

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KUNYIT DAN TEMULAWAK PADA MEDIA KULTUR TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS CACING SUTERA (*Tubifex* sp.)

Teresa Dewi Pandawa^{1*}, Sinung Rahardjo², dan Moch. Nurhudah²

¹Program Studi Pascasarjana Terapan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta, Indonesia

(Naskah diterima: 05 Mei 2025; Revisi final: 21 Juni 2025; Disetujui publikasi: 21 Juni 2025)

ABSTRAK

Cacing sutera (*Tubifex* sp.) merupakan organisme akuatik yang memiliki peran strategis dalam sektor akuakultur sebagai pakan alami bagi ikan. Kualitas organisme ini sangat memengaruhi efektivitas budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan serbuk kunyit (*Curcuma longa*) dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dalam pakan terhadap produktivitas dan kualitas *Tubifex* sp. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan: P0 (tanpa tambahan), P1 (2,5 g kunyit + 7,5 g temulawak), P2 (5 g kunyit + 5 g temulawak), dan P3 (7,5 g kunyit + 2,5 g temulawak), masing-masing per 100 g pakan. Pemberian pakan dilakukan setiap 3 hari sebanyak 1140 g m⁻² selama 21 hari. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji Duncan. Hasil menunjukkan bahwa suplementasi serbuk kunyit dan temulawak secara signifikan meningkatkan pertumbuhan bobot dan produktivitas *Tubifex* sp., dengan P2 memberikan hasil terbaik (317,54 ± 13,16 g dan 2646,18 ± 109,74 g m⁻² siklus⁻¹) (P<0,05). Penyerapan kurkumin tertinggi tercatat pada P2 sebesar 44,32 ± 11,30 mg kg⁻¹ (P<0,05). Uji mikrobiologis menunjukkan bahwa semua perlakuan bebas dari kontaminasi *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli*. Penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan serbuk kunyit dan temulawak dalam pakan dapat meningkatkan mutu dan keamanan *Tubifex* sp. dalam budidaya.

KATA KUNCI: biomassa; *Curcuma longa*; *Curcuma xanthorrhiza*; produktivitas; *Tubifex* sp.

ABSTRACT: *Enhancing Silkworm (Tubifex sp.) Quality Through Turmeric and Javanese Turmeric Powder Supplementation in Culture Media*

Culturing silkworms (*Tubifex* sp.) as a highly nutritious natural feed for farmed fish has been limited due to reliance on wild supply and limitation on reliable growth medium. This study aimed to assess the effects of addition of turmeric (*Curcuma longa*) and Javanese turmeric (*Curcuma xanthorrhiza*) powders in culture media on the productivity and quality of *Tubifex* sp. The study was conducted experimentally using a completely randomized design (CRD) with four treatments: P0 (no addition), P1 (2.5 g turmeric + 7.5 g Javanese turmeric), P2 (5 g turmeric + 5 g Javanese turmeric), and P3 (7.5 g turmeric + 2.5 g Javanese turmeric), per

*Korespondensi: Program Studi Pascasarjana Terapan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta, Indonesia
Email: teresadewip@gmail.com

100 g of feed for each treatment. Feeding was done every 3 days at a dose of 1140 g m² for 21 days. Data were analyzed using ANOVA and Duncan's test. Results showed that turmeric and Javanese turmeric powders supplementation significantly increased *Tubifex* sp. weight growth and productivity, with P2 giving the best results (317.54 ± 13.16 g and 2646.18 ± 109.74 g m⁻² cycle⁻¹) (P<0.05). The highest curcumin absorption was recorded in P2 at 44.32 ± 11.30 mg kg⁻¹ (P<0.05). Microbiological tests showed that all treatments were free from *Salmonella* sp. and *Escherichia coli* contamination. This study indicated that addition of turmeric and Javanese turmeric powders in feed could improve the quality and safety of *Tubifex* sp. in aquaculture.

KEYWORDS: biomass; *Curcuma longa*; *Curcuma xanthorrhiza*; productivity; *Tubifex* sp.

