

[Journal of Fish Nutrition](#)
Volume 6 No. 2, June 2026
DOI: 10.29303/jfn.v6i2.10944

**EVALUASI KOMPARATIF METODE PEMBERIAN
17A-METHYLTESTOSTERONE (ORAL VS IMMERSION)
TERHADAP SEX REVERSAL DAN SURVIVAL RATE
PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

**COMPARISON OF IMMERSION AND ORAL ADMINISTRATION OF
17A-METHYLTESTOSTERONE HORMONE ON MALE SEX RATIO OF
NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Muhammad Taufikurahman*, Zaenal Abidin*, Rangga Idris Affandi*

Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

*Korespondensi email: mhmdtaofikk@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas metode perendaman dan oral hormon *17 α -methyltestosterone* (MT) terhadap persentase kelamin jantan ikan nila. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu P0 (kontrol), P1 (perendaman MT 2 mg/L), P2 (oral MT 50 mg/kg pakan), P3 (oral MT 60 mg/kg pakan), dan P4 (oral MT 70 mg/kg pakan). Larva ikan nila berumur 7 hari dipelihara selama 50 hari. Parameter yang diamati meliputi persentase kelamin jantan, kelangsungan hidup, pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang, laju pertumbuhan spesifik, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian hormon MT meningkatkan persentase kelamin jantan dibandingkan kontrol. Persentase jantan tertinggi diperoleh pada P4 sebesar 87,8%, diikuti P1 sebesar 86,7%, P3 sebesar 76,7%, dan P2 sebesar 72,2%, sedangkan kontrol hanya 52,2%. Perlakuan hormon tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang, dan laju pertumbuhan spesifik ($P>0,05$). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode perendaman maupun oral efektif meningkatkan persentase kelamin jantan ikan nila, dengan efektivitas yang relatif sama.

Kata Kunci: Ikan Nila, Maskulinisasi, Metiltestosteron, Oral, Perendaman

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most important freshwater aquaculture commodities. The production of all-male populations is considered beneficial due to the faster growth rate of male fish. This study aimed to compare the effectiveness of immersion and oral administration of *17 α -methyltestosterone* (MT) hormone on male sex ratio in Nile tilapia. A Completely Randomized Design (CRD) consisting of five

treatments and three replications was used: P0 (control), P1 (immersion MT 2 mg/L), P2 (oral MT 50 mg/kg feed), P3 (oral MT 60 mg/kg feed), and P4 (oral MT 70 mg/kg feed). Seven-day-old larvae were reared for 50 days. Parameters observed included male sex ratio, survival rate, weight gain, length gain, specific growth rate, and water quality. The results showed that MT treatment significantly increased the percentage of male fish compared to the control. The highest male percentage was observed in P4 (87.8%), followed by P1 (86.7%), P3 (76.7%), and P2 (72.2%), while the control produced only 52.2% males. Hormonal treatments had no significant effect on survival rate, weight gain, length gain, or specific growth rate ($P>0.05$). It can be concluded that both immersion and oral administration methods were effective in increasing male sex ratio in Nile tilapia with relatively similar effectiveness.

Key words: Masculinization, Methyltestosterone, Nile Tilapia, Oral, Sex Reversal

PENDAHULUAN

Di Indonesia, keberadaan ikan air tawar memegang peranan penting bagi masyarakat, terutama ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan air tawar tidak hanya menjadi sumber protein hewani yang bergizi tinggi bagi tubuh, tetapi juga berkontribusi besar dalam meningkatkan pendapatan para pembudidaya atau petani ikan, khususnya pelaku usaha budi daya ikan nila. Meskipun saat ini ikan nila sangat populer dan tersebar luas di berbagai wilayah Indonesia, sebenarnya ikan ini bukanlah spesies asli perairan Indonesia. Ikan nila berasal dari benua Afrika dan pertama kali didatangkan ke Indonesia melalui Taiwan. Pada tahun 1969, ikan ini diperkenalkan ke Balai Penelitian Perikanan Air Tawar di Bogor untuk dilakukan penelitian dan adaptasi terhadap lingkungan lokal (Amalia *et al.*, 2016). Setelah melalui proses adaptasi dan uji kelayakan, ikan nila kemudian disebarluaskan kepada para petani di berbagai daerah di Indonesia. Seiring waktu, ikan nila menjadi salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan air tawar nasional. Keunggulan ikan ini antara lain pertumbuhannya yang cepat, toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan, serta rasa dagingnya yang disukai konsumen.

Komersialisasi ikan nila umumnya ditujukan untuk memproduksi ikan jantan secara massal melalui teknik *sex reversal*. Hal ini disebabkan pertumbuhan nila jantan lebih cepat dibandingkan nila betina. Dalam memanipulasi kelamin jantan pada nila, hormon steroid yang paling efektif dapat digunakan adalah 17α -metiltestosteron yang diberikan secara oral melalui pakan. Penerapan *sex reversal* pada nila dapat dilakukan dengan metode perendaman embrio, perendaman larva dan perendaman pakan (Nur *et al.*, 2015). Hormon 17α -methyltestosteron merupakan hormon steroid androgenik yang banyak digunakan dalam pembalikan seks ikan. Pemberian steroid sintesis secara oral atau perendaman terbukti menjadi teknologi yang paling sederhana, mudah, sangat efektif dan dapat diandalkan untuk pembalikan seks larva ikan nila menjadi jantan. Hormon ini bekerja dengan menghambat perkembangan organ kelamin betina dan merangsang perkembangan organ kelamin jantan, sehingga menghasilkan populasi ikan nila jantan dalam jumlah dominan (Suseno *et al.*, 2024).

