

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

Evaluasi Laju Pemberian Pakan dan Rasio Konversi Pakan sebagai Indikator Efisiensi Domestikasi Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Sistem Kolam Terpal***Evaluation of Feeding Rate and Feed Conversion Ratio as Indicators of Domestication Efficiency of Marble Goby (*Oxyeleotris marmorata*) in a Tarpaulin-Based Culture System*****Syaiful Ramadhan Harahap^{1*}, Toni Anggara², Andi Yusapri³, Khairul Ihwan⁴, Arief Rachman B⁵, Abdul Gani⁶, Muhammad Thaha⁷, Gusmanto⁸**^{1,2,3,5} Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Islam Indragiri, Indragiri Hilir, Riau⁴ Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indragiri, Indragiri Hilir, Riau⁶ Penyuluh Kementerian Kelautan dan Perikanan Kabupaten Indragiri Hilir, Indragiri Hilir, Riau^{7,8} Kelompok Pembudidaya Ikan Tempuling Madani Jaya, Tempuling, Indragiri Hilir, Riau*Correspondent email: syaiful.r.harahap@gmail.com

Received: 24 July 2026 | Accepted: 30 July 2026 | Published: 30 July 2026

Abstrak. Ketersediaan ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) masih bergantung pada hasil tangkapan alam, sehingga pengembangan domestikasi berbasis efisiensi pakan diperlukan untuk mendukung akuakultur berkelanjutan. Kajian ini mengevaluasi laju konsumsi pakan (FR), rasio konversi pakan (FCR), pertumbuhan spesifik (SGR), dan kelulushidupan ikan betutu dalam kolam terpal. Sebanyak 15 ekor ikan dipelihara selama 56 hari pada tiga kolam, masing-masing berisi lima ekor, dan diberi ikan rucah segar dua kali sehari secara ad satiation. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan regresi polinomial kuadrat. FR rata-rata berkisar 1,30–1,75% biomassa hari⁻¹, FCR kumulatif 6,53–10,67, dan SGR kumulatif 0,19–0,26% hari⁻¹. Kolam 1 menunjukkan performa paling seimbang dengan FCR 6,53, pertambahan biomassa 154 g, dan kelulushidupan 100%, sedangkan Kolam 2 mengalami mortalitas 40%. Hubungan FR–SGR membentuk pola kuadrat dengan titik stasioner 1,45% biomassa hari⁻¹ dan ($R^2 = 0,3804$). Kisaran tersebut merupakan kandidat tingkat konsumsi efisien, tetapi masih memerlukan validasi eksperimental. Kolam terpal dan pengelolaan pakan terukur berpotensi mendukung tahap awal domestikasi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap populasi alam.

Kata kunci: Akuakultur berkelanjutan, domestikasi, efisiensi pakan, ikan betutu, kolam terpal

Abstract. Marble goby (*Oxyeleotris marmorata*) production relies heavily on wild catches, creating a need for feed-efficient domestication strategies to support sustainable aquaculture. This study evaluated the feeding rate (FR), feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), and survival of marble goby reared in tarpaulin ponds. Fifteen fish were cultured for 56 days in three ponds, with five fish per pond, and fed twice daily with chopped fresh trash fish to apparent satiation. The data were assessed descriptively and using quadratic polynomial regression. The mean FR ranged from 1.30 to 1.75% biomass day⁻¹, cumulative FCR from 6.53 to 10.67, and cumulative SGR from 0.19 to 0.26% day⁻¹. Pond 1 showed the most balanced performance, with an FCR of 6.53, biomass gain of 154 g, and 100% survival, whereas Pond 2 experienced 40% mortality. The FR–SGR relationship followed a quadratic pattern, with a stationary point at 1.45% biomass day⁻¹ ($R^2 = 0.3804$). This value represents an efficient feeding range rather than a definitive optimum. Controlled feeding in tarpaulin ponds supports early-stage domestication and may reduce dependence on wild marble goby stocks.

Keywords: Domestication, feed efficiency, marble goby, sustainable aquaculture, tarpaulin pond

PENDAHULUAN

Keanekaragaman ikan air tawar berperan dalam menjaga fungsi ekologis, ketahanan pangan, dan sumber penghidupan masyarakat yang bergantung pada perairan umum. Namun, sumber daya

tersebut menghadapi tekanan akibat degradasi habitat, pencemaran, perubahan aliran air, introduksi spesies asing, perubahan iklim, dan penangkapan berlebih (Ahmed *et al.*, 2022). Tekanan tersebut dapat menurunkan stok ikan, menghambat rekrutmen alami, dan mengubah struktur komunitas perairan. Oleh karena itu, pengelolaan habitat, pengendalian eksploitasi, perbaikan kualitas air, dan pengembangan budidaya spesies lokal perlu dilakukan secara terpadu.

Domestikasi menjadi salah satu pendekatan untuk menyediakan sumber produksi alternatif sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap ikan hasil tangkapan alam. Pada ikan lokal, domestikasi tidak hanya berkaitan dengan kemampuan bertahan dalam wadah budidaya, tetapi juga mencakup penerimaan pakan, pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan penyelesaian daur biologis dalam kondisi terkontrol (Teletchea, 2021). Ikan betutu (*O. marmorata*) merupakan salah satu ikan lokal bernilai ekonomi yang hingga kini masih bergantung pada pasokan dari perairan umum.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa benih ikan betutu pada kepadatan 50 ekor m^{-3} mampu mencapai SGR bobot $1,95 \pm 0,32\%$ hari⁻¹ dengan kondisi hematologis yang stabil (Prihadi *et al.*, 2018). Pemeliharaan ikan betutu selama 120 hari di Indragiri Hilir juga menunjukkan kemampuan adaptasi pada beberapa wadah, termasuk kolam terpal, dengan sintasan $85,33 \pm 6,11\%$ (Ahlina *et al.*, 2019). Namun, kelangsungan hidup belum sepenuhnya menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan selama proses domestikasi.

Sebagai ikan karnivor-predator, ikan betutu cenderung merespons pakan hidup atau segar karena memiliki kebiasaan menyergap mangsa. Kondisi tersebut menjadi tantangan dalam tahap awal domestikasi karena keberhasilan adaptasi dipengaruhi oleh kemampuan menerima dan memanfaatkan pakan. Ikan rucah lokal berpotensi digunakan sebagai sumber pakan alami. Pemberian cincangan ikan rucah menghasilkan SGR 1,672% hari⁻¹, lebih tinggi dibandingkan udang rucah sebesar 1,232% hari⁻¹ (Harahap & Yusapri, 2015). Pemberian ikan rucah dua kali sehari juga dilaporkan mendukung pertumbuhan dan kelulushidupan ikan betutu (Ahlina *et al.*, 2018).

Penelitian lain menunjukkan bahwa juvenil betutu hasil tangkapan alam memiliki respons berbeda terhadap karakter pakan, termasuk pakan dengan tingkat keasaman tertentu. Selain itu, keterlambatan pemberian pakan awal dapat menurunkan kemampuan makan, pertumbuhan, dan sintasan larva (Lim *et al.*, 2018; Teoh *et al.*, 2019; Yusoff *et al.*, 2021). Meskipun kajian mengenai pakan, kepadatan, dan wadah pemeliharaan telah dilakukan, informasi mengenai laju konsumsi pakan (FR) dan rasio konversi pakan (FCR) pada sistem kolam terpal masih terbatas. Kedua parameter tersebut penting karena jumlah pakan yang dikonsumsi tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan biomassa.

