

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN TEPUNG KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) PADA PAKAN PASTA TERFERMENTASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN LARVA IKAN PATIN STRAIN PUSTINA (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Nurul Fadilah Harahap*, Netti Aryani, dan Sukendi

Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km. 12,5, Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Binawidya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, 28293, Indonesia

(Naskah diterima: 04 Januari 2026; Revisi final: 10 Maret 2026; Disetujui publikasi: 10 Maret 2026)

ABSTRAK

Keberhasilan pembenihan ikan patin strain Pustina (*Pangasianodon hypophthalmus*) sangat bergantung pada ketersediaan benih yang berkualitas, khususnya pada fase larva yang memiliki tingkat mortalitas dan kanibalisme relatif tinggi. Salah satu faktor penentu keberhasilan pada fase ini adalah kualitas pakan. Larva ikan patin umumnya diberi pakan alami berupa *Artemia* sp. dan cacing sutra, kemudian dilanjutkan dengan pakan komersial (PF-0). Namun, strategi pemberian pakan tersebut belum sepenuhnya mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan kelulushidupan larva. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pakan melalui proses fermentasi serta penambahan bahan aditif alami yang berpotensi meningkatkan performa larva. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penambahan tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dalam pakan pasta terfermentasi terhadap pertumbuhan, kelulushidupan, dan tingkat kanibalisme larva ikan patin strain Pustina. Penelitian dilaksanakan selama 40 hari di Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan meliputi P1 sebagai kontrol tanpa penambahan tepung kunyit (0,0 g kg⁻¹ pakan), P2 (1,5 g kg⁻¹ pakan), P3 (3,0 g kg⁻¹ pakan), P4 (4,5 g kg⁻¹ pakan), dan P5 (6,0 g kg⁻¹ pakan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertambahan bobot mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, serta kelulushidupan larva ikan patin. Perlakuan P5 memberikan hasil terbaik dengan pertambahan bobot mutlak sebesar 1,53 g, pertambahan panjang mutlak 6,06 cm, laju pertumbuhan spesifik 15,91% hari⁻¹, dan kelulushidupan larva sebesar 86,22%. Perlakuan P5 jika dibandingkan dengan kontrol, hasilnya menunjukkan peningkatan pertambahan bobot sebesar 25,24%, pertambahan panjang 34,82%, laju pertumbuhan spesifik 3,66%, serta kelulushidupan sebesar 10,23%. Selama penelitian, kualitas air berada pada kisaran optimal, yaitu suhu 26,6–28,6°C, oksigen terlarut 5,7–6,8 mg L⁻¹, dan pH 6,5–7,1. Tepung kunyit berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aditif pakan yang mudah diaplikasikan guna mendukung peningkatan produksi benih ikan patin strain Pustina.

KATA KUNCI: fermentasi; kanibalisme; kelulushidupan; larva ikan patin strain Pustina; pakan pasta; pertumbuhan; tepung kunyit

*Korespondensi: Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia, 28293
Email: nurulfadilahhrp1@gmail.com

ABSTRACT: Effectiveness of Turmeric Powder (*Curcuma longa* Linn.) Supplementation in Fermented Paste Feed on Growth and Survival of Pustina Strain Striped Catfish Larvae (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Striped catfish hatchery production of the Pustina strain (*Pangasianodon hypophthalmus*) is highly dependent on the availability of high-quality seed, particularly during the larval stage, which is characterized by relatively high mortality and cannibalism rates. One of the key factors determining success at this stage is feed quality. Striped catfish larvae are commonly fed natural diets such as *Artemia* sp. and tubifex worms, followed by commercial feed (PF-0). However, this feeding strategy has not yet fully optimized larval growth and survival. Therefore, feed innovation through fermentation and the addition of natural feed additives is required to improve larval performance. This study aimed to evaluate the effectiveness of turmeric (*Curcuma longa* Linn.) powder supplementation in fermented paste feed on growth, survival rate, and cannibalism level of striped catfish larvae. The experiment was conducted for 40 days at the Fish Hatchery and Breeding Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Riau, using a completely randomized design with five treatments and three replications, namely P1 (0.0 g kg⁻¹), P2 (1.5 g kg⁻¹), P3 (3.0 g kg⁻¹), P4 (4.5 g kg⁻¹), and P5 (6.0 g kg⁻¹) turmeric powder supplementation in the feed. The results showed that turmeric powder supplementation had a significant effect ($p < 0.05$) on absolute weight gain, absolute length gain, specific growth rate, and survival rate of striped catfish larvae. The best performance was obtained in treatment P5, with an absolute weight gain of 1.53 g, an absolute length gain of 6.06 cm, a specific growth rate of 15.91% day⁻¹, and a survival rate of 86.22%. Compared with the control treatment (P1), P5 increased weight by 25.24%, length by 34.82%, specific growth rate by 3.66%, and survival rate by 10.23%. During the experimental period, water quality parameters remained within optimal ranges, with temperatures of 26.6–28.6°C, dissolved oxygen levels of 5.7–6.8 mg L⁻¹, and pH values of 6.5–7.1. Turmeric powder has the potential to be used as a feed additive that is easy to apply and can support the sustainable improvement of Pustina strain striped catfish fingerling production.

KEYWORDS: cannibalism; fermentation; growth; paste feed; Pustina strain striped catfish larvae; survival rate; turmeric powder

PENDAHULUAN

Ikan patin strain Pustina (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan ikan patin siam varietas baru hasil dari pemuliaan yang dilakukan oleh Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam, Jambi. Ikan patin strain Pustina dirilis secara resmi dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 180 Tahun 2023, dimana ikan tersebut memiliki keunggulan pertumbuhannya yang lebih cepat. Sentra produksi ikan patin di Indonesia terdapat di beberapa wilayah, seperti di Jambi, Palembang, Riau, Lampung, Jawa Barat, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah. Ikan patin merupakan salah satu jenis ikan

air tawar yang memiliki potensi dan nilai ekonomis penting dalam usaha budidaya perikanan (Extrada *et al.*, 2020).

Proses pembenihan ikan patin terdapat permasalahan yaitu tingginya mortalitas pada saat stadia larva ke fase calon benih yaitu 40% (Rahman *et al.*, 2021). Tingginya mortalitas disebabkan oleh cadangan makanan berupa kuning telur telah habis diserap oleh tubuh larva. Periode kritis larva ikan patin terjadi pada umur 2-14 hari, karena pada fase ini larva membutuhkan asupan pakan dari luar (*exogenous feeding*) yang dapat memunculkan sifat kanibalisme. Pakan larva ikan patin pada umumnya berupa *Artemia* sp. dan cacing

sutra, kemudian pada umur 14 hari mulai diberikan pakan komersial. Namun, pakan komersial PF-0 belum dapat dimanfaatkan secara maksimal karena tekstur dan tingkat kecernaannya masih terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan proses fermentasi sehingga dihasilkan pakan pasta terfermentasi dengan partikel lebih halus, mudah dicerna, dan sesuai dengan kebutuhan larva ikan patin. Menurut Heltonika *et al.* (2023), pakan pasta terfermentasi mampu menggantikan cacing sutra dengan pertumbuhan bobot hingga 69% dan pertumbuhan panjang hingga 71%.

Pemanfaatan pakan pasta terfermentasi telah banyak diteliti pada spesies ikan air tawar lainnya dan menunjukkan hasil yang positif. Peningkatan kualitas pakan dapat dilakukan melalui penerapan proses fermentasi, yang terbukti mampu menurunkan kadar serat kasar, memperbaiki karakteristik fisik pakan, serta meningkatkan kecernaan nutrisi (Heltonika *et al.*, 2022). Proses fermentasi pakan umumnya melibatkan penambahan probiotik, salah satunya *Effective Microorganism 4* (EM-4), yang berperan dalam meningkatkan daya cerna pakan, mempercepat pertumbuhan, serta menjaga keseimbangan mikroba di dalam saluran pencernaan ikan (Simamora *et al.*, 2021). Monalisa *et al.* (2024) melaporkan bahwa penambahan probiotik EM-4 pada pakan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan gabus (*Channa striata*), dengan dosis terbaik sebesar 10 mL kg⁻¹ pakan. Selain itu, Fatmala (2022) melaporkan bahwa penggunaan probiotik EM-4 dalam pakan pasta terfermentasi pada larva ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan dosis 10 mL kg⁻¹ pakan menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak sebesar 0,13 g, pertumbuhan panjang mutlak 1,56 cm, serta tingkat kelulushidupan mencapai 85,56%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pakan pasta terfermentasi efektif dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan dan kelulushidupan larva maupun benih ikan. Meskipun demikian, kinerja pakan ini masih belum sepenuhnya efektif dalam mendukung pertumbuhan larva, sehingga diperlukan inovasi lebih lanjut,

salah satunya melalui penambahan tepung kunyit untuk meningkatkan kualitas nutrisi, kecernaan, dan palatabilitas pakan.

Rimpang kunyit merupakan bahan herbal kaya senyawa bioaktif yang berperan sebagai antimikroba, imunostimulan, antiinflamasi, antioksidan, dan pemacu pertumbuhan (Kusi *et al.*, 2025). Kunyit mengandung senyawa fenolik, flavonoid, β -karoten, vitamin C, vitamin E, minyak atsiri 3,18% dan kurkumin 9,61% (Siagian *et al.*, 2023). Kurkumin yang terkandung pada kunyit dapat meningkatkan nafsu makan ikan, meningkatkan proses pencernaan, merangsang dinding empedu, mengeluarkan getah pankreas yang mengandung enzim amilase, lipase dan protease sehingga penyerapan nutrisi pada ikan menjadi lebih efisien (Syawal *et al.*, 2021). Li *et al.* (2022), menyatakan bahwa kurkumin dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan proses metabolisme pada ikan. Kandungan minyak atsiri pada kunyit dapat mempercepat pengosongan lambung dan memicu peningkatan nafsu makan ikan (Simbolon *et al.*, 2022). Tepung kunyit sebagai *feed additive* diketahui mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan sehingga berkontribusi terhadap proses hidrolisis zat makanan di dalam saluran pencernaan ikan (Zakatra *et al.*, 2022). Selain itu, Siagian & Heltonika (2023) melaporkan bahwa suplementasi tepung kunyit dalam pakan, selain mudah diperoleh dan bersifat alami, juga mampu meningkatkan tingkat kelulushidupan serta menurunkan mortalitas dan kanibalisme pada benih ikan baung.

Meskipun manfaat tepung kunyit dan pakan fermentasi telah banyak dilaporkan, hingga saat ini informasi mengenai pemanfaatan tepung kunyit sebagai aditif alami dalam pakan pasta fermentasi pada fase larva ikan patin strain Pustina masih sangat terbatas. Secara khusus, belum terdapat kajian yang secara komprehensif mengevaluasi pengaruh penambahan tepung kunyit pada pakan pasta terfermentasi terhadap pertumbuhan, kelulushidupan, dan tingkat kanibalisme larva ikan patin. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada penerapan tepung kunyit

sebagai *feed additive* alami yang ditambahkan pada pakan pasta fermentasi sebagai strategi peningkatan nutrisi pakan selama fase larva ikan patin strain Pustina. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penambahan tepung kunyit dalam pakan pasta fermentasi terhadap pertumbuhan, kelulushidupan, dan tingkat kanibalisme larva ikan patin strain Pustina.

