



## Jurnal Sains Akuakultur Tropis

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: [sainsakuakulturtropis@gmail.com](mailto:sainsakuakulturtropis@gmail.com), [sainsakuakulturtropis@undip.ac.id](mailto:sainsakuakulturtropis@undip.ac.id)

### Pengaruh hormon tiroksin (T<sub>4</sub>) dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan nila salin (*oreochromis niloticus*)

Purtino Rahmadhani, Tristiana Yuniarti\*, Sri Rejeki

Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Indonesia, Telp/Fax.+6224 7474698

\* Corresponding author: [yuni\\_bbats@yahoo.com](mailto:yuni_bbats@yahoo.com)

DOI: 10.14710/sat.v10i1.26812

#### Abstrak

Ikan nila salin memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan dan salah satu strain yang mampu hidup hingga salinitas 18 ppt adalah nilasa. Salah satu bahan untuk menghasilkan energi melalui metabolisme yaitu hormon tiroksin yang ditambahkan dalam pakan sehingga mempercepat laju metabolisme dan pertumbuhan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh hormon tiroksin dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda terhadap total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Bahan uji yang digunakan yaitu benih nila salin dengan ukuran panjang  $2,30 \pm 0,06$  cm dan bobot  $0,20 \pm 0,02$  g. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 pengulangan yaitu pemberian pakan tanpa hormon tiroksin (A), pemberian pakan dengan hormon tiroksin setiap 1 hari (B), pemberian pakan hormon tiroksin setiap 2 hari (C), dan pemberian pakan dengan hormon tiroksin setiap 3 hari (D). Dosis hormon tiroksin yang digunakan dalam pakan adalah 6 mg/kg pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hormon tiroksin (T<sub>4</sub>) dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda berpengaruh nyata ( $\text{sig} < 0,05$ ) terhadap total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, serta tidak berpengaruh nyata terhadap sintasan benih nila salin. Perlakuan B, C, dan D memiliki pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan dengan nilai antara 83,82-89,02 g; 0,85-0,94; 4,72-4,96 g; 4,20-4,39 cm; 7,60-7,76 %/hari; dan 100%. Kualitas air selama penelitian berlangsung yaitu kisaran DO 5,5-7,9 mg/l; pH 6,80-8,45; suhu 24,7-28,5; dan salinitas 15 ppt.

**Kata kunci:** hormon tiroksin, interval waktu, metabolisme, nila salin, pertumbuhan

#### Abstract

*Saline tilapia has great potential for cultivation and one of the strains that can survive up to 18 ppt salinity is nilasa. One of the ingredients for producing energy through metabolism is the thyroxine hormone which is added to the feed so as to accelerate the rate of metabolism and growth. The purpose of this study was to determine the effect of thyroxine hormone in feed with different time intervals on total feed consumption, feed conversion ratio, absolute weight growth, absolute length growth, specific growth rate, and survival of saline tilapia seeds (*O. niloticus*). The test material used was saline tilapia seeds with a length of  $2.30 \pm 0.06$  cm and a weight of  $0.20 \pm 0.02$  g. The research method used was an experimental Completely Randomized Design (CRD)*

with 4 treatments and 4 repetition, namely providing feed without thyroxine hormone (A), providing feed with thyroxine hormone every 1 day (B), providing feed with thyroxine hormone every 2 days (C), and providing feed with thyroxine hormone every 3 days (D). The dose of thyroxine hormone used in the feed was 6 mg/kg of feed. The results showed that the thyroxine hormone (T4) in feed with different time intervals had a significant effect ( $\text{sig} < 0.05$ ) on total feed consumption, feed conversion ratio, absolute weight growth, absolute length growth, specific growth rate, and had no significant effect on the survival of saline tilapia seeds. Treatments B, C, and D had no significant effect on total feed consumption, feed conversion ratio, absolute weight growth, absolute length growth, specific growth rate, and survival with values between 83.82-89.02 g; 0.85-0.94; 4.72-4.96 g; 4.20-4.39 cm; 7.60-7.76%/day; and 100%. The water quality during the study was in the range of DO 5.5-7.9 mg/l; pH 6.80-8.45; temperature 24.7-28.5; and salinity 15 ppt.

**Keywords:** growth, metabolism, saline tilapia, thyroxine hormone, time interval

## PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila memiliki prospek yang sangat baik di Indonesia. Prospek ikan nila terbilang cerah karena tingginya minat masyarakat (Sinaga *et al.*, 2020). Ikan nila digemari masyarakat karena harganya terjangkau dan relatif stabil, serta gizinya yang tinggi. Ikan nila mengandung protein, lemak, kalsium, magnesium, potasium, fosfor, sodium, vitamin B-6, dan vitamin B-12 (U.S. Department of Agriculture, 2018). Produksi ikan nila mengalami peningkatan yang pesat dari tahun ke tahun. Permintaan domestik dan ekspor ikan nila semakin meningkat. Produksi ikan nila pada tahun 2023, sektor pembesaran senilai 1.368.542 ton dan sektor pembenihan senilai 44.172.165 ribu ekor (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2025). Hal tersebut membuka peluang bagi masyarakat untuk pengembangan budidayanya.

Ikan nila pada awalnya hanya dibudidayakan di perairan tawar. Sifat *euryhaline* yang dimiliki ikan nila menyebabkan pengembangan budidayanya di air payau. Ikan nila strain salina fase pembesaran memiliki kelebihan pertumbuhan optimal pada salinitas 20-25 ppt, tingkat kelangsungan hidup tinggi (78,79-86,02%), rasio konversi pakan rendah (0,80-0,83), dan tahan terhadap serangan penyakit *Streptococcus* (Kepmen Kelautan dan Perikanan no 22 tahun 2014). Pemenuhan produk nila salin harus didukung dengan benih berkualitas secara kontinu dengan seleksi induk dan pengelolaan yang baik. Ikan nila yang mampu adaptasi hingga salinitas tinggi contohnya strain nilasa. Ikan nila nilasa merupakan hasil pemuliaan 4 strain Citralada, Filipina, Nifi, dan Singapura oleh Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (BPTPB) Daerah Istimewa Yogyakarta. Kelebihan benih ikan nila strain nilasa yaitu mampu hidup hingga salinitas 18 ppt, suhu tinggi 38,66°C, oksigen rendah 0,127 ppm (Kepmen Kelautan dan Perikanan no 47 tahun 2012). Pemijahan ikan nila merah nilasa dilakukan pada media bersalinitas rendah sekitar  $\leq 5$  ppt yang kemudian pada fase larva ataupun benih dinaikkan salinitasnya secara bertahap mencapai salinitas yang diinginkan, contohnya 15 ppt. Salinitas tersebut akan mempengaruhi energi untuk osmoregulasi walaupun ikan mampu beradaptasi secara baik pada salinitas 15 ppt. Osmoregulasi memerlukan energi lebih banyak untuk penyesuaian kondisi tubuh dengan lingkungan sesuai kenaikan salinitas airnya (Fransisca dan Muhsoni, 2021). Referensi menyatakan tingkatan salinitas mempengaruhi kerja osmotik benih ikan nila salin. Benih nila salin dengan bobot 3,42 g menghasilkan kerja osmotik yang meningkat sesuai dengan kenaikan salinitasnya yaitu  $14,667 \pm 0,577$  (5 ppt),  $21 \pm 1$ , (10 ppt),  $33,333 \pm 0,577$  (15 ppt),  $43,333 \pm 1,527$  (20 ppt), dan  $60,333 \pm 0,577$  (25 ppt) (Laudin *et al.*, 2023).