Penggunaan pakan segar yang berlebihan dapat meningkatkan akumulasi bahan organik, menurunkan oksigen terlarut, dan meningkatkan senyawa nitrogen dalam media budidaya (Kong *et al.*, 2020). Oleh karena itu, evaluasi FR, FCR, pertumbuhan, kelulushidupan, dan kualitas air secara terpadu diperlukan untuk mendukung domestikasi ikan betutu yang efisien. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan FR dan FCR sebagai indikator operasional dalam mengevaluasi keberhasilan awal domestikasi ikan betutu pada kolam terpal, bukan hanya sebagai indikator biaya produksi. Efisiensi konversi pakan yang lebih baik dapat meningkatkan pembentukan biomassa dan mengurangi limbah nutrisi ke lingkungan budidaya (Elvy *et al.*,

2022). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi FR, FCR, serta hubungan keduanya dengan pertumbuhan spesifik ikan betutu pada sistem kolam terpal terkontrol.

METODE PENELITIAN

Penelitian berlangsung selama 56 hari pada Agustus–September 2025 di Pokdakan Tempuling Madani Jaya, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Lokasi penelitian berada pada koordinat 0°26'50,98" LS dan 102°59'44,14" BT (Gambar 1). Pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan kolam terpal, ikan betutu hasil tangkapan lokal, dan ikan rucah sebagai pakan alami. Seluruh tahapan penelitian, meliputi aklimatisasi, pemeliharaan, pemberian pakan, pengukuran pertumbuhan, dan pemantauan kualitas air, dilakukan di lokasi tersebut.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Pokdakan Tempuling Madani Jaya, Sungai Salak, Tempuling, Indragiri Hilir

Peralatan penelitian meliputi kolam fiber untuk proses aklimatisasi, tiga unit kolam terpal berukuran 130 × 130 × 90 cm, termometer digital, DO meter, pH meter, *hand refractometer*, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, kertas milimeter berlaminasi, ember, tangguk, aerator, serta alat pencacah pakan. Bahan uji yang digunakan adalah 15 ekor ikan betutu (*O. marmorata*) hasil tangkapan alam yang diperoleh dari nelayan dan pengepul lokal dengan kisaran bobot awal <500 g. Mengingat ikan betutu yang tersedia berasal dari populasi alami, variasi ukuran individu tidak dapat sepenuhnya dihindari sehingga diperoleh ikan dengan kisaran bobot awal yang berbeda. Sebelum penelitian, seluruh ikan uji diseleksi berdasarkan kondisi kesehatan, kelengkapan morfologi, dan respons gerak yang normal, kemudian diaklimatisasi dalam kolam fiber. Setelah proses aklimatisasi, ikan ditimbang secara individu untuk memperoleh bobot awal dan selanjutnya didistribusikan ke tiga kolam terpal dengan jumlah lima ekor per kolam. Perbedaan biomassa awal antar kolam dicatat sebagai karakteristik awal pemeliharaan dan menjadi pertimbangan dalam evaluasi parameter pertumbuhan, konsumsi pakan, dan efisiensi pakan. Pakan yang digunakan berupa ikan rucah segar hasil tangkapan sampingan yang diberikan dua kali sehari secara *ad satiation*, sedangkan media pemeliharaan menggunakan air sungai yang telah diendapkan selama 24 jam sebelum digunakan.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional deskriptif kuantitatif pada tiga unit kolam pemeliharaan dengan kondisi budidaya yang sama. Penelitian tidak menerapkan perlakuan eksperimental berupa perbedaan jenis atau dosis pakan, kepadatan ikan, maupun kondisi media pemeliharaan, sehingga setiap kolam diamati sebagai unit budidaya untuk mengevaluasi performa domestikasi awal ikan uji. Masing-masing kolam ditebar lima ekor ikan dengan total 15 ekor ikan uji. Pengamatan dilakukan secara berkala terhadap perubahan biomassa, konsumsi pakan, rasio konversi pakan (FCR), laju pemberian pakan (FR), pertumbuhan spesifik (SGR), dan kelulushidupan. Data individu ikan digunakan sebagai informasi pendukung untuk karakterisasi populasi awal, sedangkan kolam ditetapkan sebagai unit analisis utama untuk seluruh evaluasi statistik guna menghindari pseudoreplikasi. Oleh karena itu, analisis hubungan antara FR, FCR, dan SGR dilakukan berdasarkan nilai agregat pada tingkat kolam dan periode pengamatan, bukan berdasarkan individu ikan sebagai unit observasi independen.

Variabel utama yang diamati adalah laju konsumsi pakan (FR) dan rasio konversi pakan (FCR), dengan parameter respons berupa penambahan bobot mutlak (W), penambahan panjang mutlak (L), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan kelulushidupan (SR). Parameter kualitas air meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas. Pemberian pakan serta mortalitas dicatat setiap hari, pengukuran bobot dan panjang dilakukan setiap tujuh hari, sedangkan kualitas air diamati dua kali sehari selama pemeliharaan.

Prosedur Penelitian

Tiga kolam terpal berukuran $130 \times 130 \times 90$ cm (P $\times$ L $\times$ T) dibersihkan dan diisi air hingga ketinggian sekitar 70 cm, kemudian diendapkan selama tiga hari untuk mengurangi klorin dan residu bahan kimia. Aerasi diberikan secara kontinu untuk menjaga oksigen terlarut. Ikan betutu hasil tangkapan lokal diaklimatisasi selama 72 jam dalam kolam fiber dengan pemberian pakan terbatas untuk mengurangi stres akibat penangkapan dan transportasi (Harmon, 2009). Ikan sehat, aktif, dan responsif digunakan sebagai sampel, kemudian dipuasakan selama 24 jam sebelum penebaran untuk mengosongkan saluran pencernaan dan menstabilkan metabolisme (Ahlina *et al.*, 2019).

Sebelum ditebar, seluruh ikan uji diaklimatisasi, kemudian dilakukan pengukuran bobot awal dan panjang total secara individu. Ikan yang memiliki kondisi fisik sehat, respons gerak normal, dan tidak menunjukkan gejala luka atau abnormalitas morfologi dipilih untuk penelitian. Mengingat ikan betutu yang digunakan berasal dari hasil tangkapan alam dengan variasi ukuran individu yang cukup tinggi, distribusi ikan ke dalam kolam tidak dapat dilakukan berdasarkan ukuran yang sepenuhnya seragam. Ikan kemudian dialokasikan ke tiga kolam pemeliharaan dengan jumlah yang sama, yaitu lima ekor per kolam, dengan mempertimbangkan ketersediaan ikan hasil seleksi dan pencatatan bobot awal masing-masing individu. Variasi biomassa awal antar kolam dicatat sebagai kondisi awal pemeliharaan dan menjadi pertimbangan dalam interpretasi perubahan biomassa, konsumsi pakan, dan efisiensi pakan selama penelitian.

