

Pengaruh Kombinasi Pelet dan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan Ikan Tembakang (*Helostoma temminckii*) dan Implementasinya dalam LKPD Materi Pertumbuhan Hewan

Nadia Atika Sari, *Aceng Ruyani, Deni Parlindungan, Henny Johan, dan Annisa Puji Astuti

Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu

Jl. Wr. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu (38122)

*e-mail korespondensi: ruyani@unib.ac.id nadiaatikasari666@gmail.com

Abstract. Kissing gourami (*Helostoma temminckii*) is a freshwater fish with aquaculture potential; therefore, efforts are needed to improve its growth through feed management. This study aimed to analyze the effects of combining commercial pellets and papaya leaves (*Carica papaya* L.) on the growth of kissing gourami and to implement the research findings in a student worksheet (LKPD) on animal growth for junior high school students. The study employed an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatments: P0 (100% pellets), P1 (75% pellets + 25% papaya leaves), P2 (50% pellets + 50% papaya leaves), P3 (25% pellets + 75% papaya leaves), and P4 (100% papaya leaves). The observed parameters included weight gain, length gain, specific growth rate (SGR), survival rate (SR), and water quality. The research data were subsequently used as a context for developing the student worksheet on animal growth. The results showed that the combination of pellets and papaya leaves affected the growth of kissing gourami, with treatment P1 producing the highest weight gain, while treatment P2 resulted in the highest SGR value. Fish growth data in the form of length and weight gains were used as materials for observation and analysis in the student worksheet, enabling students to understand the concept of animal growth through authentic research data. The utilization of the research findings in the student worksheet is expected to support more contextual learning and improve students' conceptual understanding.

Keywords : alternative, feed, commercial, pellets, fish, growth, *Helostoma temminckii*, papaya, leaves.

Abstrak. Ikan tembakang (*Helostoma temminckii*) merupakan ikan air tawar yang memiliki potensi untuk dibudidayakan sehingga diperlukan upaya peningkatan pertumbuhan melalui pengelolaan pakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi pelet komersial dan daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap pertumbuhan ikan tembakang serta mengimplementasikan hasil penelitian tersebut ke dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD_ materi pertumbuhan hewan untuk siswa SMP. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan, yaitu P0 (100% pelet), P1 (75% pelet + 25% daun pepaya), P2 (50% pelet + 50% daun pepaya), P3 (25% pelet + 75% daun pepaya), dan P4 (100% daun pepaya). Parameter yang diamati meliputi pertambahan bobot, pertambahan panjang, laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*/SGR), tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*/SR), serta kualitas air. Data hasil penelitian selanjutnya dimanfaatkan sebagai konteks dalam penyusunan LKPD materi pertumbuhan hewan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pelet dan daun pepaya berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan tembakang, dengan perlakuan P1 menghasilkan pertambahan bobot tertinggi, sedangkan nilai SGR tertinggi diperoleh pada perlakuan P2. Data pertumbuhan ikan berupa pertambahan panjang dan bobot digunakan sebagai bahan pengamatan dan analisis dalam LKPD sehingga siswa dapat memahami konsep pertumbuhan hewan melalui data penelitian nyata. Pemanfaatan hasil penelitian dalam LKPD diharapkan dapat mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual dan meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Kata kunci : daun, pepaya, *Helostoma temminckii*, ikan, tembakang, pakan, alternatif, pertumbuhan, ikan.

PENDAHULUAN

Ikan tembakang (*Helostoma temminckii*) ialah salah satu ikan air tawar asli Asia Tenggara yang mempunyai nilai ekologis dan ekonomis cukup tinggi. Di Indonesia, ikan ini banyak ditemui pada ekosistem rawa, danau, dan sungai di daerah Sumatera dan Kalimantan. Tidak hanya dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi, ikan tembakang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi perairan dengan kadar oksigen terlarut rendah karena memiliki organ pernapasan tambahan (labirin). Keunggulan tersebut menjadikan ikan tembakang berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditas budidaya air tawar. Namun demikian, tekanan terhadap populasi alami akibat penangkapan yang berlebihan, degradasi habitat, dan perubahan kualitas lingkungan menyebabkan upaya budidaya menjadi semakin penting sebagai salah satu strategi konservasi dan pemanfaatan sumber daya perikanan secara berkelanjutan (Ubamata *et al.*, 2016; Helmizuryani *et al.*, 2021). Selain itu, Pangentasari *et al.*, (2025) melaporkan bahwa ikan *H. temminckii* memiliki kemampuan beradaptasi terhadap pakan buatan dalam proses domestikasi, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditas budidaya air tawar.

Pertumbuhan ikan merupakan salah satu indikator utama dalam keberhasilan kegiatan budidaya. Laju pertumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya faktor genetik, kualitas lingkungan, dan terutama kualitas

serta kuantitas pakan yang diberikan. Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam usaha budidaya ikan, sehingga pemilihan jenis pakan yang mampu meningkatkan efisiensi pertumbuhan menjadi aspek yang sangat penting. Pakan yang memiliki kandungan nutrisi seimbang akan meningkatkan pertumbuhan bioberat, memperbaiki efisiensi pemanfaatan pakan, serta meningkatkan kelangsungan hidup ikan (Mukti *et al.*, 2023; Ahmad, 2016).

Pertumbuhan ikan tembakang diketahui sangat dipengaruhi oleh kualitas nutrisi pakan yang diberikan, terutama kandungan proteinnya. Hasil penelitian Mukti *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa pakan yang mengandung protein sebesar 35% mampu menghasilkan peningkatan panjang dan bobot ikan tembakang yang paling optimal dibandingkan kadar protein lainnya. Sejalan dengan temuan tersebut, Ahmad, (2016) menyatakan bahwa penggunaan pelet sebanyak 5% dari bobot tubuh memberikan hasil pertumbuhan yang lebih baik serta nilai konversi pakan yang lebih efisien dibandingkan perlakuan dosis lain. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa penyusunan komposisi pakan yang sesuai memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan ikan tembakang.

Di samping penggunaan pakan komersial, berbagai sumber pakan alami juga mulai dimanfaatkan sebagai upaya meningkatkan efisiensi budidaya sekaligus mengurangi biaya produksi. Salah satu bahan yang memiliki potensi untuk digunakan adalah daun pepaya (*Carica papaya* L.). Bahan ini mengandung berbagai zat gizi, seperti protein, vitamin, mineral, dan enzim papain. Enzim papain berfungsi sebagai enzim proteolitik yang membantu pemecahan protein sehingga proses pencernaan dan penyerapan nutrisi oleh ikan dapat berlangsung lebih optimal (Emmanuel *et al.*, 2018). Oleh karena itu, daun pepaya telah banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi pakan berbagai jenis ikan budidaya.