Metode yang efektif untuk menghasilkan benih ikan nila jantan adalah dengan merendam larva menggunakan hormon androgen 17α -metiltestosteron. Proses perendaman ini dilakukan selama masa diferensiasi kelamin, yaitu periode kritis ketika otak larva masih berada dalam kondisi 'bipotensial' sehingga dapat diarahkan untuk berkembang menjadi kelamin tertentu, baik dari segi morfologi, perilaku, maupun fungsi reproduksinya (Bhagawati *et al.*, 2017). Dari segi efisiensi waktu, kemudahan

penanganan, dan jumlah hormon yang diperlukan, metode perendaman dianggap lebih praktis. Namun demikian, cara ini belum sepenuhnya efektif dalam menghasilkan benih ikan jantan dengan proporsi yang tinggi. Hal ini diduga karena hormon steroid yang digunakan dapat larut atau tercuci selama proses perendaman, sehingga efektivitas maskulinisasi menjadi kurang optimal dan hasil benih ikan jantan monoseks tidak maksimal. Oleh karena itu, perlu adanya metode tambahan atau alternatif untuk meningkatkan persentase ikan jantan. Salah satu alternatifnya adalah dengan menambahkan metode pemberian hormon, yaitu melalui cara oral dengan mencampurkan hormon ke dalam pakan. Pemberian hormon secara terus-menerus melalui pakan dalam jangka waktu tertentu diyakini mampu meningkatkan persentase benih ikan jantan lebih efektif dibandingkan dengan metode perendaman saja (Bustaman & Jhajang, 2009).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai perbandingan penggunaan hormon 17α -MT melalui metode oral dan perendaman menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknologi pembenihan ikan nila jantan di masa depan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui metode yang lebih efektif dan efisien untuk menghasilkan persentase kelamin jantan yang tinggi tanpa menurunkan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) ikan nila. Hal ini penting untuk menjamin keberhasilan budidaya yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 50 hari, pada bulan Desember 2025 – Februari 2026. Pemeliharaan ikan nila, proses perendaman larva dan pemberian secara oral melalui pakan menggunakan hormon methyletestosterone, dilakukan di kolam Mitra Hatchery CPP Prima, Desa Sigerongan, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, sedangkan pengamatan gonad pada ikan nila dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aerator, botol sprayer, DO meter, hapa, kolam, mikroskop, milimeter blok, pH meter, sectio set, seser, dan timbangan digital 0,1 (g). Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 17α -Methyltestosteron, alkohol, aseton karmin, larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*), kaca preparat, NaCL dan pakan Hi-Pro-Vite Prima Feed (PF).

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan penambahan bahan sintetik berupa metil testosteron yang diaplikasikan melalui metode perendaman dan oral terhadap larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 15 unit percobaan, yang terdiri dari satu kontrol (tanpa hormon) dan 4 perlakuan dengan pemberian hormon (Tabel 1).

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Perlakuan	Keterangan
P0 (Kontrol)	Tanpa pemberian hormon
P1	Perendaman dengan dosis 17 α -MT dosis 2 mg
P2	Pemberian oral dengan dosis 17 α -MT 50 mg/kg pakan
P3	Pemberian oral dengan dosis 17 α -MT 60 mg/kg pakan
P4	Pemberian oral dengan dosis 17 α -MT 70 mg/kg pakan

Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini berupa 15 hapa dengan ukuran 1x1x1m³ yang ditempatkan dalam kolam berukuran 10 × 10 m² dengan kedalaman 1 m. Selanjutnya hapa dimasukan ke kolam dan Pemberian label pada masing-masing hapa dilakukan secara acak sesuai dengan perlakuan dan ulangan untuk mempermudah identifikasi selama proses pengamatan.

Persiapan Hewan Uji

Penelitian ini menggunakan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai organisme uji. Induk ikan nila yang digunakan berasal dari Mitra Hatchery CPP Prima, Desa Sigerongan, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Larva ikan nila yang digu akan sebanyak 1.500 ekor dalam kondisi sehat pada hari ke 7 setelah menetas dan larva langsung diseleksi dengan ukuran 0,7 – 1 cm kemudian dipindahkan ke dalam hapa.

Persiapan Hormon Dan Pakan

Untuk perlakuan perendaman, hormon 17 α -MT dengan dosis 2 mg dilarutkan terlebih dahulu dalam 50 ml alkohol 95%, kemudian dicampur dengan air hingga mencapai volume 5 L. Sedangkan untuk perlakuan pemberian secara oral mengacu pada metode Sarker *et al.* (2022) yang dimodifikasi, hormon 17 α -MT diambil sesuai dosis yaitu 50 mg, 60 mg, dan 70 mg, dilarutkan dalam alkohol 95% dan 250 ml alkohol digunakan untuk memproduksi 1 kg pakan yang diperlakukan hormon. Campuran hormon kemudian ditambahkan ke dalam pakan dan diaduk secara manual hingga tercampur secara homogen. Pakan yang telah dicampur hormon diangin-anginkan selama 24 jam hingga kering, lalu disimpan dalam wadah tertutup rapat dilemari pendingin hingga saat digunakan.

Perendaman Larva

Larva ikan nila berumur 7 hari setelah menetas digunakan untuk perlakuan perendaman. Larva dimasukkan ke kantung plastik PE berisi larutan hormon 17 α -methyltestosterone sebanyak 5 L yang telah disiapkan sebelumnya kemudian direndam selama 6 jam, selama proses perendaman aerasi ringan diberikan untuk menjaga kadar oksigen terlarut. Setelah waktu perendaman selesai, selanjutnya sebanyak 1.500 larva dipindahkan ke hapa untuk melanjutkan proses pembesaran.

Pemberian Secara Oral

Pemberian hormon secara oral dilakukan melalui pakan sesuai dengan dosis perlakuan, yaitu 50 mg/kg pakan (P2), 60 mg/kg pakan (P3), dan 70 mg/kg pakan (P4). Pemberian pakan dilakukan secara at satiation, yaitu sampai larva kenyang atau tidak lagi menunjukkan respons aktif terhadap pakan. Pakan diberikan tiga kali sehari,

yaitu pada pagi hari pukul (08.00), siang pukul (12.00), dan sore pukul (16.00), kemudian dipelihara selama 21-30 hari.

Pemeliharaan

Setiap larva dari masing-masing perlakuan dipelihara dengan kepadatan 100 ekor per hapa. Selama penelitian, ikan nila diberi pakan sebanyak tiga kali sehari. Air dalam kolam diganti secara berkala, yaitu sebanyak 50% setiap dua kali dalam seminggu dan hapa dibersihkan dari sisa pakan dan kotoran menggunakan sikat setiap satu kali seminggu guna menjaga kualitas media. Sampling dilakukan setiap 7 hari sekali dengan mengambil secara acak 10 ekor larva pada masing-masing hapa. Selanjutnya ikan dipelihara selama 50 hari. Larva diamati setiap hari untuk mengevaluasi kelangsungan hidup (*survival rate*), pertumbuhan, serta kondisi perilaku. Setelah masa pemeliharaan selesai, ikan dibesarkan hingga ukuran gonad cukup besar untuk diamati jenis kelaminnya menggunakan mikroskop.