BAHAN DAN METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari pada bulan April–Juni 2025 di Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan menerapkan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan tepung kunyit (TK) pada pakan pasta terfermentasi (PPT) dengan dosis sebagai berikut:

- P1 (kontrol) = pakan pasta terfermentasi tanpa tepung kunyit ($0,0 \text{ g kg}^{-1}$ pakan)
- P2 = pakan pasta terfermentasi + tepung kunyit $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ pakan
- P3 = pakan pasta terfermentasi + tepung kunyit $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ pakan
- P4 = pakan pasta terfermentasi + tepung kunyit $4,5 \text{ g kg}^{-1}$ pakan
- P5 = pakan pasta terfermentasi + tepung kunyit $6,0 \text{ g kg}^{-1}$ pakan

Dosis tepung kunyit yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil penelitian Siagian *et al.* (2024) yang melaporkan penggunaan $0 - 2 \text{ g kg}^{-1}$, dengan dosis $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ pakan sebagai dosis yang paling efektif. Namun, dosis tersebut diperoleh pada spesies, fase kehidupan, dan jenis pakan yang berbeda, sehingga belum tentu bersifat optimal untuk larva ikan patin strain Pustina. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan rentang dosis

tepung kunyit yang lebih lebar dari Siagian *et al.* (2024) sebesar $0-6,0 \text{ g kg}^{-1}$ pakan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan larva ikan patin strain Pustina secara lebih komprehensif. Seluruh larva ikan patin strain Pustina terlebih dahulu diberi pakan awal yang sama, yaitu *Artemia* sp. selama tiga hari dan cacing sutra selama tujuh hari. Setelah fase tersebut, larva diberi pakan pasta terfermentasi dengan dosis tepung kunyit yang berbeda sesuai perlakuan.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) setelah habis kuning telur berumur dua hari. Larva diperoleh dari *hatchery* lokal di wilayah Taman Karya, Pekanbaru, Riau. Larva ikan patin yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1.125 ekor dengan padat tebar 5 ekor L^{-1} dengan volume air 15 L.

Pakan larva uji berupa kista *Artemia* sp. dengan merek dagang Supreme Plus. Kista *Artemia* sp. ditetaskan menggunakan wadah berupa ember berisi air yang diberi garam dan aerasi. Kista *Artemia* sp. menetas setelah dikultur 24 jam. Jenis pakan lainnya yang digunakan yaitu cacing sutra dan pakan komersial PF-0 dengan merek dagang Matahari Sakti Prima Feed yang memiliki kandungan protein 40%. Bahan lainnya yang digunakan pada penelitian ini yaitu probiotik EM-4, air mineral, susu kental manis (SKM), dan tepung kunyit.

Alat-alat yang digunakan yaitu akuarium berukuran $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 15 unit, instalasi aerasi, spuit, handuk, corong penetasan kista *Artemia* sp., kertas milimeter blok, selang sipon, timbangan analitik, gelas ukur, cawan petri, blender, pengayak, stoples, lakban, baskom, ember, pisau, dan talenan. Kualitas air berupa kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dan suhu diukur menggunakan alat DO Meter AZ 8403 (AZ Instrument Corp., Taiwan) dan pH diukur dengan menggunakan pH meter digital ATC tipe PH-009(IA).

Persiapan Wadah Pemeliharaan Larva

Wadah penelitian menggunakan akuarium dengan ukuran $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 15 unit. Akuarium tersebut dibersihkan terlebih dahulu kemudian dilakukan perendaman dengan larutan kalium permanganat (PK) dengan dosis 0,5 ppm selama 24 jam. Perendaman sisi dalam wadah akuarium dengan larutan PK tersebut berfungsi untuk membunuh atau mencegah pertumbuhan bakteri. Selanjutnya, akuarium dibilas menggunakan air bersih, kemudian dikeringkan dan disusun di atas rak serta diberikan nomor berdasarkan urutan acak

Pengacakan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengacakan nomor wadah dan perlakuan. Tahap pertama yaitu pengacakan nomor wadah yang dilakukan dengan cara menuliskan nomor 1 sampai 15 pada kertas kecil, kemudian diundi untuk menentukan penomoran wadah selama penelitian. Tahap kedua yaitu pengacakan perlakuan yang dilakukan dengan cara menuliskan nomor perlakuan dari 1 sampai 15 pada kertas tersebut dan diundi sebanyak 15 kali, kemudian kertas undian tersebut ditempelkan sesuai penomoran akuarium.

Persiapan Air Media Pemeliharaan Larva Ikan

Air yang digunakan berasal dari sumur bor yang ada di Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru diendapkan selama tiga hari agar partikel kotoran dan logam yang tercampur pada air. Masing-masing akuarium yang sudah dibersihkan kemudian diisi dengan air sebanyak 15 L dan dilengkapi dengan sistem aerasi guna menjaga kadar oksigen terlarut di dalam air tetap optimal selama masa pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina.

Pembuatan Tepung Kunyit

Bahan alami yang digunakan pada penelitian ini adalah rimpang tepung kunyit. Kunyit diperoleh dari pasar tradisional di Kota Pekanbaru yang kemudian dibersihkan

dan ditimbang sebanyak 1 kg, selanjutnya kunyit dikupas, diiris tipis, dan dijemur di bawah sinar matahari selama 2-3 hari. Metode penjemuran dipilih karena merupakan teknik pengeringan alami yang umum digunakan dalam pengolahan bahan herbal dan bertujuan untuk mempertahankan senyawa bioaktif utama kunyit, seperti kurkuminoid. Selain itu, metode ini dipilih untuk mensimulasikan kondisi aplikasi lapangan yang sederhana dan mudah diterapkan oleh pembudidaya, sehingga hasil penelitian diharapkan lebih aplikatif. Tepung kunyit yang sudah kering, selanjutnya dihaluskan menggunakan blender sampai halus dan bubuk tepung kunyit diayak untuk mendapatkan tekstur kehalusan tepung kunyit yang seragam.

Persiapan Pakan Fermentasi

Pengaktifan fermentor menggunakan perbandingan dosis 1: 1: 10, yaitu 6 ml EM-4 (sumber fermentor) dicampurkan dengan 6 ml SKM (pemacu pertumbuhan mikroorganisme) lalu ditambahkan 60 ml air (media pelarut). Selanjutnya, bahan dimasukkan ke dalam toples secara bertahap, mulai dari EM-4, SKM, dan air, diaduk hingga merata, kemudian stoples ditutup rapat. Setelah itu, didiamkan selama 1 hari dalam keadaan kedap udara hingga EM-4 aktif, ditandai dengan keluarnya aroma asam.

Pakan komersial PF-0 dengan merek dagang Matahari Sakti Prima Feed ditimbang sebanyak 1 kg. Selanjutnya, pakan ditambah EM-4 yang sudah diaktifkan sebelumnya dengan dosis 20 ml kg^{-1} pakan, adonan pakan ditambah air lalu diaduk hingga merata dan kalis. Pakan dalam bentuk pasta disimpan pada suhu ruang selama 2-3 hari, selanjutnya apabila fermentasi berhasil akan beraroma asam seperti bau tapai. Pakan pasta yang telah difermentasi kemudian ditambah tepung kunyit sesuai dosis masing-masing perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 kemudian diaduk hingga homogen. Setelah itu, pakan pasta terfermentasi dimasukkan ke dalam plastik ziplock kemudian disimpan dalam lemari pendingin selama penelitian agar awet dan kualitasnya tetap baik.

Pemeliharaan Larva

Larva ikan patin strain Pustina yang baru menetas diadaptasikan terlebih dahulu selama 24 jam pada bak fiber berisi air yang diberi aerasi dan ditambah garam ikan sebanyak $0,005 \text{ g L}^{-1}$ air. Penambahan garam ikan pada bak fiber tersebut bertujuan untuk mencegah infeksi parasit dan jamur pada larva ikan. Pada saat larva berumur dua hari, dilakukan pengambilan sampel dan penghitungan jumlah larva awal sebagai dasar perhitungan padat tebar.

Padat tebar larva ikan yaitu 5 ekor L^{-1} air, yang berarti dalam 15 liter air pada akuarium terdapat 75 ekor larva ikan. Larva ikan patin diberi pakan sesuai dengan perlakuan penelitian, yaitu *Artemia* sp. selama tiga hari, cacing sutra selama tujuh hari, pemberian pakan secara *ad libitum* (sepuasnya), dan pakan pasta terfermentasi yang diperkaya dengan tepung kunyit. Pemberian pakan pasta terfermentasi dilakukan secara *ad satiation* (sekenyang-kenyangnya).

Frekuensi pemberian pakan *Artemia* sp. dilakukan sebanyak 12 kali sehari dengan interval waktu setiap 2 jam, yaitu pada pukul 07.00, 09.00, 11.00, 13.00, 15.00, 17.00, 19.00, 21.00, 23.00, 01.00, 03.00, dan 05.00 WIB selama tiga hari sebagai pakan awal untuk mendukung kelangsungan hidup larva pada fase kritis awal. Selanjutnya, larva diberi pakan cacing sutra selama tujuh hari dengan frekuensi empat kali sehari pada interval waktu 6 jam (pukul 12.00, 18.00, 00.00, dan 06.00 WIB) sebagai tahap transisi sebelum pemberian pakan perlakuan. Setelah fase tersebut, larva diberi pakan pasta terfermentasi yang ditambahkan tepung kunyit sesuai dosis perlakuan, dengan frekuensi yang sama, yaitu empat kali sehari pada interval 6 jam (pukul 06.00, 12.00, 18.00, dan 24.00 WIB). Selama masa pemeliharaan, dilakukan penyiponan secara rutin untuk membuang sisa pakan dan feses yang mengendap di dasar akuarium guna menjaga kualitas air tetap optimal.

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati selama penelitian yaitu respons larva terhadap pakan, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, indeks kanibalisme, kelulushidupan larva, dan kualitas air media pemeliharaan larva.

Respons Larva Terhadap Pakan

Kriteria pengamatan dan penilaian respons larva ikan terhadap pakan dapat dilihat pada Tabel 1. Respons larva terhadap pakan diamati melalui tiga aspek, yaitu: cara larva mengambil pakan, daya tarik larva terhadap pakan, dan sisa pakan yang tertinggal di perairan. Pada nilai 5, larva menunjukkan respons yang sangat agresif dalam mengambil pakan, berenang sangat cepat ke permukaan, serta menghabiskan pakan tanpa sisa dalam rentang waktu <1 menit. Pada nilai 3, larva masih agresif dalam mengambil pakan, tetapi daya tarik larva terhadap pakan lebih rendah dibandingkan dengan nilai 5 dengan rentang waktu 1-2 menit, sehingga masih terdapat sedikit sisa pakan di dasar perairan. Sementara itu, pada nilai 1, larva tidak agresif dalam mengambil pakan, berenang lambat ke permukaan, dan meninggalkan banyak sisa pakan di dasar perairan atau $>50\%$ sisa pakan dengan rentang waktu lebih dari 2 menit.