Pelet PF 1000 dipilih sebagai sumber pakan utama karena merupakan pakan buatan yang banyak diaplikasikan dalam kegiatan budidaya ikan dan mengandung nutrisi penting, seperti protein, lemak, vitamin, serta mineral yang berperan dalam menunjang pertumbuhan dan mempertahankan kelangsungan hidup ikan (Syahrizal & Safratilofa, 2025). Pakan ini memiliki kandungan protein yang relatif tinggi, yaitu sekitar 39–41%, serta dilengkapi lemak 5%, serat kasar 4%, abu 11%, dan kadar air 10%. Kandungan nutrisi tersebut menjadikan PF 1000 berpotensi mendukung pertumbuhan ikan melalui penyediaan protein dan energi yang cukup untuk pembentukan jaringan tubuh serta aktivitas metabolisme (Afriani *et al.*, 2024). Selain pelet komersial, penelitian ini juga memanfaatkan daun *C. papaya* L. sebagai bahan pakan tambahan karena mengandung berbagai nutrisi dan senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan pertumbuhan ikan. Daun pepaya diketahui mengandung protein kasar sekitar 20–30%, serat, vitamin A, vitamin C, mineral, serta enzim papain yang bersifat proteolitik (Emmanuel *et al.*, 2018). Enzim papain berperan dalam menghidrolisis protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh ikan. Oleh karena itu, penggunaan daun pepaya dalam kombinasi dengan pelet komersial diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi dan mendukung pertumbuhan ikan tembakang selama masa pemeliharaan ((Mubaraq *et al.*, 2021; Nisa *et al.*, 2020).

Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa pemanfaatan daun pepaya dalam pakan dapat memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ikan budidaya. Mubaraq *et al.*, (2021) melaporkan bahwa penambahan tepung daun pepaya pada pakan ikan lele mampu meningkatkan pertambahan panjang dan bobot tubuh dibandingkan kelompok kontrol. Hasil serupa juga ditemukan oleh Nisa *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa kombinasi tepung daun pepaya dan probiotik dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, efisiensi penggunaan pakan, serta tingkat kelangsungan hidup ikan. Pada ikan gurami, kombinasi pelet dengan daun pepaya menghasilkan pertumbuhan mutlak tertinggi dibandingkan kombinasi pakan nabati lainnya (Adiningsih *et al.*, 2023). Berbagai hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa daun pepaya berpotensi menjadi alternatif bahan pakan yang mampu meningkatkan pemanfaatan nutrisi secara lebih efektif.

Meskipun demikian, penelitian mengenai penggunaan kombinasi pelet komersial dan daun pepaya pada ikan *H. temminckii* masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengaruh kadar protein pakan, dosis pelet, maupun jenis pakan alami tertentu, sedangkan informasi mengenai proporsi kombinasi pelet dan daun pepaya terhadap pertumbuhan ikan tembakang belum banyak dilaporkan. Padahal, karakteristik ikan tembakang sebagai ikan omnivora memungkinkan pemanfaatan bahan pakan nabati sebagai sumber nutrisi tambahan yang berpotensi meningkatkan efisiensi pakan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pakan komersial.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian yang mengkaji pengaruh kombinasi pelet komersial dan daun pepaya terhadap pertumbuhan ikan tembakang. Evaluasi dilakukan melalui pengamatan pertambahan bobot, pertambahan panjang, laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*), serta tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*), yang didukung oleh pengukuran parameter kualitas air selama masa pemeliharaan. Pemantauan kualitas air penting dilakukan karena kondisi lingkungan perairan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan dan keberhasilan budidaya ikan (Nurussalam *et al.*, 2023). Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai komposisi pakan yang terdiri atas pelet komersial dan daun *C. papaya* L. terhadap pertumbuhan ikan *H. temminckii*, sekaligus menentukan kombinasi pakan yang paling efektif guna mendukung pengembangan budidaya ikan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Berbagai peralatan digunakan untuk menunjang pelaksanaan penelitian, antara lain tangki pemeliharaan, timbangan digital, jangka sorong, termometer, pH meter, DO meter, TDS meter, dan lux meter. Bahan yang digunakan yaitu ikan *H. temminckii*, pelet komersial PF 1000, daun *C. papaya* L., serta air tawar sebagai media pemeliharaan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari–Maret 2026 di Sumber Belajar Ilmu Hayati (SBIH) Ruyani, Kota Bengkulu.

Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima jenis perlakuan. Setiap perlakuan melibatkan 5 ekor ikan, sehingga jumlah keseluruhan sampel yang digunakan mencapai 25 ekor. Rancangan penelitian ini dikembangkan dari penelitian terdahulu yang mengkaji penggunaan pakan komersial dan pakan berbahan nabati pada ikan air tawar (Ahmad, 2016; Adiningsih, *et al.*, 2023), erbedaannya terletak pada penerapan kombinasi pelet komersial dan daun pepaya sebagai pakan untuk ikan tembakang. Rincian perlakuan yang diterapkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Perlakuan dan Persentase Pakan

Perlakuan	Persentase Pakan
P0	100% pelet komersial
P1	75% pelet komersial + 25% daun pepaya
P2	50% pelet komersial + 50% daun pepaya
P3	25% pelet komersial + 75% daun pepaya
P4	100% daun pepaya

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi persiapan media pemeliharaan, aklimatisasi ikan, pemberian perlakuan pakan, pemeliharaan ikan, pengukuran parameter pertumbuhan, dan analisis data. Ikan tembakang yang digunakan terlebih dahulu diaklimatisasi agar dapat beradaptasi dengan lingkungan pemeliharaan. Setelah masa aklimatisasi, ikan ditempatkan pada tangki pemeliharaan sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Pakan diberikan setiap hari sebanyak 3% dari bobot tubuh ikan dengan frekuensi dua kali, yaitu pada pagi dan sore hari selama periode pemeliharaan 35 hari. Pengukuran Bobot badan dilakukan menggunakan timbangan digital, sedangkan panjang tubuh diukur menggunakan jangka sorong setiap satu minggu sekali.

Parameter Uji

Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*; SGR), tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*; SR), serta kualitas air yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), total padatan terlarut (TDS), dan intensitas cahaya.

Adapun parameter pengukuran pertumbuhan Ikan *H. Temminckii* yaitu sebagai berikut:

1. Bobot Tubuh

Perhitungan kenaikan bobot mutlak ikan berdasarkan persamaan (Das *et al.*, 2021):

$$G = W_t - W_o$$

Keterangan:

G = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Bobot rata-rata akhir (g)

W_o = Bobot rata-rata awal (g)

2. Panjang Tubuh

Menurut (Das *et al.*, 2021), panjang tubuh dihitung menggunakan selisih panjang rata-rata:

$$L_m = L_t - L_o$$

Keterangan:

L_m = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang rata-rata akhir (cm)

L_o = Panjang rata-rata awal (cm)

3. Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate* (SGR))

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan persamaan (El-Sayed & Kawanna, 2008):

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{\Delta t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = *Specific Growth Rate* (% per hari)

Wt = Bobot akhir (g)

Wo = Bobot awal (g)

Δt = Lama pemeliharaan (hari)

4. Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate* (SR))

Formula kelangsungan hidup berdasarkan persamaan (Muchlisin *et al.*, 2016):

$$SR = \frac{No - Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = *Survival Rate* (%)

Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan awal (ekor)

Selain parameter pertumbuhan, dilakukan pula pengukuran parameter abiotik (kualitas air) yang meliputi:

Tabel 2. Parameter data abiotik

Parameter	Penjelasan
Derajat Keasaman (pH)	Derajat keasaman air diukur menggunakan pH meter digital untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan media pemeliharaan. Nilai pH berpengaruh terhadap aktivitas enzim, metabolisme, respirasi, osmoregulasi, dan nafsu makan ikan. Pada budidaya ikan air tawar, pH yang optimal umumnya berada pada kisaran 6,5–8,5 (Deswati <i>et al.</i> , 2020). Nilai pH yang terlalu rendah (<5) dapat menyebabkan stres, mengganggu keseimbangan ion dalam tubuh, menurunkan konsumsi pakan, dan menghambat pertumbuhan ikan.
Suhu Air (°C)	Suhu air diukur menggunakan termometer digital untuk mengetahui kestabilan temperatur selama masa pemeliharaan. Suhu merupakan faktor utama yang mengendalikan laju metabolisme, aktivitas enzim, konsumsi pakan, pertumbuhan, dan respirasi ikan. Kisaran suhu yang ideal untuk budidaya sebagian besar ikan air tawar tropis adalah 25–30°C (Deswati <i>et al.</i> , 2020). Suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat metabolisme dan pertumbuhan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kebutuhan oksigen dan menyebabkan stres fisiologis.
Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i> ; DO) (mg/L)	Konsentrasi oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter untuk mengetahui ketersediaan oksigen yang dibutuhkan ikan dalam proses respirasi. Nilai DO yang baik untuk budidaya ikan umumnya lebih dari 5 mg/L (Deswati <i>et al.</i> , 2020). Kadar oksigen yang rendah (<3 mg/L) dapat menurunkan aktivitas makan, menghambat pertumbuhan, meningkatkan stres, dan pada kondisi ekstrem dapat menyebabkan kematian ikan. Oleh karena itu, pemantauan DO penting untuk memastikan proses metabolisme dan pertumbuhan berlangsung optimal.
Total Padatan Terlarut (<i>Total Dissolved Solids</i> ; TDS) (mg/L)	Total padatan terlarut diukur menggunakan TDS meter untuk mengetahui jumlah zat terlarut dalam air, seperti mineral, garam, dan senyawa organik. Nilai TDS yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan osmotik tubuh ikan dan menurunkan kualitas lingkungan budidaya. Pada budidaya ikan air tawar, nilai TDS umumnya masih dianggap baik apabila berada di bawah 500 mg/L (Wanja <i>et al.</i> , 2020). Pengukuran TDS dilakukan untuk memastikan kondisi media pemeliharaan tetap mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan.
Intensitas Cahaya (lux)	Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter untuk mengetahui jumlah cahaya yang diterima media pemeliharaan selama penelitian. Cahaya berpengaruh terhadap aktivitas berenang, perilaku makan, ritme sirkadian, dan respons fisiologis ikan. Intensitas cahaya yang terlalu rendah dapat menurunkan aktivitas mencari pakan, sedangkan intensitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres dan mengganggu perilaku ikan. Pada budidaya ikan air tawar, intensitas cahaya sekitar 50–500 lux umumnya masih dapat mendukung aktivitas dan pertumbuhan ikan secara normal (Prema <i>et al.</i> , 2020).

Analisis Data

Data hasil pengamatan pertumbuhan ikan tembakang dianalisis untuk mengetahui pengaruh kombinasi pelet dan daun pepaya terhadap pertumbuhan ikan. Analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics. Sebelum dilakukan uji ANOVA, data terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk dan homogenitas menggunakan uji Levene. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, analisis dilanjutkan menggunakan uji ANOVA satu arah (*One-Way ANOVA*) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal, analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Kruskal-Wallis. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel.

Hasil penelitian pertumbuhan ikan *H. temminckii* selanjutnya diimplementasikan dalam pengembangan LKPD materi pertumbuhan hewan untuk siswa kelas IX SMP. Data pertambahan panjang dan bobot ikan pada setiap perlakuan digunakan sebagai bahan pengamatan, analisis, dan interpretasi data dalam kegiatan pembelajaran. LKPD disusun dalam tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian penutup, yang dirancang untuk membantu siswa memahami konsep pertumbuhan hewan melalui konteks penelitian nyata. Siswa diarahkan untuk mengidentifikasi ciri-ciri pertumbuhan, menganalisis faktor yang memengaruhi pertumbuhan, menginterpretasikan data hasil penelitian, serta menarik kesimpulan berdasarkan data yang tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Ikan yang Diamati

Ikan *H. temminckii* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Sungai Ayak, Kecamatan Talo Kecil, Kabupaten Seluma, Bengkulu. Ikan yang digunakan memiliki panjang sekitar 110 mm dan berada pada fase juvenil hingga subdewasa sehingga masih mengalami pertumbuhan aktif. Pengamatan pertumbuhan dilakukan selama masa pemeliharaan dengan mengukur panjang tubuh menggunakan jangka sorong dan Bobot tubuh menggunakan timbangan digital. Pengukuran dilakukan satu kali setiap minggu untuk memperoleh data pertumbuhan panjang dan Bobot ikan yang selanjutnya digunakan dalam analisis pertumbuhan.

Bobot Tubuh

Data rata-rata hasil pengukuran Bobot ikan tembakang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Bobot Ikan

Perlakuan	N	Bobot Awal (g) (06-02-2026) ($\bar{x} \pm SD$)	Bobot Akhir (g) (13-03-2026) ($\bar{x} \pm SD$)	Pertambahan Bobot (g)
P0 (100% pelet komersial)	5	26,32 $\pm$ 3,13	29,36 $\pm$ 3,62 ^a	3,04
P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya)	5	29,76 $\pm$ 2,14	34,12 $\pm$ 3,08 ^a	4,36
P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya)	5	28,58 $\pm$ 8,41	32,84 $\pm$ 7,17 ^a	4,26
P3 (25% pelet komersial + 75% daun pepaya)	5	27,12 $\pm$ 3,44	27,68 $\pm$ 4,56 ^b	0,56
P4 (100% daun pepaya)	5	28,24 $\pm$ 2,58	28,84 $\pm$ 3,05 ^b	0,60

Keterangan:

N: jumlah ikan sampel yang dianalisis; $\bar{x}$: rata-rata; SD: standar deviasi; huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan kombinasi pelet komersial dan daun pepaya memberikan respons pertumbuhan bobot tubuh yang berbeda pada ikan *H. temminckii*. Pertambahan bobot tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya) sebesar 4,36 g, diikuti oleh P2 sebesar 4,26 g dan P0 sebesar 3,04 g. Sementara itu, perlakuan P3 dan P4 menghasilkan pertambahan bobot yang jauh lebih rendah, masing-masing sebesar 0,56 g dan 0,60 g. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan daun pepaya dalam jumlah tertentu masih dapat mendukung pertumbuhan ikan, tetapi peningkatan proporsi daun pepaya yang terlalu tinggi justru menurunkan pertumbuhan bobot tubuh.

Tingginya pertambahan bobot pada perlakuan P1 diduga karena komposisi pakan masih didominasi oleh pelet komersial sehingga kebutuhan nutrisi ikan, terutama protein dan energi, tetap terpenuhi. Protein merupakan nutrisi utama yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh dan pertumbuhan ikan. Menurut Poernomo *et al.*, (2015), pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan nutrisi dalam pakan, terutama protein yang digunakan untuk pembentukan jaringan baru, sedangkan energi dari lemak dan karbohidrat diperlukan agar protein tidak digunakan

sebagai sumber energi. Dengan masih tingginya proporsi pelet pada perlakuan P1, ikan diduga memperoleh pasokan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan biomassa tubuh.

Keberadaan daun pepaya dalam jumlah terbatas pada perlakuan P1 diduga memberikan efek positif terhadap pemanfaatan pakan. Daun pepaya diketahui mengandung enzim papain yang berfungsi sebagai enzim proteolitik, yaitu enzim yang membantu menguraikan protein menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Mubaraq *et al.*, (2021) melaporkan bahwa penambahan serbuk daun pepaya pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan ikan lele dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Pietoyo *et al.*, (2022) pada ikan nila nirwana, di mana penambahan larutan daun pepaya pada pakan mampu meningkatkan pertumbuhan dibandingkan perlakuan tanpa penambahan daun pepaya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan daun pepaya dalam jumlah moderat dapat berperan sebagai bahan tambahan pakan yang membantu pemanfaatan nutrisi tanpa mengurangi kualitas nutrisi utama yang berasal dari pelet.

