagai metode yang dapat dilakukan untuk menghasilkan benih udang windu yang berkualitas diantaranya dengan perbaikan nutrisi. Nutrisi memainkan peran sentral dalam praktek budidaya khususnya selama pemeliharaan larva. Meskipun perkembangan morfologi terutama ditentukan secara genetik, proses-proses pengaturan fisiologis yang kritis dapat dipengaruhi oleh pakan (Cahu & Zambonino Infante, 2001; Péres *et al.*, 1998). Selama ini, pakan yang digunakan dalam pembenihan udang windu adalah fitoplankton jenis diatom sebagai pakan awal kemudian ditambah pakan buatan yang disusul dengan Artemia.

Artemia biasanya mulai diberikan ke larva udang windu pada stadia Mysis-3 (M-3) atau Post Larva-1 (PL-1). Sebelum diberikan ke larva udang windu, naupli Artemia harus dikayakan dengan berbagai nutrisi terlebih dahulu untuk meningkatkan kandungan nutrisinya agar dapat memenuhi kebutuhan larva. Salah satu asam amino bebas yang bersifat esensial dalam kondisi tertentu (*conditionally essential*) dan terlibat dalam banyak fungsi fisiologis pada ikan (El-Sayed, 2014) namun terkandung relatif rendah secara alami pada Artemia adalah taurin (Van der Meeren *et al.*, 2008; Ridwan *et al.*, 2017).

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa pemberian rotifer atau Artemia yang diperkaya dengan taurin dapat meningkatkan pertumbuhan, perkembangan dan metamorfosis larva ikan laut (Pinto *et al.*, 2010; Salze *et al.*, 2011; 2012; Rotman *et al.*, 2017; Matsunari *et al.*, 2013; Hawkyard *et al.*, 2014; Katagiri *et al.*, 2017; Partridge & Woolley, 2017; Kim *et al.*, 2016; Ridwan *et al.*, 2017; Betancor *et al.*, 2019; Dehghani *et al.*, 2020; Brill *et al.*, 2019; Gaon *et al.*, 2021) dan sintasan serta perkembangan stadia larva dan juvenil udang vaname *Litopenaeus vannamei* (Jusadi *et al.*, 2015; To *et al.*, 2021).

Untuk meningkatkan kandungan taurin naupli Artemia sebagai pakan post larva udang windu diperlukan pengayaan sebelum diberikan ke post larva tersebut. Efek dan dosis pengayaan taurin yang optimal pada naupli Artemia terhadap performa larva ikan bersifat spesifik antar spesies (El-Sayed, 2014). Namun, hingga saat ini informasi terkait efek dosis pengayaan taurin pada naupli Artemia terhadap performa larva udang masih sangat terbatas, karena pada larva udang vaname baru dilaporkan oleh Monica *et al.*, (2021) sedangkan pada larva udang windu informasinya belum ditemukan. Karena itu diperlukan penelitian tentang performa benih udang windu yang diberi Artemia diperkaya taurin. Penelitian ini bertujuan mengetahui performa larva udang windu yang diberi Artemia yang diperkaya dengan berbagai dosis taurin.

## II. METODE PENELITIAN

### 1. Hewan Uji dan Sistem Pemeliharaan

Larva udang windu yang digunakan dalam penelitian ini adalah naupli stadia N5-N6 yang diperoleh secara komersial dari unit pembenihan udang windu CV. Tirta Samudradi Kabupaten Barru yang dipelihara hingga stadia Mysis-3. Sistem pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas bak fiber volume 250 L yang dilengkapi dengan instalasi air untuk suplai dan pembuangan air, aerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut air media. Pada bagian dasar bak terdapat lubang dan katup pengeluaran air. Air laut yang digunakan telah disterilkan dengan kaporit 20 ppm, dinetralkan dengan Natrium Tiosulfat 10 ppm, kemudian disaring dengan *bag filter*. Larva stadia Mysis-3 yang berumur 9 hari setelah menetas (HSM) ditebar dengan kepadatan 50 ekor  $L^{-1}$  ke dalam bak pemeliharaan larva.

### 2. Pakan dan Pemberian Pakan

*Skeletonema costatum* yang digunakan merupakan hasil kultur massal di unit Pembenihan Udang Jurusan Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Nauplii Artemia yang digunakan adalah hasil penetasan kista Artemia (MACKAY Marine Artemia, Utah's Great Salt Lake, USA) yang diperoleh secara komersial. Pakan buatan yang digunakan adalah pakan larva udang komersial (LANSY-Shrimp ZM, MPL, PL, BLACK FLAKE, Inve Aquaculture) yang berukuran partikel 250-350  $\mu m$ . Bahan pengaya yang digunakan adalah A1 DHA-Selco (Inve Aquaculture, Inve Thailand Ltd.) untuk meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh (DHA dan EPA) naupli Artemia dan taurin (99%; Jiangyin Huachang Food Additive Co., Ltd.) untuk meningkatkan kandungan taurin naupli Artemia.

*Skeletonema costatum* diberikan ke larva hingga umur 17 hari setelah menetas (HSM) atau stadia PL-6 dengan kepadatan sekitar  $30-50 \times 10^3 \text{ sel mL}^{-1}$ . Pakan buatan diberikan ke larva dengan frekuensi 5 kali hari<sup>-1</sup> (jam 07:00, 13:00, 16:00, 22:00 dan 01:00), dosis 1-7 g/100.000 ekor larva. Ukuran partikel pakan yang diberikan ke larva udang pada stadia Mysis-1 hingga Mysis-3 adalah 10-80 mikron (Lansy ZM), kemudian pada stadia Mysis-3 hingga Post Larva-5 (PL<sub>5</sub>) adalah 50-200 mikron (Lansy MPL) kemudian pada stadia PL<sub>5</sub> hingga Post Larva-12 adalah 150-400 mikron (Lansy PL). Pakan tersebut terlebih dahulu dilarutkan dengan air menggunakan saringan, kemudian diberikan ke larva.