Salah satu solusi yang dapat diberikan yaitu manipulasi hormon tiroksin yang mampu mempercepat pertumbuhan dan membantu osmoregulasi benih ikan salin yang telah melalui adaptasi peningkatan salinitas 15 ppt. Laju metabolisme yang meningkat menjadikan nafsu makan ikan meningkat sehingga konsumsi pakan untuk pertumbuhan akan meningkat. Namun, laju metabolisme yang meningkat harus disertai pakan yang memiliki energi tinggi sehingga memaksimalkan alokasi energi untuk pertumbuhan. Triiodotironin maupun tiroksin juga merangsang aktivitas pompa Na *brachial* dan memengaruhi kadar ion plasma pada ikan nila air mozambik tawar (Peter *et al.*, 2000). Pemberian hormon tiroksin dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti perendaman, penyuntikan, dan melalui pakan. Pemberian hormon tiroksin melalui pakan dapat dilakukan dengan kelebihanannya yaitu mudah masuk ke dalam tubuh ikan (Sutiana *et al.*, 2017). Beberapa penelitian menyatakan hormon tiroksin mampu mempercepat laju pertumbuhan ikan melalui berbagai macam cara. Penggunaan hormon tiroksin terhadap ikan kerapu cantang (Mahdaliana dan Salamah, 2023), ikan depik (Tinendung *et al.*, 2022), dan ikan cupang (Pratama *et al.*, 2022). Penambahan juga telah dilakukan pada benih nila salin. Penambahan hormon tiroksin dengan dosis 6 mg/kg pakan berprotein 25-30% dalam benih ikan nila salin yang berada pada salinitas 17 ppt menghasilkan laju pertumbuhan spesifik harian (SGR)  $3,59 \pm 0,13$  %/hari

sedangkan perlakuan tanpa penambahan hormon tiroksin hanya  $2,56 \pm 0,18$  %/hari (Hidayat *et al.*, 2021). Pemberian pakan dengan hormon tiroksin dapat menyebabkan stres fisiologis benih nila salin dan dalam jangka waktu yang lama dapat melebihi kapasitas hati ikan sehingga pertumbuhannya terhambat. Penentuan interval waktu pemberian pakan dengan hormon akan memberikan jumlah yang dibutuhkan oleh ikan yang sesuai kebutuhannya (Yuniarti *et al.*, 2022). Interval waktu juga digunakan untuk memaksimalkan penyerapan hormon tiroksin eksogen oleh benih ikan nila salin.

## MATERI DAN METODE

Ikan uji yang digunakan adalah nila salin (*O. Niloticus*) sebanyak 320 ekor berukuran panjang  $2,30 \pm 0,06$  cm dengan rerata bobot  $0,20 \pm 0,02$  g berasal dari unit pembenihan nila salin Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Padat penebaran benih yang dilakukan yaitu 1 ekor/liter. Pakan uji yang digunakan adalah pelet dengan merk ms prima feed PF-500 dengan protein 39-41% serta L-Tyrosine Sigma Aldrich sebagai tambahan dalam pakan.

Penelitian dilaksanakan pada November 2024 - Januari 2025 di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan 4 perlakuan dan 4 pengulangan selama 42 hari. Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

A: pemberian pakan tanpa hormon tiroksin.

B: pemberian pakan dengan hormon tiroksin 6 mg/kg setiap hari.

C: pemberian pakan dengan hormon tiroksin 6 mg/kg setiap dua hari.

D: pemberian pakan dengan hormon tiroksin 6 mg/kg setiap tiga hari.

Benih nila salin yang digunakan diadaptasikan secara bertahap hingga 15 ppt sebelum pemeliharaan perlakuan berlangsung. Pembuatan pakan mengandung hormon tiroksin dilakukan dengan cara penyemprotan hormon yang telah dilarutkan dalam akuades. Dosis yang digunakan yaitu 6 mg/kg pakan yang dilarutkan dalam 50 ml akuades dan diaduk hingga homogen. Hormon yang telah larut kemudian dimasukkan ke dalam sprayer dan disemprotkan ke pakan secara merata yang kemudian diangin-anginkan. Pemberian pakan dilakukan dengan *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari yaitu pada pagi, siang, dan sore hari. Kualitas air dikelola dengan penyiponan setiap satu kali sehari dan dilakukan monitoring kualitas air seperti dissolved oxygen, pH, suhu, dan salinitas pada pagi dan sore hari. *Sampling* ikan dilakukan dengan *random sampling* setiap 7 hari sekali.

## Pengumpulan Data

### 1. Total Konsumsi Pakan

Total konsumsi pakan (TKP) merupakan jumlah keseluruhan pakan yang dihabiskan oleh ikan dalam waktu tertentu. Pakan yang diberikan kepada ikan harus dilakukan pendataan dari awal hingga akhir untuk menghitung TKP. Menurut Pereira *et al.* (2007), total konsumsi pakan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$TKP = F1 - F2$$

Keterangan:

TKP = Tingkat konsumsi pakan

F1 = Jumlah pakan awal (g)

F2 = Jumlah pakan sisa (g)

### 2. Rasio Konversi Pakan

Rasio Konversi Pakan atau *food conversion ratio* (FCR) merupakan perbandingan jumlah pakan yang dibutuhkan dalam menghasilkan satu kilo gram daging ikan. Rasio konversi pakan dapat diketahui dengan mencatat pakan yang diberikan, bobot awal dan akhir, serta bobot ikan yang mati. Menurut Tacon (1987), rasio konversi pakan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{F}{W_t + D - W_0}$$

Keterangan:

FCR = Rasio konversi pakan

F = Berat pakan yang dikonsumsi (g)

$W_t$  = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)

D = Bobot ikan yang mati (g)