Pakan berupa ikan rucah segar dicincang sesuai dengan bukaan mulut ikan (Harahap & Yusapri, 2015) dan diberikan secara manual dua kali sehari pada pukul 08.00 dan 16.00 WIB dengan metode *ad satiation* (Ahlina *et al.*, 2018). Pakan diberikan secara bertahap hingga ikan menunjukkan respons berhenti makan. Sisa pakan yang tidak termakan kemudian disifon,

ditimbang, dan digunakan untuk menghitung konsumsi pakan aktual. Perhitungan konsumsi pakan harian menggunakan persamaan yang dimodifikasi dari Micera *et al.*, (2010):

$$FI_d = F_{0,d} - F_{s,d} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana: FI_d = konsumsi pakan aktual harian (g hari⁻¹); $F_{0,d}$ = jumlah pakan yang diberikan pada hari ke- d (g); $F_{s,d}$ = jumlah pakan tidak termakan pada hari ke- d (g). Selanjutnya, apabila proses pemulihan pakan memiliki efisiensi kurang dari 100%, maka dilakukan perhitungan konsumsi pakan aktual terkoreksi menggunakan persamaan Li *et al.*, (2014):

$$FI_d = F_{o,d} - \left(\frac{F_{s,d}}{R_d} \right) \dots\dots\dots (2)$$

FI_d = konsumsi pakan aktual terkoreksi (g hari⁻¹); $F_{o,d}$ = jumlah pakan yang diberikan (g); $F_{s,d}$ = jumlah pakan sisa yang berhasil dikumpulkan (g); R_d = faktor pemulihan pakan harian ($R_d = 1$, asumsi bahwa seluruh pakan sisa yang terkumpul melalui proses penyifonan dapat dipulihkan dan ditimbang secara akurat).

Laju FR dihitung setiap interval tujuh hari berdasarkan konsumsi pakan aktual, biomassa ikan, dan lama pemeliharaan. Konsumsi pakan aktual diperoleh dari selisih antara jumlah pakan yang diberikan ($F_{0,d}$) dan sisa pakan yang terkumpul ($F_{s,d}$) menggunakan persamaan Salze & Davis (2015):

$$DFI(\%BW \text{ hari}^{-1}) = \frac{F_i}{B} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Di mana: DFI = konsumsi atau pemberian pakan harian relatif (% biomassa hari⁻¹); F_i = konsumsi pakan aktual (g); F_i = konsumsi pakan aktual (g); B = biomassa ikan (g). Biomassa rata-rata dihitung menggunakan persamaan Hoerter *et al.* (2022)

$$\bar{B}_i = \frac{B_{i,0} + B_{i,t}}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Di mana: $\bar{B}_i$ = biomassa rata-rata pada interval pengamatan (g); $B_{i,0}$ = biomassa awal interval (g); $B_{i,t}$ = biomassa akhir interval (g).

Rasio FCR dihitung berdasarkan perbandingan total pakan yang dikonsumsi dengan pertambahan biomassa ikan selama pemeliharaan. Pertambahan biomassa dikoreksi menggunakan bobot ikan yang mati untuk menghindari interpretasi mortalitas sebagai rendahnya efisiensi pakan. Nilai FCR yang lebih rendah menunjukkan pemanfaatan pakan yang lebih efisien (Hendriana *et al.*, 2023).

$$FCR = \frac{\sum F}{(B_t + B_d) - B_0} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

Di mana: FCR = rasio konversi pakan; $\sum F$ = total pakan yang benar-benar dikonsumsi selama pemeliharaan (g); B_t = biomassa ikan hidup pada akhir pemeliharaan (g); B_0 = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g); B_d = biomassa ikan yang mati selama pemeliharaan (g).

Pengukuran pertumbuhan dilakukan setiap tujuh hari pada pagi hari sebelum pemberian pakan menggunakan metode sensus total. Seluruh ikan diukur panjang total (mm) dan bobot tubuh (g). Parameter pertumbuhan yang dianalisis meliputi pertambahan bobot mutlak (W), pertambahan panjang mutlak (L), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan kelulushidupan (SR) berdasarkan Rihl (2019) sebagai berikut.

Pertambahan Bobot Mutlak (W):

$$\Delta W = \bar{W}_t - \bar{W}_o \dots\dots\dots (6)$$

Di mana: ΔW = pertambahan bobot mutlak rata-rata (g/ekor); $\bar{W}_t$ = bobot rata-rata individu pada akhir interval atau pemeliharaan (g/ekor); $\bar{W}_o$ = bobot rata-rata individu pada awal interval atau pemeliharaan (g/ekor).

Pertambahan Panjang Mutlak (L):

$$\Delta L = \bar{L}_t - \bar{L}_o \dots\dots\dots (7)$$

Di mana: ΔL = pertumbuhan panjang mutlak (cm); $\bar{L}_t$ = panjang total rata-rata pada akhir pemeliharaan (cm); $\bar{L}_o$ = panjang total rata-rata pada akhir pemeliharaan (cm).

Laju Pertumbuhan Harian (SGR):

$$SGR = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_o}{t} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

Di mana: SGR = laju pertumbuhan spesifik (% hari⁻¹); $\bar{W}_t$ = bobot rata-rata individu pada akhir periode (g); $\bar{W}_o$ = bobot rata-rata individu pada awal periode (g); t = lama pemeliharaan atau interval pengamatan (hari).

Kelulushidupan (SR):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Di mana: SR = tingkat kelangsungan hidup (%); N_t = jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan (ekor); N_0 = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor).

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu (°C), pH, oksigen terlarut (DO, mg L⁻¹), dan salinitas (ppt). Pengukuran dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) sebelum pemberian pakan menggunakan alat sesuai standar akuakultur (Fadillah *et al.*, 2022).

Analisis Data

Hubungan antara FR, FCR, dan SGR dianalisis secara eksploratif menggunakan regresi polinomial berdasarkan nilai rata-rata setiap kolam selama periode pemeliharaan. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan pola hubungan biologis antarparameter, bukan untuk menguji pengaruh perlakuan. Model regresi mengacu pada Montgomery *et al.* (2021) sebagai berikut.

$$Y_i = a + bX_i + cX_i^2 + \varepsilon_i \dots\dots\dots (10)$$

Di mana: Y = sebagai variabel respons (SGR); X_i = variabel prediktor (FR/FCR); a = intersep; b = koefisien linier; c = koefisien kuadrat; ε_i = galat acak.

Koefisien determinasi (R^2) dan R^2 terkoreksi digunakan untuk menilai kemampuan model dalam menjelaskan variasi SGR. Hubungan kuadratik dinyatakan terbukti apabila koefisien X^2 berbeda nyata dari nol ($p < 0,05$). Koefisien $c > 0$ menghasilkan kurva berbentuk U dengan titik minimum, sedangkan $c < 0$ membentuk kurva U terbalik dengan titik maksimum. Jika koefisien kuadratik signifikan, nilai prediktor pada titik stasioner dihitung menggunakan persamaan Myers *et al.* (2016):

$$X_{opt} = -\frac{b}{2c} \dots\dots\dots (11)$$

Titik stasioner hanya ditafsirkan sebagai nilai optimum apabila berada dalam rentang FR atau FCR yang diamati dan sesuai dengan respons biologis. Analisis data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dan *R Studio versi 4.6.0* untuk pengelolaan data, pemodelan regresi, dan visualisasi grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Berat dan Panjang

Bobot rata-rata ikan betutu meningkat pada seluruh kolam selama pemeliharaan. Kolam 2 menunjukkan pertambahan bobot individu hidup tertinggi, yaitu sebesar 64,47 g dari 414,20 g menjadi 478,67 g, diikuti Kolam 1 sebesar 30,80 g dan Kolam 3 sebesar 18,40 g. Namun, peningkatan pada Kolam 2 perlu dipertimbangkan karena terjadi kematian dua ekor ikan, sehingga bobot rata-rata akhir hanya menggambarkan tiga individu yang bertahan hidup dan belum mewakili seluruh populasi awal. Perubahan bobot rata-rata ikan betutu selama pemeliharaan disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Perubahan Bobot Rata-Rata Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Hari ke-	Kolam 1 (g)	Kolam 2 (g)	Kolam 3 (g)
0	268,00	414,20	151,60
7	272,20	420,20	156,40
14	277,80	420,60	158,20
21	280,00	440,50 ^a	159,20
28	277,80	438,25	162,60
35	281,20	442,25	163,60
42	293,80	451,50	167,40
49	300,20	476,00 ^b	164,60
56	298,80	478,67	170,00

Keterangan: ^asatu ikan pada Kolam 2 mati pada hari ke-21 dengan bobot 365 g; ^bsatu ikan berikutnya mati pada hari ke-49 dengan bobot 392 g.