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pengukuran bobot larva dilakukan setiap 10 hari sekali selama 40 hari masa pemeliharaan. Pengukuran bobot dilakukan dengan cara menimbang 50% dari total larva yang ada di setiap akuarium menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian $0,001 \text{ g}$. Menurut Effendie (2002), pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan rumus (1):

$$W = W_t - W_o \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

W = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Bobot rata-rata akhir larva ikan (g)

W_o = Bobot rata-rata awal pemeliharaan larva ikan (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Panjang larva ikan diukur setiap 10 hari sekali selama 40 hari masa pemeliharaan. Pengukuran panjang larva ikan menggunakan kertas milimeter blok. Menurut Effendie (2002), pertumbuhan panjang mutlak dihitung dengan rumus (2):

$$L = L_t - L_o \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

L = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang tubuh pada akhir penelitian (cm)

L_o = Panjang tubuh pada awal penelitian (cm)

Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Effendie (2002), laju pertumbuhan berat spesifik ikan dalam kurun waktu tertentu dapat dihitung dengan rumus (3):

$$LPS = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

LPS = Laju pertumbuhan spesifik (% hari⁻¹)

W_t = Bobot larva pada akhir penelitian (g)

W_o = Bobot larva pada awal penelitian (g)

t = Waktu pemeliharaan (hari)

Tabel 1. Kriteria pengamatan dan penilaian respons larva terhadap pakan

Table 1. Observation and assessment criteria for larval responses to feed

Pengamatan <i>Observation</i>	Nilai <i>Value</i>		
	5	3	1
Cara larva mengambil pakan <i>Feeding behavior of larvae</i>	Larva sangat agresif dalam mengambil pakan <i>Larvae exhibited a high level of feeding aggressiveness</i>	Larva agresif dalam mengambil pakan <i>Larvae exhibited aggressive feeding behavior</i>	Larva tidak agresif dalam mengambil pakan <i>Larvae did not exhibit aggressive feeding behavior</i>
Daya tarik larva terhadap pakan <i>Larval attraction to feed</i>	Larva sangat cepat berenang ke permukaan untuk mengambil pakan <i>Larvae quickly moved toward the water surface during feeding</i>	Larva cepat berenang ke permukaan untuk mengambil pakan <i>Larvae rapidly swam to the water surface to feed</i>	Larva lambat berenang ke permukaan untuk mengambil pakan <i>Larvae slowly swam to the water surface to feed</i>
Sisa pakan <i>Feed residue</i>	Pakan habis tidak tersisa <i>The feed was fully consumed</i>	Pakan tersisa sedikit di dasar perairan <i>A small amount of uneaten feed remained at the bottom of the water</i>	Pakan banyak tersisa di dasar perairan <i>A large amount of uneaten feed remained at the bottom of the water</i>

Sumber : Heltonika et al. (2022)

Source : Heltonika et al. (2022)

Tipe Kanibalisme

Apabila ditemukan ikan mati dengan luka atau bekas gigitan, maka hal tersebut dikategorikan sebagai kanibalisme tipe I dihitung dengan rumus (4). Ikan yang hilang selama masa pemeliharaan dikategorikan sebagai kanibalisme tipe II dihitung dengan rumus (5). Menurut Król & Zakęś (2016), jumlah kejadian kanibalisme tipe I dan II dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Tipe I} = \frac{\Sigma \text{Ikan mati dengan luka}}{\Sigma \text{ikan awal yang ditebar}} \times 100\% \dots\dots (4)$$

$$\text{Tipe II} = \frac{\Sigma \text{Ikan hilang atau tertelan}}{\Sigma \text{ikan awal yang ditebar}} \times 100\% \dots\dots (5)$$

Tingkat Kanibalisme

Menurut Heltonika *et al.* (2021), indeks kanibalisme (IK) dapat ditentukan dengan rumus (6):

$$\text{IK} = \frac{\Sigma \text{Ikan mati}}{\Sigma \text{ikan awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Kelulushidupan Larva

Mortalitas larva ikan dihitung setiap hari jika ditemukan larva ikan yang mati. Pengamatan ini dilakukan untuk penghitungan kelulushidupan larva/*survival rate* (SR) pada akhir periode pemeliharaan. Menurut Effendie (2002), kelulushidupan larva dihitung dengan rumus (7):

$$\text{SR} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

SR = *Survival rate* atau kelulushidupan (%)

Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

No = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu suhu, pH, dan DO. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian. Penyiponan air pada wadah pemeliharaan dilakukan setiap tiga hari untuk membersihkan sisa pakan dan feses ikan.

Pernyataan Etik

Pemeliharaan dan perlakuan terhadap ikan uji selama penelitian dilakukan secara etis untuk meminimalkan stres dan cedera dengan memperhatikan prinsip-prinsip kesejahteraan hewan, keselamatan kerja, serta standar mutu yang ditetapkan dalam SNI 6483.4:2016 dan SNI 8035:2019.

Analisis Data

Data penelitian mencakup pertumbuhan bobot mutlak, panjang mutlak, dan kelulushidupan larva ikan patin. Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis data dilakukan menggunakan aplikasi SPSS 27. Uji yang digunakan adalah ANAVA (analisis varians) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila terdapat perbedaan nyata antarpelakuan, dilakukan analisis lanjutan dengan uji Student-Newman-Keuls. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 95% ($\alpha = 0,05$), sehingga hasil analisis dinyatakan berbeda nyata apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan Tepung Kunyit Pada Pakan Pasta Terfermentasi

Hasil uji analisis proksimat penambahan tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) pada pakan pasta terfermentasi dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan

Tabel 2. Analisis proksimat penambahan tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) pada pakan pasta terfermentasi
 Table 2. Proximate analysis of fermented paste feed with turmeric (*Curcuma longa* Linn.) supplementation

Analisis Proksimat Proximate Analysis	P1 ^(a)	P2 ^(b)	P3 ^(b)	P4 ^(b)	P5 ^(b)
Kadar Air (%) Moisture (%)	46,21	47,31	46,95	45,85	47,17
Kadar Abu (%) Ash (%)	6,35	6,80	6,91	7,11	7,37
Protein (%) Protein (%)	40,56	32,57	23,56	21,98	22,81
Lemak (%) Lipid (%)	5,31	5,52	5,53	5,68	5,71
Serat Kasar (%) Crude fiber (%)	0,86	0,76	0,84	0,96	0,55
Bahan ekstrak tanpa nitrogen/ BETN (%) Nitrogen free extract (%)	0,71	7,04	16,21	18,42	16,39

Sumber : (a) Lase (2025); (b) Hasil Analisis Proksimat di Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Keterangan : P1 = PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6,0 g kg⁻¹)

Source: (a)Lase (2025); (b)Proximate analysis conducted at the Fish Nutrition Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University

Note: P1 = PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6.0 g kg⁻¹)

tepung kunyit (P1) sebesar 40,56%, kemudian menurun pada P2 yaitu 32,57%. Penurunan kadar protein dari P1 ke P2 ini disebabkan oleh efek pengenceran sebagian bahan pakan utama berprotein tinggi dengan tepung kunyit yang memiliki kandungan protein rendah, yaitu sekitar 6–9%. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kasri *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa penambahan bahan herbal seperti tepung kunyit dalam pakan dapat menurunkan kadar protein jika tidak diimbangi dengan bahan berprotein tinggi, karena bahan herbal lebih berfungsi sebagai *feed additive* daripada sebagai sumber nutrisi utama.

Selain faktor komposisi bahan, penurunan kadar protein diduga dipengaruhi oleh adanya senyawa antinutrisi dalam tepung kunyit

seperti tanin, saponin, dan fenol. Senyawa-senyawa ini dapat berikatan dengan protein membentuk kompleks tanin–protein yang bersifat sukar larut, sehingga tidak dapat dicerna dan tidak terdeteksi dalam analisis proksimat. Akibatnya, kandungan protein tampak lebih rendah. Pada proses fermentasi, mikroorganisme berperan memecah protein kompleks menjadi asam amino bebas atau senyawa nitrogen volatil seperti NH₃. Hal ini menyebabkan kandungan protein kasar yang terukur menjadi lebih rendah. Pada perlakuan dosis lebih besar, kadar protein cenderung menurun secara bertahap hingga mencapai 21,98% pada P4 dan 22,81% pada P5. Pola ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit dalam jumlah lebih besar tidak lagi

menyebabkan penurunan tajam seperti pada P2, tetapi penurunan yang lebih stabil. Hal ini diduga karena mikroba fermentatif mulai beradaptasi dengan senyawa aktif kunyit sehingga proses fermentasi kembali berjalan lebih seimbang.

Serat kasar berkisar 0,55% hingga 0,96%. Kadar serat yang rendah sangat baik untuk pakan larva ikan patin, kadar serat yang tinggi dapat mengurangi efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi. Kandungan serat kasar yang baik untuk ikan karnivora tidak lebih dari 4% (Retno *et al.*, 2021). Kadar lemak pada pakan naik pada setiap perlakuan seiring bertambahnya dosis tepung kunyit yang diberikan yaitu pada P1 sebesar 5,31%, P2 5,52%, P3 5,53%, P4 5,68%, dan P5 5,71%. Lemak merupakan sumber utama energi pada larva ikan patin yang berfungsi untuk menjaga stamina dan sebagai media penyimpan vitamin A, D, E, dan K yang larut dalam lemak. Pada penelitian Tobuku (2022), menyatakan bahwa pakan dengan kandungan lemak sebesar 10,89% dapat menghasilkan kinerja pertumbuhan terbaik.

Kandungan BETN pada P1 memiliki kadar 0,71%, kemudian meningkat pada perlakuan dengan penambahan tepung kunyit. Kadar BETN tertinggi pada perlakuan P4 sebesar 18,42%, diikuti P5 16,39%, P3 16,21%, dan P2 7,04%. Peningkatan ini disebabkan oleh kandungan karbohidrat total yang cukup tinggi, termasuk senyawa bioaktif seperti kurkumin, flavonoid, dan polisakarida dalam kunyit. Selain itu, proses fermentasi membantu memecah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana sehingga BETN dapat meningkat.

Respons Larva Ikan Patin Terhadap Pakan

Respons larva ikan patin strain Pustina terhadap pakan yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, perlakuan P5 mendapatkan total nilai respons 12. Hal ini menunjukkan larva ikan patin strain Pustina pada P5 memiliki perilaku makan yang lebih aktif, responsif, dan efisien dibandingkan dengan P1, P2, P3, dan P4. Respons larva yang agresif terhadap pakan ini menunjukkan bahwa proses fermentasi

Tabel 3. Respons larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) terhadap pakan pasta terfermentasi

Table 3. Response of Pustina strain catfish larvae (*P. hypophthalmus*) to fermented pasta feed

Pengamatan <i>Observation</i>	Nilai respons pada setiap perlakuan <i>Response value for each treatment</i>				
	P1	P2	P3	P4	P5
Cara larva mengambil pakan <i>Feeding behavior of larvae</i>	3	3	3	3	3
Daya tarik larva pada pakan <i>Larval attraction to feed</i>	3	3	3	3	3
Sisa pakan <i>Feed residue</i>	1	1	3	3	3
Waktu <i>Time</i>	1	1	1	1	3
Total nilai respons <i>Total response score</i>	8	8	10	10	12

berperan untuk meningkatkan kualitas pakan dimana fermentasi mampu menghidrolisis senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih mudah dicerna serta menghasilkan aroma khas yang disukai ikan (Heltonika, 2023). Tepung kunyit juga mengandung senyawa terpenoid (kurkumin, turmeron, zingiberen) yang bersifat volatil menghasilkan aroma khas (Pamungkas *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit memberikan efek positif dimana senyawa bioaktif dalam tepung kunyit mampu bertindak sebagai zat atraktan alami yang meningkatkan daya tarik sekaligus memperbaiki aroma dan rasa pada pakan ikan.

Pada perlakuan P3 dan P4, respons larva terhadap pakan mendapatkan nilai total 10 dimana larva mulai menunjukkan ketertarikan yang lebih besar terhadap pakan dibanding P1 dan P2. Hal ini diduga karena kandungan zat kurkuminoid pada tepung kunyit memberikan warna khas kuning alami yang mampu meningkatkan daya tarik visual pakan sehingga pakan dapat lebih mudah dikenali oleh larva ikan patin strain Pustina. Selain itu, kurkumin dalam tepung kunyit berperan dalam merangsang fungsi organ pencernaan dengan meningkatkan sekresi getah pankreas yang mengandung enzim amilase, lipase, dan protease, sehingga proses pemecahan nutrisi menjadi lebih efisien dan metabolisme energi berjalan optimal (Li *et al.*, 2022). Di sisi lain, minyak atsiri pada kunyit membantu mempercepat pengosongan lambung, menyebabkan larva lebih cepat merasa lapar dan menunjukkan perilaku makan yang lebih aktif (Hasby *et al.*, 2022). Kombinasi dari warna pakan, peningkatan aktivitas enzim pencernaan, serta rangsangan terhadap nafsu makan inilah yang menyebabkan respons larva pada perlakuan P3 dan P4 menjadi lebih agresif dibandingkan perlakuan dosis yang lebih rendah.