Pengamatan Gonad

Pengamatan gonad ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dilakukan pada akhir penelitian untuk menentukan jenis kelamin ikan berdasarkan struktur jaringan gonad. Berdasarkan Bhagawati *et al.* (2017) tahap awal dimulai dengan pembiusan ikan hingga ikan tidak bergerak, kemudian dilakukan pembedahan pada bagian perut secara hati-hati untuk mengambil organ gonad, gonad yang telah diambil dari ikan sampel kemudian dicincang halus di atas gelas objek. Hasil cincangan tersebut ditetesi dengan larutan asetokarmin, lalu dibuat menjadi preparat apusan. Preparat ini kemudian diamati di bawah mikroskop hingga terlihat jaringan ovarium dan testis. Pada benih ikan nila yang diberi pewarna asetokarmin, jaringan akan teridentifikasi sebagai ovarium jika terlihat adanya oosit berbentuk bulat, dengan inti berwarna lebih terang dan dikelilingi oleh sitoplasma yang lebih gelap. Sementara itu, jaringan testis lebih sulit dikenali, namun tahap awal perkembangan spermatosit umumnya dapat diamati di area sekitarnya. Sel bakal sperma berupa titik-titik kecil, sedangkan sel bakal telur tampak berbentuk bulatan besar dan bagian inti berada di tengah dengan warna lebih pucat dengan dikelilingi sitoplasma yang berwarna lebih jelas.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian merupakan indikator yang diamati untuk menilai pengaruh perlakuan madu, air kelapa, dan metil testosteron terhadap pembalikan kelamin (maskulinisasi) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Adapun parameter-parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Persentase Kelamin

Persentase kelamin merupakan persentase jumlah larva ikan nila yang mengalami pembalikan kelamin ke arah jantan terhadap total larva yang diamati. Parameter ini digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses maskulinisasi pada ikan nila. Penentuan persentase jenis kelamin jantan dilakukan berdasarkan hasil identifikasi jenis kelamin ikan Cahyani *et al.* (2021).

$$\text{Presentase Jantan} = \frac{\text{jumlah ikan jantan}}{\text{Jumlah ikan total}} \times 100\%$$

Survival Rate (SR)

Kelangsungan hidup (*Survival Rate*) merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui persentase kelangsungan hidup pada ikan selama pemeliharaan yang dapat dihitung menggunakan rumus (Arzad et al., 2019):

$$SR = \frac{\text{jumlah ikan pada akhir pemeliharaan}}{\text{jumlah ikan pada awal pemeliharaan}} \times 100\%$$

Pertumbuhan Berat Mutlak

Menurut Mulqan et al. (2017) pertambahan bobot adalah selisih antara bobot akhir dan awal pemeliharaan. Pertambahan bobot memberikan jumlah absolut berat yang telah ditambahkan selama periode pengamatan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$W = W_t - W_0$$

Pertumbuhan Panjang

Menurut Tarigan & Meiyasa (2019) pertumbuhan merupakan suatu gambaran perubahan bobot dan panjang rata-rata tiap individu ikan pada setiap perlakuan dari awal hingga akhir penelitian. Pertumbuhan panjang mutlak (cm) ditentukan berdasarkan selisih panjang akhir (L_t) dengan panjang awal (L_0) selama pemeliharaan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_m = L_t - L_0$$

Specific Growth Rate (SGR)

Survival Growth Rate (SGR) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan organisme akuatik seperti ikan dalam suatu periode waktu tertentu. SGR dihitung berdasarkan perubahan bobot atau panjang ikan dari awal hingga akhir periode pemeliharaan dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase/ hari (Rumondang et al., 2024) :

$$SGR(\%) = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{T} \times 100$$

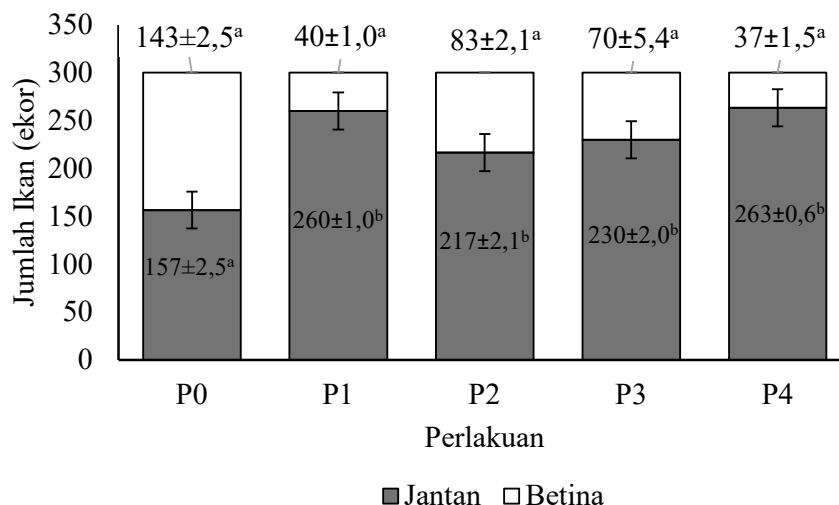
Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*). Pengukuran dilakukan setiap 1 kali dalam seminggu menggunakan alat yaitu termometer, pH meter, dan DO meter. Data dicatat dalam *logbook* harian.

HASIL

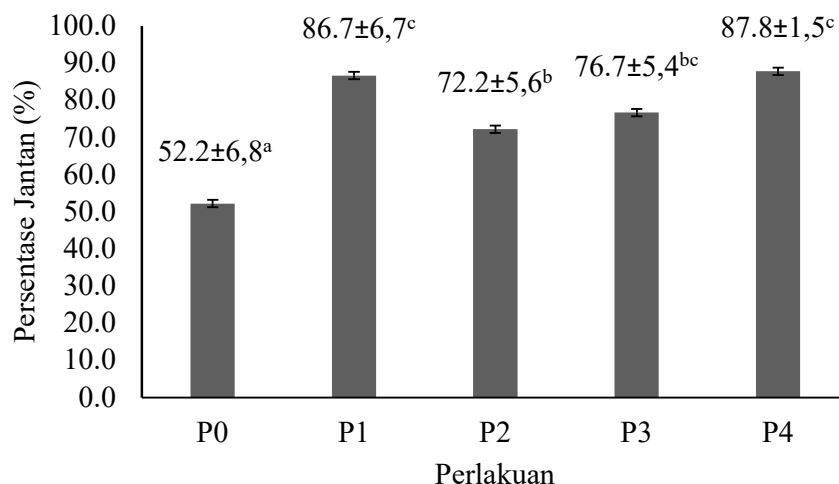
Persentase Kelamin

Berdasarkan hasil uji t tidak berpasangan (Independent sample t-test), perbedaan jumlah ikan jantan dan betina pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang bervariasi. Pada perlakuan P0 (kontrol), rata-rata jumlah ikan jantan 157 ekor dan betina 143 ekor tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Sebaliknya, pada perlakuan P1, P2, P3, dan P4 ditemukan perbedaan yang nyata antara jumlah ikan jantan dan betina ($p < 0,05$).