PENDAHULUAN

Cacing sutera (*Tubifex* sp.) merupakan organisme air yang memiliki peran strategis dalam bidang akuakultur, khususnya sebagai pakan alami dengan kandungan nutrisi tinggi bagi berbagai jenis ikan. Perannya sangat signifikan dalam mendukung efisiensi pertumbuhan dan produktivitas ikan budidaya. Namun, ketersediaan *Tubifex* sp. di pasar saat ini masih sangat terbatas karena sebagian besar pasokan bergantung pada hasil tangkapan dari lingkungan alami. Menurut Setyawati (2014), produksi melalui kultur hanya mampu memenuhi sekitar 35–37% dari total permintaan pasar harian, sehingga terjadi kesenjangan yang cukup besar antara kebutuhan dan ketersediaannya.

Upaya budidaya secara intensif dan terkontrol menjadi alternatif solusi yang relevan dalam mengurangi ketergantungan terhadap populasi alam serta menjamin kontinuitas suplai pakan alami secara berkelanjutan. Salah satu kendala utama dalam budidaya *Tubifex* sp. adalah pemilihan media tumbuh yang optimal. Organisme ini memerlukan substrat lunak dengan kandungan bahan organik yang mudah terdekomposisi, seperti ampas tahu, dedak padi, limbah sawi, dan ikan rucah. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas berbagai bahan organik dalam menunjang pertumbuhan *Tubifex* sp. (Anggaraini, 2017; Batubara *et al.*, 2023; Nabillah *et al.*, 2022; Ramadhan *et al.*, 2023; Setiadi *et al.*, 2023; Umidayati *et al.*, 2020). Meskipun demikian,

studi terkait pemanfaatan bahan aktif alami dalam proses fermentasi media tumbuh untuk meningkatkan kualitas biologis *Tubifex* sp. masih terbatas. Dalam pengembangan akuakultur modern, penggunaan bahan alami yang bersifat imunostimulan mulai diintegrasikan sebagai strategi peningkatan performa fisiologis dan ketahanan tubuh organisme akuatik. Fitofarmaka seperti kunyit (*Curcuma longa*) dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) diketahui mengandung senyawa bioaktif, di antaranya kurkumin dan *xanthorrhizol*, yang memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba serta berpotensi meningkatkan respons imun, pertumbuhan, dan kualitas jaringan tubuh organisme yang mengonsumsinya. Penelitian oleh Sumayani (2023) menunjukkan bahwa suplementasi serbuk kunyit dalam pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan daya tahan ikan lele secara signifikan. Menurut Indra *et al.* (2025), pemberian pakan yang diperkaya dengan kombinasi kunyit dan temulawak berpotensi meningkatkan resistensi ikan terhadap stresor lingkungan. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif dalam kedua bahan alami tersebut yang memiliki sifat antioksidan dan antibakteri, sehingga mampu memperkuat sistem imun ikan selama masa pemeliharaan. Kurkumin yang terkandung dalam kunyit dan temulawak memiliki kemampuan untuk menstimulasi kontraksi dinding kantung empedu, yang kemudian memfasilitasi pelepasan cairan empedua ke dalam usus halus. Proses ini berperan penting dalam meningkatkan

efektivitas pencernaan makronutrien seperti lemak, protein, dan karbohidrat, sehingga memperbaiki penyerapan zat-zat gizi oleh sistem pencernaan (Arifin *et al.*, 2016).