Koreksi biomassa memberikan gambaran pertumbuhan populasi yang lebih objektif dibandingkan bobot rata-rata individu. Biomassa Kolam 1 meningkat sebesar 154 g (11,49%) dan Kolam 3 sebesar 92 g (12,14%). Pada Kolam 2, biomassa terkoreksi mencapai 2.193,01 g setelah memperhitungkan biomassa ikan yang mati, sehingga pertumbuhannya sebesar 122,01 g (5,89%) dari biomassa awal. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan individu yang tinggi pada Kolam 2 tidak sepenuhnya mencerminkan peningkatan biomassa karena dipengaruhi oleh mortalitas.

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh ukuran awal, konsumsi pakan, retensi nutrisi, kondisi fisiologis, dan kebutuhan energi pemeliharaan. Ikan berukuran lebih besar umumnya memiliki pertumbuhan relatif lebih rendah karena sebagian energi digunakan untuk mempertahankan fungsi tubuh. Berbeda dengan penelitian pada benih betutu berukuran sekitar 2,74 g yang memiliki nilai SGR lebih tinggi karena berada pada fase pertumbuhan berbeda ([Prihadi et al., 2018](#)). Peningkatan biomassa pada seluruh kolam menunjukkan bahwa ikan betutu hasil tangkapan lokal mampu beradaptasi dengan pemberian ikan rucah dalam kondisi terkontrol. Namun, evaluasi keberhasilan pemeliharaan tidak dapat hanya didasarkan pada pertumbuhan individu, tetapi perlu mempertimbangkan biomassa, mortalitas, konsumsi pakan, dan kualitas air secara bersamaan ([Ahlina et al., 2018](#)).

Pertumbuhan panjang ikan menunjukkan perbedaan antar kolam. Kolam 2 mengalami peningkatan panjang sebesar 2,52 cm, sedangkan Kolam 3 meningkat 0,53 cm. Penurunan panjang pada Kolam 1 dari 27,66 menjadi 27,00 cm, meskipun bobot meningkat, diduga berkaitan dengan infeksi jamur pada sirip kaudal yang menyebabkan kerusakan pada beberapa ikan uji sehingga memengaruhi hasil pengukuran. Pertumbuhan panjang total ikan betutu disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Perubahan Panjang Total Rata-Rata Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Hari ke-	Kolam 1 (cm)	Kolam 2 (cm)	Kolam 3 (cm)
0	27,66	30,78	23,22
7	27,90	31,44	23,20
14	27,60	31,88	23,32
21	27,62	32,50 ^a	23,48
28	27,72	32,50	23,76
35	27,60	32,75	23,44
42	27,50	32,58	25,00
49	28,00	34,00 ^b	24,50
56	27,00	33,30	23,75

Keterangan: ^asatu ikan pada Kolam 2 mati pada hari ke-21 dengan panjang 30,00 cm; ^bsatu ikan berikutnya mati pada hari ke-49 dengan panjang 31,40 cm.

Laju FR dan FCR

Laju FR berfluktuasi selama delapan interval pengamatan. Kolam 1 memiliki FR sebesar 1,01–1,85% biomassa hari⁻¹ dengan rata-rata 1,37% hari⁻¹. Kolam 2 menunjukkan rata-rata 1,30% hari⁻¹ dengan kisaran 0,44–4,43% hari⁻¹, sedangkan Kolam 3 memiliki konsumsi relatif tertinggi dengan rata-rata 1,75% hari⁻¹ (1,23–2,19% hari⁻¹) (**Tabel 3**). Perbedaan nilai FR menunjukkan adanya variasi respons makan ikan meskipun jenis pakan, jadwal pemberian, dan kondisi pemeliharaan dibuat seragam.

Tabel 3. Perubahan FR Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Hari ke-	Kolam 1 (% hari ⁻¹)	Kolam 2 (% hari ⁻¹)	Kolam 3 (% hari ⁻¹)
7	1,08	0,44	1,47
14	1,85	0,99	2,14
21	1,61	1,14	1,97
28	1,09	4,43	2,19
35	1,23	0,87	1,76
42	1,63	0,97	1,85
49	1,48	0,71	1,42
56	1,01	0,84	1,23
Rerata	1,37	1,30	1,75

Respons makan ikan betutu dipengaruhi oleh karakter pakan, pengalaman makan, kondisi fisiologis, dan rangsangan kimia pakan. Juvenil betutu hasil tangkapan alam lebih menerima pakan dengan karakter keasaman tertentu, menunjukkan pentingnya rangsangan rasa dalam adaptasi pakan (**Lim *et al.*, 2018**). Namun, penerimaan pakan yang tinggi tidak selalu menghasilkan pertumbuhan optimal karena nutrisi harus melalui proses pencernaan, penyerapan, dan deposisi jaringan. Peningkatan penerimaan pakan juga belum tentu meningkatkan efisiensi pemanfaatan dalam jangka panjang (**Teoh *et al.*, 2019**).

Kolam 3 memiliki FR rata-rata tertinggi, tetapi pertambahan biomassa absolut paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi pakan yang tinggi tidak selalu menghasilkan peningkatan biomassa karena sebagian energi digunakan untuk metabolisme, aktivitas, stres, dan pemeliharaan jaringan. Selain itu, pengukuran konsumsi pakan secara berkelompok dapat dipengaruhi oleh dominansi sosial dan perbedaan akses pakan antarindividu (**Rodde *et al.*, 2021**). Peningkatan FR Kolam 2 hingga 4,43% hari⁻¹ pada interval hari ke-21–28 tidak diikuti peningkatan biomassa, yang justru menurun dari 1.762 menjadi 1.753 g tanpa adanya mortalitas baru. Kondisi ini kemungkinan berkaitan dengan kehilangan bobot fisiologis, rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan, ketidaktepatan pengumpulan sisa pakan, atau perubahan kandungan air ikan rucah.

Nilai FCR interval menunjukkan fluktuasi tinggi akibat pertambahan biomassa mingguan yang kecil. Nilai FCR 72,83 pada Kolam 2 hari ke-14 terjadi karena pertambahan biomassa hanya sekitar 2 g, bukan karena konsumsi pakan yang berlebihan. Perubahan kecil bobot ikan dapat menghasilkan nilai FCR yang tinggi ketika pertambahan biomassa mendekati nol. Fluktuasi laju FCR ikan betutu selama pemeliharaan dapat di lihat pada [Tabel 4](#).

FCR kumulatif lebih stabil karena dihitung berdasarkan total konsumsi pakan dan pertambahan biomassa selama 56 hari. Hasil perhitungan menunjukkan nilai FCR sebesar 6,53 pada Kolam 1, 10,67 pada Kolam 2, dan 8,61 pada Kolam 3. Nilai tersebut menggunakan bobot basah ikan rucah sebagai dasar perhitungan sehingga tidak dapat dibandingkan langsung dengan FCR pakan pelet kering. Kandungan air yang tinggi pada ikan rucah menyebabkan bobot pakan yang diberikan lebih besar tanpa peningkatan bahan kering dan energi yang setara. Kolam 1 memiliki efisiensi konversi pakan kumulatif terbaik, sedangkan Kolam 2 menunjukkan efisiensi terendah.