Gambar 1 Grafik Jumlah Kelamin jantan dan Betina P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kg pakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

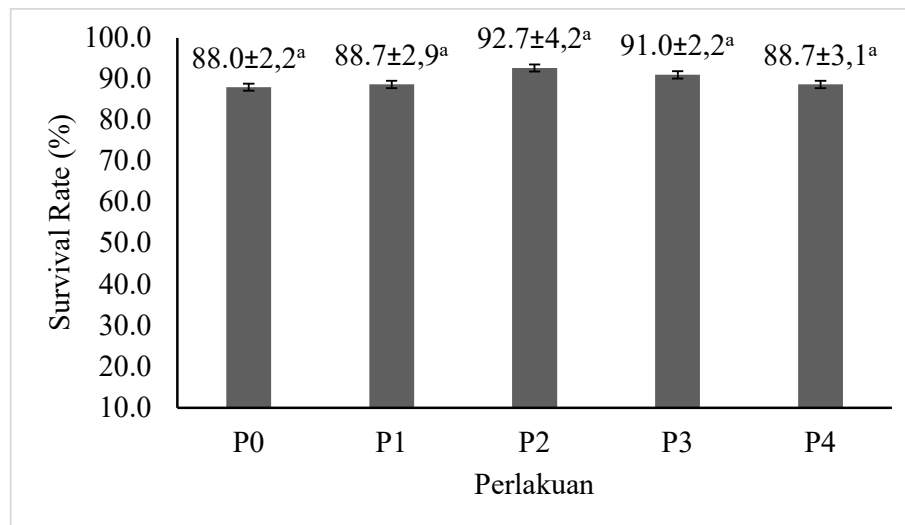
Berdasarkan Hasil Uji One Way ANOVA (Analysis Of Variance) menunjukkan bahwa pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Sedangkan, pada perlakuan P1, P3, dan P4 tidak di temukan perbedaan ($p > 0,05$) dan lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P2. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai persentase kelamin jantan pada ikan yang mendapatkan hormon berada pada kisaran 72,2–87,33 % (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase Jantan P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kg pakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

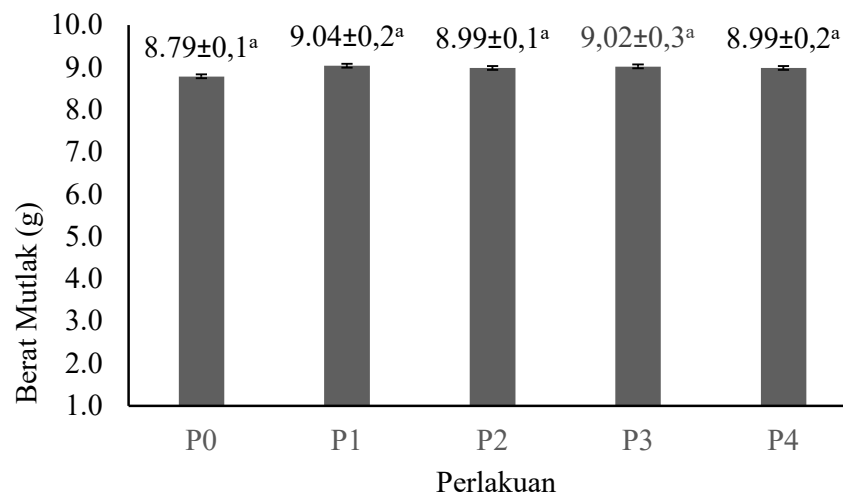
Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA (Analysis of Variance) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap survival rate larva ($P > 0,05$). Rata-rata hasil nilai SR ikan pada P0, P1, P2, P3, dan P4 masing-masing adalah berkisar antara 88,0 % - 92,7 % (Gambar 3).



Gambar 3. Kelangsungan Hidup P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kgpakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

Pertumbuhan Berat

Berdasarkan hasil pertumbuhan berat mutlak hasil uji One Way ANOVA (Analysis of Variance) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat ikan ($p > 0,05$). Meskipun terdapat perbedaan nilai antar perlakuan, namun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$). Rata-rata hasil nilai berat ikan pada P0, P1, P2, P3, dan P4 masing-masing adalah berkisar antara 8,79 g - 9,04 g (Gambar 4).

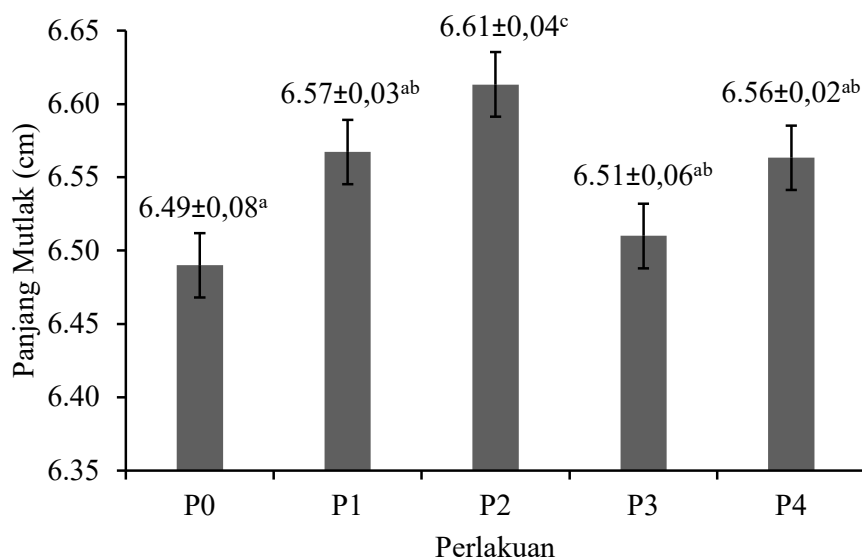


Gambar 4. Berat Mutlak P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kg pakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

Pertumbuhan Panjang

Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA (Analysis of Variance) menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan P2 terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan ($p < 0,05$). Sedangkan perlakuan P1, P3 dan P4 memberikan dampak yang