Selain itu, kunyit dan temulawak juga mengandung asam amino esensial dan non-esensial, vitamin, flavonoid serta minyak atsiri yang berkontribusi terhadap peningkatan biomassa dan kualitas fisiologis organisme budidaya (Rochani *et al.*, 2021; Santika *et al.*, 2021). Penerapan bahan-bahan tersebut dalam proses fermentasi media *Tubifex* sp. diharapkan tidak hanya meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertumbuhan, tetapi juga menjamin keamanan biologis produk dari kontaminasi mikroorganisme patogen, seperti *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serbuk kunyit dan temulawak dalam media fermentasi terhadap produktivitas serta kualitas *Tubifex* sp. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait optimalisasi budidaya *Tubifex* sp. sebagai pakan alami yang sehat, berkualitas, dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama periode bulan Desember 2023 hingga bulan Januari 2024 di Laboratorium Budidaya, *Hatchery* Kampus Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta, Indonesia. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menerapkan rancangan acak lengkap (RAL). Percobaan terdiri dari empat perlakuan dengan empat ulangan, sehingga terdapat 16 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan yaitu penambahan serbuk kunyit dan temulawak dengan dosis yang berbeda meliputi: P0 (kontrol) = 100 g pakan tanpa penambahan serbuk kunyit dan temulawak; P1 = 2,5 g kunyit + 7,5 g temulawak per 100 g pakan; P2 = 5 g kunyit + 5 g temulawak per 100 g pakan; P3 = 7,5 g kunyit + 2,5 g temulawak per 100 g pakan.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rak besi sebagai tempat penyimpanan wadah kultur, nampan plastik sebagai media pemeliharaan *Tubifex* sp., pompa akuarium untuk sirkulasi air, pipa PVC sebagai saluran air, drum plastik untuk fermentasi bahan pakan serta alat bantu lainnya seperti stopkran, ember, baskom plastik, timbangan digital, seser, mesin *spinner* untuk mengurangi kelembapan media, dan alat pengukur kualitas air (pH meter, DO meter, dan termometer).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup bahan fermentasi dan bahan uji. Bahan fermentasi terdiri dari EM4 pertanian sebagai *starter* mikroba, molase sebagai sumber karbon, ampas tahu, dedak padi halus, dan silase ikan sebagai sumber bahan organik utama, sedangkan *Tubifex* sp. digunakan sebagai organisme uji untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan. Bahan tambahan berupa serbuk kunyit dan temulawak digunakan sebagai fitofarmaka dalam media fermentasi.

Persiapan Wadah Kultur

Sebanyak 16 nampan plastik ($40 \times 30 \text{ cm}^2$) disusun vertikal pada rak besi dan digunakan sebagai wadah pemeliharaan *Tubifex* sp. Sistem resirkulasi air disusun menggunakan pompa akuarium, pipa PVC, serta bak penampungan berkapasitas 51 L yang dilengkapi dengan *filter* dakron. Debit air diatur antara 2–3 L per menit melalui saluran *inlet* dan stopkran.

Tindakan Sanitasi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Tubifex sp. diperoleh dari pemasok lokal (Kebagusan, Jakarta, Indonesia), kemudian disanitasi menggunakan larutan kalium permanganat (KMnO_4) 2 mg L^{-1} selama 30 detik untuk menurunkan kontaminasi bakteri. Menurut Agustini *et al.* (2020), aplikasi KMnO_4 melalui metode perendaman dapat membunuh bakteri patogen yang menempel pada ikan dengan cara menginduksi kerusakan

pada dinding sel bakteri melalui mekanisme oksidatif. Dosis yang cukup aman digunakan dalam pengaplikasian dan memiliki dampak minimal bila digunakan yaitu 1-2 mg L⁻¹ (Francis-Floyd & Klinger, 2003). Selanjutnya, *Tubifex* sp. yang sudah disanitasi dipindahkan ke wadah penampungan sebelum ditebar ke media kultur.

Penyiapan Media Budidaya *Tubifex* sp.

Media fermentasi disusun dari campuran ampas tahu (40%), silase ikan (25%), dedak padi halus (25%), dan limbah sawi (10%), dicampur dengan larutan EM4 (1 mL kg⁻¹), molase (10 mL kg⁻¹), dan air bersih (100 mL kg⁻¹) (Umidayati *et al.*, 2020). Campuran difermentasi dalam wadah tertutup selama 7 hari, kemudian ditebar sebanyak 140 gram per wadah (setara 1619 g m⁻²) setelah aliran air dihentikan untuk memungkinkan media mengendap (Masrurotun & Hutabarat, 2014).

Penambahan Serbuk Kunyit dan Temulawak pada Pakan Fermentasi *Tubifex* sp.