Pada perlakuan P1 dan P2, nilai total respons larva terhadap pakan tercatat sebesar delapan, yang menunjukkan bahwa larva belum merespons pakan dengan baik. Dari aspek cara pengambilan dan daya tarik, larva cenderung tidak agresif. Selain itu, sisa pakan masih

teramati cukup banyak dan membutuhkan waktu lebih lama untuk dikonsumsi (> 2 menit). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pakan belum sepenuhnya menarik, baik dari segi aroma, warna dan tekstur. Ketiadaan senyawa bioaktif dalam jumlah yang memadai, seperti kurkuminoid, kemungkinan menjadi salah satu faktor penyebabnya. Sebagaimana pada penelitian Rambe (2025), yang menyatakan bahwa respons larva terhadap pakan pasta terfermentasi dengan pemberian herbal berupa temulawak dengan dosis 6 g kg^{-1} memberikan nilai respons lebih agresif dibandingkan tanpa penambahan temulawak.

Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Patin

Hasil penelitian mengenai efektivitas penambahan tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) pada pakan pasta terfermentasi terhadap pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, serta kelulushidupan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) dengan lama pemeliharaan 40 hari tercantum pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4, penambahan tepung kunyit dengan dosis berbeda pada pakan pasta terfermentasi berpengaruh nyata terhadap bobot mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan kelulushidupan larva ikan patin strain Pustina. Uji lanjut *Student-Newman-Keuls* menunjukkan bahwa perlakuan P1 berbeda sangat nyata dengan P5 dengan bobot mutlak larva meningkat dari $1,21 \pm 0,17 \text{ g}$ menjadi $1,52 \pm 0,01 \text{ g}$. Panjang mutlak P1 berbeda sangat nyata dengan P5 dengan hasil yang meningkat dari $4,50 \pm 0,34 \text{ cm}$ menjadi $6,06 \pm 0,05 \text{ cm}$, sedangkan P2 tidak berbeda nyata dengan P3, serta P3 tidak berbeda nyata dengan P4. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) larva ikan patin pada P1 sangat berbeda nyata dengan P5 dari $15,35 \pm 0,02\% \text{ hari}^{-1}$ menjadi $15,91 \pm 0,04\% \text{ hari}^{-1}$, sedangkan P4 tidak berbeda nyata dengan P5. Kelulushidupan larva ikan patin pada perlakuan P1, P2, dan P3 berbeda nyata dengan P5, sedangkan perlakuan P4 tidak

Tabel 4. Kinerja pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) yang diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyitTable 4. Growth performance and survival rate of Pustina strain striped catfish (*P. hypophthalmus*) larvae fed fermented paste feed supplemented with turmeric powder

Perlakuan <i>Treatment</i>	Pertumbuhan bobot mutlak (g) <i>Absolute weight gain (g)</i>	Pertumbuhan panjang mutlak (cm) <i>Absolute length gain (cm)</i>	LPS (% hari ⁻¹) <i>Specific growth rate (% day⁻¹)</i>	Kelulushidupan (%) <i>Survival rate (%)</i>
P1	1,21±0,01 ^a	4,50±0,34 ^a	15,35±0,04 ^a	78,22±1,54 ^a
P2	1,28±0,00 ^b	4,93±0,05 ^b	15,53±0,05 ^b	80,89±3,08 ^{ab}
P3	1,39±0,00 ^c	5,10±0,10 ^{bc}	15,71±0,00 ^c	81,33±2,66 ^{ab}
P4	1,49±0,00 ^d	5,36±0,20 ^c	15,84±0,04 ^d	84,89±1,54 ^{bc}
P5	1,52±0,01 ^e	6,06±0,05 ^d	15,91±0,04 ^d	86,22±2,30 ^c

Keterangan : P1 = PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6,0 g kg⁻¹). Nilai rata-rata pada kolom yang sama diikuti dengan huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$)

Note: P1 = PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6.0 g kg⁻¹). Mean values in the same column followed by different superscript letters indicate a significant difference ($p < 0.05$)

berbeda nyata dengan P5. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa penambahan tepung kunyit pada pakan pasta terfermentasi memberikan efek yang baik pada pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan patin, meskipun dari hasil uji analisis proksimat menunjukkan penurunan komposisi nutrisi, khususnya pada kandungan protein. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan larva ikan patin tidak hanya ditentukan oleh kandungan nutrisi pakan, tetapi juga dipengaruhi oleh senyawa bioaktif yang terkandung di dalam tepung kunyit. Zakatra *et al.* (2022), menyatakan bahwa kurkumin mampu merangsang nafsu makan ikan, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan (amilase, lipase, dan protease) dan meningkatkan proses metabolisme. Minyak atsiri dalam tepung kunyit turut mempercepat pengosongan lambung sehingga meningkatkan frekuensi konsumsi pakan. Mekanisme efek penambahan tepung kunyit pada pertumbuhan

dan kelulushidupan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa pemberian tepung kunyit pada pakan pasta terfermentasi memberikan serangkaian efek fisiologis yang saling berkaitan dan secara keseluruhan berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan serta kelulushidupan larva ikan patin. Senyawa aktif utama dalam kunyit, yaitu kurkumin, kurkuminoid, dan minyak atsiri, berperan sebagai antioksidan dan hepatoprotektor yang mampu melindungi jaringan hati dari kerusakan oksidatif. Kondisi hati yang sehat membuat proses metabolisme nutrisi berjalan lebih efisien, sehingga hormon pertumbuhan (*Growth Hormone/GH*) dapat berinteraksi lebih optimal dengan GHR (*Growth Hormone Receptor*) di hati. Interaksi GH dan GHR ini memicu peningkatan produksi hormon *Insulin-*



Gambar 1. Ilustrasi skematis pengaruh suplementasi tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) strain Pustina

Figure 1. Schematic illustration of the effects of dietary turmeric (*Curcuma longa* Linn.) powder supplementation on the growth performance and survival of Pustina strain striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) larvae

like Growth Factor-1 (IGF-1), yaitu hormon kunci yang bertanggung jawab terhadap stimulasi pembelahan sel, sintesis protein, serta percepatan metabolisme nutrisi. Peningkatan IGF-1 kemudian berdampak langsung pada peningkatan pertumbuhan bobot dan panjang tubuh larva, sekaligus pengatur metabolisme yang mendukung aktivitas enzim pencernaan, memperkuat sistem imun dan juga berperan dalam pemanfaatan pakan menjadi lebih efisien, dengan energi yang semula digunakan untuk pertahanan tubuh dapat dialihkan ke pembentukan sel, tulang, dan otot (Wijayanto *et al.*, 2023).

Aktivitas antioksidan kurkumin mampu menurunkan tingkat stres oksidatif yang

umum terjadi pada fase larva, terutama akibat fluktuasi kualitas air, kepadatan tebar tinggi, dan sensitivitas fisiologis yang masih rendah. Berkurangnya stres oksidatif menyebabkan energi larva ikan tidak banyak terpakai untuk mekanisme pertahanan sel, sehingga dapat dialihkan pada proses pertumbuhan. Menurut Kusi *et al.* (2025) kunyit memiliki senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, tanin dan alkanoid yang berfungsi sebagai imunostimulan untuk meningkatkan daya tahan tubuh, sehingga larva ikan menjadi lebih resisten terhadap patogen serta mengurangi peluang terjadinya kematian. Dengan kondisi hati yang sehat, meningkatnya produksi IGF-1, efisiensi metabolisme nutrisi, serta menurunnya stres

oksidatif dapat menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dan tingkat kelulushidupan larva ikan patin yang lebih tinggi. Selain itu, kurkumin dan minyak atsiri juga memengaruhi sistem saraf dan kelenjar hipofisis yang berperan dalam merangsang sekresi hormon pertumbuhan (Heltonika, 2022). Hal ini pada akhirnya mempercepat pertumbuhan sekaligus meningkatkan kelulushidupan larva ikan patin.

Pertumbuhan Bobot Mutlak dan Bobot Rata-Rata Larva Ikan Patin

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit pada pakan pasta terfermentasi dengan dosis berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan bobot mutlak larva ikan patin (Tabel 4). Uji lanjut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda nyata, dimana bobot mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 sebesar $1,52 \pm 0,01$ g, diikuti oleh P4 $1,49 \pm 0,00$ g, P3 $1,39 \pm 0,00$ g, P2 $1,28 \pm 0,00$ g, dan P1 $1,21 \pm 0,017$ g. Perbedaan bobot mutlak antar perlakuan ini berkaitan dengan adanya kandungan kurkumin dan senyawa bioaktif pada tepung kunyit yang berperan dalam meningkatkan nafsu makan, efisiensi pencernaan, serta metabolisme energi pada larva ikan. Pada P1 yang tidak mengandung tepung kunyit, pakan tidak memiliki senyawa bioaktif dari tepung kunyit yang dapat merangsang peningkatan aktivitas metabolik maupun penyerapan nutrisi, sehingga pertumbuhan bobotnya lebih rendah.

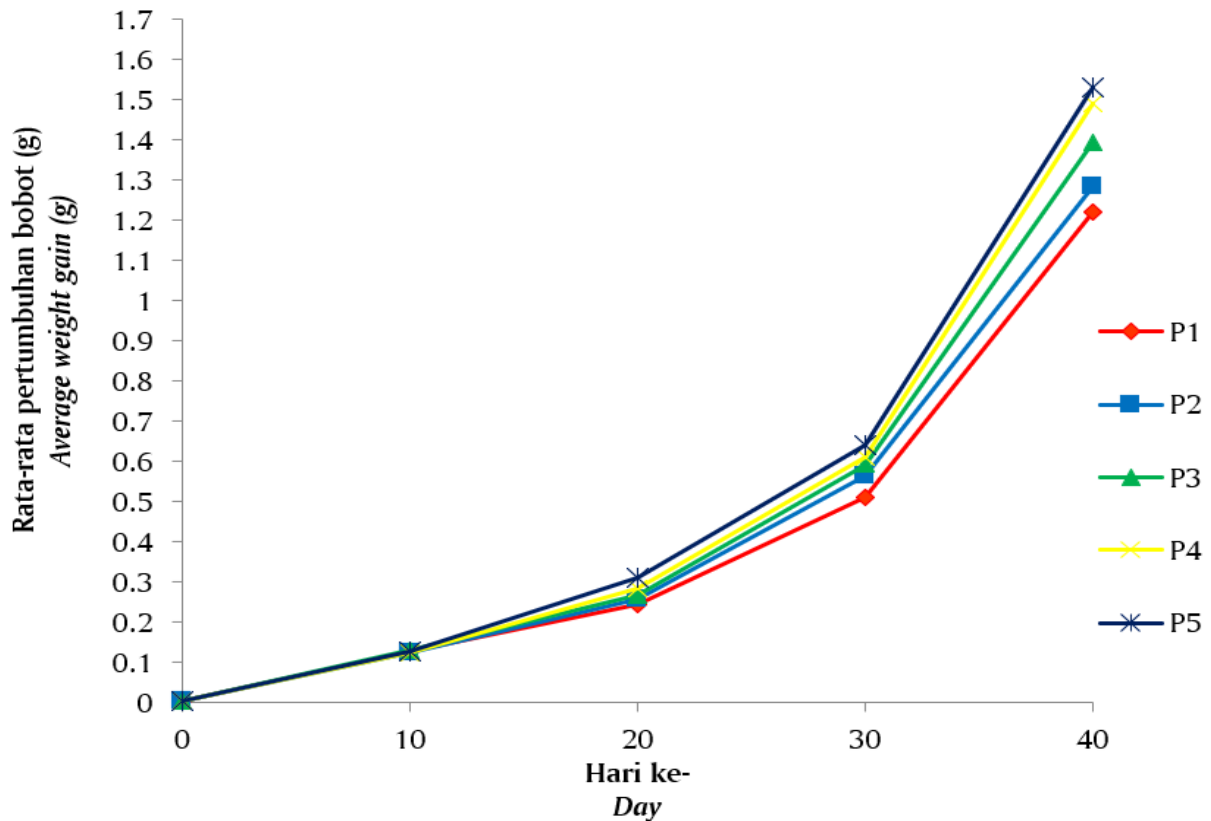
Pada perlakuan P2, P3, P4, dan P5, peningkatan dosis tepung kunyit menyebabkan kandungan kurkumin dan senyawa bioaktif seperti minyak atsiri, fenol, flavonoid, dan tanin juga meningkat. Senyawa bioaktif tersebut berperan sebagai antioksidan dan imunostimulan alami yang mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan serta menekan tingkat stres pada larva ikan. Hal ini mendukung peningkatan proses metabolisme dan pemanfaatan energi dari pakan secara lebih efisien untuk pertumbuhan bobot tubuh ikan.