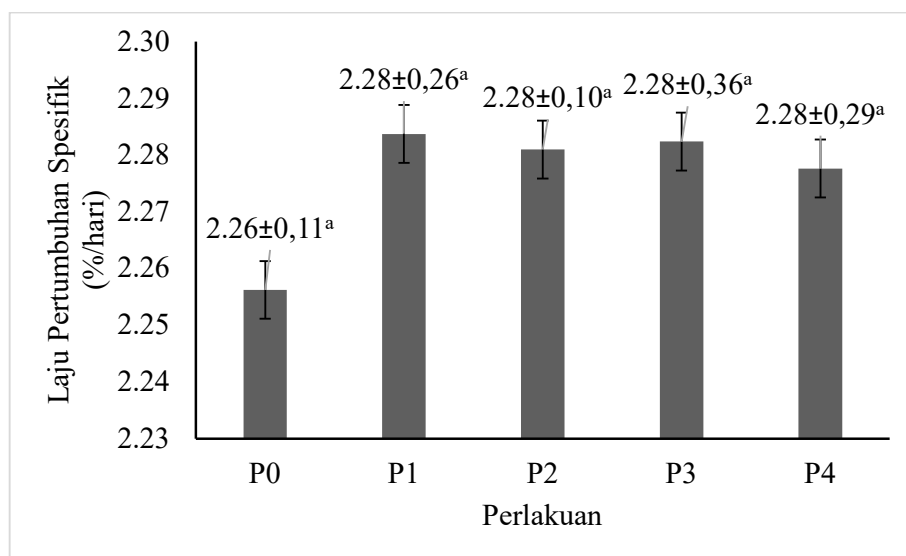
tidak berbeda nyata dengan P0 dan P2 ($p>0,05$). Rata-rata hasil nilai panjang ikan pada P0, P1, P2, P3, dan P4 masing-masing adalah 6,49 cm - 6,61cm (Gambar 5).



Gambar 5. Panjang Mutlak P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kg pakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase maskulinisasi ikan nila berkisar antara 35,97 Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA (Analysis of Variance) menunjukkan bahwa semua perlakuan P0, P1, P2, P3 dan P4 memberikan dampak yang sama atau tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Rata-rata hasil nilai SGR ikan pada P0, P1, P2, P3, dan P4 masing-masing adalah 2,26 % - 2,28 % (Gambar 4.6).



Gambar 6. Laju Pertumbuhan Spesifik P0=Kontrol, P1=Perendaman 2 mg, P2=Oral 50 mg/kg pakan, P3=Oral 60 mg/kg pakan, P4=Oral 70 mg/kg pakan.

Kualitas Air

Hasil pengujian kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 3. Kualitas Air

Parameter	Kisaran yang diperoleh	Referensi
Suhu (°C)	28,1-30,5	28-32 (Cahyanti & Awalina 2022)
pH	7,2-7,8	6,8-7,8 (Vica <i>et al.</i> , 2024)
DO (mg/L)	6,3-7,1	6,1-14,1 (Azhari <i>et al.</i> , 2018)

Hasil pengukuran kualitas air disajikan pada Tabel 4.2, yang mencakup parameter suhu, pH, dan *dissolved oxygen* (DO) untuk menggambarkan kondisi media pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Secara umum, nilai suhu dan pH cenderung berada pada kisaran yang stabil selama periode penelitian. Sementara itu, kadar DO pada awal pemeliharaan relatif rendah, namun menunjukkan peningkatan secara bertahap hingga akhir penelitian.

PEMBAHASAN

Persentase Kelamin

Jumlah kelamin jantan dan betina menunjukkan bahwa pemberian hormon baik secara oral maupun perendaman pada perlakuan berhasil meningkatkan persentase ikan jantan secara signifikan dibandingkan kontrol (P0). Pada kontrol (P0), keseimbangan rasio jantan-betina mendekati 1:1 (52,33% jantan) yang merupakan kondisi normal pada ikan nila tanpa intervensi hormonal, sejalan dengan hukum Mendel untuk penentuan jenis kelamin pada spesies dengan kromosom seks XX/XY (Conte *et al.* 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian hormon androgen, baik melalui metode perendaman maupun oral, efektif dalam membalikkan kelamin ke arah jantan pada ikan nila. Maskulinisasi pada ikan nila dapat dilakukan melalui pemberian hormon *17 α -methyltestosterone* (MT) atau bahan herbal yang bersifat androgenik. Hormon androgen bekerja dengan mempengaruhi jalur diferensiasi gonad pada stadium larva, yaitu ketika gonad masih bersifat bipotensial dan rentan terhadap pengaruh hormonal dari lingkungan (Anggraeni *et al.*, 2020). Periode kritis pemberian hormon pada ikan nila berlangsung antara 10–21 hari setelah menetas, sehingga pemberian pada stadia larva menjadi kunci keberhasilan maskulinisasi (Susilowati *et al.*, 2021). Pada metode perendaman (P1), efektivitas maskulinisasi tercapai melalui absorpsi hormon secara langsung melalui insang dan kulit larva. Metode ini terbukti efektif karena larva memiliki permeabilitas membran yang tinggi pada usia dini. Penelitian Fujianto *et al.* (2022) menyebutkan bahwa perendaman larva ikan nila dalam larutan MT menghasilkan persentase jantan hingga 80–90%, bergantung pada konsentrasi dan durasi perendaman. Hal ini sejalan dengan hasil P1 dalam penelitian ini yang mencapai rata-rata 86,67% ikan jantan.

Pada metode pemberian secara oral (P2, P3, P4), keberhasilan maskulinisasi dipengaruhi oleh dosis hormon yang diberikan melalui pakan. Perlakuan P2 dengan

dosis 50 mg/kg pakan menghasilkan persentase jantan paling rendah dibandingkan perlakuan hormon lainnya, sedangkan perlakuan P3 dengan dosis 60 mg/kg dan perlakuan P4 dengan dosis 70 mg/kg menghasilkan persentase jantan lebih tinggi dan relatif setara dengan metode perendaman P1. Namun, metode oral dianggap lebih praktis dalam skala budidaya besar karena tidak memerlukan penanganan larva secara intensif (Warrington *et al.*, 2019). Dosis yang digunakan pada P2 (50 mg/kg pakan), P3 (60 mg/kg pakan), dan P4 (70 mg/kg pakan) termasuk dalam rentang dosis yang dilaporkan efektif dalam beberapa penelitian, yaitu 40–80 mg/kg pakan (Hossain *et al.*, 2020).

Hasil ini mengimplikasikan bahwa pemberian secara perendaman dan oral dalam kisaran dosis 50 sampai 70 mg per berhasil melakukan maskulinisasi. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Phelps *et al.* (2017) yang menyimpulkan bahwa metode pemberian hormon (perendaman vs. oral) tidak secara signifikan mempengaruhi hasil akhir persentase jantan apabila konsentrasi hormon yang diabsorpsi sudah mencapai ambang batas minimal. Mekanisme maskulinisasi yang terjadi adalah hormon androgen eksogen menghambat perkembangan ovarium dan menstimulasi diferensiasi testis melalui regulasi gen steroidogenik seperti *cyp19a1a* (aromatase) dan *dmrt1* (doublesex and mab-3 related transcription factor 1). Peningkatan ekspresi *dmrt1* dan penekanan *cyp19a1a* menjadi tanda molekuler keberhasilan maskulinisasi (Prasetya *et al.*, 2023).

Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

Secara umum, nilai SR yang diperoleh berada pada kisaran 88,0% - 92,7% yang menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan nila selama proses maskulinisasi tergolong baik dan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi ini mengindikasikan bahwa pemberian hormon 17 α -methyltestosterone tidak memberikan efek toksik terhadap larva ikan nila serta kondisi lingkungan pemeliharaan selama penelitian. Tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan menunjukkan bahwa baik metode oral maupun immersion relatif aman digunakan dalam proses maskulinisasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Karaket *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pemberian hormon androgen dalam dosis yang sesuai tidak mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan secara signifikan. Selain itu menurut Abdullah *et al.* (2023) menyatakan bahwa pembalikan kelamin larva ikan nila dengan metode perendaman dapat meningkatkan persentase jantan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan nila.

Tingginya angka kelangsungan hidup ini juga dipengaruhi oleh kualitas benih yang digunakan serta ketersediaan pakan yang mencukupi baik secara kualitas maupun kuantitas. Pada stadia larva, ikan membutuhkan asupan nutrisi yang tinggi untuk mendukung metabolisme yang sangat aktif, sehingga pakan yang diperkaya hormon pada metode oral tetap harus mengandung kadar protein yang sesuai untuk pertumbuhan dan pemeliharaan fungsi tubuh (Muslim 2011). Konsistensi nilai SR yang melebihi 80% pada semua perlakuan, termasuk kontrol, menunjukkan bahwa kematian yang terjadi lebih banyak disebabkan oleh faktor alami seperti kegagalan adaptasi individu terhadap lingkungan pemeliharaan dan bukan akibat dampak negatif dari paparan hormon. Hal ini sejalan dengan pendapat Kordi (2010) yang menyatakan bahwa ikan nila merupakan spesies yang memiliki daya adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan dan intervensi teknologi budidaya. Nilai SR pada penelitian ini 88,0–92,7% masih berada dalam kisaran yang tinggi seperti dilaporkan oleh Bhagawati et al. (2017), yaitu 85–95%, sehingga menunjukkan bahwa

penggunaan hormon 17α -methyltestosterone baik melalui metode perendaman maupun oral masih aman bagi kelangsungan hidup larva ikan nila.

Pertumbuhan

Meskipun secara numerik perlakuan P1 dan P3 menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi, selisih antarperlakuan relatif kecil sehingga tidak memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian hormon 17α -methyltestosterone dalam penelitian ini belum memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat ikan nila. Hasil ini sejalan dengan penelitian Arfah (2013) yang menyatakan bahwa penggunaan hormon androgen pada ikan nila lebih efektif dalam meningkatkan persentase jantan dibandingkan pertumbuhan bobot. Dengan demikian, hormon 17α -methyltestosterone dalam penelitian ini cenderung berperan pada manipulasi nisbah kelamin dibandingkan peningkatan pertumbuhan.

Ikan nila jantan memiliki pertumbuhan lebih cepat dibandingkan betina karena energi pertumbuhan lebih banyak diarahkan untuk pembentukan jaringan tubuh dibandingkan reproduksi. Namun pada penelitian ini ikan masih berada pada fase juvenil awal sehingga perbedaan pertumbuhan antara jantan dan betina belum terlihat secara jelas. Perbedaan pertumbuhan jantan dan betina umumnya akan terlihat lebih jelas pada fase pembesaran atau umur yang lebih lanjut. Hal ini didukung oleh Damayanti *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa perbedaan pertumbuhan ikan nila hasil maskulinisasi umumnya mulai terlihat signifikan pada umur 3-6 bulan. Pertumbuhan ikan nila tidak hanya dipengaruhi oleh hormon, tetapi merupakan hasil interaksi berbagai faktor seperti kualitas pakan, efisiensi pemanfaatan nutrisi, kondisi lingkungan, serta kepadatan pemeliharaan. Penelitian Effendi (2009) menjelaskan bahwa pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang optimal, sehingga pengaruh hormon dapat menjadi tidak dominan apabila faktor-faktor tersebut relatif seragam. Tidak berbedanya pertumbuhan berat antar perlakuan dalam penelitian ini juga diduga berkaitan dengan fase perkembangan ikan yang masih berada pada tahap awal, di mana energi lebih banyak digunakan untuk proses adaptasi fisiologis dan pembentukan jaringan tubuh. Hal ini didukung oleh Karim *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa pertumbuhan berat ikan nila dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan, sehingga manajemen pakan yang baik dapat mendukung peningkatan bobot tubuh selama pemeliharaan. Selain itu, menurut Cahyani *et al.* (2021) bahwa pertumbuhan ikan nila masih dapat berlangsung dengan baik selama proses maskulinisasi, selama kondisi lingkungan dan pakan berada pada kisaran yang sesuai.

Berdasarkan Gambar 5, pertumbuhan panjang mutlak nilai rata-rata pada seluruh perlakuan berkisar antara 6,49–6,61 cm, yang menunjukkan pertumbuhan panjang yang relatif seragam. Pertumbuhan panjang pada ikan merupakan hasil dari proses osifikasi dan pemanjangan tulang aksial yang dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara hormon pertumbuhan (GH), IGF-1, dan hormon tiroid. Androgen seperti MT memiliki pengaruh tidak langsung terhadap pertumbuhan panjang melalui modulasi reseptor GH di jaringan tulang dan otot (Devlin & Nagahama, 2016). Pada fase larva, ekspresi reseptor ini masih rendah sehingga efek anabolik androgen belum optimal. Hal ini menjelaskan keseragaman pertumbuhan panjang yang diperoleh dalam penelitian ini. Nilai panjang mutlak 6,49–6,61 cm yang diperoleh tergolong normal untuk ikan nila pada rentang umur yang diteliti. Sebagai acuan, penelitian Qodri *et al.* (2022) pada ikan nila umur 60 hari melaporkan panjang rata-rata 5,8–7,2 cm tergantung kondisi pemeliharaan dan strain yang digunakan. Nilai yang diperoleh dalam penelitian ini berada dalam kisaran tersebut, menandakan pertumbuhan yang

baik dan normal. Korelasi antara pertumbuhan panjang dan berat pada semua perlakuan menunjukkan pola pertumbuhan isometrik atau allometrik positif yang normal, mengindikasikan kondisi fisiologis ikan yang sehat. Damayanti *et al.* (2021) menyatakan bahwa keseragaman pertumbuhan panjang pada ikan nila hasil maskulinisasi dan kontrol pada stadia awal adalah fenomena umum yang telah dilaporkan banyak peneliti, dan perbedaan pertumbuhan baru muncul signifikan pada umur 3–6 bulan.