Pemberian pakan dilakukan setiap 3 hari sekali sebanyak 100 g per wadah (1140 g m⁻²) pada pemeliharaan *Tubifex* sp. yang berlangsung selama 21 hari (Setiadi *et al.*, 2023), berupa media fermentasi yang telah dicampur homogen dengan serbuk kunyit dan temulawak sesuai dosis pada masing-masing perlakuan. Pemberian pakan dilakukan pada pagi hari, kemudian ditebar secara merata pada masing-masing wadah kultur yang sudah disiapkan. Penebaran dilakukan dengan cara mematikan terlebih dahulu aliran air, agar memberi kesempatan media yang ditebar untuk tenggelam ke dasar wadah kultur sehingga tidak terbawa keluar oleh arus air.

Pemeliharaan *Tubifex* sp.

Pemeliharaan dilakukan selama 21 hari dengan sistem resirkulasi air 24 jam. Aliran air diperiksa dan saluran dibersihkan setiap hari untuk menjaga kelancaran sirkulasi.

Pemberian pakan dilakukan perlahan, dan aliran air dihentikan selama 5–10 menit untuk memungkinkan pakan mengendap.

Pemanenan *Tubifex* sp.

Pemanenan dilakukan pada hari ke-21. Aliran air dihentikan dan cacing dipanen menggunakan seser, kemudian dicuci dan dipindahkan ke baskom plastik sesuai perlakuan. Untuk memisahkan cacing dari media, baskom ditutup plastik hitam selama 2 jam. *Tubifex* sp. yang telah bersih dikumpulkan untuk analisis biomassa, komposisi nutrisi, serta uji mikrobiologi terhadap *Salmonella* sp. dan *E. coli*.

Parameter uji

Kadar Kurkumin

Pengujian kadar kurkumin pada *Tubifex* sp. dilakukan di Saraswanti Indo Genetech (SIG), Bogor, Jawa Barat, Indonesia, untuk mengetahui tingkat penyerapan zat aktif dari fitofarmaka selama masa pemeliharaan. Metode yang dilakukan pada pengujian kadar kurkumin pada *Tubifex* sp. yaitu sesuai dengan metode HPLC-PDA. Prosedur kerja dilakukan dengan membuat deret standar kurkumin minimal enam titik konsentrasi ke dalam labu ukur 10 mL. Sebanyak 1 g sampel uji ditimbang ke dalam labu ukur volume 25 mL, kemudian metanol ditambahkan hingga setengah volume labu. Selanjutnya, sampel disonikasi, dilakukan pengimpitan dengan metanol, lalu dihomogenkan. Larutan sampel uji kemudian disaring menggunakan *syringe filter* 0,45 µm ke dalam vial 2 mL dan disuntikkan ke dalam sistem HPLC.

Analisis Proksimat

Uji proksimat mencakup analisis protein, lemak, serat kasar, abu, karbohidrat, kadar air, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang dilakukan terhadap media fermentasi dan *Tubifex* sp. hasil kultur. Analisis proksimat

dilakukan di Unit Laboratorium Terpadu, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Metode yang digunakan pada pengujian protein kasar yaitu dengan metode Kjeldhal (Goyal *et al.*, 2022), pada pengujian kadar lemak yaitu dengan metode soxhlet yang mengacu pada SNI 01-2891-1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992), pada pengujian kadar air yaitu dengan metode oven (gravimetri) yang mengacu pada SNI 01-2891-1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992) dan AOAC 2005-930.15 (Association of Official Analytical Collaboration, 2005), pada pengujian serat kasar yaitu dengan metode oven (gravimetri) yang mengacu pada SNI 01-2891-1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992), serta pada pengujian kadar abu yaitu dengan metode oven (gravimetri) yang mengacu pada SNI 01-2891-1992, 1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992).