Perlakuan terbaik terdapat pada P5, dimana konsentrasi kurkumin dan senyawa bioaktif yang terkandung dalam pakan memberikan efek paling optimal dalam memperbaiki penyerapan nutrisi, meningkatkan nafsu makan, dan menjaga kesehatan larva. Kondisi ini memungkinkan energi dari pakan lebih banyak dialokasikan untuk pembentukan jaringan tubuh, sehingga pertambahan bobot mutlak menjadi paling tinggi. Hasil ini sejalan dengan pendapat Siagian & Heltonika (2023), yang menyatakan bahwa kurkumin berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pakan dan performa pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan bobot rata-rata larva ikan patin dengan penambahan tepung kunyit dengan dosis berbeda pada pakan pasta terfermentasi diamati disetiap 10 hari sekali selama 40 hari masa pemeliharaan. Hasil pertumbuhan bobot rata-rata larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bobot rata-rata larva ikan patin strain Pustina selama 40 hari pemeliharaan meningkat seiring bertambahnya dosis tepung kunyit dalam pakan. Pada pemeliharaan dari hari ke-1 hingga hari ke-10, peningkatan bobot larva ikan relatif sama di setiap perlakuan. Hal ini disebabkan pakan awal yang diberikan sama, yaitu *Artemia* sp. selama 3 hari dan cacing sutra selama 7 hari. Pakan tersebut merupakan pakan awal yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan larva ikan patin (Putra *et al.*, 2024). Pada tahap awal perkembangan fisiologis larva, sebagian besar energi dari pakan lebih difokuskan untuk menyempurnakan struktur dan fungsi organ tubuh dan sistem pencernaan masih sangat sederhana dan enzim-enzim pencernaan belum berkembang secara efisien.

Larva ikan patin mulai diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyit sesuai dosis perlakuan pada hari ke-11 hingga hari ke-20 masa pemeliharaan. Pada tahap ini terlihat adanya peningkatan pertumbuhan bobot yang berbeda antar perlakuan, dimana P5 memberikan hasil pertumbuhan bobot tertinggi, diikuti oleh



Gambar 2. Rata-rata pertumbuhan bobot larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) yang diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyit. P1 = PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); dan P5 = PPT + TK (6,0 g kg⁻¹)

Figure 2. Average weight gain of Pustina strain striped catfish (*P. hypophthalmus*) larvae fed fermented paste diet supplemented with turmeric powder. P1 = PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); and P5 = PPT + TK (6.0 g kg⁻¹)

P4, P3, dan P2, sedangkan pada P1 memiliki rata-rata bobot terendah. Peningkatan pertumbuhan pada perlakuan pakan dengan penambahan tepung kunyit berkaitan dengan peran kurkumin yang mampu merangsang aktivitas enzim pencernaan seperti amilase, lipase, dan protease, sehingga nutrisi pakan lebih efisien dicerna dan diserap oleh tubuh ikan (Li *et al.*, 2022; Syawal *et al.*, 2021). Selain itu, minyak atsiri dalam tepung kunyit juga berfungsi meningkatkan nafsu makan larva ikan, sehingga konsumsi pakan meningkat dan berdampak pada penambahan bobot tubuh ikan (Simbolon *et al.*, 2022).

Memasuki hari ke-21 hingga ke-30, perlakuan P5 menunjukkan kenaikan bobot paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada fase ini, organ dan sistem pencernaan larva telah berkembang lebih sempurna baik secara anatomi maupun fungsinya, sehingga efisiensi penyerapan nutrisi pakan semakin meningkat. Pakan terfermentasi berperan menguraikan molekul kompleks menjadi bentuk lebih sederhana, seperti protein menjadi asam amino, sedangkan kurkumin dan senyawa aktif lain seperti turmeron dan flavonoid berperan menghambat pertumbuhan bakteri patogen serta mendukung pembentukan mikrobiota

usus yang sehat (Kusi *et al.*, 2025). Dengan kondisi saluran pencernaan yang lebih sehat dan lingkungan yang stabil, energi lebih banyak dialokasikan untuk pertumbuhan jaringan tubuh ikan. Selain itu, sifat anti-inflamasi dan antioksidan kurkumin membantu mengurangi stres metabolik selama fase pertumbuhan (Khieokhajonkhet *et al.*, 2023).

Pada hari ke-31 hingga ke-40 pemeliharaan, P5 pada penelitian ini tetap mempertahankan pertumbuhan bobot tertinggi dan menjadi perlakuan yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan larva ikan patin strain Pustina. Perlakuan P4, P3, P2, dan P1, menunjukkan hasil yang lebih rendah. Perlakuan P5 mampu menjaga kondisi fisiologis larva tetap stabil serta meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap pakan berbahan herbal. Kurkumin dalam tepung kunyit berperan memperkuat sistem imun dengan meningkatkan aktivitas fagosit dan produksi antibodi, sekaligus mempercepat metabolisme protein dan lemak esensial dalam pembentukan jaringan baru. Li *et al.* (2022) melaporkan bahwa kurkumin dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan metabolisme pada ikan. Selain itu, tepung kunyit juga dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti tripsin, amilase, dan lipase sehingga pakan yang dikonsumsi lebih optimal dimanfaatkan untuk pertumbuhan bobot larva. Hal ini sejalan dengan penelitian Maqaddas *et al.* (2025), yang menyatakan bahwa penambahan bahan herbal seperti tepung kunyit dapat memperbaiki metabolisme dan penyerapan nutrisi pada ikan.

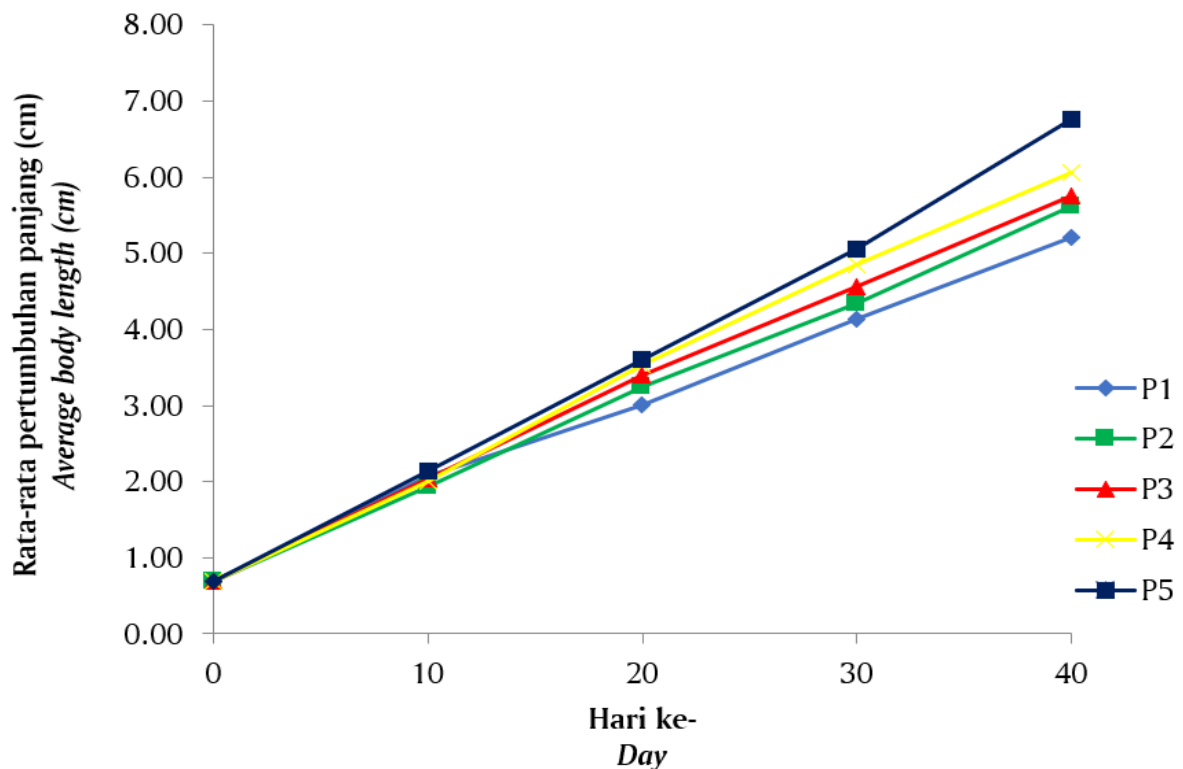
Pertumbuhan Panjang Mutlak dan Panjang Rata-Rata Larva Ikan Patin

Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit dengan dosis berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan panjang mutlak larva ikan patin strain Pustina. Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi diperoleh pada P5 dengan nilai $6,06 \pm 0,57$ cm, berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pertumbuhan panjang mutlak pada perlakuan P4 sebesar $5,36 \pm 0,20$ cm juga berbeda nyata dengan P1 dan P2, namun tidak

berbeda nyata dengan P3. Sementara itu, P3 tidak berbeda nyata dengan P2 maupun P4, sedangkan P1 dan P2 menunjukkan perbedaan nyata. Perbedaan panjang mutlak antar perlakuan ini berhubungan dengan kandungan kurkumin dan senyawa bioaktif pada pakan, yang berperan dalam meningkatkan nafsu makan, efisiensi pencernaan, dan metabolisme energi pada larva ikan.