Sebelum diberikan ke larva, naupli Artemia diperkaya dengan taurin sesuai perlakuan dengan cara naupli Artemia dimasukkan kedalam wadah berkapasitas 20 L dengan kepadatan 350 naupli  $mL^{-1}$ . Bahan pengaya yang terdiri atas DHA Selco 0.6 g  $L^{-1}$  (Salze *et al.*, 2012) dan taurin (sesuai perlakuan yaitu 0, 0.5, 1.0, dan 1.5 g  $L^{-1}$ ) dilarutkan dalam 200 mL air. Larutan bahan pengaya tersebut masing-masing dimasukkan kedalam wadah pengayaan yang telah berisi naupli Artemia. Naupli Artemia diperkaya selama 24 jam (Salze *et al.*, 2012) kemudian disaring dan dicuci, selanjutnya langsung diberikan ke larva uji. Naupli Artemia diberikan pada stadia Mysis-3 hingga stadia PL-12 dengan kepadatan 1-3 ind.  $mL^{-1}$  dan frekuensi pemberian tiga kali sehari yaitu jam 10:00, 19:00 dan 04:00.

### 3. Pengambilan dan Pengamatan Sampel

Pengambilan sampel nauplii Artemia untuk analisis kandungan taurin dan kadar air dilakukan setelah pengayaan. Pengambilan sampel larva untuk pengukuran panjang total awal dilakukan pada umur 9 hari setelah menetas (HSM) atau pada stadia Mysis-1, sedangkan pengambilan sampel untuk pengukuran panjang total akhir, pengamatan parameter kualitas larva secara visual, parameter ketahanan larva serta penghitungan sintasan (SR) dilakukan pada umur 21 HSM atau stadia PL-12. Sampel larva diambil secara random dari setiap bak (25 larva per bak untuk pengukuran panjang total, 100 larva per bak masing-masing untuk pengamatan kualitas secara visual dan ketahanan larva) menggunakan gayung larva dan seser. Sampel untuk pengukuran panjang total dibilas dengan air suling kemudian diawetkan dengan alkohol 70%.

Analisis kandungan taurin nauplii Artemia dilakukan berdasarkan AOAC(2002) menggunakan HPLC setelah sampel diekstraksi dan diderivatisasi dengan dan syl chloride precolumn dari asam amino. Pengukuran panjang total dan pengamatan perkembangan stadia larva dilakukan menggunakan stereo mikroskop (Olympus SZ 51) yang dilengkapi mikrometer. Pengamatan visual performa larva udang windu dilakukan dengan sub parameter keaktifan, keseragaman, kelengkapan organ, abnormalitas, kesehatan dan kondisi tubuh serta ketahanan tubuh larva terhadap perubahan salinitas dan formalin berdasarkan prosedur yang dijelaskan Ruliaty dkk, (2014).

### 4. Parameter yang Diukur

- 1) Laju pertumbuhan spesifik, dihitung berdasarkan rumus yang dikemukakan Lugert *et al.*, (2014) menurut Persamaan 1.

$$LPS = \frac{\ln Pt - \ln Po}{t} \times 100 \text{ ----- (1)}$$

LPS adalah laju pertumbuhan spesifik (% hari<sup>-1</sup>), Pt adalah panjang larva pada waktu ke-t (mm), Po merupakan panjang larva pada waktu ke-0 (mm), dan t adalah waktu (hari).

- 2) Sintasan, dihitung dengan membandingkan jumlah PL pada akhir penelitian terhadap jumlah Mysis pada awal penelitian, seperti Persamaan 2.

$$SR = \frac{\sum Nt}{\sum No} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

SR adalah sintasan (%), Nt adalah jumlah PL yang hidup pada akhir penelitian (ekor), dan No merupakan jumlah Mysis pada awal penelitian (ekor)

- 3) Kualitas visual, ditentukan berdasarkan persentase larva memiliki performa baik terhadap jumlah sampel yang diamati. Pengukuran parameter performa larva secara visual dilakukan dengan pengamatan atau melihat secara langsung subparameter keaktifan berenang, keseragaman ukuran, kelengkapan organ, abnormalitas dan kesehatan atau kondisi tubuh larva sampel pada setiap perlakuan. Kemudian menghitung persentase larva yang memiliki performa baik.
- 4) Ketahanan larva, pengukuran ketahanan tubuh larva dilakukan dengan mengamati tingkat kelangsungan hidup larva sampel setelah melalui uji salinitas dan uji formalin. Uji salinitas dilakukan dengan cara larva sampel dimasukkan ke dalam wadah yang berisi campuran air media pemeliharaan larva dengan air tawar dalam jumlah yang sama. Larva dibiarkan selama 3 jam kemudian tingkat kelangsungan hidup larva dihitung. Uji formalin

dilakukan dengan cara larva sampel dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air media pemeliharaan larva yang mengandung formalin 100 ppm. Tingkat kelangsungan hidup larva uji dihitung setelah 30 menit.