$W_0$  = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

### 3. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak merupakan nilai bobot yang mengalami kenaikan pada periode pemeliharaan tertentu. Perhitungan dilakukan pendataan pada bobot awal ikan saat pemeliharaan dan bobot akhir ikan setelah pemeliharaan. Menurut Steffens (1989), pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

- W = Pertumbuhan bobot mutlak (g)  
 $W_t$  = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
 $W_0$  = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

#### 4. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak merupakan nilai bobot yang mengalami kenaikan pada periode pemeliharaan tertentu. Perhitungan dilakukan pendataan pada panjang awal ikan saat pemeliharaan dan panjang akhir ikan setelah pemeliharaan. Menurut Effendie (1997), pertumbuhan panjang mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan:

- L = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)  
 $L_t$  = Panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm)  
 $L_0$  = Panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm)

#### 5. Laju Pertumbuhan Mutlak

Laju pertumbuhan spesifik atau *specific growth rate* (SGR) merupakan kecepatan ikan untuk tumbuh dalam waktu yang ditentukan dengan hasil pertumbuhan perhari. Laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan pencatatan bobot awal dan akhir ikan saat pemeliharaan. Pertumbuhan spesifik atau *Specific Growth Rate* (SGR) dihitung menggunakan rumus dari Takeuchi (1988) yaitu:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR = Laju pertumbuhan spesifik (% bobot per hari)  
 $W_t$  = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
 $W_0$  = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)  
 $t$  = waktu pemeliharaan

#### 6. Sintasan

Sintasan atau kelulushidupan merupakan persentase ikan yang mampu bertahan hidup hingga akhir pemeliharaan dengan jumlah awal ikan yang ditebar. Perlu mengetahui ikan yang hidup di awal dan akhir pemeliharaan. Menurut Effendi (1997), bahwa kelulushidupan ikan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

- SR = Sintasan (%)  
 $N_t$  = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)  
 $N_0$  = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

#### 7. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah *Dissolved Oxygen* (DO), Derajat Asam Basa atau pH, suhu, dan salinitas. Pengukuran DO, pH, dan suhu dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari (Andriawan *et al.*, 2020). Keterbatasan alat sehingga pengukuran DO dilakukan tiap tiga hari sekali pada pagi dan sore hari. Salinitas dilakukan pengukuran setiap pagi hari. Pengukuran dilakukan pada pukul 07.30 WIB dan 15.30 WIB sebelum pemberian pakan.

#### Analisis Data

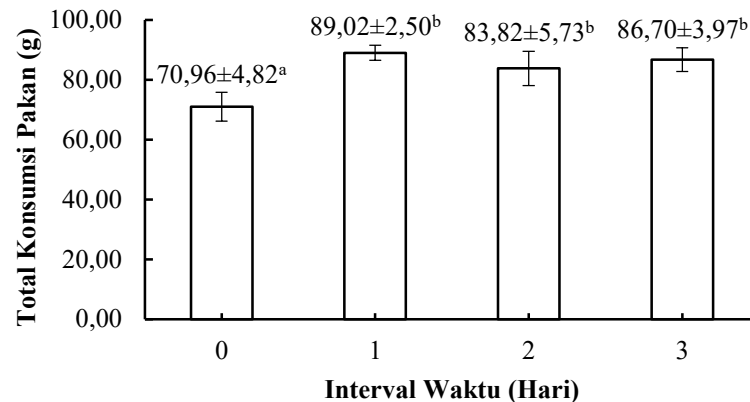
Data total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan dilakukan analisis dengan menggunakan analisa ragam (ANOVA). Uji normalitas, homogenitas, dan additiivitas perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan analisis ragam untuk mengetahui data menyebar secara normal, bersifat additive, dan homogen dengan menggunakan aplikasi SPSS. Jika analisis ragam yang didapatkan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang dilakukan (Jayardi *et al.*, 2017). Data kualitas air dilakukan analisis secara deskriptif yang membandingkannya dengan beberapa sumber (buku, jurnal, dan standar nasional Indonesia).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

##### 1. Total Konsumsi Pakan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil total konsumsi pakan benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 1).

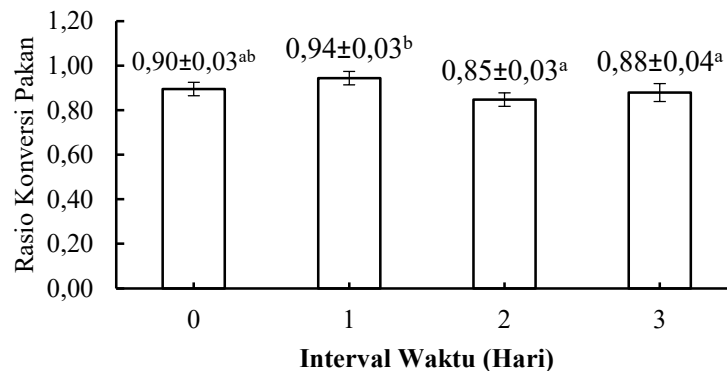


Gambar 1 Histogram Total Konsumsi Pakan Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil total konsumsi pakan memiliki nilai yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 70,96±4,82 g, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 89,02±2,50 g, perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 83,82±5,73 g, dan perlakuan D (interval waktu 3 hari) sebesar 86,70±3,97 g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa total konsumsi pakan berpengaruh nyata. Hasil uji Duncan total konsumsi pakan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Perlakuan B, C, dan D tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

## 2. Rasio Konversi Pakan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil rasio konversi pakan benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 2).

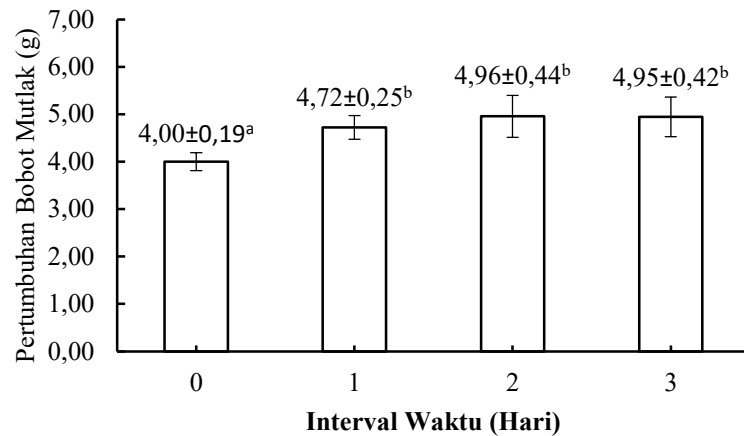


Gambar 2. Histogram Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil rasio konversi pakan memiliki nilai yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 0,90±0,03%, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 0,94±0,03%, perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 0,85±0,03%, dan perlakuan D (interval waktu 3 hari) sebesar 0,88±0,04%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio konversi pakan berpengaruh nyata. Hasil uji Duncan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata dengan B, C, dan D. Perlakuan B berbeda nyata dengan C dan D, namun tidak berbeda nyata dengan A. Perlakuan C tidak berbeda nyata dengan A dan D, namun berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan D tidak berbeda nyata dengan A dan C, namun berbeda nyata dengan B.