Meskipun demikian, peningkatan proporsi daun pepaya tidak selalu menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi. Hal ini terlihat pada perlakuan P3 (75% daun pepaya) dan P4 (100% daun pepaya) yang menunjukkan pertambahan bobot paling rendah. Rendahnya pertumbuhan pada kedua perlakuan tersebut diduga disebabkan oleh menurunnya proporsi pelet sebagai sumber utama protein dan energi. Ikan pada dasarnya memerlukan nutrisi yang seimbang untuk mendukung pertumbuhan, sedangkan daun pepaya tidak dapat sepenuhnya menggantikan fungsi pelet sebagai sumber nutrisi utama. Ketika proporsi pelet semakin berkurang, jumlah protein dan energi yang tersedia untuk pembentukan jaringan tubuh juga menurun sehingga pertumbuhan menjadi lebih lambat. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Poernomo *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa kekurangan nutrisi, khususnya protein dan energi, akan menyebabkan energi yang diperoleh ikan lebih banyak digunakan untuk mempertahankan aktivitas hidup dan metabolisme dasar dibandingkan untuk pertumbuhan.

Hasil analisis statistik memperkuat temuan tersebut. Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$), yang berarti perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot ikan tembakang. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P0, P1, dan P2 berada dalam kelompok yang sama dan tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P3 dan P4. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan daun pepaya hingga 50% dalam kombinasi pakan masih mampu mendukung pertumbuhan bobot ikan tembakang, sedangkan penggunaan daun pepaya dalam proporsi yang terlalu tinggi cenderung menurunkan pertumbuhan karena berkurangnya kontribusi pelet sebagai sumber nutrisi utama.

Panjang Tubuh

Data rata-rata hasil pengukuran panjang ikan tembakang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Panjang Ikan

Perlakuan	N	Panjang Awal (mm) ($\bar{x} \pm SD$) (06-02-2026)	Panjang Akhir (mm) ($\bar{x} \pm SD$) (13-03-2026)	Pertambahan Panjang (mm)
P0 (100% pelet komersial)	5	109,6 $\pm$ 4,98	128,2 $\pm$ 2,49 ^a	18,6
P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya)	5	124,6 $\pm$ 3,51	133,0 $\pm$ 3,74 ^b	8,4
P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya)	5	117,4 $\pm$ 6,73	129,8 $\pm$ 5,89 ^b	12,4
P3 (25% pelet komersial + 75% daun pepaya)	5	113,2 $\pm$ 5,22	124,8 $\pm$ 6,76 ^b	11,6
P4 (100% daun pepaya)	5	115,4 $\pm$ 4,98	124,4 $\pm$ 5,18 ^b	9,0

Keterangan:

N: jumlah ikan sampel yang dianalisis; $\bar{x}$: rata-rata; SD: standar deviasi; huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Berdasarkan Tabel 4, pertumbuhan panjang ikan tembakang menunjukkan respons yang berbeda pada setiap perlakuan. Pertambahan panjang tertinggi diperoleh pada perlakuan P0 (100% pelet komersial) sebesar 18,6 mm, sedangkan pertambahan panjang terendah diperoleh pada perlakuan P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya) sebesar 8,4 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pelet komersial tanpa penambahan daun pepaya lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan panjang tubuh ikan tembakang dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya pertumbuhan panjang pada perlakuan P0 diduga berkaitan dengan ketersediaan nutrisi yang lebih lengkap dan seimbang, terutama protein yang berperan penting dalam pembentukan jaringan struktural tubuh seperti tulang, otot, dan jaringan penunjang lainnya. Menurut Radhakrishnan *et al.*, (2020), protein merupakan nutrisi utama yang sangat menentukan pertumbuhan ikan karena berfungsi sebagai penyusun utama jaringan tubuh dan mendukung proses pertumbuhan somatik. Ketersediaan protein yang cukup memungkinkan proses pembentukan jaringan berlangsung secara optimal sehingga meningkatkan pertambahan panjang tubuh ikan.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Tani *et al.*, (2025), yang menunjukkan bahwa pakan dengan kualitas nutrisi dan kandungan protein yang lebih baik mampu menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan pakan dengan kandungan protein yang lebih rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas pakan berperan penting dalam menentukan laju pertumbuhan ikan, termasuk pertumbuhan panjang tubuh. Pada penelitian ini, pelet komersial yang digunakan diduga mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ikan tembakang secara lebih optimal dibandingkan pakan yang mengandung proporsi daun pepaya lebih tinggi.

Pada perlakuan P1 menghasilkan pertambahan bobot tubuh tertinggi sebesar 4,36 g, sedangkan pada panjang menghasilkan pertambahan panjang terendah sebesar 8,4 mm. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang dan bobot tidak selalu berlangsung secara sebanding. Jacobs *et al.*, (2012) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa energi yang diperoleh ikan dapat dialokasikan secara berbeda sesuai kebutuhan fisiologisnya. Pada kondisi tertentu, energi lebih banyak digunakan untuk pembentukan biomassa tubuh dan penyimpanan cadangan energi dibandingkan untuk pertumbuhan struktural. Fenomena serupa juga dilaporkan oleh Leibold & Hammerschmidt, (2015) yang menemukan bahwa perbedaan ketersediaan energi dapat menghasilkan pola pertumbuhan yang berbeda, di mana sebagian energi dialokasikan untuk akumulasi jaringan tubuh sehingga meningkatkan bobot, sedangkan pertumbuhan panjang berlangsung lebih lambat. Dengan demikian, tingginya pertambahan bobot pada perlakuan P1 diduga menunjukkan bahwa energi hasil pemanfaatan nutrisi lebih banyak digunakan untuk pembentukan biomassa tubuh dibandingkan pertumbuhan panjang.

Selain itu, penelitian Cárcamo *et al.*, (2019) mengenai hubungan antara pertumbuhan ikan dan kandungan energi pakan menjelaskan bahwa pertumbuhan ikan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah nutrisi yang tersedia, tetapi juga oleh pola pemanfaatan energi dalam tubuh. Energi yang diperoleh dari pakan dapat dialokasikan untuk aktivitas metabolisme, pemeliharaan tubuh, pertumbuhan jaringan baru, maupun penyimpanan cadangan energi. Oleh karena itu, perlakuan yang menghasilkan pertambahan bobot tertinggi belum tentu menghasilkan pertambahan panjang tertinggi. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, di mana perlakuan P1 menghasilkan pertumbuhan bobot tertinggi, sedangkan perlakuan P0 menghasilkan pertumbuhan panjang tertinggi.