Tabel 4. Perubahan FCR Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Hari ke-	Kolam 1	Kolam 2	Kolam 3
7	4,86	2,14	3,30
14	6,36	72,83	13,09
21	14,29	6,43	21,88
28	TN	TN	7,25
35	7,08	6,70	20,09
42	2,60	3,28	5,64
49	4,81	5,74	TN
56	TN	10,51	2,67

Keterangan: TN = tidak terdefinisi karena pertambahan biomassa pada interval tersebut bernilai negatif. Nilai dihitung kembali dari FR yang tersedia hingga dua angka desimal sehingga merupakan estimasi interval.

Kolam 1 menunjukkan keseimbangan terbaik antara konsumsi pakan, pertambahan biomassa, dan kelulushidupan. Meskipun FR Kolam 3 lebih tinggi, nilai FCR kumulatif yang lebih besar menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi tidak sepenuhnya dikonversi menjadi pertumbuhan jaringan. Kolam 2 memiliki FR rata-rata lebih rendah, tetapi lonjakan konsumsi pada satu interval, pertambahan biomassa yang terbatas, dan mortalitas 40% menyebabkan nilai FCR tinggi. Peningkatan efisiensi FCR dapat mengurangi kebutuhan pakan, biaya produksi, serta beban nutrisi dalam sistem budidaya ([Elvy et al., 2022](#)). Ringkasan konsumsi, pertumbuhan biomassa, dan FCR kumulatif ikan betutu selama pemeliharaan disajikan pada [Tabel 5](#).

Tabel 5. Ringkasan Konsumsi, Pertumbuhan Biomassa, dan FCR Kumulatif Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Parameter	Kolam 1	Kolam 2	Kolam 3
FR rata-rata (% hari ⁻¹)	1,37	1,30	1,75
Estimasi FR selama 56 hari (g)	1.006,11	1.302,31	791,96
Pertambahan biomassa terkoreksi (g)	154,00	122,01	92,00
FCR kumulatif	6,53	10,67	8,61
SGR individu hidup (% hari ⁻¹)	0,19	0,26	0,20
SR akhir (%)	100	60	100

Laju SGR dan SR

SGR mingguan berfluktuasi mengikuti perubahan bobot pada setiap interval pengamatan. Kolam 1 mencapai SGR tertinggi sebesar 0,63% hari⁻¹ pada hari ke-42, Kolam 2 sebesar 0,75% hari⁻¹ pada hari ke-49, sedangkan Kolam 3 mencapai 0,46% hari⁻¹ pada akhir pemeliharaan (Tabel 6). Nilai SGR negatif terjadi saat bobot rata-rata mengalami penurunan, yaitu pada Kolam 1 hari ke-28 dan ke-56, Kolam 2 hari ke-28, serta Kolam 3 hari ke-49. Pola ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan betutu berlangsung secara fluktuatif dan tidak selalu meningkat setiap periode.

Tabel 6. Laju SGR Ikan Betutu Selama 56 Hari Pemeliharaan

Hari ke-	Kolam 1 (% hari ⁻¹)	Kolam 2 (% hari ⁻¹)	Kolam 3 (% hari ⁻¹)
7	0,22	0,21	0,45
14	0,29	0,01	0,16
21	0,11	0,66	0,09
28	-0,11	-0,07	0,30
35	0,17	0,13	0,09
42	0,63	0,30	0,33
49	0,31	0,75	-0,24
56	-0,07	0,08	0,46
SGR kumulatif	0,19	0,26	0,20

SGR kumulatif Kolam 2 sebesar 0,26% hari⁻¹ hanya menggambarkan pertumbuhan tiga ikan yang bertahan hingga akhir penelitian. Nilai tersebut tidak dapat dijadikan indikator utama performa terbaik karena biomassa populasi terkoreksi hanya meningkat 5,89%. Kolam 1 dan Kolam 3 memiliki SGR individu yang lebih rendah, tetapi mampu mempertahankan seluruh ikan hingga akhir pemeliharaan. Hal ini menunjukkan bahwa SGR individu dan produktivitas populasi dapat memberikan hasil interpretasi berbeda, sehingga evaluasi domestikasi perlu mempertimbangkan SGR, biomassa, SR, dan FCR secara bersamaan.

Nilai SGR pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan benih betutu yang mencapai $1,95 \pm 0,32\%$ hari⁻¹ pada kepadatan 50 ekor m⁻³ (Prihadi *et al.*, 2018). Perbedaan tersebut berkaitan dengan ukuran awal ikan, karena penelitian ini menggunakan ikan berbobot 151,60–414,20 g, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan benih sekitar 2,74 g. Ahlina *et al.* (2019) melaporkan SGR sekitar 0,45% hari⁻¹ pada pemeliharaan betutu selama 120 hari. Meskipun lebih rendah, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ikan betutu tetap mengalami pertumbuhan positif selama proses adaptasi di kolam terpal.

Kondisi SR Kolam 1 dan Kolam 3 mencapai 100% hingga akhir pemeliharaan, sedangkan Kolam 2 mengalami kematian pertama pada hari ke-21 yang menurunkan SR menjadi 80%, kemudian menjadi 60% setelah kematian kedua pada hari ke-49. Secara keseluruhan, 13 dari 15 ikan bertahan hidup dengan SR rata-rata 86,67%. Jumlah ikan yang sedikit menyebabkan kematian satu individu berdampak langsung terhadap penurunan SR sebesar 20%. SR rata-rata 86,67% mendekati hasil Ahlina *et al.* (2019) yang melaporkan kelulushidupan ikan betutu sekitar 85,33% pada wadah pemeliharaan berbeda. Namun, kesamaan nilai rata-rata tidak menunjukkan pola mortalitas yang sama karena seluruh kematian pada penelitian ini terjadi hanya pada satu kolam. Gangguan penerimaan pakan selama fase adaptasi dapat menurunkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betutu (Yusoff *et al.*, 2021). Meskipun demikian, penyebab kematian pada Kolam 2 belum dapat dipastikan karena diperlukan data klinis, nekropsi, dan pemantauan kualitas air harian secara spesifik.

Parameter kualitas air selama penelitian menunjukkan kisaran suhu 25,1–27,1°C, oksigen terlarut 4,84–6,40 mg L⁻¹, pH 5,84–6,45, dan salinitas 0,01–0,02% (sekitar 0,1–0,2 ppt). Data kualitas air dalam penelitian ini disajikan sebagai kisaran umum selama periode pemeliharaan karena pengukuran dilakukan sebagai karakterisasi kondisi lingkungan sistem budidaya, bukan sebagai faktor perlakuan yang dibandingkan antar kolam. Oleh karena itu, data kualitas air spesifik setiap kolam dan kondisi sesaat sebelum kejadian mortalitas pada Kolam 2 tidak tersedia untuk dilakukan evaluasi retrospektif.

Meskipun demikian, kisaran parameter kualitas air yang diperoleh masih berada pada kondisi yang mendukung pemeliharaan ikan betutu, sebagaimana ditunjukkan oleh kelangsungan hidup 100% pada Kolam 1 dan Kolam 3 (Ahlina *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa parameter kualitas air yang diukur, terutama suhu dan oksigen terlarut, kemungkinan bukan merupakan faktor pembatas utama selama penelitian. Mortalitas pada Kolam 2 diduga merupakan hasil interaksi beberapa faktor, termasuk variasi kondisi fisiologis ikan hasil tangkapan alam, perbedaan bobot awal, dan proses adaptasi selama tahap awal domestikasi.