Panjang mutlak larva ikan patin strain Pustina meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan kurkumin dan senyawa bioaktif dalam pakan. Pada perlakuan P1, nilai panjang mutlak terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan pakan tidak memiliki senyawa bioaktif dari tepung kunyit yang dapat menstimulasi pertumbuhan tulang dan jaringan tubuh ikan (Maqaddas *et al.*, 2025). Penambahan tepung kunyit perlakuan P2 sudah mulai memberikan efek positif, ditandai dengan panjang mutlak yang lebih besar dibandingkan P1. Pada dosis P3 dan P4, panjang mutlak larva ikan patin strain Pustina meningkat lebih signifikan. Hal ini dikarenakan kandungan kurkumin berperan dalam memperbaiki metabolisme, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, dan mempercepat diferensiasi jaringan, sehingga panjang tubuh bertambah lebih cepat (Egawati *et al.*, 2025). Perlakuan P5 memberikan hasil terbaik dengan panjang mutlak tertinggi, menunjukkan bahwa kurkumin dan senyawa bioaktif tepung kunyit berperan sebagai antioksidan dan stimulan pertumbuhan, sehingga energi dari pakan dapat lebih banyak dialokasikan untuk pembentukan jaringan tubuh, tulang, dan otot tubuh larva ikan patin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurizki *et al.* (2022), bahwa senyawa aktif dalam tepung kunyit seperti kurkumin dapat meningkatkan nafsu makan ikan serta memiliki sifat antioksidan yang bermanfaat untuk pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan panjang rata-rata larva ikan patin dengan penambahan tepung kunyit dengan dosis berbeda pada pakan pasta terfermentasi diamati disetiap 10 hari sekali selama 40 hari. Hasil pertumbuhan panjang rata-rata larva ikan patin (*P. hypophthalmus*) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata pertumbuhan panjang larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) yang diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyit. P1 = PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); dan P5 = PPT + TK (6,0 g kg⁻¹)

Figure 3. Average body length of Pustina strain striped catfish (*P. hypophthalmus*) larvae fed fermented paste diet supplemented with turmeric powder. P1 = PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); and P5 = PPT + TK (6.0 g kg⁻¹)

Berdasarkan Gambar 3, rata-rata pertumbuhan panjang larva mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya dosis tepung kunyit dalam pakan. Pada awal pemeliharaan dari umur hari ke- 1 hingga hari ke-10 mendapatkan hasil pertumbuhan panjang larva meningkat, namun relatif sama pada setiap perlakuan karena pada fase ini organ fisiologis dan sistem pencernaan larva belum berkembang sempurna (Kristiany *et al.*, 2021). Pada periode ini juga larva ikan patin diberi pakan berupa pakan alami *Artemia* sp. dan cacing sutra pada masing-masing perlakuan. Pakan yang dikonsumsi pada fase ini dimanfaatkan pada penyempurnaan organ tubuh larva.

Pada hari ke-11 hingga ke-20 pemeliharaan, larva ikan patin mulai menunjukkan perbedaan pertumbuhan panjang antar perlakuan setelah diberi penambahan tepung kunyit dengan dosis berbeda pada pakan pasta terfermentasi. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P5, diikuti P4, P3, P2, sedangkan pertumbuhan panjang larva terendah terdapat pada P1. Pada fase ini, efek tepung kunyit mulai terlihat, kandungan kurkumin dapat merangsang aktivitas enzim pencernaan sehingga proses pemecahan dan penyerapan nutrisi berlangsung lebih efisien. Minyak atsiri tepung kunyit juga meningkatkan nafsu makan larva, sehingga jumlah pakan yang dikonsumsi lebih tinggi

dibandingkan perlakuan tanpa tepung kunyit. Cahyani *et al.* (2021) menyatakan bahwa penambahan tepung kunyit dalam pakan dapat memperbaiki fungsi pencernaan dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Eissa *et al.* (2023) menyatakan bahwa kurkumin mampu meningkatkan performa pertumbuhan dan pemanfaatan nutrisi, yang berkontribusi pada peningkatan panjang tubuh ikan.

Pada pemeliharaan hari ke-21 hingga ke-30, sistem pencernaan larva telah berfungsi lebih baik, sehingga pakan dapat dimanfaatkan dengan lebih efisien. Pada fase ini, pertumbuhan panjang larva meningkat signifikan terutama pada perlakuan dengan penambahan tepung kunyit. Proses fermentasi pada pakan menghasilkan senyawa sederhana seperti asam amino yang mudah diserap, sedangkan kurkumin berkontribusi dalam meningkatkan metabolisme. Selain itu, kandungan minyak atsiri dan senyawa bioaktif yang terkandung dalam tepung kunyit berperan sebagai antimikroba dan anti inflamasi yang menjaga kesehatan usus, serta mempercepat pengosongan lambung sehingga pakan lebih cepat dicerna dan tingkat konsumsi pakan meningkat (Simbolon *et al.*, 2022).

Memasuki hari ke-30 hingga ke-40, rata-rata panjang larva pada perlakuan P5 mencapai hasil tertinggi yaitu sebesar 6,06 cm, diikuti P4 dan P3, sedangkan P1 hanya mencapai 4,50 cm. Peningkatan panjang larva pada P5 disebabkan oleh efek kumulatif tepung kunyit yang semakin efektif dan sistem pencernaan larva yang telah berkembang sempurna. Kurkumin tidak hanya memperkuat sistem imun dan menjaga stabilitas saluran pencernaan, tetapi juga memicu regulasi gen pertumbuhan. Sruthi & Lekha (2023) menyatakan bahwa kurkumin dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan melalui aktivasi jalur hormonal GH-GHR-IGF serta regulasi neuropeptida pengatur nafsu makan, yang berdampak langsung terhadap pertumbuhan panjang tubuh ikan. Dengan kondisi fisiologis yang lebih baik, nutrisi dari pakan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pembentukan jaringan struktural seperti tulang dan otot. Sementara itu, perlakuan P1 dan P2 menunjukkan pertumbuhan yang

lebih lambat karena nutrisi dari pakan pasta terfermentasi saja belum cukup mendukung pertumbuhan panjang larva secara signifikan, terutama tanpa tambahan senyawa bioaktif seperti kurkumin yang dapat meningkatkan metabolisme (Rambe, 2025).

Laju Pertumbuhan Spesifik Larva Ikan Patin

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) tertinggi diperoleh pada P5 dengan nilai $15,91 \pm 0,04\%$ hari⁻¹ dilanjutkan oleh P4 sebesar $15,84 \pm 0,04\%$ hari⁻¹, P3 sebesar $15,71 \pm 0,00\%$ hari⁻¹, P2 sebesar $15,53 \pm 0,05\%$ hari⁻¹ dan yang terendah pada P1 dengan nilai $15,35 \pm 0,04\%$ hari⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit pada pakan secara signifikan ($p < 0,05$) dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan untuk pertumbuhan.

Pada perlakuan P1, menghasilkan nilai LPS terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena pakan yang diberikan tidak mengandung senyawa bioaktif yang dapat membantu proses fisiologis larva, seperti antioksidan atau stimulan pertumbuhan, efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi berjalan secara alami dan terbatas dan pada fase larva, kemampuan sistem pencernaan belum sepenuhnya berkembang optimal. Akibatnya, sebagian nutrisi dari pakan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pertumbuhan bobot dan laju pertumbuhan harian pada larva.

Pada perlakuan P2 dan P3, terlihat adanya peningkatan nilai LPS dibandingkan P1. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung kunyit memberikan pengaruh positif terhadap efisiensi pakan. Kandungan senyawa bioaktif seperti kurkumin, flavonoid, dan minyak atsiri berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti protease, amilase, dan lipase yang berfungsi mempercepat proses hidrolisis dan penyerapan nutrisi (Li *et al.*, 2022). Nutrisi yang tercerna dengan baik menghasilkan energi yang lebih besar untuk pembentukan jaringan tubuh, sehingga pertumbuhan larva menjadi lebih cepat.

Pada perlakuan P4, LPS meningkat seiring dengan semakin baiknya respon fisiologis larva terhadap dosis tepung kunyit yang lebih tinggi. Sistem metabolisme tubuh bekerja lebih efisien dalam mengubah nutrisi menjadi energi pertumbuhan (Maqaddas *et al.*, 2025). Sementara itu, pada P5 menghasilkan nilai LPS tertinggi yaitu 15,91% hari⁻¹. Pada dosis ini kandungan bioaktif kunyit seperti kurkumin terbukti dapat meningkatkan efisiensi pencernaan dan metabolisme, serta memperkuat sistem imun, sehingga energi yang dihasilkan dapat lebih banyak dialokasikan untuk pembentukan jaringan dan otot yang berpengaruh pada pertumbuhan sehingga dapat mempercepat pertumbuhan harian larva. Hasil ini sejalan dengan temuan Zakatra *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan herbal dalam pakan mampu meningkatkan performa pertumbuhan ikan melalui perbaikan fungsi metabolik dan sistem pencernaan.

Indeks Kanibalisme

Hasil penghitungan indeks kanibalisme larva ikan patin (*P. hypophthalmus*) pada penelitian ini dicantumkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa indeks kanibalisme tertinggi yaitu P3 dan P4 sebesar 15,11%, dan yang terendah pada P2 sebesar 13,33 %. Pada penelitian ini kejadian kanibalisme seluruhnya terjadi pada fase awal (hari ke-2 hingga ke-10) sebelum tepung kunyit ditambahkan pada pakan. Tepung kunyit menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada penurunan tingkat kanibalisme. Pada fase awal pemeliharaan (hari ke-1 hingga ke-10), larva ikan patin diberi pakan alami berupa *Artemia* sp. dan cacing sutra. Meskipun pakan ini sesuai ukuran bukaan mulut larva ikan dan mudah dicerna, dalam kondisi seperti kepadatan tinggi dan ketersediaan pakan yang tidak stabil, larva akan menunjukkan perilaku kanibalisme, baik kanibalisme sebagian (tipe I)

Tabel 5. Indeks kanibalisme larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) yang diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyit

Table 5. Cannibalism index of Pustina strain striped catfish (*P. hypophthalmus*) larvae fed fermented paste feed supplemented with turmeric powder

Perlakuan <i>Treatment</i>	Kanibalisme Tipe I (%) <i>Canibalism Type I (%)</i>	Kanibalisme Tipe II (%) <i>Canibalism Type II (%)</i>	Indeks Kanibalisme (%) <i>Cannibalism Index (%)</i>	Mati Normal (%) <i>Natural mortality (%)</i>	Kelulushidupan (%) <i>Survival Rate (%)</i>
P1	6,67 ± 1,33 ^a	8,00 ± 1,33 ^a	14,67 ± 1,33 ^a	7,11 ± 2,03 ^c	78,22 ± 1,54 ^a
P2	6,22 ± 1,54 ^a	7,11 ± 0,76 ^a	13,33 ± 2,30 ^a	5,78 ± 0,77 ^{bc}	80,89 ± 3,08 ^{ab}
P3	6,22 ± 0,77 ^a	8,89 ± 0,76 ^a	15,11 ± 1,54 ^a	3,56 ± 3,07 ^b	81,33 ± 2,66 ^{ab}
P4	7,56 ± 0,76 ^a	7,55 ± 2,03 ^a	15,11 ± 2,03 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	84,89 ± 1,54 ^{bc}
P5	6,67 ± 1,33 ^a	7,11 ± 0,76 ^a	13,78 ± 0,77 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	86,22 ± 0,77 ^c

Keterangan : Nilai rata-rata pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), sementara kolom yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). P1 = PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6,0 g kg⁻¹)

Note: Mean values in the same column followed by different superscript letters indicate a significant difference ($p < 0.05$), whereas mean values followed by the same letter indicate no significant difference ($p > 0.05$). P1 = PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); P5 = PPT + TK (6.0 g kg⁻¹)

maupun menelan utuh (tipe II). Kristiany *et al.* (2021) menyatakan bahwa periode kritis larva ikan patin terjadi pada umur 2-14 hari yang disebabkan oleh larva ikan membutuhkan asupan pakan dari luar (*exogenous feeding*) dan pada stadia larva morfologinya belum terbentuk sempurna. Ihwan *et al.* (2021) menyatakan bahwa kanibalisme muncul sejak umur 3 hari, ketika rahang, gigi, mulut, serta organ pencernaan mulai berfungsi, tetapi larva belum mampu mengenali pakan dengan baik. Pada saat larva belum mampu melihat bentuk pakan yang diberikan, sehingga memunculkan sifat kanibalisme yang ditunjukkan dari bekas luka pada bagian tubuh larva ikan serta terlihat adanya sisa bagian kepala dan badan hingga ekor yang ditemukan pada dasar wadah penelitian. Menurut Heltonika *et al.* (2021), faktor yang mempengaruhi kanibalisme ada tiga, yaitu: interspesifik (pengasuhan induk ke larva dan makanan ikan), intraspesifik endogen (status gizi, perbedaan ukuran, hubungan genetik, tingkah laku bergerombol, tingkat respon dan pengenalan sesama jenis) dan intraspesifik eksogen (padat tebar, perlindungan, cahaya dan gangguan).