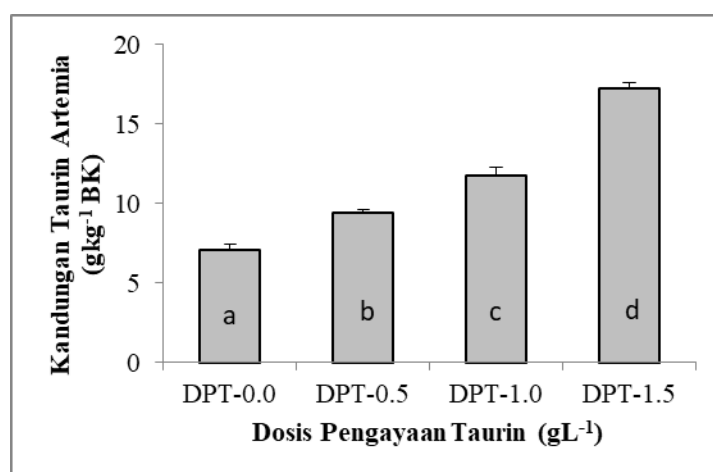
## 5. Analisis Statistik

Pengaruh perlakuan terhadap kandungan taurin *Artemia*, laju pertumbuhan spesifik, sintasan, kualitas secara visual dan ketahanan larva diuji dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda ( $P < 0.05$ ).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kandungan Taurin Naupli *Artemia*

Kandungan taurin naupli *Artemia* berdasarkan dosis pengayaan dapat dilihat pada Gambar 1. Kandungan taurin *Artemia* meningkat secara signifikan ( $P < 0.05$ ) seiring dengan peningkatan dosis pengayaan taurin. Metode pengayaan *Artemia* dengan taurin yang digunakan adalah metode langsung yang dilakukan dengan menambahkan suatu konsentrasi taurin tertentu ke air media pengayaan dan membiarkan *Artemia* tersebut menyerap taurin. *Artemia* merupakan salah satu avertebrata laut yang bersifat *filter feeder* sehingga dapat menyerap nutrisi yang terlarut dalam media pengayaan. Kapasitas serapan nutrisi oleh *Artemia* dipengaruhi oleh waktu dan konsentrasi nutrisi terlarut. Dalam penelitian ini waktu pengayaan yang digunakan adalah sama untuk semua perlakuan. Konsentrasi atau dosis pengayaan taurin yang digunakan berbeda pada setiap perlakuan yaitu  $0 \text{ g.L}^{-1}$  (kontrol),  $0.5 \text{ g.L}^{-1}$ ,  $1.0 \text{ g.L}^{-1}$ , dan  $1.5 \text{ g.L}^{-1}$ . Karena itu, kapasitas serapan atau kandungan taurin dalam tubuh *Artemia* hanya dipengaruhi oleh dosis pengayaan taurin sehingga taurin dapat terakumulasi pada *Artemia* dengan kandungan yang meningkat secara signifikan ( $P < 0.05$ ) seiring dengan peningkatan konsentrasi taurin media pengayaan.



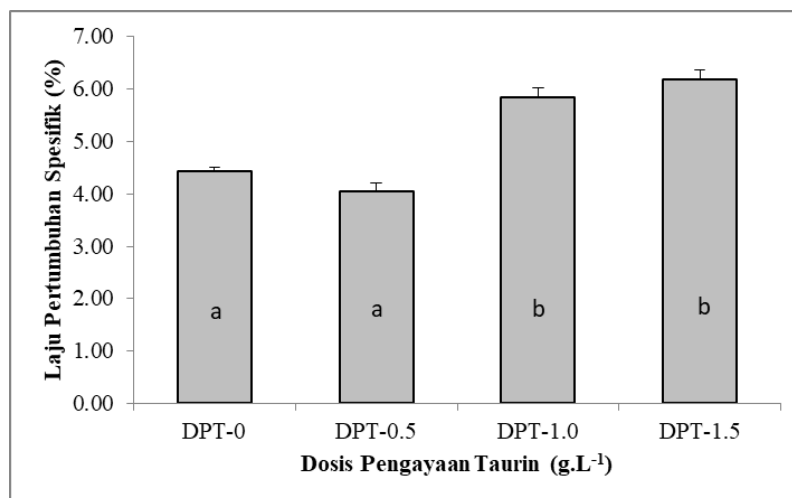
**Gambar 1.** Kandungan taurin artemia berdasarkan dosis pengayaan.

Selanjutnya, gambar di atas menunjukkan bahwa secara alami *Artemia* mengandung taurin sebesar  $7,061 \text{ g.kg}^{-1} \text{ BK}$ . Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Van der

Meeren *et al.* (2008) bahwa Artemia mengandung taurin tetapi masih relatif lebih rendah dari kandungan taurin copepod, yang merupakan pakan alami di laut. Hal tersebut dapat dimaklumi karena *Artemia* sp bukan merupakan bagian pakan alami larva ikan laut, yang terutama terdiri atas zooplankton alami seperti copepod (Hansen, 2011). Tetapi, pengayaan Artemia dengan taurin meningkatkan kandungan taurin Artemia secara nyata ( $P < 0.05$ ) seiring dengan peningkatan dosis pengayaan dari  $0.5 \text{ gL}^{-1}$  ke  $1.5 \text{ gL}^{-1}$ . Pemberian Artemia ke larva udang windu dilakukan dari umur 9-21 HSM. Kandungan taurin Artemia inilah yang dapat meningkatkan kandungan taurin larva udang windu ke level optimal, yang memiliki berbagai peran fisiologis sehingga berdampak pada perbaikan performa benih udang windu.

## 2. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan spesifik larva udang windu berdasarkan dosis pengayaan taurin pada naupli Artemia dapat dilihat pada Gambar 2. Pemberian Artemia diperkaya taurin  $1.0 \text{ gL}^{-1}$  secara signifikan ( $P < 0.05$ ) meningkatkan laju pertumbuhan spesifik larva yang diberi Artemia tersebut sehingga lebih tinggi dari laju pertumbuhan spesifik larva yang diberi Artemia tidak diperkaya taurin dan larva yang diberi Artemia diperkaya taurin  $0.5 \text{ gL}^{-1}$ . Namun, peningkatan dosis pengayaan taurin ke  $1.5 \text{ gL}^{-1}$  pada Artemia tidak diikuti oleh peningkatan laju pertumbuhan spesifik pada larva yang diberi Artemia tersebut sehingga tidak berbeda dengan laju pertumbuhan spesifik larva yang diberi Artemia diperkaya taurin  $1.0 \text{ gL}^{-1}$ .