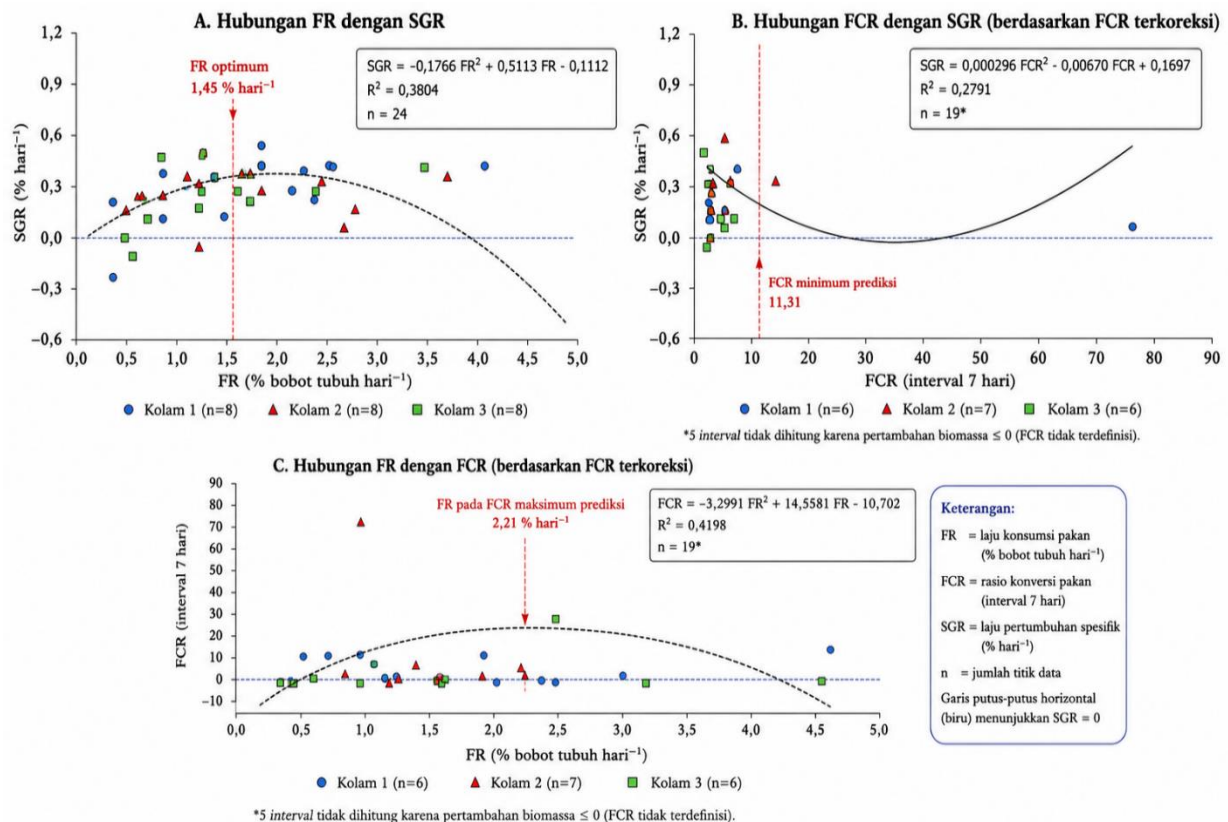
Pemberian ikan rucah segar berpotensi meningkatkan beban organik apabila jumlah pakan melebihi kemampuan konsumsi ikan. Sisa pakan dan jaringan ikan yang terurai dapat meningkatkan masukan nitrogen serta fosfor ke perairan (Kong *et al.*, 2020). Aerasi membantu mempertahankan oksigen terlarut, tetapi tidak menghilangkan amonia maupun senyawa organik terlarut. Oleh karena itu, evaluasi lebih lanjut dengan pemantauan kualitas air secara individual pada setiap kolam, terutama parameter dinamis seperti amonia, nitrit, alkalinitas, dan oksigen terlarut sebelum kejadian mortalitas, diperlukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab secara lebih spesifik.

Hubungan FR, FCR, dan SGR

Hubungan antara FR dan SGR menunjukkan pola kuadratik berdasarkan observasi berulang pada tiga unit kolam pemeliharaan. Model regresi polinomial yang diperoleh adalah $SGR = -0,1766FR^2 + 0,5113FR - 0,1112$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,3804. Koefisien negatif pada komponen kuadratik menunjukkan adanya pola peningkatan SGR hingga tingkat FR tertentu, kemudian diikuti penurunan SGR ketika tingkat konsumsi pakan melebihi kebutuhan optimal ikan. Berdasarkan model tersebut, titik stasioner diperkirakan berada pada FR sebesar 1,45% biomassa hari⁻¹ dengan prediksi SGR maksimum sebesar 0,259% hari⁻¹.

Nilai FR sekitar 1,45% biomassa hari⁻¹ menunjukkan kisaran konsumsi pakan yang berpotensi mendukung pertumbuhan optimal pada tahap awal domestikasi ikan betutu. Peningkatan SGR pada kisaran FR tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan energi dan nutrisi untuk sintesis jaringan tubuh. Namun, kelebihan konsumsi pakan tidak selalu menghasilkan peningkatan pertumbuhan karena sebagian energi dapat dialokasikan untuk proses metabolisme, aktivitas, pencernaan, osmoregulasi, dan respons terhadap stres. Selain itu, respons pertumbuhan terhadap tingkat pemberian pakan juga dipengaruhi oleh karakteristik pakan, status fisiologis ikan, suhu, serta kondisi lingkungan pemeliharaan (Assan *et al.*, 2021; Bertucci *et al.*, 2019).

Interpretasi model ini perlu dilakukan secara hati-hati karena 24 titik observasi yang digunakan merupakan hasil pengamatan berulang antarwaktu dari tiga kolam pemeliharaan, bukan 24-unit percobaan yang independen. Oleh karena itu, analisis regresi ini digunakan sebagai pendekatan eksploratif untuk menggambarkan pola hubungan biologis antara FR dan SGR selama proses domestikasi awal, bukan sebagai model inferensial untuk mengestimasi hubungan populasi. Variasi SGR yang tidak dijelaskan oleh model (61,96%) kemungkinan berkaitan dengan faktor biologis individu, perubahan biomassa, kondisi lingkungan, dan faktor fisiologis ikan selama periode pemeliharaan. Hubungan FR, FCR terkoreksi, dan SGR disajikan pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Hubungan FR, FCR Terkoreksi, dan SGR Ikan Betutu (*O. marmorata*) yang Dipelihara Selama 56 Hari Pengamatan pada Kolam Terpal

Penurunan SGR setelah FR melebihi 1,45% hari⁻¹ menunjukkan bahwa tambahan konsumsi tidak lagi meningkatkan pertumbuhan secara proporsional. Sebagian pakan dapat digunakan untuk kebutuhan metabolisme, diekskresikan, atau tidak tercatat sebagai konsumsi aktual. Pada ikan betutu, respons makan juga dipengaruhi sifat sensoris dan kimia pakan, tetapi penerimaan pakan tinggi belum selalu menghasilkan pemanfaatan nutrisi terbaik ([Lim *et al.*, 2018](#); [Teoh *et al.*, 2019](#)).

Nilai FR 1,45% biomassa hari⁻¹ masih merupakan kisaran konsumsi efisien sementara, bukan kebutuhan optimum final. Model berasal dari pengamatan berulang pada tiga kolam dengan 24 titik data, sehingga independensi data perlu diperhatikan. Nilai FR 4,43% hari⁻¹ pada Kolam 2 juga berpotensi memengaruhi bentuk regresi. Validasi lebih lanjut diperlukan melalui uji signifikansi, pemeriksaan residual, dan analisis sensitivitas terhadap titik ekstrem. Pengukuran konsumsi secara kelompok juga dapat dipengaruhi distribusi pakan dan perbedaan akses antarindividu ([Rodde *et al.*, 2021](#)).