## 3. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 3)

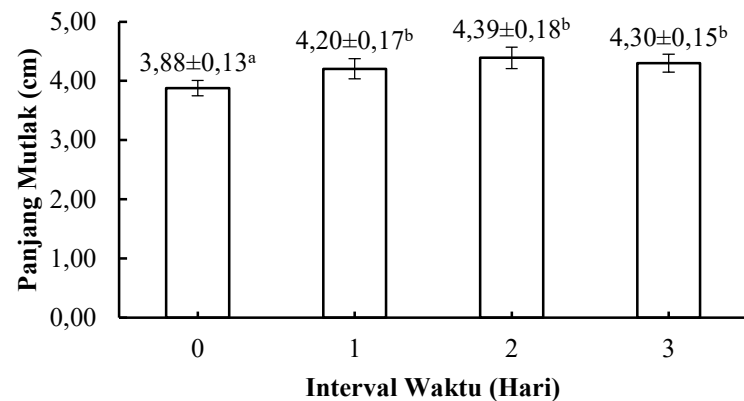


Gambar 3. Histogram Pertumbuhan Bobot Mutlak Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil pertumbuhan bobot mutlak memiliki nilai yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 4,00±0,19 g, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 4,72±0,25, perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 4,96±0,44 g, dan D (interval waktu 3 hari) sebesar 4,95±0,42 g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pertumbuhan bobot mutlak berpengaruh nyata. Hasil uji Duncan pertumbuhan bobot mutlak tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Perlakuan B, C, dan D tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

#### 4. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 4).

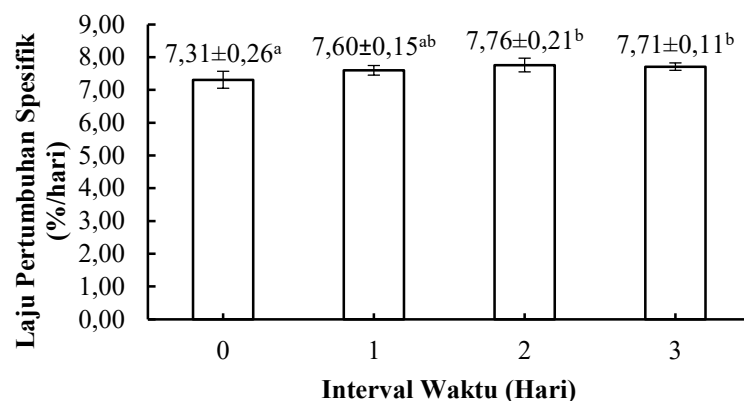


Gambar 4. Histogram Pertumbuhan Panjang Mutlak Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil pertumbuhan panjang mutlak memiliki nilai yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 3,88±0,13 cm, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 4,20±0,17,cm perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 4,39±0,18 cm, dan D (interval waktu 3 hari) sebesar 4,30±0,15 cm. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang mutlak berpengaruh nyata. Hasil uji Duncan pertumbuhan panjang mutlak tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Perlakuan B, C, dan D tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

#### 5. Laju Pertumbuhan Mutla

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil laju pertumbuhan spesifik benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 5).

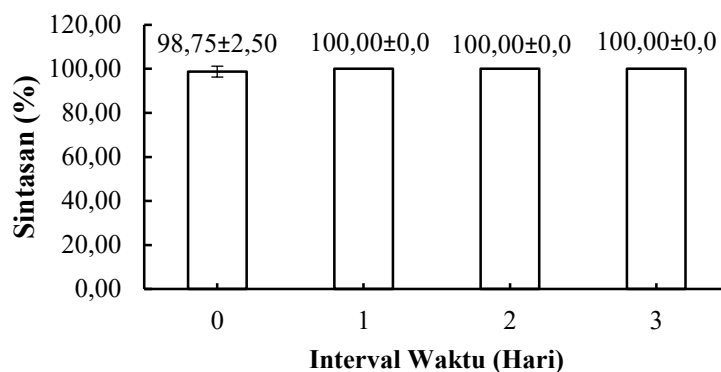


Gambar 5. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil laju pertumbuhan spesifik memiliki nilai yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 7,31%±0,26%, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 7,60%±0,15%, perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 7,76%±0,21%, dan perlakuan D (interval waktu 3 hari) sebesar 7,71%±0,11. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik berpengaruh nyata. Hasil uji Duncan laju pertumbuhan spesifik tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata dengan B, namun berbeda nyata dengan C dan D. Perlakuan B berbeda nyata dengan C dan D tetapi tidak berbeda nyata dengan A. Perlakuan C berbeda nyata dengan A, namun tidak berbeda nyata dengan B dan D. Perlakuan D berbeda nyata dengan A, namun tidak berbeda nyata dengan B dan C.

## 6. Sintasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sintasan benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Gambar 6).



Gambar 6. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil sintasan memiliki nilai yang tidak berbeda nyata yaitu perlakuan A (tanpa hormon tiroksin (0)) sebesar 98,75±2,50%, perlakuan B (interval waktu 1 hari) sebesar 100±0,00%, perlakuan C (interval waktu 2 hari) sebesar 100±0,00%, dan perlakuan D (interval waktu 3 hari) sebesar 100±0,00%.

## 7. Kualitas Air

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil kualitas air benih ikan nila salin (*O. niloticus*) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Benih Ikan Nila Salin (*O. niloticus*) Selama Penelitian

Parameter Kualitas Air	Perlakuan				Kelayakan
	A (0 tiroksin)	B (1 hari)	C (2 hari)	D (3 hari)	
DO (mg/l)	5,5-7,9	5,6-7,9	5,7-7,8	5,6-7,9	>5*
pH	6,82-8,44	6,92-8,45	6,82-8,43	6,80-8,44	6,5-8,5*
Suhu (°C)	24,7-28,4	24,7-28,5	24,7-28,4	24,7-28,4	25-30*

Salinitas (ppt)	15	15	15	15	15**
-----------------	----	----	----	----	------

Sumber: SNI 6141-2009 (\*) dan Francisca dan Muhsoni (2021) (\*\*).

Berdasarkan tabel di atas, kualitas air DO, pH, dan salinitas pada kondisi yang optimal bagi benih nila salin. DO memiliki kisaran 5,5-7,9 mg/l ; pH kisaran 6,80-8,45 ; dan salinitas stabil 5 ppt. Suhu sedikit terjadi penurunan dari kondisi optimal yaitu kisaran 24,7-28,5°C.