Keberadaan *Salmonella sp.* dan *Escherichia coli* pada *Tubifex sp.*

Uji mikrobiologi dilakukan terhadap *Tubifex sp.* untuk mengidentifikasi keberadaan *Salmonella sp.* dan *E. coli*. Analisis mikrobiologi dilakukan di Unit Laboratorium Terpadu, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Metode yang dilakukan pada pengujian bakteri *Salmonella sp.* pada *Tubifex sp.* yaitu sesuai dengan metode yang diuraikan pada FDA-BAM Chapter 5 (Andrews *et al.*, 2023) dan pada pengujian bakteri *E. coli* pada *Tubifex sp.* yaitu sesuai dengan metode yang dijelaskan dalam FDA-BAM Chapter 4 (Feng *et al.*, 2020).

Pertumbuhan Bobot *Tubifex sp.*

Untuk menghitung pertumbuhan bobot *Tubifex sp.* dilakukan dengan menggunakan rumus (1) menurut Weatherley (1972):

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

Keterangan:

- W : Pertumbuhan biomassa *Tubifex sp.* (g)
- W_t : Biomassa akhir pemeliharaan *Tubifex sp.* (g)
- W_o : Biomassa awal pemeliharaan *Tubifex sp.* (g)

Bobot *Tubifex sp.* pada awal penelitian ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui bobot keseluruhan awal penebaran *Tubifex sp.*, kemudian pada akhir pemeliharaan setelah panen dilakukan penimbangan secara keseluruhan untuk mengetahui bobot akhir jumlah biomassa *Tubifex sp.*

Produktivitas *Tubifex sp.*

Penghitungan produktivitas *Tubifex sp.* dilakukan dengan menggunakan rumus (2) (Lutfiyana & Djunaidah, 2020) sebagai berikut:

$$P = \frac{W_t - W_o}{L} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- P : Produktivitas *Tubifex sp.* (g m⁻² siklus⁻¹)
- W_t : Biomassa akhir *Tubifex sp.* (g)
- W_o : Biomassa awal *Tubifex sp.* (g)
- L : Luas wadah (m²)

Analisis Data

Data yang dikumpulkan meliputi biomassa *Tubifex sp.*, produktivitas, kadar kurkumin yang terserap, serta data mikrobiologi (keberadaan *Salmonella sp.* dan *E. coli*). Analisis data dilakukan dengan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menentukan perlakuan terbaik secara statistik.

HASIL DAN BAHASAN

Kandungan Kurkumin

Pengujian kadar kurkumin dilakukan pada *Tubifex sp.* hasil penelitian dengan tujuan untuk mengetahui jumlah kadar kurkumin yang mampu terserap dalam tubuh *Tubifex sp.* Hasil uji kandungan kurkumin dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan serbuk kunyit dan temulawak pada pakan fermentasi *Tubifex sp.* selama 21 hari menghasilkan penyerapan

kurkumin tertinggi pada perlakuan 2 ($P < 0,05$), yaitu $44,32 \pm 11,30 \text{ mg kg}^{-1}$.

Penambahan serbuk kunyit dan temulawak dalam dosis yang seimbang memberikan hasil terbaik, sedangkan dosis yang tidak seimbang dapat menyebabkan rasa pahit dan aroma yang menyengat yang dapat menurunkan nafsu makan *Tubifex* sp. dan menghambat pertumbuhannya. Pada perlakuan 1 dan perlakuan 3 meskipun dosis temulawak lebih tinggi, kunyit lebih rendah atau sebaliknya, dan ini menghasilkan kombinasi tidak seimbang yang cenderung lebih pahit atau aromanya menyengat. Aroma menyengat dari kunyit atau temulawak dalam dosis yang tidak seimbang dapat menurunkan nafsu makan *Tubifex* sp., sehingga jumlah pakan yang dikonsumsi lebih sedikit dan kurkumin yang diserap pun lebih rendah. Sesuai dengan pernyataan Syawal *et al.* (2021), kelemahan dari bahan tersebut yaitu memiliki aroma yang menyengat dan rasa pahit. Hal tersebut justru membuat penurunan nafsu makan pada *Tubifex* sp. yang menyebabkan laju pertumbuhan menjadi terhambat. Penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan dosis yang tepat dan seimbang dari kedua bahan fitofarmaka tersebut dapat meningkatkan kualitas *Tubifex* sp. sebagai pakan alami, meskipun media pakan fermentasi sudah mencukupi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan dan reproduksi *Tubifex* sp.