**Gambar 2.** Laju pertumbuhan spesifik larva udang windu berdasarkan dosis pengayaan taurin pada naupli Artemia.

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran organisme seiring bertambahnya usia (Flinn & Midway, 2021). Pertumbuhan dapat terjadi jika ada kelebihan protein dan energi setelah kebutuhan untuk perawatan tubuh (*maintenance*) dan aktivitas terpenuhi. Pengayaan Artemia dengan taurin meningkatkan kandungan taurin Artemia secara nyata seiring dengan peningkatan dosis pengayaan. Kandungan taurin Artemia yang diperkaya taurin  $1.0 \text{ gL}^{-1}$  meningkatkan kandungan taurin tubuh larva yang diberi Artemia tersebut ke level optimal untuk pertumbuhan yang diduga kuat lebih tinggi dari kandungan taurin tubuh larva kontrol

dan larva yang diberi Artemia diperkaya taurin  $0.5 \text{ gL}^{-1}$ . Namun, kandungan taurin Artemia yang diperkaya taurin  $1.5 \text{ gL}^{-1}$  meningkatkan kandungan taurin tubuh larva yang diberi Artemia tersebut melebihi level optimal sehingga tidak diikuti oleh peningkatan laju pertumbuhan spesifik yang signifikan pada larva tersebut. Peningkatan yang tidak berlanjut bahkan penurunan pada laju pertumbuhan juga terjadi pada beberapa spesies ikan yang diberi pakan dengan suplementasi taurin yang melebihi dosis optimal seperti pada juvenil ikan barramundi, *Lates calcarifer* (Poppi *et al.*, 2020), larva ikan tuna sirip biru, *Thunnus thynnus* (Betancor *et al.*, 2019), larva ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis* (Ridwan *et al.*, 2017), post larva ikan tongue sole, *Cynoglossus semilaevis* (Zheng *et al.*, 2016), juvenil ikan Turbot *Scophthalmus maximus* L. (Qi *et al.*, 2012), juvenil ikan Japanese Flounder (Park *et al.*, 2002) dan ikan Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* (Gaylord *et al.*, 2006), juvenil udang vaname *Litopenaeus vannamei* (Yue *et al.*, 2013).

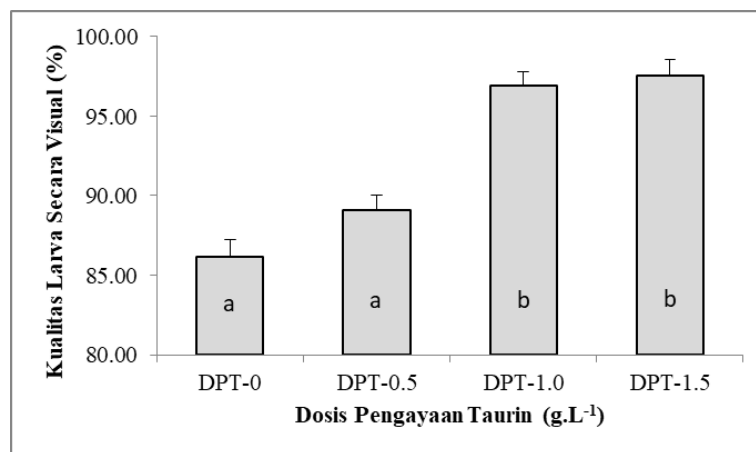
Mekanisme taurin dalam meningkatkan laju pertumbuhan larva berbagai spesies ikan laut telah dilaporkan. Taurin dilaporkan dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan larva seperti lipase (Perez-Casanova *et al.*, 2004), trypsin (Zheng *et al.*, 2016; Salze *et al.*, 2012), dan amilase (Salze *et al.*, 2012). Peningkatan aktivitas enzim pencernaan akan meningkatkan ketersediaan nutrisi baik sebagai bahan sintesis protein maupun sebagai sumber energi, sehingga meningkatkan pertumbuhan larva ikan laut tersebut dan kemungkinan larva udang windu dalam penelitian ini yang diberi pakan dengan suplementasi taurin. Selain itu, taurin merupakan buffer yang efisien meningkatkan stabilitas matriks mitokondria (Hansen *et al.*, 2006; 2010) yang merupakan tempat terjadinya reaksi metabolisme asam lemak dan karbohidrat yang dikenal dengan reaksi oksidasi beta asam lemak dan reaksi siklus Krebs yang menghasilkan energi yang lebih banyak. Hal tersebut memungkinkan pemanfaatan asam lemak dan karbohidrat semaksimal mungkin sebagai sumber energi dan protein untuk pertumbuhan.

Ketidakberlanjutan peningkatan laju pertumbuhan pada larva udang windu yang diberi Artemia diperkaya taurin melebihi dosis optimal ( $>1 \text{ gL}^{-1}$ ) juga terjadi pada juvenil udang vaname yang diberi pakan dengan suplementasi taurin sebagaimana yang dijelaskan oleh Yue *et al.*, (2013). Penulis tersebut menjelaskan bahwa ini disebabkan oleh peningkatan konsumsi energi untuk mengekskresikan taurin yang berlebihan dari jaringan dan mempertahankan tingkat pool asam amino-sulfur yang konstan, sehingga tingkat deposisi nutrisi yang rendah, seperti efisiensi retensi protein, yang mengakibatkan penurunan pertumbuhan udang. Namun, mekanisme sebenarnya sulit untuk dijelaskan sekarang karena masih kurang data pembandingan yang tersedia mengenai efek kelebihan taurin pada krustasea.