## Pembahasan

### 1. Total Konsumsi Pakan

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata pada total konsumsi pakan benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Nilai masing-masing perlakuan pada A, B, C, dan D sebesar 70,96±4,82 g; 89,02±2,50 g; 83,82±5,73 g; dan 86,70±3,97 g. Penambahan hormon tiroksin menghasilkan nilai total konsumsi pakan yang lebih tinggi diduga karena palatabilitas pakan. Respon ikan terhadap pakan yang diberikan dipengaruhi oleh beberapa hal. Palatabilitas, kondisi tubuh, dan lingkungan media budidaya ikan mempengaruhi peningkatan konsumsi pakan pada ikan (Arditya *et al.*, 2019). Pakan yang digunakan memiliki palatabilitas yang baik dari aroma, rasa, tekstur, dan stabilitas di air. Penambahan hormon tiroksin akan memberikan sedikit aroma yang berbeda sehingga mempengaruhi respon dari ikan sehingga ikan tertarik untuk mendekat dan memakannya. Pemberian hormon tiroksin meningkatkan laju metabolisme sehingga nafsu makannya meningkat (Setyono *et al.*, 2024).

Nafsu makan yang meningkat akan menjadikan energi yang dimiliki oleh ikan untuk tumbuh lebih cepat. Pakan dimanfaatkan dengan baik untuk pertumbuhan dengan bantuan hormon tiroksin sehingga ikan merasa cepat lapar dan merespon oleh hormon tiroksin yang mempengaruhi fungsi saraf dan jaringan otot (Kurniawan *et al.*, 2014). Nafsu makan ikan yang sangat tinggi ditandai dengan respon pakan yang cepat dalam menghabiskan pakan yang diberikan berbeda dengan ikan perlakuan tanpa pemberian hormon tiroksin. Ikan aktif bergerak mencari pakan karena laju metabolismenya tinggi (Mahdalia dan Salamah, 2022). Metabolisme yang tinggi pada ikan akan membutuhkan energi yang lebih tinggi untuk pernapasan, pergerakan, ataupun pertumbuhan sehingga memerlukan konsumsi pakan yang lebih tinggi melalui keaktifan atau respon dalam mencari pakan. Perilaku makan ikan merupakan interaksi kompleks antara faktor internal dan eksternal sehingga menganalisis perilaku ikan dengan kondisi ikan (Xiao *et al.*, 2025).

### 2. Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan adalah rasio untuk membandingkan jumlah pakan dalam menghasilkan bobot 1 kg ikan. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata pada rasio konversi pakan benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Nilai masing-masing perlakuan pada A, B, C, dan D sebesar 0,90±0,03; 0,94±0,03; 0,85±0,03; dan 0,88±0,04. Data menunjukkan bahwa rasio konversi pakan seluruh perlakuan di bawah 1 sehingga efisiensi pemanfaatan pakan benih nila salin sangat baik. Rasio konversi pakan yang semakin kecil menggambarkan tingkat efisiensi pemanfaatan pakan lebih baik dan semakin besar maka efisiensi pemanfaatan pakannya kurang baik (Sutiana *et al.*, 2017). Metode *at satiation* memberikan pakan yang dimanfaatkan dengan baik sehingga tidak ada pakan yang tidak termakan. Pakan yang digunakan memiliki protein tinggi 39-41% yang mampu diolah dengan baik sehingga pertumbuhannya cepat.

Nilai rasio konversi pakan tersebut jika dibandingkan dengan beberapa referensi, dinyatakan baik. Penelitian Hidayat *et al.* (2021), menyatakan bahwa rasio konversi pakan dengan dosis 6 mg/kg hormon tiroksin pada ikan nila salin sebesar 1,08. Perbedaan pada perlakuan B karena nafsu makan ikan terhadap pakan sangat tinggi yang merupakan dampak dari hormon tiroksin tetapi pemanfaatan pakan untuk pertumbuhan tidak optimal. Nutrisi dalam pakan tidak seluruhnya diubah menjadi energi yang bermanfaat, tetapi beberapa hilang melalui sistem dan jika hanya sebagian kecil yang dapat dipertahankan ikan, akan banyak limbah yang dihasilkan (Gule dan Geremew, 2022). Jika dibandingkan dengan referensi penggunaan tiroksin melalui pakan, nilai rasio konversi pakan benih nila salin pada penelitian ini dinyatakan baik. Dosis 2,7 mg/kg pada benih nila di air tawar menghasilkan rasio konversi pakan terbaik yaitu 1,24 (Yulintine *et al.*, 2020). Rasio konversi pakan pada beberapa jurnal tanpa penambahan bahan benih nila salin yaitu 2,23 (Anwar *et al.*, 2024); 1,36 (Garg *et al.*, 2024); 1,28 (Solanki *et al.*, 2023); 1,2 (Suryanto dan Suprianto, 2021); dan 2,65 (Rachmawati *et al.*, 2017). Semakin rendah nilai rasio konversi pakan, maka semakin baik untuk kegiatan budidaya sehingga mampu meminimalisir biaya pakan yang dikeluarkan.

### 3. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata pada pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Nilai masing-masing perlakuan pada A, B, C, dan D sebesar 4,00±0,19 g; 4,72±0,25 g; 4,96±0,44 g; dan 4,95±0,42 g. Faktor tertinggi yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah pemberian pakan yang baik didukung dengan manajemen budidayanya seperti mengontrol kualitas air. Pakan dapat dicerna dengan baik



sehingga menjadi energi untuk pertumbuhan ikan (Syakirin *et al.*, 2022). Pertumbuhan bobot mutlak dengan pemberian hormon tiroksin memiliki nilai yang lebih tinggi karena memiliki peran dalam palatabilitas dan mengontrol laju metabolisme ikan. Metabolisme protein dan lemak dalam tubuh meningkat karena hormon tiroksin meningkatkan aktivitas protease dan lipase (Sutiana *et al.*, 2017). Metabolisme tersebut akan menjadi energi yang berguna untuk pertumbuhan ikan. Selain itu, hormon tiroksin juga bekerja sama dengan hormon pertumbuhan.