Memasuki hari ke-11 hingga hari ke 40 pemeliharaan, larva diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyit sesuai dosis perlakuan. Pada fase ini, kanibalisme tidak lagi terjadi, dan seluruh kematian yang ditemukan merupakan mati normal. Tingkat kematian normal terendah, bahkan nihil ditemukan pada P4 dan P5. Penurunan ini dikaitkan dengan efek pemberian tepung kunyit yang mulai bekerja setelah hari ke-11. Tepung kunyit diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti kurkumin, turmeron, flavonoid, dan fitosterol, yang memiliki efek fitoestrogen, antioksidan, dan antimikroba (Rahmadani & Diniariwisan, 2024).

Senyawa fitoestrogen, seperti kurkumin yang terdapat dalam tepung kunyit, dapat bertindak menyerupai hormon estradiol-17 β (Heltonika, 2022; Siagian & Heltonika, 2023). Mekanisme ini berperan penting dalam mengurangi kecenderungan perilaku agresif, menekan kanibalisme, serta mendukung

stabilitas hormon larva sehingga meningkatkan kelangsungan hidup larva. Selain itu, efek antioksidan dan anti inflamasi dari tepung kunyit memperkuat sistem kekebalan tubuh, mengurangi stres metabolik, dan mendukung pemulihan jaringan. Meskipun kanibalisme sudah tidak terjadi setelah pemberian tepung kunyit, rendahnya angka kematian normal pada perlakuan P3, P4, dan P5 menjadi indikator bahwa tepung kunyit juga berperan meningkatkan daya tahan tubuh dan kesehatan larva, sehingga risiko kematian akibat faktor lain seperti infeksi atau kondisi lingkungan pun dapat berkurang.

Kelulushidupan Larva Ikan Patin

Kelulushidupan merupakan salah satu indikator penting dalam penelitian budidaya ikan yang digunakan untuk menilai efektivitas pakan terhadap kemampuan larva bertahan hidup selama masa pemeliharaan. Faktor-faktor yang memengaruhi kelulushidupan larva ikan meliputi kualitas pakan, kondisi lingkungan, serta kemampuan ikan dalam menghadapi stres dan penyakit selama pemeliharaan. Berdasarkan Tabel 5, semakin besar dosis tepung kunyit yang ditambahkan ke dalam pakan pasta terfermentasi, maka tingkat kelulushidupan larva ikan cenderung meningkat. Kelulushidupan larva ikan patin tertinggi terjadi pada P5 yang mencapai 86,22%, disertai tidak adanya angka kematian normal. Hal ini disebabkan tepung kunyit pada dosis ini mengandung senyawa kurkumin, turmeron, flavonoid, dan fitosterol yang bekerja sama untuk menstabilkan hormon, memperbaiki bakteri baik di usus, dan memperkuat sistem kekebalan larva. Menurut Maqaddas *et al.* (2025), tepung kunyit juga memberikan efek hepatoprotektif dan detoksifikasi pada ikan sehingga dapat membantu larva bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang optimal sekalipun. Senyawa fitoestrogen dalam tepung kunyit juga dapat menekan perilaku agresif dan kanibal (Heltonika, 2022).

Perlakuan P4 menunjukkan nilai kelulushidupan larva yang termasuk tinggi

sebesar 84,89% dan kematian normal tercatat 0%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi larva pada P4 lebih stabil dan tidak terjadi kematian karena infeksi, stres, maupun gangguan fisiologis lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Wang *et al.* (2024) this work investigated the effects of turmeric aqueous extract (TAE, yang menyatakan bahwa tepung kunyit mampu mengaktifkan sistem pertahanan antioksidan melalui jalur ekspresi gen Nrf2, meningkatkan aktivitas enzim SOD, CAT, dan GPx, serta menurunkan stres oksidatif. Selain itu, sifat imunostimulan tepung kunyit meningkatkan produksi sel darah putih dan memperkuat respons imun bawaan (Khieokhajonkhet *et al.*, 2023).

Perlakuan P3 dengan tingkat kelulushidupan mencapai 81,33%, terlihat bahwa pada dosis ini sistem kekebalan tubuh dan stabilitas fisiologis larva ikan patin lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan P2. Hal ini mengindikasikan bahwa tepung kunyit memberikan efek positif terutama melalui efek senyawa bioaktif kurkumin yang berfungsi sebagai antioksidan, antibakteri, dan imunostimulan alami (Kusi *et al.*, 2025). Adanya sifat antioksidan, kurkumin mampu menekan stres oksidatif yang sering terjadi pada fase awal pemeliharaan larva. Selain itu, sifat antibakteri tepung kunyit dapat membantu menekan perkembangan mikroorganisme patogen di saluran pencernaan, sehingga larva ikan menjadi lebih sehat dan tingkat mortalitas berkurang. Tingkat kelulushidupan larva ikan patin pada P2 juga lebih tinggi dibandingkan dengan P1 yaitu sebesar 80,89%. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh positif dari penambahan tepung kunyit, meskipun efeknya masih terbatas jika dibandingkan dengan perlakuan dosis tepung kunyit yang lebih tinggi.

Pada perlakuan P1, tingkat kelulushidupan hanya 78,22% dan paling rendah dibandingkan seluruh perlakuan. Kondisi ini dipengaruhi tingginya kanibalisme pada fase awal pemeliharaan (hari ke-1 hingga ke-10) serta ketiadaan senyawa aktif dari tepung kunyit dalam pakan. Selama fase awal pemeliharaan

ini, pakan yang diberikan berupa *Artemia* sp. dan cacing sutra tidak mampu sepenuhnya menekan perilaku agresif larva, terutama dalam kondisi padat tebar tinggi dan kebutuhan pakan eksogen yang belum stabil. Kondisi tersebut memicu kanibalisme yang menyebabkan kematian.

Kualitas Air Media Pemeliharaan Larva Ikan Patin

Parameter kualitas air yang diukur selama 40 hari masa pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina meliputi suhu, pH, dan DO. Hasil pengukuran kualitas air selama masa pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6, parameter kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran batas optimum dan dapat memacu pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan patin. Suhu air yang tercatat sebesar 26,6-28,6°C masih termasuk dalam rentang optimal. Menurut SNI 6483.4:2016, suhu optimal untuk budidaya ikan patin yaitu antara 26-32°C. Suhu tersebut sangat mendukung proses metabolisme serta aktivitas enzim pada pertumbuhan larva ikan patin. Dengan suhu dalam batas yang optimal, larva dapat tumbuh dengan baik tanpa gangguan pertumbuhan maupun risiko penyakit. Penelitian Rahmadiyah *et al.*, (2025) melaporkan bahwa suhu optimal untuk pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina berkisar 28,6°C.

Derajat keasaman air (pH) selama penelitian berkisar antara 6,5-7,1 yang masih termasuk kategori optimal untuk pemeliharaan larva ikan patin. Nilai pH tertinggi tercatat pada awal perlakuan P4, sedangkan nilai terendah ada pada awal dan tengah perlakuan P1 dan P2. Menurut SNI 6483.4:2016, pH optimal untuk budidaya ikan patin berkisar antara 6,5-8,5. Menurut Extrada *et al.*, (2020), pH optimal untuk mendukung pertumbuhan larva ikan patin yaitu 6,7-7,8.

Kadar oksigen terlarut (DO) selama masa pemeliharaan berkisar antara 5,7-6,8 mg L⁻¹, yang juga tergolong cukup baik. Oksigen

Tabel 6. Parameter kualitas air pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina (*P. hypophthalmus*) yang diberi pakan pasta terfermentasi dengan penambahan tepung kunyitTable 6. Water quality parameters in the rearing of Pustina strain striped catfish (*P. hypophthalmus*) larvae fed fermented paste feed supplemented with turmeric powder

Perlakuan Treatment	Parameter Parameters								
	Awal Initial			Tengah Middle			Akhir Final		
	Suhu (°C) Temperature (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Suhu (°C) Temperature (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Suhu (°C) Temperature (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)
P1	26,9	6,6	6,3	28,3	6,6	5,7	27,3	6,6	6,1
P2	26,6	6,5	6,2	28,3	6,5	5,7	27,8	6,5	5,9
P3	26,9	6,8	6,2	28,6	6,6	5,9	27,3	6,8	5,8
P4	27	7,1	6,8	28,5	6,5	6,1	28,2	6,5	5,9
P5	27	6,8	6,5	28,5	6,7	5,8	27,6	6,8	5,9

Keterangan : P1= PPT + TK (0,0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1,5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3,0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4,5 g kg⁻¹); P5= PPT + TK (6,0 g kg⁻¹)

Note: P1= PPT + TK (0.0 g kg⁻¹); P2 = PPT + TK (1.5 g kg⁻¹); P3 = PPT + TK (3.0 g kg⁻¹); P4 = PPT + TK (4.5 g kg⁻¹); P5= PPT + TK (6.0 g kg⁻¹)

terlarut sangat penting bagi pertumbuhan larva, karena memengaruhi laju respirasi dan efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam tubuh. Nilai DO >5 mg L⁻¹ sudah memenuhi standar kebutuhan oksigen terlarut untuk pemeliharaan larva ikan patin. Menurut SNI 6483.4:2016, kandungan oksigen terlarut yang ideal di dalam air untuk budidaya ikan patin adalah >3 mg L⁻¹.

Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kunyit dengan berbagai dosis tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas air. Kandungan senyawa bioaktif dalam tepung kunyit, seperti kurkumin, tidak bersifat toksik terhadap media pemeliharaan sehingga tidak menimbulkan akumulasi bahan berbahaya yang bisa memengaruhi parameter kualitas air. Tepung kunyit juga dapat berperan sebagai agen antimikroba yang menjaga stabilitas mikrobiota di dalam media pemeliharaan ikan (Kusi *et al.*, 2025).

KESIMPULAN

Penambahan tepung kunyit dalam pakan pasta terfermentasi memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan patin strain Pustina. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan P5 dengan penambahan tepung kunyit dosis 6,0 g kg⁻¹ pakan. Dosis bahan aditif ini dapat direkomendasikan dalam pemberian pakan selama masa pemeliharaan larva ikan patin strain Pustina. Penggunaan tepung kunyit berpotensi sebagai bahan alami tambahan pada pakan yang mudah diterapkan dan mendukung peningkatan hasil budidaya ikan patin strain Pustina secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian penelitian

dan skripsi ini, terutama kepada Kepala Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Universitas Riau yaitu Bapak Prof. Dr. Ir. Sukendi, M.Si yang telah memberikan izin dan fasilitas yang diperlukan selama penelitian berlangsung.