Sementara itu, pertumbuhan panjang yang relatif lebih rendah pada perlakuan P2, P3, dan P4 diduga berkaitan dengan semakin tingginya proporsi daun pepaya dalam pakan. Meskipun daun pepaya mengandung enzim papain yang berfungsi menghidrolisis protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh ikan, sebagaimana dilaporkan oleh Simanjuntak *et al.*, (2021), keberadaan daun pepaya tidak dapat sepenuhnya menggantikan fungsi pelet komersial sebagai sumber utama protein dan energi. Dengan demikian, daun pepaya lebih berperan sebagai bahan tambahan pakan yang mendukung pemanfaatan nutrisi dibandingkan sebagai pengganti utama pakan komersial.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa data pertumbuhan panjang berdistribusi normal dan homogen sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji ANOVA. Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,017 ($p < 0,05$), yang berarti perlakuan pakan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan tembakang. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P0 berada pada kelompok yang berbeda dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan P1, P2, P3, dan P4 berada dalam kelompok yang sama. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pelet komersial secara penuh merupakan perlakuan yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan panjang tubuh ikan tembakang selama masa pemeliharaan.

Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate* (SGR))

Laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*; SGR) merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan persentase pertambahan bobot ikan per satuan waktu selama periode pemeliharaan. Nilai SGR menunjukkan kemampuan ikan dalam memanfaatkan nutrisi yang diperoleh dari pakan untuk membentuk biomassa tubuh. Semakin tinggi nilai SGR, semakin baik kemampuan ikan dalam mengonversi nutrisi pakan menjadi pertumbuhan. Menurut Crane *et al.*, (2019), SGR merupakan salah satu parameter yang banyak digunakan dalam penelitian akuakultur untuk mengevaluasi performa pertumbuhan dan membandingkan efektivitas perlakuan pakan maupun kondisi pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SGR ikan tembakang selama 35 hari pemeliharaan berkisar antara 0,06–0,40% hari⁻¹.

Tabel 5. Rata-rata Laju Pertumbuhan Spesifik

Perlakuan	Lama Pemeliharaan (Hari)	SGR (% hari ⁻¹)
P0 (100% pelet komersial)	35	0,31
P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya)	35	0,39
P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya)	35	0,40
P3 (25% pelet komersial + 75% daun pepaya)	35	0,06

P4 (100% daun pepaya)	35	0,06
-----------------------	----	------

Keterangan:

SGR = *Specific Growth Rate* (laju pertumbuhan spesifik)

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya) menghasilkan nilai SGR tertinggi sebesar 0,40% hari⁻¹, diikuti oleh P1 sebesar 0,39% hari⁻¹ dan P0 sebesar 0,31% hari⁻¹. Sementara itu, nilai SGR terendah diperoleh pada perlakuan P3 dan P4 yang masing-masing sebesar 0,06% hari⁻¹. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi pelet dan daun pepaya dalam proporsi tertentu mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi dibandingkan penggunaan daun pepaya dalam proporsi yang terlalu tinggi. Menurut Simanjuntak *et al.*, (2021), daun pepaya mengandung enzim papain yang berfungsi sebagai enzim proteolitik yang membantu menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh ikan. Peningkatan pencernaan protein tersebut memungkinkan nutrisi dimanfaatkan secara lebih efisien untuk mendukung pertumbuhan.

Tingginya nilai SGR pada perlakuan P2 diduga disebabkan oleh adanya keseimbangan antara ketersediaan nutrisi dari pelet komersial dan aktivitas enzim papain dari daun pepaya. Pada perlakuan ini, pelet masih mampu menyediakan protein dan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan ikan, sementara daun pepaya berperan membantu meningkatkan pemanfaatan nutrisi melalui aktivitas papain. Kombinasi tersebut diduga menghasilkan efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih baik sehingga nutrisi yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pembentukan biomassa tubuh. Hasil ini sejalan dengan Simanjuntak *et al.*, (2021), yang melaporkan bahwa penggunaan tepung daun pepaya pada dosis tertentu dapat meningkatkan performa pertumbuhan ikan melalui peningkatan efisiensi pemanfaatan pakan.

Nilai SGR pada perlakuan P1 (0,39% hari⁻¹) tidak berbeda jauh dengan P2. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan daun pepaya dalam jumlah terbatas juga mampu mendukung pemanfaatan nutrisi secara efektif. Menariknya, meskipun P1 menghasilkan pertambahan bobot tertinggi, nilai SGR tertinggi justru diperoleh pada P2. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah bobot yang bertambah, tetapi juga oleh efisiensi pemanfaatan nutrisi selama periode pemeliharaan. Menurut Crane *et al.*, (2019), nilai SGR mencerminkan laju pertumbuhan relatif sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih representatif mengenai efisiensi pertumbuhan dibandingkan hanya melihat pertambahan bobot mutlak.

Sebaliknya, rendahnya nilai SGR pada perlakuan P3 dan P4 diduga berkaitan dengan tingginya proporsi daun pepaya dalam pakan yang menyebabkan berkurangnya kontribusi pelet sebagai sumber utama protein dan energi. Meskipun daun pepaya mengandung enzim papain yang dapat membantu proses pencernaan, penggunaannya dalam jumlah yang terlalu tinggi tidak dapat menggantikan kebutuhan nutrisi utama yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan. Sehingga nutrisi yang tersedia lebih banyak digunakan untuk mempertahankan aktivitas metabolisme dan kebutuhan hidup dasar dibandingkan untuk pembentukan jaringan tubuh baru. Kondisi tersebut menyebabkan laju pertumbuhan ikan menjadi lebih rendah yang ditunjukkan oleh nilai SGR sebesar 0,06% hari⁻¹. Hasil ini mendukung penelitian Mubaraq *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa efektivitas daun pepaya sebagai bahan tambahan pakan sangat dipengaruhi oleh dosis penggunaannya sehingga penggunaan dalam jumlah berlebihan tidak selalu menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik.

Secara keseluruhan, perbedaan nilai SGR antarperlakuan menunjukkan bahwa kombinasi pelet komersial dan daun pepaya memengaruhi kemampuan ikan tembakang dalam memanfaatkan nutrisi pakan. Perlakuan P2 menghasilkan nilai SGR tertinggi sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan relatif ikan tembakang selama masa pemeliharaan. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan daun pepaya pada proporsi yang seimbang dapat mendukung pemanfaatan nutrisi secara lebih optimal dibandingkan penggunaan daun pepaya dalam proporsi yang terlalu tinggi.

Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate (SR))

Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur persentase ikan yang tetap hidup selama periode pemeliharaan. Nilai SR dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah ikan yang masih hidup pada akhir penelitian dan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Parameter ini digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan pemeliharaan serta kemampuan ikan dalam beradaptasi terhadap kondisi lingkungan dan perlakuan pakan yang diberikan. Data tingkat kelangsungan hidup ikan tembakang selama 35 hari pemeliharaan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Kelangsungan Hidup Ikan Tembakang

Perlakuan	Jumlah (Ekor)		SR (%)
	Awal	Akhir	
P0 (100% pelet komersial)	5	5	100%
P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya)	5	5	100%
P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya)	5	5	100%
P3 (25% pelet komersial + 75% daun pepaya)	5	5	100%
P4 (100% daun pepaya)	5	5	100%

Keterangan:

SR = *Survival Rate* (tingkat kelangsungan hidup)

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 6, seluruh perlakuan menghasilkan nilai *Survival Rate* sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat kematian ikan tembakang selama masa penelitian berlangsung, baik pada perlakuan yang menggunakan pelet komersial maupun kombinasi pelet dan daun pepaya. Tingginya tingkat kelangsungan hidup ini mengindikasikan bahwa seluruh perlakuan pakan masih dapat diterima oleh ikan dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi fisiologisnya. Selain itu, nilai SR yang mencapai 100% juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan berada pada kisaran yang mendukung kehidupan ikan, sehingga ikan mampu beradaptasi dan mempertahankan kelangsungan hidupnya selama 35 hari pemeliharaan.