Kandungan Nutrisi

Hasil uji proksimat pada setiap bahan baku media fermentasi yang digunakan disajikan pada Tabel 2. Hasil uji proksimat menunjukkan bahwa setiap bahan baku media fermentasi untuk kultur *Tubifex* sp. memiliki kandungan nutrisi yang bervariasi.

Silase ikan memiliki kandungan protein tertinggi sebesar 14,31%, yang diperoleh dari fermentasi ikan rucah menggunakan EM4 dan molase selama 7 hari. Proses fermentasi anaerob ini menghasilkan protein dan karbohidrat yang bermanfaat bagi pertumbuhan *Tubifex*

sp., sejalan dengan pendapat Wahidah *et al.* (2018) bahwa bakteri *Lactobacillus* dalam EM4 mampu mengubah limbah ikan menjadi protein. Ampas tahu memiliki kadar air tinggi (88,88%) dengan kandungan protein 1,81% dan karbohidrat 8,41%, namun rentan terhadap pembusukan. Dedak halus menyumbang kandungan karbohidrat yang tinggi (62,01%) dan cocok sebagai campuran media fermentasi. Kandungan serat kasar dalam seluruh bahan masih di bawah batas aman ($< 10\%$), sehingga tidak menghambat pencernaan dan dapat dimanfaatkan dalam media. Fermentasi selama 7 hari bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan menyederhanakan partikel organik kompleks, sehingga lebih mudah dikonsumsi oleh *Tubifex* sp. Proses ini mendukung pertumbuhan melalui pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi. Hal ini sesuai dengan Hamron *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa fermentasi mampu mengubah senyawa kompleks menjadi molekul sederhana, memperbaiki rasa dan aroma serta meningkatkan kualitas bahan pakan.

Nilai nutrisi pada setiap media kultur *Tubifex* sp. masing-masing perlakuan tersaji pada Tabel 3. Hasil analisis proksimat pada media fermentasi kultur *Tubifex* sp. menunjukkan bahwa kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan 3 sebesar 11,2%, sementara yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 8,77%. Kandungan karbohidrat tertinggi tercatat pada P1 sebesar 23,69%, sedangkan terendah pada P0 sebesar 18,88%. Untuk kandungan lemak, nilai tertinggi ditemukan pada P3 sebesar 1,59%, dan terendah pada P2 sebesar 1,48%. Variasi kandungan nutrisi antar perlakuan disebabkan oleh perbedaan formulasi bahan fermentasi, khususnya penambahan fitofarmaka. Media tanpa fitofarmaka (kontrol) cenderung memiliki nilai nutrisi lebih rendah dibanding perlakuan lainnya.

Peningkatan kadar protein pada media disebabkan oleh aktivitas fermentasi, khususnya oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan dalam sintesis enzim ekstraseluler yang membantu pemecahan substrat kompleks

Tabel 1. Kandungan kurkumin pada *Tubifex* sp. yang dikultur dengan penambahan serbuk kunyit dan temulawak

Table 1. Curcumin content in *Tubifex* sp. reared in culture media supplemented with turmeric and Javanese turmeric powders

Jenis pengujian <i>Test type</i>	P0	P1	P2	P3
Kadar kurkumin (mg kg ⁻¹) <i>Curcumin content (mg kg⁻¹)</i>	0,78 ± 0,52 ^a	9,12 ± 4,64 ^{ab}	44,32 ± 11,30 ^c	22,78 ± 10,16 ^b

Keterangan: P0 = 100 g pakan tanpa penambahan serbuk kunyit dan temulawak; P1 = 2,5 g kunyit + 7,5 g temulawak per 100 g pakan; P2 = 5 g kunyit + 5 g temulawak per 100 g pakan; P3 = 7,5 g kunyit + 2,5 g temulawak per 100 g pakan.

Description: P0 = 100 g feed without addition of turmeric and Javanese turmeric powders; P1 = 2,5 g turmeric powder + 7,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P2 = 5 g turmeric powder + 5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P3 = 7,5 g turmeric powder + 2,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed.