### 3. Kualitas Larva Secara Visual

Hasil pengamatan kualitas larva secara visual berdasarkan dosis pengayaan taurin pada naupli Artemia dapat dilihat pada Gambar 3. Pengayaan Artemia dengan taurin  $1.0\text{-}1.5 \text{ gL}^{-1}$  dapat meningkatkan secara signifikan ( $P<0.05$ ) kualitas secara visual larva udang windu. Namun, peningkatan dosis pengayaan taurin pada Artemia dari  $1.0 \text{ gL}^{-1}$  ke  $1.5 \text{ gL}^{-1}$  tidak diikuti oleh peningkatan kualitas visual pada larva yang diberi Artemia diperkaya taurin dengan dosis tersebut. Kualitas secara visual larva dalam penelitian ini meliputi beberapa subparameter seperti keaktifan, keseragaman, kelengkapan organ, kenormalan dan kondisi

kesehatan. Kualitas secara visual larva sangat terkait dengan kualitas pertumbuhan larva. Larva yang tumbuh lebih baik juga memiliki nilai kualitas secara visual yang lebih tinggi dibandingkan larva lainnya. Larva yang diberi Artemia diperkaya taurin cenderung tumbuh lebih baik dibanding larva yang diberi Artemia tanpa pengayaan taurin. Dengan berbagai peran penting yang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi sebagai bahan sintesis protein dan sumber energi, taurin memungkinkan larva untuk tumbuh lebih baik dengan organ tubuh yang lengkap dan normal, kondisi kesehatan yang lebih prima memungkinkan bergerak lebih aktif sehingga memiliki peluang yang sama untuk mendapatkan suplai makanan dan memanfaatkan ruang dan faktor lingkungan lainnya sehingga ukurannya lebih seragam.



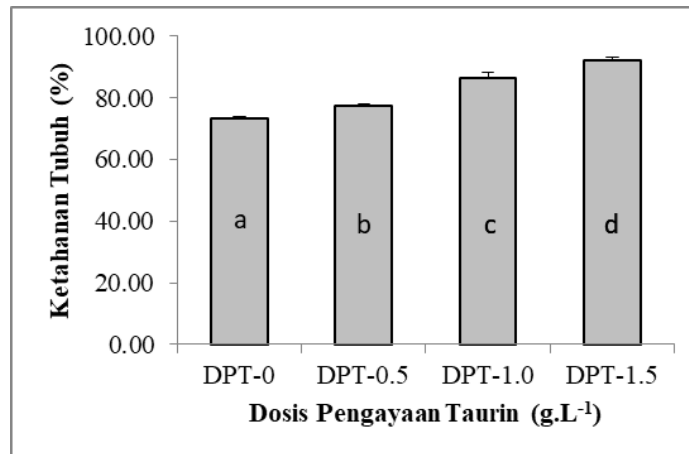
**Gambar 3.** Kualitas larva secara visual berdasarkan dosis pengayaan taurin pada nauplii Artemia.

#### 4. Ketahanan Tubuh

Ketahanan tubuh larva berdasarkan dosis pengayaan taurin pada nauplii Artemia setelah melalui uji salinitas dan uji formalin dapat dilihat pada Gambar 4. Ketahanan tubuh larva udang windu yang diberi Artemia diperkaya taurin 0.5-1.5 gL<sup>-1</sup> meningkat secara signifikan seiring dengan peningkatan dosis pengayaan. Hal ini diduga disebabkan oleh peningkatan kandungan taurin tubuh larva udang windu seiring peningkatan dosis pengayaan taurin pada Artemia.

Kandungan taurin tubuh larva udang windu yang berperan penting dalam proses osmoregulasi ketika larva tersebut mengalami uji ketahanan tubuh. Untuk menanggapi paparan media bersalinitas lebih rendah atau hipoosmotik, sel tubuh larva mengalami regulasi penurunan volume (*regulatory volume decrease*, RVD) sebesar kehilangan zat terlarut yang aktif secara osmotik (Guizouarn *et al.*, 2000; Wehner *et al.*, 2003; Lang, 2007; Hoffmann *et al.*, 2009; Koivusalo *et al.*, 2009; Marshall, 2011). Selama RVD, sel biasanya mengeluarkan osmolit seperti K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> (Wehner *et al.*, 2003; Egée *et al.*, 2000; Goswami & Saha, 2006; Lang, 2007; Hoffmann *et al.*, 2009) atau Taurin (Guizouarn *et al.*, 2000; Wehner *et al.*, 2003; Puffer *et al.*, 2006). Menurut Guizouarn *et al.*, (2000), selama RVD sel darah merah ikan trout kehilangan Taurin, K<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup> tetapi memperoleh Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup>, konsentrasi klorida dalam air sel tetap sangat konstan sehingga potensial membran dan pH sel, yang bergantung pada rasio konsentrasi klorida internal terhadap konsentrasi klorida eksternal ([Cl<sup>-</sup>]<sub>i</sub>: [Cl<sup>-</sup>]<sub>o</sub>), tetap.

Selain itu, taurin juga berperan dalam menjaga konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  di dalam sel ketika organisme hewan air termasuk larva udang windu terpapar dengan formaldehid/formalin. Hal tersebut dijelaskan oleh Zachariassen *et al.*, (1996) bahwa taurin, yang merupakan zat terlarut organik yang dominan secara kuantitatif pada remis (*Mytilus edulis*), berperan dalam perlindungan terhadap  $\text{Ca}^{2+}$  yang berpotensi beracun, yang masuk ke sel dalam jumlah besar saat kerang tersebut terpapar formaldehida (formalin).