Hubungan FCR dan SGR menghasilkan persamaan $SGR = 0,000296FCR^2 - 0,00670FCR + 0,1697$ dengan $R^2 = 0,2791$ berdasarkan 19 titik valid. Lima interval tidak dianalisis karena pertambahan biomassa nol atau negatif. Titik minimum model berada pada FCR 11,31 dengan prediksi SGR 0,132% hari⁻¹. Namun, nilai tersebut tidak dapat dianggap sebagai FCR optimum karena FCR rendah justru menunjukkan efisiensi pakan yang lebih baik. Hubungan FCR dan pertumbuhan dipengaruhi konsumsi, ukuran ikan, kebutuhan pemeliharaan, kondisi fisiologis, dan retensi nutrisi (Besson *et al.*, 2020; Elvy *et al.*, 2022).

Sebaran FCR yang luas, termasuk nilai 72,83, menyebabkan pengaruh titik ekstrem terhadap model. Nilai tinggi tersebut terjadi karena konsumsi pakan tetap ada, sedangkan pertambahan biomassa mendekati nol. Kondisi ini membuat FCR mingguan kurang stabil, sehingga FCR kumulatif lebih tepat digunakan untuk menggambarkan efisiensi selama pemeliharaan. Mortalitas pada Kolam 2 juga memengaruhi hubungan FCR dan SGR karena FCR menggambarkan perubahan biomassa populasi, sedangkan SGR dihitung berdasarkan ikan yang bertahan hidup.

Hubungan FR dan FCR mengikuti persamaan $FCR = -3,2991FR^2 + 14,5581FR - 10,702$ dengan $R^2 = 0,4198$ dan 19 pengamatan valid. Model menghasilkan titik stasioner pada FR 2,21% biomassa hari⁻¹ dengan prediksi FCR maksimum 5,36. Nilai tersebut bukan menunjukkan efisiensi terbaik karena FCR tinggi berarti lebih banyak pakan diperlukan untuk menghasilkan biomassa. Variasi FCR dipengaruhi oleh pertumbuhan biomassa, mortalitas, ukuran ikan, kualitas pakan, dan kondisi lingkungan.

Perbandingan antar kolam menunjukkan bahwa konsumsi pakan tinggi tidak selalu menghasilkan efisiensi lebih baik. Kolam 3 memiliki FR tertinggi (1,75% hari⁻¹), tetapi FCR kumulatif 8,61. Sebaliknya, Kolam 1 dengan FR 1,37% hari⁻¹ menghasilkan FCR terendah (6,53) dan SR 100%. Kolam 2 memiliki FR terendah (1,30% hari⁻¹), tetapi FCR tertinggi (10,67) akibat mortalitas 40%. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi pakan lebih ditentukan oleh kemampuan menghasilkan biomassa daripada jumlah pakan yang dikonsumsi. Peningkatan FR yang tidak diikuti pertumbuhan proporsional dapat meningkatkan beban organik akibat sisa ikan rucuh dan ekskresi. Akumulasi bahan organik dapat meningkatkan masukan nitrogen dan fosfor serta kebutuhan oksigen untuk proses dekomposisi (Kong *et al.*, 2020). Oleh karena itu, efisiensi pemberian pakan berperan dalam meningkatkan produksi sekaligus menjaga kualitas lingkungan budidaya.

Model FR–SGR menunjukkan hubungan biologis yang lebih konsisten dibandingkan hubungan yang melibatkan FCR. FR sekitar 1,45% biomassa hari⁻¹ dapat digunakan sebagai dasar awal pengujian tingkat pemberian pakan. Namun, evaluasi domestikasi tetap perlu menggabungkan FR, FCR, SGR, biomassa, dan SR karena pertumbuhan individu yang tinggi belum tentu mencerminkan produktivitas populasi. FR sekitar 1,45% biomassa hari⁻¹ dapat dijadikan dasar untuk penelitian lanjutan dengan beberapa tingkat pemberian pakan, jumlah kolam lebih banyak, ukuran ikan seragam, serta analisis bahan kering ikan rucuh. Pelaporan FCR dalam basis bobot basah dan bahan kering juga diperlukan agar hasil dapat dibandingkan dengan penelitian lain secara lebih tepat.

KESIMPULAN

Pemeliharaan ikan betutu pada kolam terpal menghasilkan konsumsi pakan rata-rata 1,30–1,75% biomassa hari⁻¹, FCR kumulatif 6,53–10,67, dan SGR kumulatif 0,19–0,26% hari⁻¹. Kolam 1 menunjukkan performa terbaik berdasarkan keseimbangan FCR, penambahan biomassa, dan kelulushidupan 100%. Kolam 2 memiliki pertumbuhan individu tertinggi, tetapi mengalami mortalitas 40%. Hubungan FR dan SGR membentuk pola kuadratik dengan titik stasioner pada FR 1,45% biomassa hari⁻¹ yang masih merupakan kisaran konsumsi efisien sementara, bukan kebutuhan pakan optimum final. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan betutu mampu menerima ikan rucah, mempertahankan pertumbuhan positif, dan bertahan hidup pada lingkungan kolam terpal. Pengaturan FR dan evaluasi FCR secara berkala dapat membantu meningkatkan efisiensi pakan serta mengurangi beban organik budidaya. Pemberian ikan rucah sebaiknya dilakukan secara bertahap sesuai respons makan dengan pengelolaan sisa pakan yang baik. Penelitian berikutnya perlu menguji berbagai tingkat pemberian pakan, jumlah ulangan lebih besar, kualitas nutrisi pakan, parameter nitrogen, dan kemampuan reproduksi ikan dalam kondisi terkontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan penelitian melalui Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat berdasarkan Kontrak Kegiatan Nomor 134/C3/DT.05.00/PM/2025. Apresiasi juga disampaikan kepada Pokdakan Tempuling Madani Jaya sebagai mitra lokasi penelitian atas dukungan fasilitas dan pelaksanaan kegiatan penelitian di lapangan.

REFERENSI

- Ahlina, H. F., Riono, Y., & Harahap, S. R. (2019). Pengaruh Penggunaan Jenis Wadah yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Betutu (*Oxyleotris marmorata* Blkr.). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(2): 93–98.
- Ahlina, H. F., Sawitri, N., & Harahap, S. R. (2018). Kinerja Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Betutu (*Oxyleotris marmorata*. Blkr.) yang Diberi Pakan Ikan Rucah Dengan Frekwensi Berbeda. *PERIKANAN DAN LINGKUNGAN: Journal of Fisheries and Environment (JFE)*, 7(2): 1–9.
- Ahmed, S. F., Kumar, P. S., Kabir, M., Zuhara, F. T., Mehjabin, A., Tasannum, N., Hoang, A. T., Kabir, Z., & Mofijur, M. (2022). Threats, Challenges and Sustainable Conservation Strategies for Freshwater Biodiversity. *Environmental Research*, 214, 113808. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113808>
- Assan, D., Huang, Y., Mustapha, U. F., Addah, M. N., Li, G., & Chen, H. (2021). Fish Feed Intake, Feeding Behavior, and the Physiological Response of Apelin to Fasting and Refeeding. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 798903. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.798903>
- Bertucci, J. I., Blanco, A. M., Sundarajan, L., Rajeswari, J. J., Velasco, C., & Unniappan, S. (2019). Nutrient Regulation of Endocrine Factors Influencing Feeding and Growth in Fish. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 83. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00083>
- Besson, M., Komen, H., Rose, G., & Vandeputte, M. (2020). The Genetic Correlation Between Feed Conversion Ratio and Growth Rate Affects the Design of a Breeding Program for More