Diduga penambahan hormon tiroksin yang diberikan setiap hari hingga setiap tiga hari tidak memberikan perbedaan pengaruh pada kapasitas hati ikan dalam jangka waktu 42 hari. Penelitian benih koi ukuran awal 2-3 cm dengan dosis tertinggi tiroksin 25 mg/kg dan rGH 2,5 mg/kg juga tidak berpengaruh nyata diduga hormon belum optimal untuk menunjang pertumbuhan ikan (Sutiana *et al.*, 2017). Akumulasi hormon tiroksin ke tubuh ikan tidak mempengaruhi perbedaan pertumbuhan karena interval waktu dua dan tiga hari dinilai cukup untuk mendorong pertumbuhan secara sedikit demi sedikit dan satu hari tidak mencapai kapasitas penuh walaupun terisi lebih banyak tiap harinya. Hormon tiroksin tersebut belum memenuhi kapasitas organ hati ditandai dengan tidak adanya *negative feedback* dari pertumbuhan ikan yang meningkat. Apabila terjadi pengaruh *negative feedback*, nilai pada perlakuan C dan D akan lebih tinggi dibandingkan dengan B. Berbeda jika terjadi pengaruh umpan balik negatif karena dosis melebihi kapasitas. Hormon tiroksin eksogen yang masuk dalam tubuh dalam kondisi berlebihan akan menyebabkan penurunan produksi tiroksin endogen sehingga menekan kadar plasma hormon tiroid (Ismail *et al.*, 2017).

#### 4. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata pada pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Nilai masing-masing perlakuan pada A, B, C, dan D sebesar 3,88±0,13 cm; 4,20±0,17 cm; 4,39±0,18 cm; dan 4,30±0,15 cm. Nilai panjang mutlak sejalan dengan bobot mutlak, semakin tinggi nilai bobotnya, makin panjang tubuh benih nila salin. Pertumbuhan tersebut dipengaruhi oleh pakan yang berhasil dimanfaatkan oleh tubuh dengan baik. Konsumsi pakan dipengaruhi oleh nafsu makan ikan yang dipengaruhi oleh penambahan hormon tiroksin diduga menambah palatabilitas sehingga ikan memberi respon terhadap pakan. Peningkatan nafsu makan pada ikan dipengaruhi oleh meningkatnya konsumsi oksigen sehingga meningkatkan pertumbuhan benih nila (Yulintine *et al.*, 2020). Pakan yang masuk ke dalam pencernaan ikan kemudian diubah menjadi energi sehingga mampu digunakan sebagai pertumbuhan ikan. Pertumbuhan ikan memerlukan energi dari protein pakan dan dapat terjadi apabila jumlahnya lebih besar daripada kebutuhan dalam pemeliharaan tubuhnya (Karimah *et al.*, 2018).

Jika dinilai berdasarkan dengan perlakuan tanpa penambahan hormon tiroksin, perlakuan penambahan tiroksin lebih aktif dalam respon pakan, baik interval waktu 1 hari, 2 hari, ataupun 3 hari. Pertumbuhan panjang benih nila salin dipengaruhi oleh penambahan tiroksin yang meningkatkan laju metabolisme sehingga berubah menjadi energi untuk pertumbuhan. Diduga penambahan hormon tiroksin dengan dosis 6 mg/kg pakan yang diberikan satu hingga tiga hari belum mencapai maksimum kapasitas hati benih ikan nila salin selama 42 hari. Perbedaan dosis pemberian hormon tiroksin pada benih ikan nila ukuran awal 3-5 cm dengan dosis 0 mg; 0,9 mg; 1,8 mg; dan 2,7 mg menghasilkan nilai yang tidak berbeda nyata pada hari ke 30 dan berbeda nyata pada hari ke 60 antara perlakuan 2,7 mg dengan 0 mg; 0,9 mg; dan 1,8 mg (Yulintine *et al.*, 2020). Interval waktu tiga hari memberikan akumulasi tiroksin yang cukup untuk pertumbuhan sedangkan pada interval satu dan dua hari tidak memenuhi kapasitas organ sehingga hasilnya tidak berbeda nyata. Pertumbuhan panjang benih nila salin sangat baik dan tidak mengalami abnormalitas sehingga tidak ada pengaruh negatif yang signifikan dari dosis dan lama waktu pemberian hormon tiroksin yang diberikan. Semakin cepat pertumbuhan panjang benih, semakin efisien pada proses budidaya pembenihan dengan didukung bobotnya.

#### 5. Laju Pertumbuhan Spesifik

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda memiliki nilai yang berbeda nyata pada laju pertumbuhan spesifik benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Nilai masing-masing perlakuan pada A, B, C, dan D sebesar 7,31±0,26%; 7,60±0,15%; 7,76±0,21%; dan 7,71±0,11%. Hasil menunjukkan bahwa pakan berhasil diserap dengan baik oleh tubuh untuk pertumbuhan. Hidayat *et al.* (2021) menunjukkan hasil dengan dosis 6 mg/kg menghasilkan laju pertumbuhan spesifik benih nila salin sebesar 3,59%. Pakan yang digunakan memiliki nilai protein tinggi 39-41% sehingga sangat baik untuk pertumbuhan benih nila salin. Pakan yang berhasil dicerna dengan baik akan menghasilkan pertumbuhan yang baik. Efisiensi pakan yang tinggi dimanfaatkan ikan untuk pertumbuhan (Wulandari *et al.*, 2019). Pemilihan pakan juga diperhatikan sehingga mampu menghasilkan pertumbuhan yang baik. Protein dalam pakan harus memiliki keseimbangan antara protein dan energi sehingga pertumbuhan ikan mampu mencapai kondisi yang optimal (Wibowo *et al.*, 2023).

Penambahan hormon tiroksin memberikan pengaruh pada laju pertumbuhan spesifik dengan peningkatan laju metabolisme sehingga nafsu makan meningkat dan diikuti dengan pertumbuhan.

Pertumbuhan dapat terjadi apabila energi dari proses metabolisme masih tersisa setelah digunakan untuk bertahan hidup dan pergerakan ikan. Hasil menunjukkan antara perlakuan B, C, dan D tidak berbeda nyata. Hal tersebut terjadi karena kapasitas hati benih nila cukup menampung tiroksin yang masuk sehingga keseluruhan dapat dimaksimalkan untuk pertumbuhan. Perlakuan B dengan A memiliki nilai yang tidak berbeda nyata diduga dosis 6 mg/kg dalam jangka 42 hari hanya berpengaruh pada awal pertumbuhan. Hasil laju pertumbuhan spesifik bobot dinilai sangat tinggi sehingga pertumbuhan lebih mengarah terhadap bobot daripada panjang ikan. Nilai laju pertumbuhan spesifik terbaik pada salinitas 8-10 ppt dengan *feeding rate* 8% senilai 2,14% (Angriani *et al.*, 2020), salinitas 19-20 ppt senilai 4,18% (Suryanto dan Suprianto, 2021), salinitas 10 ppt dengan suplementasi mineral senilai 3.16% (Susitharan *et al.*, 2024). Pertumbuhan ikan tidak terhambat sehingga tidak ada pengaruh negatif melainkan dari dosis yang kurang optimal masuk ke tubuh ikan.