Faktor lingkungan seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut juga berkontribusi pada keseragaman pertumbuhan panjang antar perlakuan. Pemeliharaan kondisi lingkungan yang konsisten dan optimal di semua unit percobaan memastikan bahwa variasi pertumbuhan yang terjadi murni merupakan respons biologis terhadap perlakuan, bukan artefak kondisi lingkungan (Ndiwa *et al.*, 2020). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa metode maskulinisasi yang diterapkan tidak merugikan maupun menguntungkan secara nyata terhadap pertumbuhan panjang pada fase penelitian ini.

Nilai SGR pada seluruh perlakuan berkisar antara 2,26–2,28% per hari. Keseragaman nilai SGR ini konsisten dengan tidak adanya pengaruh nyata pada pertumbuhan berat dan panjang, memperkuat kesimpulan bahwa pada fase pemeliharaan ini, perlakuan hormon tidak mempengaruhi laju pertumbuhan relatif ikan. SGR merupakan indikator laju pertumbuhan yang memperhitungkan bobot awal ikan, sehingga lebih representatif dalam membandingkan pertumbuhan antar kelompok yang mungkin memiliki bobot awal berbeda. Nilai SGR 2,26–2,28%/hari yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong baik dan berada dalam kisaran normal untuk ikan nila stadia juvenil di bawah kondisi pemeliharaan terkontrol. Sebagai perbandingan, Arifin *et al.* (2021) melaporkan nilai SGR ikan nila jantan hasil maskulinisasi berkisar 1,8–2,5%/hari tergantung suhu dan densitas pemeliharaan. Tidak adanya perbedaan nyata SGR antar perlakuan menunjukkan bahwa baik metode perendaman (P1) maupun oral (P2, P3, P4) tidak memberikan dampak berbeda terhadap laju metabolisme dan sintesis protein yang menopang pertumbuhan. Hormon MT yang digunakan dalam maskulinisasi bekerja dominan pada jalur steroidogenesis gonad, dan efeknya terhadap sumbu GH-IGF-1 yang mengatur pertumbuhan somatik baru menjadi signifikan pada ikan yang telah mencapai kematangan seksual parsial (Jiang *et al.*, 2019). Keseragaman SGR yang tinggi (variasi hanya 0,02% antar perlakuan) juga dapat dikaitkan dengan keseragaman kualitas pakan dan manajemen pemberian pakan selama penelitian. Pakan dengan kandungan protein, lemak, dan energi yang konsisten akan menghasilkan SGR yang seragam terlepas dari perlakuan hormonal yang diberikan, terutama pada fase larva–juvenil awal (Mambrini & Kaushik, 2016 dalam Irfan *et al.*, 2022). Oleh karena itu, untuk memaksimalkan potensi pertumbuhan ikan jantan hasil maskulinisasi, diperlukan formulasi pakan khusus yang kaya androgen alami atau anabolik nutrisi.

Dari perspektif praktis budidaya, nilai SGR yang seragam antar semua perlakuan menunjukkan bahwa proses maskulinisasi yang dilakukan tidak membahayakan performa pertumbuhan awal ikan. Keuntungan pertumbuhan ikan jantan hasil maskulinisasi akan lebih terlihat pada fase pembesaran selanjutnya, di mana perbedaan kapasitas sintesis protein antara jantan dan betina menjadi semakin jelas (Toguyeni *et al.*, 2020). Dengan demikian, nilai SGR pada penelitian ini mencerminkan kondisi pertumbuhan normal yang setara antara ikan hasil maskulinisasi dan kontrol pada fase awal kehidupan.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor kunci dalam budidaya ikan nila karena berkaitan erat dengan pertumbuhan dan kesehatan ikan (Goi *et al.*, 2025). Selama pemeliharaan, suhu berada pada kisaran 27,2–28,3 °C dan masih sesuai dengan rentang optimal 25–30 °C (Azhari *et al.*, 2018), sehingga mendukung aktivitas metabolisme dan pencernaan (Cahyani *et al.*, 2021). Oksigen terlarut (DO) berkisar 3,3–6,5 mg/L, masih dalam batas toleransi dan mendekati kisaran optimal 5,3–6,8 mg/L (Vica *et al.*, 2024), sehingga mampu menunjang respirasi ikan. Nilai pH berkisar 7,7–8,2 dan berada dalam kisaran optimal 7–8 (Pratiwi *et al.*, 2023), yang mendukung keseimbangan fisiologis dan efisiensi pemanfaatan pakan. Secara keseluruhan, kondisi kualitas air selama penelitian masih layak dan tidak menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan maupun proses pembalikan kelamin ikan nila.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian hormon *17 α -methyltestosterone* baik melalui metode perendaman (*immersion*) maupun oral mampu meningkatkan persentase ikan nila jantan. Metode pemberian secara oral dengan dosis 60 mg dan 70 mg per kg pakan menghasilkan jumlah ikan jantan yang sama yaitu 76 sampai 87 % dengan metode perendaman dengan dosis 2 mg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan Mitra Hatchery CPP Prima yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, E., Soeprapto, H., & Syakirin, M. B. (2016). Analisis Bakteri *Escherichia coli* pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak-Tambak Kota Pekalongan. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 14(1), 59–66.
- Abdullah, N., Irfan, M., & Yuliana, Y. (2023). Aplikasi Madu Hutan Terhadap Maskulinisasi, Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup dari Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(1), 45–53.
- Anggraeni, R., Mustahal, M., & Putra, A.N. (2020). Maskulinisasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Perendaman Larva menggunakan Ekstrak Tanaman. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1), 45–52.
- Arfah, H. (2013). Maskulinisasi Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) melalui Pemberian Hormon *17 α -Methyltestosterone*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1), 45–52.
- Arifin, O.Z., Nugroho, E., & Gustiano, R. (2021). Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Nila Jantan Unggul Pada Berbagai Kondisi Pemeliharaan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(1), 11–18.
- Arzad, M., Ratna, R., & Fahrizal, A. (2019). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Sistem Akuaponik. *Median : Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 11(2), 39–47. <https://doi.org/10.33506/md.v11i2.503>
- Azhari, D., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2), 84–90. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23392>
- Bhagawati, D., Rachmawati, F. N., & Rukayah, S. (2017). Karakteristik Dimorfisme dan Gambaran Histologis Gonad pada Benih Ikan Nila Hasil Alih Kelamin. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek II*, 87–99.