Nilai kelangsungan hidup yang tinggi menunjukkan bahwa kebutuhan dasar ikan, baik dari aspek nutrisi maupun kualitas lingkungan, telah terpenuhi dengan baik. Kualitas air yang terjaga dan manajemen pemeliharaan yang tepat merupakan faktor penting yang mendukung keberlangsungan hidup ikan selama penelitian (Hidayati *et al.*, 2019). Selain itu, pengelolaan pakan dan kualitas air yang baik berperan dalam menjaga kesehatan dan meningkatkan kelangsungan hidup ikan budidaya (Aljehania *et al.*, 2023). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan daun pepaya sebagai campuran pakan hingga 100% tidak menyebabkan kematian ikan tembakang. Dengan demikian, perbedaan proporsi pelet dan daun pepaya lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan dibandingkan terhadap tingkat kelangsungan hidupnya.

Data Abiotik

Kondisi kualitas air merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat memengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan selama proses pemeliharaan. Dalam penelitian ini, parameter kualitas air yang diamati meliputi derajat keasaman (pH), suhu, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), total padatan terlarut (*Total Dissolved Solids/TDS*), serta intensitas cahaya. Pengamatan terhadap parameter-parameter tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa media pemeliharaan tetap berada pada kondisi yang sesuai bagi kehidupan ikan tembakang. Berdasarkan hasil pengukuran pada seluruh perlakuan, nilai setiap parameter kualitas air masih berada dalam kisaran yang layak dan mampu mendukung aktivitas fisiologis, pertumbuhan, serta kelangsungan hidup ikan tembakang selama masa penelitian.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Data Abiotik

Parameter	Perlakuan					Standar	Kriteria
	P0	P1	P2	P3	P4		
pH	5,55	5,47	5,44	5,68	5,47	6,5-8,5	Tidak ideal
Suhu (°C)	26,83	27,08	27,50	27,83	28,50	25-30	Ideal
Oksigen Terlarut (DO) (mg/L)	5,7	6,1	6,4	6,5	7,0	>5	Ideal
Total Padatan Terlarut (TDS) (mg/L)	102	90	75	75	87	<500	Ideal
Intensitas Cahaya (Lux)	62,50	40,17	116,17	136,33	447	50-500	Ideal

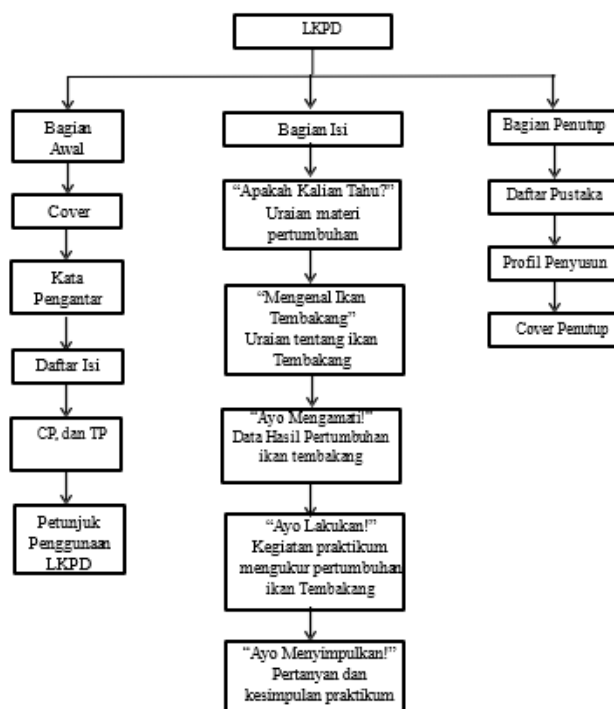
Keterangan:

P0 : (100% pelet komersial), P1 : (75% pelet komersial + 25% daun pepaya), P2 (50% pelet komersial + 50% daun pepaya), P3 (25% pelet komersial + 75% daun pepaya), P4 (100% daun pepaya), Standar menurut (Deswati *et al.*, 2020)

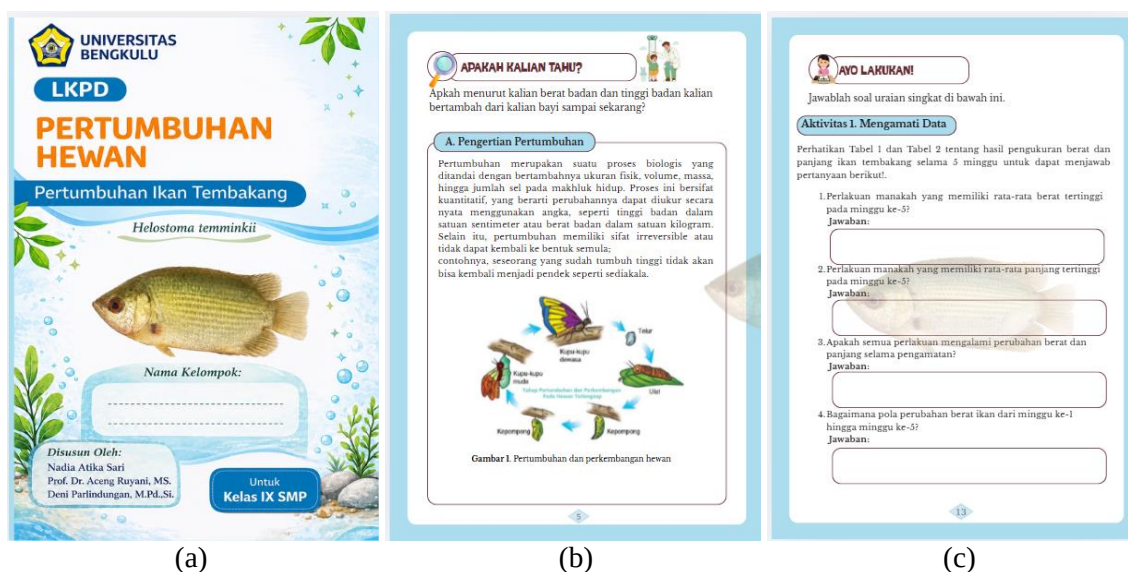
Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian menunjukkan bahwa kondisi media pemeliharaan masih mampu mendukung kehidupan ikan tembakang. Nilai pH berkisar antara 5,44–5,68, yang berada di bawah kisaran optimum budidaya ikan air tawar yaitu 6,5–8,5. Menurut Deswati *et al.*, (2020), pH yang baik untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan berada pada kisaran 6–9, sedangkan pH yang terlalu rendah dapat memengaruhi proses fisiologis dan metabolisme ikan. Meskipun demikian, seluruh ikan tembakang mampu bertahan hidup hingga akhir penelitian dengan tingkat kelangsungan hidup mencapai 100%, yang menunjukkan bahwa ikan tembakang masih dapat beradaptasi pada kondisi perairan yang relatif asam. Suhu air selama penelitian berkisar antara 26,83–28,50°C dan masih berada dalam rentang optimum untuk budidaya ikan air tawar yaitu 25–30°C. Deswati *et al.*, (2020) menyatakan bahwa suhu pada kisaran tersebut mampu mendukung aktivitas metabolisme, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan secara optimal. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) berkisar antara 5,7–7,0 mg/L, sehingga telah memenuhi kebutuhan minimum ikan budidaya yang umumnya memerlukan DO lebih dari 5 mg/L untuk mendukung proses respirasi dan metabolisme secara optimal. Selain itu, nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) berkisar antara 75–102 mg/L, yang tergolong rendah dan masih berada pada kisaran aman bagi organisme akuatik. Menurut Wanja *et al.*, (2020), kandungan zat terlarut yang tidak berlebihan penting untuk menjaga keseimbangan osmotik dan kualitas lingkungan budidaya. Intensitas cahaya selama penelitian berkisar antara 40,17–447 lux. Cahaya merupakan faktor lingkungan yang memengaruhi aktivitas berenang, perilaku makan, dan ritme biologis ikan. Menurut Prema *et al.*, (2020), intensitas cahaya yang masih berada dalam kisaran normal tidak memberikan dampak negatif terhadap aktivitas maupun kelangsungan hidup ikan. Secara keseluruhan, parameter kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan tembakang dan tidak menyebabkan stres maupun kematian ikan, yang ditunjukkan oleh tingkat kelangsungan hidup sebesar 100%. Oleh karena itu, perbedaan pertumbuhan panjang dan bobot yang terjadi antarperlakuan diduga lebih dipengaruhi oleh perbedaan komposisi pakan yang diberikan dibandingkan oleh faktor kualitas air.