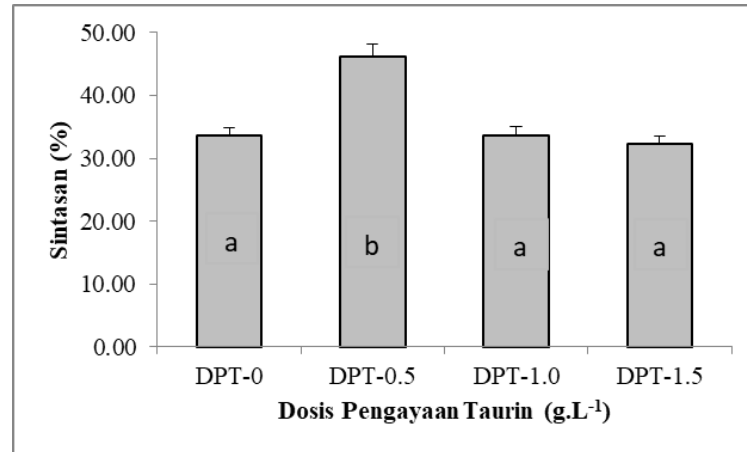
**Gambar 4.** Ketahanan tubuh larva berdasarkan dosis pengayaan taurin pada nauplii Artemia.

## 5. Sintasan

Sintasan larva udang windu berdasarkan dosis pengayaan taurin pada nauplii Artemia dapat dilihat pada Gambar 5. Sintasan larva udang windu yang diberi Artemia diperkaya taurin  $0.5 \text{ gL}^{-1}$  meningkat secara signifikan sehingga lebih tinggi dari sintasan larva udang windu dengan perlakuan lainnya. Ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pengayaan taurin pada Artemia dari  $0.5 \text{ gL}^{-1}$  ke  $1.0\text{--}1.5 \text{ gL}^{-1}$  tidak berpengaruh ( $P > 0.05$ ) terhadap sintasan larva yang diberi Artemia diperkaya taurin dengan dosis tersebut sehingga tidak berbeda dengan sintasan larva kontrol. Dengan demikian, Artemia yang diperkaya taurin  $0.5 \text{ gL}^{-1}$  mengandung taurin yang diduga optimal untuk meningkatkan sintasan larva udang windu. Sebaliknya, kandungan taurin Artemia kontrol tidak cukup untuk meningkatkan sintasan larva udang windu. Sedangkan kandungan taurin Artemia yang diperkaya taurin  $1.0\text{--}1.5 \text{ gL}^{-1}$  melampaui konsentrasi optimal sehingga tidak menghasilkan efek peningkatan terhadap sintasan larva. Hasil tersebut di atas mengindikasikan bahwa taurin merupakan nutrisi esensial untuk larva udang windu dan Artemia secara alami mengandung taurin dalam konsentrasi yang cukup untuk mempertahankan sintasan larva kontrol, namun tidak cukup untuk meningkatkan parameter performa lainnya seperti laju pertumbuhan, kualitas visual dan ketahanan larva.

Secara umum, mortalitas yang terjadi dalam produksi benih udang windu mungkin disebabkan oleh efek kombinasi berbagai faktor seperti kualitas telur rendah menghasilkan kualitas larva yang lemah, kondisi lingkungan pemeliharaan, masalah nutrisi dan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap fisiologi larva. Dalam penelitian ini, faktor-faktor penyebab mortalitas tersebut di atas, sama pada setiap perlakuan seperti kualitas telur yang

berasal dari induk dan waktu penetiran yang sama, kondisi lingkungan yang relatif sama, serta jenis dan kualitas pakan yang sama kecuali kandungan taurin Artemia yang berbeda. Kandungan taurin Artemia tersebut diduga kuat berpengaruh terhadap fisiologi larva sehingga berdampak pada sintasan larva.



**Gambar 5.** Sintasan larva udang windu berdasarkan dosis pengayaan taurin pada nauplii Artemia.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa taurin dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti lipase (Chatzifotis *et al.*, 2008; Perez-Casanova *et al.*, 2004; Salze *et al.*, 2012), pepsin (Salze *et al.*, 2012b) dan tripsin (Zheng *et al.*, 2016) pada larva ikan laut. Hal tersebut menunjukkan bahwa taurin dalam tubuh larva udang windu diduga berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan nutrisi, baik sebagai sumber energi, nutrisi esensial, maupun sebagai bahan sintesis protein sehingga akan meningkatkan laju pertumbuhan dan perkembangan larva. Larva yang tumbuh dan berkembang lebih baik, memiliki daya hidup atau vitalitas yang tinggi, akan mampu melewati setiap perubahan atau transformasi dari larva ke juvenil. Karena itu, larva yang diberi Artemia diperkaya dengan taurin 1.0-1.5 gL<sup>-1</sup> tumbuh dan berkembang lebih baik dan memiliki vitalitas dan sintasan lebih tinggi dibanding larva lainnya.

#### IV. KESIMPULAN

Pemberian Artemia diperkaya taurin 1.0 – 1.5 gL<sup>-1</sup> efektif meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, kualitas visual dan ketahanan benih udang windu. Namun, mekanisme pengaruh taurin terhadap peningkatan parameter performa benih udang windu tersebut dalam penelitian ini belum dapat dijelaskan, karena itu diperlukan penelitian lanjutan.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkep melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) yang telah membiayai

penelitian ini. Terima kasih pula disampaikan kepada Kepala Laboratorium Pembenihan Udang dan Laboratorium Reproduksi dan Genetika Ikan Jurusan Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep atas dukungan fasilitasnya selama penelitian.