#### 6. Sintasan

Sintasan atau kelulushidupan merupakan persentase ikan yang mampu hidup pada akhir penelitian. Penambahan hormon tiroksin dosis 6 mg/kg dengan interval waktu yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata pada sintasan benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Beberapa peneliti menunjukkan bahwa hormon tiroksin mampu mempengaruhi sistem imun atau kekebalan tubuh pada ikan, baik menurun ataupun meningkat. Metabolisme akan meningkatkan selera makan sehingga daya tahan tubuh ikan dengan pemberian tiroksin akan meningkat (Kurniawan *et al.*, 2014). Dosis yang digunakan tidak menyebabkan abnormalitas ataupun kematian sehingga nilai sintasan tinggi. Menurut SNI 6141-2009 menyatakan bahwa sintasan yang baik bagi benih ikan nila 3 cm hingga mencapai ukuran 5-8 cm adalah 70%.

#### 7. Kualitas Air

Kualitas air menjadi hal yang paling penting dalam mendukung pertumbuhan dan sintasan benih ikan nila salin sehingga harus dijaga dalam keadaan yang optimal. Nilai kualitas air yang optimal menjadikan ikan mampu tumbuh dan berkembang dengan baik serta mencegah masuknya berbagai macam penyakit. Data menunjukkan nilai *Dissolved Oxygen* (DO) 5,5-7,9 mg/l; *potential Hydrogen* (pH) 6,80-8,45; suhu 24,7-28,5°C; dan salinitas 15 ppt. Menurut SNI 6141-2009 tentang benih nila menyatakan bahwa nilai optimal DO >5 mg/l; pH 6,5-8,5; dan suhu 25-30°C. Jika dibandingkan dengan SNI tersebut, nilai suhu masih optimal bagi pertumbuhan benih ikan nila salin. Hal tersebut diduga karena cuaca yang tidak stabil sehingga mempengaruhi suhu media pemeliharaan. Nilai suhu tersebut masih aman bagi pertumbuhan benih ikan nila salin.

DO pada nilai yang optimal sehingga mampu mempertahankan pertumbuhan pada kondisi yang optimal. DO juga memiliki peran dalam metabolisme ikan yaitu meningkatkan konsumsi oksigen. Rata-rata nilai DO pada sore hari lebih rendah daripada pagi hari yang berkaitan dengan meningkatnya suhu media budidaya. Suhu pada sore hari lebih tinggi dari pagi hari sehingga kebutuhan oksigen ikan meningkat dan oksigen terlarut menjadi menurun. Oksigen terlarut (DO) diperlukan untuk metabolisme dan kesehatan ikan sehingga harus pada nilai optimal (Ridoanrisna *et al.*, 2024). Salinitas optimal harus dijaga dalam kondisi optimal sesuai dengan stadiannya. Salinitas 15 ppt aman bagi benih nila salin sehingga tidak mengganggu proses pertumbuhannya. Salinitas dapat menghambat pertumbuhan apabila melebihi batas toleransi fisiologi sehingga energinya dialihkan untuk tekanan osmotik supaya seimbang (Sihaloho *et al.*, 2024).

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Hormon tiroksin (T4) dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda berpengaruh nyata terhadap total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik tetapi tidak berpengaruh nyata pada sintasan benih ikan nila salin (*O. niloticus*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval waktu pemberian hormon tiroksin (T4) terhadap total konsumsi pakan, rasio konversi pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan tidak ditemukan hasil yang terbaik pada perlakuan B (1 hari), C (2 hari), dan D (3 hari). Hasil tersebut memiliki nilai antara 83,82-89,02 g; 0,85-0,94; 4,72-4,96 g; 4,20-4,39 cm; 7,60-7,76 %/hari; dan 100%.

#### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Penambahan hormon tiroksin (T4) sebaiknya dilakukan dengan interval waktu tiap 3 hari sekali.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan dosis yang lebih tinggi.
3. Pembuatan pakan dengan hormon tiroksin sebaiknya menggunakan pelarut yang lebih baik dan dibuat setiap hari supaya hormon tidak terdenaturasi.

#### Referensi

- Andriawan, R., F. Basuki dan T. Yuniarti. 2020. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Hormon Tiroksin (T<sub>4</sub>) Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Nila Putih (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 4(1): 51-60.
- Angriani, R., I. Halid dan H.S. Baso. 2020. Analisis Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*, linn) dengan Dosis Pakan yang Berbeda. Fisheries Of Wallacea Journal, 1(2): 84-92.
- Anwar, A., Murni, N. Q. Hasanuddin, Nurlianti, Ratnawati dan Novita NZ. 2024. Efektivitas Pakan Terfermentasi *Bacillus* sp. Terhadap Rasio Konversi Pakan dan Laju Pertumbuhan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*). Journal of Marine and Fisheries, 3(2): 5-10.
- Arditya, B. P., Subandiyono dan I. Samidjan. 2019. Pengaruh Berbagai Sumber Atraktan dalam Pakan Buatan Terhadap Respon Pakan, Total Konsumsi Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 3(9): 70-81.
- Data Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2025. Diakses pada 3 Maret 2025 melalui <https://portaldata.kkp.go.id/portals/data-statistik/layer1>.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Francisca, N. E., dan F.F. Muhsoni. 2021. Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Salinitas yang Berbeda. Jurnal Juvenil, 2(3): 166-175.
- Garg, C. K., P. Sardar, N.P. Sahu, M.K. Maiti, M. Jayant, N. Shamna, T. Varghese, A.D. Deo dan V. Kumar, V. 2024. Optimization of Dietary Protein Based on Ideal Protein Concept for Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) Juveniles Reared in Inland Saline Water. Animal Feed Science and Technology, 317(116082): 1-15.
- Gule, T. T., dan A. Geremew. 2022. Dietary Strategies for Better Utilization of Aquafeeds in Tilapia farming. Aquaculture Nutrition, 9463307: 1-11.
- Hidayat, A., I. Putra dan Rusliadi. 2021. Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Pakan yang Mengandung Hormon Tiroksin yang Dipelihara pada Air Bersalinitas. Jurnal Akuakultur Sebatin, 2(2): 65-72.
- Ismail, R. F., M. Mourad, R.M. Negm dan S.S. Assem .2017. Effect of Prolonged Exposure to Thyroxine on Growth, Puberty Timing and Ovarian Structure in Female Red Tilapia (*Oreochromis sp.*). The Egyptian Journal of Aquatic Research, 43(4): 313-320.
- Jayardi, A., H. Irawan dan T. Yulianto. 2017. Pengaruh Pemberian Fitoplankton (*Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica* dan *Nanochloropsis oculata*) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Kopepoda *Apocyclops* sp. Jurnal Intek Akuakultur, 1(2): 23-42.
- Karimah, U., I. Samidjan dan Pinandoyo. 2018. Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. Journal of Aquaculture Management and Technology, 7(1): 128-135.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 22/KEPMEN-KP/2014 Tentang Pelepasan Ikan Nila Salina.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.47/MEN/2012 Tentang Pelepasan Ikan Nila Merah Nilasa.
- Kurniawan, O., T.I. Johan dan J. Setiaji. 2014. Pengaruh Pemberian Hormon Tiroksin (T<sub>4</sub>) dengan Perendaman Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac*). Dinamika Pertanian, 29(1): 107-112.
- Laudin, B., E. Indrawati dan Ratnawati. 2023. Dinamika Pertumbuhan Juvenil Ikan Nila Salin pada Tingkatan Salinitas yang Berbeda. Journal of Aquaculture and Environment, 5(2), 45-53.
- Mahdaliana dan Salamah. 2023. The Effectiveness of the Thyroxine Hormone in Feed to Improve Growth Performance Efficiency and the Survival Rate of the Cantang Grouper (*Epinephelus sp.*). Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 10(1): 88-94.
- Pereira, L., T. Riquelme dan Hosokawa. 2007. Effect of Three Photoperiod Regimes on The Growth and Mortality of The Japanese Abalone Haliotis Discus Hannai Ino. Journal of Shellfish Research, 26(3): 763-767.
- Peter M.C.S., Lock R.A.C dan Bonga, S.E.W. 2000. Evidence for an Osmoregulatory Role of Thyroid Hormones in the Freshwater Mozambique Tilapia *Oreochromis mossambicus*. Gen Comp Endocrinol, 20(2): 157-167.
- Pratama, G. A., F. Basuki, F dan T. Yuniarti, T. 2022. Pengaruh Perendaman Dosis Hormon Tiroksin (T<sub>4</sub>) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Cupang (*Betta splendens Regan*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 6(2): 155-16.
- Rachmawati, D., I. Samidjan dan T. Elfisari. 2018. Effect of The Phytase Enzyme Addition in The Artificial Feed on Digestibility of Feed, Feed Conversion Ratio and Growth of Gift Tilapia Saline Fish