Desain LKPD Materi Pertumbuhan Hewan dengan Konteks Ikan Tembakang

Hasil penelitian mengenai pertumbuhan ikan *H. temminckii* dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan LKPD pada materi pertumbuhan hewan untuk siswa kelas IX SMP. LKPD disusun dengan mengintegrasikan data hasil penelitian, meliputi penambahan bobot, penambahan panjang, laju pertumbuhan spesifik (SGR), serta faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Pemanfaatan konteks ikan tembakang sebagai sumber belajar diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep pertumbuhan hewan melalui fenomena yang nyata dan dekat dengan lingkungan sekitar.



Gambar 1. Desain LKPD



Gambar 2. Model desain LKPD (a) sampul, (b) penjelasan materi pertumbuhan, (c) Aktivitas siswa

LKPD yang dikembangkan terdiri atas bagian awal, bagian isi, dan bagian penutup. Kegiatan pembelajaran dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang mencakup pemahaman konsep pertumbuhan hewan, identifikasi karakteristik pertumbuhan, analisis faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan, interpretasi data hasil penelitian, serta penyusunan kesimpulan berdasarkan data yang dianalisis. Pada bagian isi, siswa mengamati dan menganalisis data hasil penelitian berupa pertambahan panjang dan bobot ikan *H. temminckii* pada berbagai perlakuan pakan. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi ciri-ciri pertumbuhan hewan serta menganalisis faktor yang memengaruhi pertumbuhan. Melalui kegiatan tersebut, siswa diharapkan mampu mengembangkan keterampilan mengamati, mengolah informasi, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan secara ilmiah.

Secara umum, LKPD ini mengintegrasikan hasil penelitian pertumbuhan ikan tembakang ke dalam pembelajaran IPA sebagai sumber belajar kontekstual. Data pertumbuhan panjang dan bobot ikan yang diperoleh dari penelitian dimanfaatkan sebagai objek pengamatan dan analisis siswa dalam memahami konsep pertumbuhan hewan. Penggunaan konteks nyata dalam pembelajaran sejalan dengan pendekatan kontekstual yang mampu membantu siswa menghubungkan konsep sains dengan fenomena yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari sehingga meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian Setianingrum & Nurohman, (2022) menunjukkan bahwa LKPD dengan pendekatan kontekstual dapat membantu siswa mengaitkan materi pembelajaran dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar serta meningkatkan kemampuan literasi sains. Selain itu, Sahlan *et al.*, (2026) melaporkan bahwa pembelajaran kontekstual memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep IPA karena siswa belajar melalui fenomena yang relevan dengan kehidupan mereka. Oleh karena itu, pemanfaatan data hasil penelitian ikan tembakang dalam LKPD diharapkan dapat menjadikan pembelajaran pertumbuhan hewan lebih bermakna, kontekstual, dan mudah dipahami oleh siswa.

KESIMPULAN

Pemberian kombinasi pelet komersial dan daun pepaya memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ikan tembakang (*Helostoma temminckii*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 (75% pelet komersial + 25% daun pepaya) memberikan hasil terbaik pada pertambahan Bobot ikan. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan daun pepaya dalam jumlah tertentu dapat dimanfaatkan sebagai pakan tambahan yang mendukung pertumbuhan ikan tembakang. Selain itu, hasil pengukuran parameter abiotik selama penelitian menunjukkan bahwa suhu, oksigen terlarut (DO), *total dissolved solid* (TDS), dan intensitas cahaya masih berada pada kisaran yang mendukung kehidupan ikan, meskipun nilai pH berada di luar kisaran optimal. Namun demikian, seluruh ikan tembakang mampu bertahan hidup hingga akhir penelitian dengan nilai kelangsungan hidup, yang menunjukkan bahwa kondisi pemeliharaan selama penelitian masih mampu mendukung kehidupan ikan tembakang dengan baik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji kandungan nutrisi dan pencernaan pakan pada setiap kombinasi perlakuan, mengevaluasi respons fisiologis dan efisiensi pemanfaatan pakan dalam periode pemeliharaan yang lebih lama, serta menguji formulasi pakan dengan proporsi daun pepaya yang lebih spesifik untuk memperoleh komposisi yang paling efektif dan ekonomis bagi budidaya ikan tembakang. Hasil penelitian tersebut diimplementasikan dalam LKPD materi pertumbuhan hewan dengan memanfaatkan data pertambahan panjang dan bobot ikan sebagai bahan pengamatan dan analisis siswa. Penggunaan data penelitian nyata dalam LKPD memungkinkan siswa mempelajari konsep