- Sustainable Fish Production. *Genetics Selection Evolution*, 52(1): 5. <https://doi.org/10.1186/s12711-020-0524-0>
- Elvy, J. E., Symonds, J. E., Hilton, Z., Walker, S. P., Tremblay, L. A., Casanovas, P., & Herbert, N. A. (2022). The Relationship of Feed Intake, Growth, Nutrient Retention, and Oxygen Consumption to Feed Conversion Ratio of Farmed Saltwater Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 554, 738184. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738184>
- Fadillah, H., Junaidi, M., & Azhar, F. (2022). Penggunaan *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* untuk Perbaikan Kualitas Air Media Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). 12(1), 54–65. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i1.274>
- Harahap, S. R., & Yusapri, A. (2015). Pengaruh Pemberian Pakan Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*. Blkr.) dalam Jaring Hapa. *Berkala Perikanan Terubuk*, 43(1): 1–11.
- Harmon, T. S. (2009). Methods for Reducing Stressors and Maintaining Water Quality Associated with Live Fish Transport in Tanks: A Review of the Basics. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 58–66. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01003.x>
- Hendriana, A., Iskandar, A., Ramadhani, D. E., Wiyoto, W., Endarto, N. P., Hitron, R. A., Sitio, Y. I. K., & Anwar, R. V. (2023). Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Dengan Tingkat Pemberian Pakan yang Berbeda. *Jurnal Sains Terapan : Wahana Informasi Dan Alih Teknologi Pertanian*, 13(1): 60–66. <https://doi.org/10.29244/jstsv.13.1.60-66>
- Hoerterer, C., Petereit, J., Lannig, G., Johansen, J., Pereira, G. V., Conceição, L. E. C., Pastres, R., & Buck, B. H. (2022). Sustainable Fish Feeds: Potential of Emerging Protein Sources in Diets for Juvenile Turbot (*Scophthalmus Maximus*) in RAS. *Aquaculture International*, 30(3), 1481–1504. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00859-x>
- Kong, W., Huang, S., Yang, Z., Shi, F., Feng, Y., & Khatoon, Z. (2020). Fish Feed Quality Is a Key Factor in Impacting Aquaculture Water Environment: Evidence from Incubator Experiments. *Scientific Reports*, 10(1), 187. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57063-w>
- Li, W., Wei, Q. W., & Luo, H. (2014). Special Collector and Count Method in a Recirculating Aquaculture System for Calculation of Feed Conversion Ratio in Fish. *Aquacultural Engineering*, 60, 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.04.003>
- Lim, L.-S., Teoh, C.-F., Kawamura, G., Yong, A. S.-K., & Shapawi, R. (2018). Feeding Performance of Juvenile Marble Goby (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker, 1852) Fed Acidified Diets. *Fisheries & Aquatic Life*, 26(4), 211–216. <https://doi.org/10.2478/aopf-2018-0023>
- Micera, E., Zupa, R., Zarrilli, A., Camarda, A., Moramarco, A. M., Acone, F., De Metrio, G., & Corriero, A. (2010). A Rapid Latex Agglutination Test for Gender Identification in the Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus Thynnus* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 41(9): 1396–1401. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02429.x>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to Linear Regression Analysis*. John Wiley & Sons.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. John Wiley & Sons.

- Prihadi, T. H., Saputra, A., Huwoyon, G. H., & Pantjara, B. (2018). Pengaruh Kepadatan Terhadap Sintasan, Pertumbuhan, dan Gambaran Darah Benih Ikan Betutu *Oxyeleotris Marmorata*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(4), 341–350. <https://doi.org/10.15578/jra.12.4.2017.341-350>
- Rihi, A. P. (2019). Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell.) di Balai Benih Sentral Noekele Kabupaten Kupang. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2): 59–68. <https://doi.org/10.32938/jbe.v4i2.387>
- Rodde, C., Vandeputte, M., Trinh, T. Q., Douchet, V., Canonne, M., Benzie, J. A., & De Verdal, H. (2021). The Effects of Feed Restriction and Isolated or Group Rearing on the Measurement of Individual Feed Intake and Estimation of Feed Conversion Ratio in Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for Selective Breeding Purposes. *Frontiers in Genetics*, 11, 596521. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.596521>
- Salze, G. P., & Davis, D. A. (2015). Taurine: A Critical Nutrient for Future Fish Feeds. *Aquaculture*, 437, 215–229. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.006>
- Teletchea, F. (2021). Fish Domestication in Aquaculture: 10 Unanswered Questions. *Animal Frontiers*, 11(3): 87–91. <https://doi.org/10.1093/af/vfab012>
- Teoh, C.-F., Lim, L.-S. L.-S., Kawamura, G., Yong, A. S.-K., & Shapawi, R. (2019). Growth Performance and Feed Utilization of Juvenile Marble Goby (*Oxyeleotris marmorata*) Fed Acidified Diets. *Borneo Journal of Marine Science and Aquaculture (BJoMSA)*, 3(2): 41–47. <https://doi.org/10.51200/bjomsa.v3i2.1703>
- Yusoff, S. F. M., Fui, C. F., & Senoo, S. (2021). Survival, Growth, and Feeding Ability of Marble Goby, *Oxyeleotris marmorata* (Bleeker, 1852) Larvae Under Delayed Initial Feeding. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 43(5): 1408–1413. <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2021.184>

Authors:

Syaiful Ramadhan Harahap, Program Studi Budidaya Perairan, Jl. Provinsi Tembilahan Hulu–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29200, Indonesia, email: syaiful.r.harahap@gmail.com

Toni Anggara, Program Studi Budidaya Perairan, Jl. Provinsi Tembilahan Hulu–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29200, Indonesia, email: tonyanggara200302@gmail.com

Andi Yusapri, Program Studi Budidaya Perairan, Jl. Provinsi Tembilahan Hulu–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29200, Indonesia, email: ge3gi@yahoo.com

Khairul Ihwan, Program Studi Teknik Industri, Jl. Provinsi Tembilahan Hulu–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29200, Indonesia, email: ihwanp5@gmail.com

Arief Rachman B, Program Studi Budidaya Perairan, Jl. Provinsi Tembilahan Hulu–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29200, Indonesia, email: aanmarine08@gmail.com

Abdul Gani, Penyuluh Kementerian Kelautan dan Perikanan Kabupaten Indragiri Hilir, Jl. Bunga, Tembilahan Hilir, Tembilahan–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29281, Indonesia, email: abdulghani3272@gmail.com

Muhammad Thaha, Pokdakan Tempuling Madani Jaya, Jl. Pangkalan Tujuh, Sungai Salak, Tempuling–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29262, Indonesia, email: thaha.seisalak@gmail.com

Gusmanto, Pokdakan Tempuling Madani Jaya, Jl. Pangkalan Tujuh, Sungai Salak, Tempuling–Indragiri Hilir, Provinsi Riau, 29262, Indonesia, email: gusmantogusma@gmail.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

How to cite this article:

Harahap, S.R., Anggara, T., Yusapri, A., Ihwan, K., Rachman B, A., Gani, A., Thaha, M., Gusmanto., 2026. Evaluasi Laju Pemberian Pakan dan Rasio Konversi Pakan sebagai Indikator Efisiensi Domestikasi Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Sistem Kolam Terpal. *Simbiosis*, 15(1): 31-46. Doi. <http://dx.doi.org/10.33373/sim-bio.v15i1.9418>