## REFERENSI

- AOAC. (2002). 50.1.07A AOAC Official Method 997.05 Taurine in Powdered Milk and Powdered Infant Formulae. *AOAC International*, 1–2.
- Betancor, M. B., Laurent, G. R., Ortega, A., de la Gándara, F., Tocher, D. R., & Mourente, G. (2019). Taurine metabolism and effects of inclusion levels in rotifer (*Brachionus rotundiformis*, Tschugunoff, 1921) on Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) larvae. *Aquaculture*, 510: 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.040>
- Brill, R. W., Horodysky, A. Z., Place, A. R., Larkin, M. E. M., & Reimschuessel, R. (2019). Effects of dietary taurine level on visual function in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *PLoS ONE*, 14(6), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214347>
- Cahu, C., & Zambonino Infante, J. (2001). Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, 200 (1–2), 161–180. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00699-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00699-8)
- Chatzifotis, S., Polemitou, I., Divanach, P., & Antonopoulou, E. (2008). Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. *Aquaculture*, 275(1–4), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.013>
- Dehghani, R., Oujifard, A., Mozanzadeh, M. T., Morshedi, V., & Bagheri, D. (2020). Effects of dietary taurine on growth performance, antioxidant status, digestive enzymes activities and skin mucosal immune responses in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus*. *Aquaculture*, 517.734795. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734795>
- Egée, S., Lapaix, F., Cossins, A. R., & Thomas, S. L. Y. (2000). The role of anion and cation channels in volume regulatory responses in trout red blood cells. *Bioelectrochemistry*, 52(2), 133–149. [https://doi.org/10.1016/S0302-4598\(00\)00096-9](https://doi.org/10.1016/S0302-4598(00)00096-9)
- El-Sayed, A. F. M. (2014). Is dietary taurine supplementation beneficial for farmed fish and shrimp? A comprehensive review. *Reviews in Aquaculture*, 6(4), 241–255. <https://doi.org/10.1111/raq.12042>
- Flinn, S. A., & Midway, S. R. (2021). Trends in growth modeling in fisheries science. *Fishes*, 6(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/fishes6010001>
- Gaon, A., Nixon, O., Tandler, A., Falcon, J., Besseau, L., Escande, M., El Sadin, S., Allon, G., & Koven, W. (2021). Dietary taurine improves vision in different age gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae potentially contributing to increased prey hunting success and growth. *Aquaculture*, 533:1–11 (June 2020). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736129>
- Gaylord, T. G., Teague, A. M., & Barrows, F. T. (2006). Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(4), 509–517. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00064.x>

- Goswami, C., & Saha, N. (2006). Cell volume regulation in the perfused liver of a freshwater air-breathing catfish *Clarias batrachus* under aniso-osmotic conditions: Roles of inorganic ions and taurine. *Journal of Biosciences*, 31(5), 589–598. <https://doi.org/10.1007/BF02708411>
- Guizouarn, H., Motais, R., Garcia-Romeu, F., & Borgese, F. (2000). Cell volume regulation: The role of taurine loss in maintaining membrane potential and cell pH. *Journal of Physiology*, 523(1), 147–154. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00147.x>
- Hansen, M. H. (2011). Effects of feeding with copepod nauplii (*Acartia tonsa*) compared to rotifers (*Brachionus ibericus*, Cayman) on quality parameters in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. *Maine Costal Development*, May, 1–81.
- Hansen, S. H., Andersen, M. L., Birkedal, H., Cornett, C., & Wibrand, F. (2006). The important role of taurine in oxidative metabolism. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 583, 129–135. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-33504-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-0-387-33504-9_13)
- Hansen, S. H., Andersen, M. L., Cornett, C., Gradinaru, R., & Grunnet, N. (2010). A role for taurine in mitochondrial function. *Journal of Biomedical Science*, 17(SUPPL. 1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1423-0127-17-S1-S23>
- Hawkyard, M., Laurel, B., & Langdon, C. (2014). Rotifers enriched with taurine by microparticulate and dissolved enrichment methods influence the growth and metamorphic development of northern rock sole (*Lepidopsetta polyxystra*) larvae. *Aquaculture*. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.035>
- Hoffmann, E. K., Lambert, I. H., & Pedersen, S. F. (2009). Physiology of cell volume regulation in vertebrates. *Physiological Reviews*, 89(1), 193–277. <https://doi.org/10.1152/physrev.00037.2007>
- Jusadi, D., Ruchyani, S., Mokoginta, I., & Ekasari, J. (2015). Improvement of survival and development of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae by feeding taurine enriched rotifers. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. <https://doi.org/10.19027/jai.10.131-136>
- Katagiri, R., Sasaki, T., Diaz, A., Ando, M., Margulies, D., Scholey, V. P., & Sawada, Y. (2017). Effect of taurine enrichment in rotifer (*Brachionus* sp.) on growth of larvae of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck & Schlegel) and yellowfin tuna *T. albacares* (Temminck & Schlegel). *Aquaculture Research*, 48(6), 3013–3031. <https://doi.org/10.1111/are.13134>
- Kim, Y. S., Sasaki, T., Awa, M., Inomata, M., Honryo, T., Agawa, Y., Ando, M., & Sawada, Y. (2016). Effect of dietary taurine enhancement on growth and development in red sea bream *Pagrus major* larvae. *Aquaculture Research*. <https://doi.org/10.1111/are.12573>
- Koivusalo, M., Kapus, A., & Grinstein, S. (2009). Sensors, transducers, and effectors that regulate cell size and shape. *Journal of Biological Chemistry*, 284(11), 6595–6599. <https://doi.org/10.1074/jbc.R800049200>
- Lang, F. (2007). Mechanisms and Significance of Cell Volume Regulation. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(January 2015), 613S–623S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719667>

- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., & Krieter, J. (2014). A review on fish growth calculation: Multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8(1), 30–42. <https://doi.org/10.1111/raq.12071>
- Marshall, W. S. (2011). Mechanosensitive signalling in fish gill and other ion transporting epithelia. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 202(3), 487–499. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2010.02189.x>
- Matsunari, H., Hashimoto, H., Oda, K., Masuda, Y., Imaizumi, H., Teruya, K., Furuita, H., Yamamoto, T., Hamada, K., & Mushiake, K. (2013). Effects of docosahexaenoic acid on growth, survival and swim bladder inflation of larval amberjack (*Seriola dumerili*, Risso). *Aquaculture Research*, 44(11), 1696–1705. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03174.x>
- Monica, T., Supono, & Linirin Widiastuti, E. (2021). Artemia sp. enrichment with vitamin C and taurine to support growth and survival rate of vaname (*Litopenaeus vannamei*) larvae: Early study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 674(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/674/1/012099>
- Park, G. S., Takeuchi, T., Yokoyama, M., & Seikai, T. (2002). Optimal dietary taurine level for growth of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries Science*, 68(4), 824–829. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2002.00498.x>
- Partridge, G. J., & Woolley, L. D. (2017). The performance of larval *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833) is affected by the taurine content of the Artemia on which they are fed. *Aquaculture Research*, 48(3), 1260–1268. <https://doi.org/10.1111/are.12967>
- Péres, A., Zambonino Infante, J. L., & Cahu, C. (1998). Dietary regulation of activities and mRNA levels of trypsin and amylase in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 19(2), 145–152. <https://doi.org/10.1023/A:1007775501340>
- Perez-Casanova, J. C., Murray, H. M., Gallant, J. W., Ross, N. W., Douglas, S. E., & Johnson, S. C. (2004). Bile salt-activated lipase expression during larval development in the haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture*, 235(1–4), 601–617. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.02.001>
- Pinto, W., Figueira, L., Ribeiro, L., Yúfera, M., Dinis, M. T., & Aragão, C. (2010). Dietary taurine supplementation enhances metamorphosis and growth potential of *Solea senegalensis* larvae. *Aquaculture*, 309(1–4), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.08.031>
- Poppi, D. A., Moore, S. S., Wade, N. M., & Glencross, B. D. (2020). Adequate supply of dietary taurine stimulates expression of molecular markers of growth and protein turnover in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(3), 953–969. <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00762-3>
- Puffer, A.B. , Erine E. Meschter, Mark W. Musch, and L. G. (2006). Membrane Trafficking Factors are Involved in the Hypotonic Activation of the Taurine Channel in the Little Skate (*Raja erinacea*) Red Blood Cell. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL ZOOLOGY* 305A:594–601 (2006), 305A. <https://doi.org/DOI: 10.1002/jez.a.292>.
- Qi, G., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Liufu, Z., Yun, B., & Zhou, H. (2012). Effects of dietary taurine supplementation to a casein-based diet on growth performance and taurine distribution in two sizes of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 358–359, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.018>

- Ridwan, M. Natsir Nessa, Haryati, D. D. Trijuno. (2017). Effect of Dietary Taurine Enrichment Levels on Growth Performance, Survival and Metamorphosis of Humpback Grouper *Cromileptes altivelis*. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 34(2), 209-221, 34(2), 209–221. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>
- Rotman, F., Stuart, K., & Drawbridge, M. (2017). Effects of taurine supplementation in live feeds on larval rearing performance of California yellowtail *Seriola lalandi* and white seabass *Atractoscion nobilis*. *Aquaculture Research*, 48(3), 1232–1239. <https://doi.org/10.1111/are.12964>
- Ruliaty, Lisa; Sumarwan, Joko; Handayani, Retno; Susanto, A. (2014). *Metode Skoring\_Cara Terukur untuk Mendapatkan Benih Udang Berkualitas*. Kementerian Kelautan Dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau.
- Salze, G., Craig, S. R., Smith, B. H., Smith, E. P., & Mclean, E. (2011). Morphological development of larval cobia *Rachycentron canadum* and the influence of dietary taurine supplementation. *Journal of Fish Biology*, 78(5), 1470–1491. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02954.x>
- Salze, Guillaume, McLean, E., & Craig, S. R. (2012a). Dietary taurine enhances growth and digestive enzyme activities in larval cobia. *Aquaculture*, 362–363, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.021>
- Salze, Guillaume, McLean, E., & Craig, S. R. (2012b). Pepsin ontogeny and stomach development in larval cobia. *Aquaculture*, 324–325, 315–318. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.043>
- To, V. A., Liou, C. H., & Yang, S. Der. (2021). Can dietary with a taurine supplement improve lipid utilization, growth performance, haemolymph parameters and immune responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*)? *Aquaculture Research*, July, 1–14. <https://doi.org/10.1111/are.15532>
- Van der Meeren, T., Olsen, R. E., Hamre, K., & Fyhn, H. J. (2008). Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*, 274(2–4), 375–397. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.041>
- Wehner, F., Olsen, H., Tinel, H., Kinne-Saffran, E., & Kinne, R. K. (2003). Cell volume regulation: osmolytes, osmolyte transport, and signal transduction. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 148, 1–80. <https://doi.org/10.1007/s10254-003-0009-x>
- Yue, Y. R., Liu, Y. J., Tian, L. X., Gan, L., Yang, H. J., Liang, G. Y., & He, J. Y. 2(013). The effect of dietary taurine supplementation on growth performance, feed utilization and taurine contents in tissues of juvenile white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) fed with low-fishmeal diets. *Aquaculture Research*, 44(8), 1317–1325. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03135.x>
- Zachariassen, K. E., Olsen, A. J., & Aunaas, T. (1996). The effect of formaldehyde exposure on the transmembrane distribution of free amino acids in muscles of *Mytilus edulis*. *Journal of Experimental Biology*, 199(6), 1287–1294. <https://doi.org/10.1242/jeb.199.6.1287>
- Zheng, K., Qin, B., & Chang, Q. (2016). Effect of graded levels of taurine on growth performance and Ptry expression in the tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*)

---

postlarvae. *Aquaculture Nutrition*, 22(6), 1361–1368.  
<https://doi.org/10.1111/anu.12345>