pertumbuhan hewan secara lebih kontekstual, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mendukung peningkatan pemahaman konsep.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, B. E., Diniarti, N., & Abidin, Z. (2023). Pengaruh Kombinasi Pelet Dan Pakan Nabati Terhadap Pertumbuhan Hidup Benih Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*). *Journal Of Fish Nutrition*, 3, 13–24. <https://doi.org/10.29303/jfn.v3i2.3000>
- Afriani, S., Auja, N., Gunawan, G., Akuakultur, P. S., Kuala, U. S., & Aceh, B. (2024). *Jurnal Perikanan Terpadu*. 5(2), 11–22.
- Ahmad, N. (2016). Analisa Pemberian Dosis Pakan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Tambakan (*Helostoma Temminckii*). *Journal Agroqua*, 14(2).
- Aljehania, F., N'Doyea, I., & Laleg-Kirati, T. M. (2023). Feeding control and water quality monitoring in aquaculture systems : Opportunities and challenges *. *Aquaculture Systems Review*, 1–17.
- Cárcamo, C., Estrada, J. M., Canales-cerro, C., Hernandez, F., Herrera, R., Molina-burgos, B. E., Salas, C., Zuniga, M., Klarian, S. A., Cárcamo, C., Estrada, J. M., Canales-cerro, C., Hernandez, F., Herrera, R., Molina-burgos, B. E., & Riquelme, D. (2019). Evaluating the relationship between the growth of fish and energy component of their prey of fish and energy component of their prey. *Cogent Environmental Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311843.2019.1609225>
- Crane, D. P., Ogle, D. H., & Shoup, D. E. (2019). *Use and misuse of a common growth metric : guidance for appropriately calculating and reporting specific growth rate*. 1–6. <https://doi.org/10.1111/raq.12396>
- Das, P. C., Siddaiah, G. M., & Kumari, P. (2021). Evaluation of three forms of feed on growth and survival of rohu *Labeo rohita* (Hamilton , 1822) juveniles reared in outdoor tanks. *Indian J. Fish*, 68(3), 64–69. <https://doi.org/10.21077/ijf.2021.68.3.102249-08>
- Deswati, D., Safni, S., Khairiyah, K., Yani, E., Yusuf, Y., & Pardi, H. (2020). Biofloc technology : water quality (pH , temperature , DO , COD , BOD) in a flood & drain aquaponic system. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 00(00), 1–10. <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1817428>
- El-Sayed, A.-F. M., & Kawanna, M. (2008). Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Journal Compilation*, 670–672. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01915.x>
- Emmanuel, S., Flora, O., & Olaifa, E. (2018). *Evaluation of some edible leaves as potential feed ingredients in aquatic animal nutrition and health*. 6(1), 569–578. <https://doi.org/10.17017/j.fish.29>
- Helmizuryani, Sari, M. P., Alpis, Khotimah, K., & Muslimin, B. (2021). *Studi Komunitas Ikan di Danau Ulak Lia Kecamatan Sekayu Kabupaten Musi Banyuasin*. 4(1), 6. doi: <https://doi.org/10.32502/jgsa.v2i1.3746>
- Hidayati, D., Nurtjahyani, S. D., Oktafitria, D. W. I., & Ashuri, N. M. (2019). Short Communication : Evaluation of water quality and survival rate of red tilapia (*Oreochromis niloticus*) by using rice-fish culture system in quarry land of clay. *Jurna Biodiversitas*, 20(2), 589–594. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200240>
- Jacobs, G. R., Breck, J. E., Höök, T. O., Jacobs, G. R., Breck, J. E., & Growth-, T. O. H. (2012). *Growth-mediated seasonal energy allocation patterns of young-of-year largemouth bass (Micropterus salmoides)*. 5060. <https://doi.org/10.1080/02705060.2011.606983>
- Leibold, S., & Hammerschmidt, M. (2015). *Long-Term Hyperphagia and Caloric Restriction Caused by Low- or High-Density Husbandry Have Differential Effects on Zebrafish Postembryonic Development , Somatic Growth , Fat Accumulation and Reproduction*. 1–31. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120776>
- Mubaraq, M. B., Marzuki, M., & Azhar, F. (2021). Pengaruh Penambahan Serbuk Daun Pepaya (*Carica papaya*) pada Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias sp .*) The Effect of Adding Papaya Leaf Powder (*Carica Papaya*) to The Feed to Increase The Growth Of Catfish (*Clarias sp .*). *Journal of Aquaculture Science*, 6(October), 83–92. doi: <https://doi.org/10.31093/joas.v6i2.141>
- Muchlisin, Z. A., , Fardin Afrido1 , Tanzil Murda1 , Nur Fadli1, A. A. M.-, Hammadar1, & , Zulkarnain Jalil1, C. Y. (2016). The Effectiveness of Experimental Diet with Varying Levels of Papa- in on The Growth Performance, Survival Rate and Feed Utilization of Keureling Fish (*Tor tambra*). *Jurnal Biosaintifika*, 8(2), 172–177. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i2.5777>
- Mukti, R. C., Yulisman, Y., Amin, M., & Sari, R. P. (2023). The Effect of Feed Protein Levels on The Growth of Kissing Gourami (*Helostoma temminckii*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(1), 33–40. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.vol.7.no.1.263>
- Nisa, M. R., Hariani, D., & Purnama, E. R. (2020). Pemberian Kombinasi Tepung Daun Pepaya dan Probiotik pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias sp .*) Effect of Giving Combination of Papaya Leaf Flour and Probiotic in Commercial Feeds for the Growth of Juvenile Catfish (*Clarias*. *Jurnal*

- Lentera Bio*, 9(2011), 82–89.
- Nurussalam, W., Supriyono, E., & Salisa, R. (2023). Wildan Nurussalam, Eddy Supriyono, dan I'ana Rahma Salisa. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 8(April), 79–89. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v8i1.167>
- Pangentasari, D., Harianto, E., Rahmadiyah, T., Nurjanah, L., Mulyani, R., & Lestari, Y. (2025). Adaptasi Pakan Buatan Pada Beberapa Jenis Ikan Endemik Jambi Sebagai Tahap Awal Domestikasi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(2), 216–225. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v10i2.298>
- Pietoyo, A., Nurjanah, I., Sudino, D., Tarigan, R. R., Studi, P., & Ikan, B. (2022). Penambahan Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis niloticus*). 13(2), 182–191.
- Poernomo, N., Bambang, N., Utomo, P., & Azwar, Z. I. (2015). Pertumbuhan dan kualitas daging ikan patin siam yang diberi kadar protein pakan berbeda *The growth and meat quality of Siamese catfish fed different level of protein*. 14(2), 104–111.
- Prema, D., Jenni, B., & Joseph, R. V. (2020). Water Quality Management in Aquaculture. *ICAR-Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi*, 54–78.
- Radhakrishnan, G., Mannur, V. S., Bs, Y., Pinto, N., & Pradeep, A. (2020). Dietary protein requirement for maintenance , growth , and reproduction in fish : A review. 8(4), 208–215.
- Sahlan, Putra, Z. H., & Hermita, N. (2026). *The Use of Contextual Learning Approach to Improve Elementary School Students ' Understanding of Science Concepts and Social Awareness*. 10(May), 392–404. <https://dx.doi.org/10.33578/pjr.v10i3.227>
- Setianingrum, D. A., & Nurohman, S. (2022). *JSER The Development of Student Worksheets With A Contextual Approach to Improve Students ' Science Literature Capabilities*. 6(1), 51–59.
- Simanjuntak, R. F., Husni, S., & Cahyadi, J. (2021). Bioenrichment of Papaya Leaf Meal (*Carica papaya*) with Different Feed Formulation to Increase Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Growth Bioenrichment of Papaya Leaf Meal (*Carica papaya*) with Different Feed Formulation to Increase Nile Tilapia (Or. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1083/1/012089>
- Syahrizal, & Safratilofa. (2025). Pelet Dibuat Dari Maggot (*Hermetia illucens*) BSF Dengan Media Kotoran Sapi dan Bungkil Sawit Sebagai Pakan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* B). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(April), 109–123. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v10i1.260>
- Tani, F. C. D., Maidie, A., Isriansyah, & Ihtifazhuddin, M. I. (2025). Protein Berbeda dari Produsen Berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). *Journal of Fish Nutrition*, 5(2), 129–141. <https://doi.org/10.29303/jfn.v5i2.8903>
- Ubamnata, B., Diantari, R., & Hasani, Q. (2016). Kajian Pertumbuhan Ikan Tembakang (*Helostoma temminckii*) Di Rawa Bawang Latak Kabupaten Tulang Bawang , Lampung Growth Study of Fish Tembakang (*Helostoma temminckii*) In Rawa Bawang Latak Tulang Bawang , Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2), 90–99.
- Wanja, D. W., Mbuthia, P. G., Waruiru, R. M., Mwadime, J. M., Bebora, L. C., Nyaga, P. N., & Ngowi, H. A. (2020). Fish Husbandry Practices and Water Quality in Central Kenya : Potential Risk Factors for Fish Mortality and Infectious Diseases. *Veterinary Medicine International*, 10. <https://doi.org/10.1155/2020/6839354>