- <http://hdl.handle.net/11617/9317>
- Bustaman, & Jhajang, W. (2009). Efektivitas Hormon 17 A-Metilttestosteron untuk Memanipulasi Kelamin Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) pada Pemeliharaan Salinitas yang Berbeda. *Kelautan*, 2 (5), 7. <https://www.researchgate.net/publication/315683754>
- Cahyanti, Y., & Awalina, I. (2022). Studi literatur: Pengaruh Suhu Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 2(4), 226-238.
- Cahyani, R., Serdiati, N., Tis'in, M., & Putra, A. E. (2021). Maskulinisasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Melalui Perendaman Air Kelapa dengan Konsentrasi Berbeda. *Jurnal Agrisains*, 22 (2), 89-97.
- Damayanti, A.A., Zairin Jr., M., & Alimuddin. (2021). Pertumbuhan Panjang Ikan Nila Hasil Maskulinisasi pada Fase Juvenil. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11(2), 123-130.
- Devlin, R.H., & Nagahama, Y. (2016). Sex Determination and Sex Differentiation in Fish: An Overview of Genetic, *Physiological, and Environmental Influences*. *Aquaculture*, 208(3-4), 191-364.
- Conte, M. A., Gammerdinger, W. J., Bartie, K. L., Penman, D. J., & Kocher, T. D. (2021). *Evidence of two XX/XY sex-determining loci in the Stirling stock of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. *Aquaculture*, 532, 735995. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735995>
- Effendi, I. (2009). Pengantar akuakultur. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Fujianto, A., Suhermanto, A., & Widanarni. (2022). Efektivitas Hormon 17 α -Methyltestosterone melalui Perendaman terhadap Nisbah Kelamin Ikan Nila. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 21(2), 112-120.
- Hossain, M.A., Rahman, M.M., & Islam, M.S. (2020). Sex Reversal of Nile Tilapia Using Dietary 17 α -Methyltestosterone at Different Doses: Effects on Sex Ratio and Growth Performance. *Aquaculture Reports*, 17, 100332.
- Irfan, M., Sudrajat, A.O., & Jusadi, D. (2022). Dietary Protein Level Effect on Specific Growth Rate of Masculinized Nile Tilapia. *Aquacultura Indonesiana*, 23(1), 1-8.
- Jiang, D., Huang, X., & Zhong, H. (2019). Androgenic Regulation of the GH-IGF-1 Axis During Sex Differentiation in Teleost Fish. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 482, 1-12.
- Karaket, T., Reungkhajorn, A., & Ponza, P. (2023). The Optimum Dose and Period Of 17 α -Methyltestosterone Immersion on Masculinization of Red Tilapia (*Oreochromis spp.*). *Aquaculture and Fisheries*, 8(2), 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.09.001>
- Karim, M. Y., Azis, A., & Muslimin. (2025). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) melalui Manajemen Pakan dan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 24(1), 88-95.
- Kordi, M. G. H. (2010). *Budidaya Ikan Nila Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mulqan, M., Rahimi, S. A., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 183-193.
- Muslim, M. (2011). *Teknologi Pembenihan Ikan*. Palembang: Jayapangus Press.
- Ndiwa, T.C., Nyingi, D.W., & Agnèse, J.F. (2020). Environmental And Biological Influences on Length Growth of Nile Tilapia in Aquaculture. *Aquaculture Research*, 51(6), 2349-2360.
- Nur, S., Yustiati, A., & Sriati, D. (2015). Pengaruh Pemberian 17 α Metilttestosteron

- Secara Oral Terhadap Maskulinisasi Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) Menggunakan Jantan Fungsional. *Jurnal Perikanan Kelautan*, VI(2), 101–106.
- Phelps, R.P., Abiodun, A., & Bhujel, R.C. (2017). Tilapia Sex Reversal Techniques: Immersion and Oral Administration of 17 α -Methyltestosterone. *Aquaculture Research*, 48(5), 2112-2119.
- Prasetya, C.F., Junianto, & Hutabarat, J. (2023). Molecular Mechanism of Sex Differentiation in Nile Tilapia Treated with Androgen Hormone. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(1), 33-41.
- Qodri, A., Subandiyono, & Pinandoyo. (2022). Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Padat Tebar Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 11(1), 37-44.
- Rumondang, A., Huda, M. M. A., Karsih, O. R., & Pridayem, P. (2024). Efektivitas Tinggi Air Terhadap *Specific Growth Rate* (Sgr) Dan *Survival Rate* (Sr) Benih Ikan Dewa (*Tor Sp*) pada Wadah Terkontrol. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4), 1084–1092. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.693>
- Sarker, B., Das, B., Chakraborty, S., Hossain, M. A., Alam, M. M. M., Mian, S., & Iqbal, M. M. (2022). Optimization of 17 α -methyltestosterone dose to Produce Quality Mono-Sex Nile Tilapia *Oreochromis Niloticus*. *Heliyon*, 8(12), e12252. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12252>
- Suseno, D. N., Hakimah, N., Rianto, B., Setyastuti, T. A., & Pamaharyani, L. I (2024). *Effect Impact of 17 α -Methyltestosterone On Growth Performance and Feed Conversion Ratio In of Tilapia (Oreochromis niloticus)*. *Aurelia Journal*, 6(2), 325-332.
- Susilowati, T., Yuniarti, T., & Setiawati, M. (2021). Critical Period of Sex Differentiation and Hormone Treatment in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Indonesian Aquaculture Journal*, 16(2), 89-96.
- Tarigan, N., & Meiyasa, F. (2019). Effectivity of Probiotic Bacteria in Feed on Growth and Survival Rate of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 85. <https://doi.org/10.22146/jfs.47635>
- Toguyeni, A., Fauconneau, B., & Boujard, T. (2020). Feeding Behaviour and Food Utilisation in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effect of Sex Ratio and Relationship with the Endocrine Status. *Physiology and Behavior*, 108, 159-166.
- Vica, A., Noor, N., & Febriani, D. (2024). Maskulinisasi Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*) Melalui Perendaman Air Kelapa. *Jurnal Marshela* 2(2), 50-55. <https://doi.org/10.25181/v2i2.3405>
- Warrington, J., Stickney, R.R., & Dhert, P. (2019). Practical Tilapia Sex Reversal: Comparison of Bath Immersion and Oral Administration Methods. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 701-712.