- (*Oreochromis niloticus*) Nursery Stadia I. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 116(1): 1-12.
- Ridoanrisna, A., Robin dan M.Z. Novita. 2024. Efisiensi Kerapatan Tananaman Pakcoy (*Brassica Rapa*) Terhadap Kualitas Air untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Ikan Nila. Jurnal Ilmu Peternakan dan Ilmu Hewani, 2(2): 12-26.
- Setyono, B. D., F. Apriani, Marzuki dan R.I. Affandi. 2024. The Effect of Immersion Time in Thyroxine Hormone on Growth and Survival of Koi (*Cyprinus carpio*). AACL Bioflux. 17(3): 1186-1197.
- Sihaloho, I. P., H. Syawal dan M.A. Huda, M. A. 2024. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Perikanan Terapan, 1(2): 27-38.
- Sinaga, A.A.A., P.G.S. Julyantoro dan N.M. Ernawati. 2020. Kuantitas dan Kualitas Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hasil Pemijahan Induk dengan Sex Ratio Berbeda. Current Trends in Aquatic Science, 3(2): 100-107.
- Solanki, S., N.K. Chadha, P.B. Sawant, H. Vungurula dan A. Sudhagar. 2023. Effect of Pulsed Feeding of GIFT Strain of Tilapia in Biofloc System Using Inland Saline Water. Aquaculture Research, 6079177: 1-11.
- Standar Nasional Indonesia no 6141-2009 tentang Produksi Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker) kelas Benih Sebar.
- Steffens, W. 1989. Principle of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited, West Sussex. England. 384p.
- Suryanto, D., dan B. Suprianto. 2021. Pengaruh Pemberian Pakan dengan Formulasi Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Airaha, 10(2): 248-254.
- Susitharan, V., S. Krishnan, P. Kumar, K. Sukhdhane, A.S. Kala and A.B. Rani. 2024. Mineral Supplementation in Biofloc Influences Growth and Haemato-biochemical Indices of Genetically Improved Farmed Tilapia Reared in Inland Saline Ground Water. Aquacultural Engineering, 104(102386): 1-12.
- Sutiana., Erlangga dan Zulfikar. 2017. Pengaruh Dosis Hormon rGH dan Tiroksin dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*, L). Aquatic Sciences Journal, 4(2): 76-82.
- Syakirin, M.B., T.Y. Nardiana dan R. Efendi. 2022. Peningkatan Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) dengan Penggunaan Ekstrak Terong Asam (*Solanum ferox* L.). PENA Akuatika, 21(1): 89-101.
- Tacon, A.G.J. 1987. The Nutrition and Fedding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Mannual. FAO of the United Nation, Brazil, 106 – 109 pp.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory Work-Chemical Evaluation of Dietary Nutrients. In: Watanabe, T. (Ed.). Fish Nutrition and Mariculture. JICA, Tokyo University Fish. 179-229 p.
- Tinendung, A., S. Komariyah, Hanisah dan I. Hasri. 2022. Efektivitas Perbedaan Lama Perendaman Hormon Tiroksin terhadap Performa Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Depik (*Rasbora tawarensis*). Jurnal Riset Akuakultur. 17(1): 9-14.
- U.S. Department of Agriculture. 2018. Food Data Central (Fish, Tilapia, Cooked, Dry Heat). Diakses pada 9 Maret 2025 melalui <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/175177/nutrients>.
- Wibowo, W.K., Subandiyono dan D. Chilmawati. 2023. Efek Pakan Buatan yang Mengandung Tepung Daun Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) yang Telah Diferementasi Terhadap Tingkat Konsumsi Pakan, Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 7(1): 1-10.
- Wulandari, R., Subandiyono dan Pinandoyo. 2019. Pengaruh Substitusi Tepung Ikan dan Teri dalam Pakan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 3(1): 1-8.
- Xiao, Y., Huang, L., S. Zhang, C. Bi, X. You, S. He dan J. Guan, J. 2025. Feeding Behavior Quantification and Recognition for Intelligent Fish Farming Application: A Review. Applied Animal Behaviour Science, 106588: 1-15.
- Yulintine, Y., P. Meliasna, I. Christiana dan Matling. 2020. Penggunaan Hormon Tiroksin pada Pakan untuk Mempercepat Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Journal of Tropical Fisheries, 15(1): 27-34.
- Yuniarti, T., T. Susilowati dan O. Faozi. 2022. Pengaruh Pemberian Recombinant Growth Hormone (rGH) Melalui Pakan dengan Interval Waktu yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Tawes (*Puntius javanicus*). Jurnal Riset Akuakultur, 17(1): 35-46.