KONTRIBUSI PENULIS

NFH: konseptualisasi, metodologi, pengumpulan data, pengolahan data, serta penulisan manuskrip; NA: konseptualisasi, metodologi, supervisi, analisis formal, validasi, peninjauan dan penyuntingan manuskrip; S: konseptualisasi, metodologi, supervisi, analisis formal, validasi, dan penyuntingan manuskrip.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN DAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan, baik bersifat finansial maupun nonfinansial, yang berpotensi memengaruhi pelaksanaan penelitian atau substansi naskah. Dalam proses penulisan, penulis memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan generatif, termasuk ChatGPT, Perplexity, dan Grammarly, secara terbatas sebagai alat bantu penyuntingan bahasa, perbaikan struktur kalimat, dan peningkatan keterbacaan naskah. Seluruh isi yang melibatkan bantuan kecerdasan buatan telah ditelaah kembali, disesuaikan, dan disahkan oleh penulis untuk menjamin ketepatan informasi serta menjaga integritas ilmiah.

DAFTAR ACUAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 6483.4:2016. Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage 1878) - Bagian 4 : Produksi benih. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 8035:2019. Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB). Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyani, R., Satyantini, W. H., Nindarwi, D. D., & Cahyoko, Y. (2021). Addition of turmeric

- in feed on growth and survival rate of nila satria red tilapia (*Oreochromis* sp). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012042>
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Egawati, Putri, I. W., & Putri, D. U. (2025). Penambahan tepung kunyit dalam pakan sebagai solusi alami dalam meningkatkan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Arborescent Journal*, 2(1), 6-12. <https://doi.org/10.56630/arj.v2i1.774>
- Eissa, E. S. H., Baghdady, E. S., Gaafar, A. Y., El-Badawi, A. A., Bazina, W. K., Al-Kareem, O. M. A., & Ali, Y. M. E. A. (2023). Dietary effects of nano curcumin on growth performances, body composition, blood parameters and histopathological alternation in red tilapia (*Oreochromis* sp.) challenged with *Aspergillus flavus*. *Fishes*, 8(4), 208. <https://doi.org/10.3390/fishes8040208>
- Exstrada, F., Yusanti, I. A., & Sumantriyadi. (2020). Pemberian pakan alami *Moina* sp. dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan larva ikan patin siam (*Pangasius hypoptalmus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(2), 32-39. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v15i2.4854>
- Fatmala, W. (2022). Pengaruh probiotik terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) melalui pakan pasta. [Skripsi]. Universitas Riau.
- Hasby, M., Johan, T. I., & Antoni, A. (2022). Uji perendaman kombinasi larutan tepung kunyit dan cacing sutera (*Tubifex* sp) terhadap sintasan dan pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Dinamika Pertanian*, 38(1), 127-136. [https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38\(1\).12653](https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38(1).12653)
- Heltonika B., Zairin M., Suprayudi M,A., Manalu W., Hadiroseyani Y. (2021). Green catfish (*Hemibagrus nemurus*) seeds cannibal at different stooking densities. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, 695(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012028>

- Heltonika, B. (2022). *Studi pengendalian hormonal terhadap kanibalisme pada ikan baung (Hemibagrus nemurus)*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Heltonika, B., Afriani, S., Siagian, D. R., Lesmana, I., & Karsih, O. R. (2022). Potential of fermented commercial feed to replace silk worms on post larvae of asian redbell catfish (*Hemibagrus nemurus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1118(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1118/1/012002>
- Heltonika, B., Aryani, N., Safitri, A. R., Mukti, P. I. T., Nuraini, & Lesmana, I. (2023). *Potensi pakan pasta dari pakan komersial yang difermentasi pada ikan*. Taman Karya. Pekanbaru.
- Ihwan, I., Kurniaji, A., Usman, Z., Saridu, S. A., & Sulistiawati, A. (2021). Reproduksi induk dan pertumbuhan larva ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) hasil pemijahan secara buatan menggunakan ovaprim syndel. *Semah Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 5(2), 54-67.
- Kasri, K., Radiati, L. E., Adli, D. N., & Sjoftan, O. (2024). Unlocking the potential of fermented turmeric (*Curcuma longa* Linn) as a potential natural feed additive for poultry. *BIO Web Of Conferences*, 123(1), 1-9. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202412301031>
- Khieokhajonkhet, A., Roatboonsongsri, T., Suwannalers, P., Aeksiri, N., Kaneko, G., Ratanasut, K., Inyawilert, W., & Phromkunthong, W. (2023). Effects of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*) extract on growth, feed and nutrient utilization, coloration, hematology, and expression of genes related immune response in goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture Reports*, 32(8), 101-705. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101705>
- Kristiany, M. G. E., Prabowo, G., & Suharyadi, S. (2021). Study of additional ascorbic acid on enrichment of *Artemia* sp. as feed for patin fish larva. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 110-119. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.237>
- Król, J., & Zakęś, Z. (2016). Effect of dietary L-tryptophan on cannibalism, survival and growth in pikeperch *Sander lucioperca* (L.) post-larvae. *Aquaculture International*, 24(2), 441-451. <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9936-1>
- Kusi, I. O., Obirikorang, K. A., & Adjei-Boateng, D. (2025). Effects of phytobiotic *Curcuma longa*, *Allium sativum* and *Zingiber officinale*-supplemented diets on growth, utilisation of feed and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture Research*, 2025(1), 9911375. <https://doi.org/10.1155/are/9911375>
- Lase, F. (2025). *Pengaruh dosis probiotik EM-4 berbeda pada fermentasi pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan gurami (Osphronemus gouramy)*. [Skripsi]. Universitas Riau.
- Li, M., Kong, Y., Wu, X., Guo, G., Sun, L., Lai, Y., Zhang, J., Niu, X., & Wang, G. (2022). Effects of dietary curcumin on growth performance, lipopolysaccharide-induced immune responses, oxidative stress and cell apoptosis in snakehead fish (*Channa argus*). *Aquaculture Reports*, 22, 100981. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100981>
- Maqaddas, S., Hussain, S. M., Ali, S., Zahoor, A. F., Yilmaz, E., Sarker, P. K., Farah, M. A., & Naeem, E. (2025). Recuperative effects of herbal feed supplement on *Hypophthalmichthys molitrix*: improvement in physiology and histopathology against waterborne-induced heavy metals toxicity. *Aquaculture Reports*, 41, 102705. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.102705>
- Monalisa, S. S., Christiana, I., Retha, G. M., Djauhari, R., & Yulintine, Y. (2024). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gabus (*Channa striata*) dengan penambahan probiotik EM4 (*Effective Microorganisme-4*) pada pakan. *Journal of Tropical Fisheries*, 19(1), 50-58. <https://doi.org/10.36873/jtf.v19i1.13078>
- Nurizki, M., Nainggolan, A., & Rahmatia, F. (2022). Efektifitas pemberian sari kunyit (*Curcuma domestica*) dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan dan kelangsungan

- hidup benih sidat (*Anguilla* spp.). *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 8(1), 22-35. <https://doi.org/10.53676/jism.v8i1.158>
- Pamungkas, G. Y., Arief, M., & Arif, M. A. A. (2021). The influence of garlic (*Allium sativum*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract as attractant in commercial feed on feeding rate and fat retention in gouramy (*Osphronemus gouramy*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1), 012076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012076>
- Putra, A., Al Munji, Y., & Effendi, I. (2024). Evaluasi pembenihan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) di UPTD Curug Barang, Pendeglang, Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 14(2), 165-174. <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v14i2.29287>
- Rahmadani, T. B. C., & Diniariwisan, D. (2024). Efektivitas tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn) sebagai suplemen pakan ikan. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 10(1), 151-158. <https://doi.org/10.29303/jstl.v10i1.580>
- Rahmadiyah, T., Pangentasari, D., Puspita, B., & Rolin, F. (2025). Kinerja reproduksi ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) strain Pustina pada pemijahan secara buatan di BPBAT Sungai Gelam Jambi. *Mantis Journal of Fisheries*, 2(01), 33-40. <https://doi.org/10.22437/mjf.v2i01.41762>
- Rahman, A., Nuhman, N., & Trisyani, N. (2021). Penambahan probiotik dengan dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan mortalitas benih ikan patin (*Pangasius* sp.). *Manfish Journal*, 2(1), 37-43. <https://doi.org/10.31573/manfish.v2i01.361>
- Rambe, S.A.R. (2025). *Pengayaan pakan pasta terfermentasi dengan temulawak (Curcuma zantorrhiza Roxb) terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan gurami (Osphronemus gouramy Lac.)*. [Skripsi]. Universitas Riau.
- Retno, R., Sartika, D., Arleston, J., & Jejen, A. (2021). *Nutrisi dan pakan ikan*. Widina Media Utama. Bandung.
- Siagian, D. R., & Heltonika, B. (2023). Supplementation of turmeric flour on survival of asian redbtail catfish (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Natur Indonesia*, 21(1), 47-54. <https://doi.org/10.31258/jnat.21.1.47-54>
- Siagian, D. R., Aryani, N., Heltonika, B., & Tartila, S. S. Q. (2023). Evaluasi waktu pemberian kombinasi cacing sutra dan pakan pasta terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(4), 265-277. <https://doi.org/10.15578/jra.17.4.2022.265-277>
- Siagian, D. R., Suharman, I., Fatmawati, R., & Rangkuti, P. (2024). The influence of turmeric supplementation in feed on the growth performance of asian redbtail catfish (*Hemibagrus nemurus*). *BIO Web of Conferences*, 136, 01007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413601007>
- Simamora, S. D., Febri, S. P., & Rosmaiti, R. (2021). Effect of probiotic doses EM-4 (Effective Microorganism-4) in commercial feed on increased growth and survival of siamese catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(3), 131-137. <https://doi.org/10.29103/aa.v8i3.4181>
- Simbolon, M. A., Windarti, W., & Sarumaha, H. (2022). The effect of turmeric powder addition toward growth and survival rate of *Cyprinus carpio*. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(3), 388-394.
- Sruthi, M. V., & Lekha, D. (2023). Curcumin in diet modulates fatty acid levels and mRNA expression of appetite-regulating neuropeptides in brain and enhances growth via the GH-GHR-IGF axis in tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Journal of Fish Biology*, 103(1), 22-31. <https://doi.org/10.1111/jfb.15390>
- Syawal, H., Riau waty, M., & Nopilita, E. (2021). Improving haematological profile of catfish (*Pangasius hypophthalmus*) due to addition of herbal supplements in feed. *Jurnal Veteriner*, 22(1), 16-25. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.16>
- Tobuku, R. (2022). Pengaruh pemberian pakan berbasis ratio karbohidrat dan lemak terhadap kadar lemak ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 2(2), 71-77. <http://dx.doi.org/10.35726/jvip.v3i1.755>

- Wang, Z., Wang, X., Li, X., Lu, K., Wang, L., Ma, X., Song, K., & Zhang, C. (2024). Antioxidant effects of the aqueous extract of turmeric against hydrogen peroxide-induced oxidative stress in spotted seabass (*Lateolabrax maculatus*). *Aquaculture and Fisheries*, 9(1), 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.11.003>
- Wijayanto, D., Nugroho, R. A., Kurohman, F., & Nursanto, D. B. (2023). The effects of turmeric-enriched feed (*Curcuma longa* Linn) on the growth, survival rate and profitability of Asian seabass cultivation in freshwater media. *AACL Bioflux*, 16(2), 1037-1043.
- Zakatra, Zahra, A., & Putri, D. S. (2022). Pengaruh penambahan tepung kunyit terhadap kinerja pertumbuhan ikan kakakp putih (*Lates calcarifer*). *Intek Akuakultur*, 5(2), 83-90. <https://doi.org/10.31629/intek.v5i2.3611>