Tabel 2. Hasil uji proksimat bahan baku media terfermentasi dari *Tubifex* sp.

Table 2. Proximate test results of fermented raw materials of *Tubifex* sp. media

Jenis bahan baku <i>Raw materials</i>	Protein (%)	Lemak (%) <i>Fat (%)</i>	Serat kasar (%) <i>Crude fiber (%)</i>	Air (%) <i>Moisture (%)</i>	Abu (%) <i>Ash (%)</i>	Karbohidrat (%) <i>Carbohydrate (%)</i>
Silase ikan <i>Fish silage</i>	14,31	1,74	0,44	77,68	2,2	4,07
Ampas tahu <i>Okara</i>	1,81	0,67	0,43	88,88	0,23	8,41
Dedak halus <i>Fine bran</i>	4,29	1,53	1,97	7,32	24,85	62,01
Limbah sawi <i>Mustard greens waste</i>	2,88	0,19	0,75	91,96	1,32	3,65

Tabel 3. Hasil uji proksimat media kultur *Tubifex* sp. terfermentasi

Table 3. Proximate test results of fermented culture media of *Tubifex* sp.

Perlakuan <i>Treatments</i>	Protein (%)	Lemak (%) <i>Fat (%)</i>	Serat kasar (%) <i>Crude fiber (%)</i>	Air (%) <i>Moisture (%)</i>	Abu (%) <i>Ash (%)</i>	Karbohidrat (%) <i>Carbohydrate (%)</i>
P0	8,77	1,54	1,8	64,6	6,21	18,88
P1	10,68	1,5	1,63	57,6	6,53	23,69
P2	10,78	1,48	1,94	60,02	6,09	21,63
P3	11,2	1,59	1,73	57,95	6,27	22,99

menjadi senyawa sederhana. Mikroorganisme fermentasi juga menghasilkan metabolit yang berkontribusi pada peningkatan nilai nutrisi media. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada perlakuan 1 mendukung pertumbuhan *Tubifex* sp. sebagai sumber energi utama. Selain itu, glukosa hasil fermentasi juga mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang mempercepat dekomposisi bahan organik. Protein dalam media sangat penting bagi pembentukan jaringan tubuh dan mendukung pertumbuhan *Tubifex* sp. (Arief *et al.*, 2016). Proses fermentasi secara umum mampu meningkatkan pencernaan bahan melalui perubahan fisik dan kimia, termasuk peningkatan aroma dan *flavor* yang lebih disukai organisme target.

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji proksimat terhadap *Tubifex* sp. hasil kultur, diketahui bahwa kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 6,72%, sedangkan yang terendah pada P2 sebesar 5,46%. Kandungan karbohidrat tertinggi juga ditemukan pada perlakuan kontrol sebesar 4,5% dan terendah pada P3 sebesar 2,7%. Untuk kandungan lemak, nilai tertinggi terdapat pada P0 sebesar 2,23%, sementara terendah pada P3 sebesar 1,74%.

Protein sangat berperan dalam mendukung pertumbuhan karena mengandung asam amino esensial dan non-esensial yang penting bagi metabolisme dan sintesis jaringan. Jika asupan protein tidak mencukupi, maka

Tubifex sp. akan mengalami penurunan pertumbuhan bahkan kehilangan bobot tubuh akibat mobilisasi protein dari jaringan non-vital untuk mempertahankan fungsi vital. Berdasarkan data yang disajikan, perlakuan kontrol menunjukkan kandungan protein tertinggi (6,72%) dibanding perlakuan lainnya dengan tambahan bahan alami. Menurut Hardy (2010), lingkungan budidaya yang stabil dan tidak berubah-ubah memungkinkan organisme untuk memfokuskan energi pada sintesis jaringan (terutama protein). Hal ini memungkinkan bahwa pada perlakuan kontrol, tidak ada penambahan bahan alami menciptakan lingkungan metabolik yang stabil, yang memungkinkan *Tubifex* sp. memfokuskan energinya untuk sintesis protein tubuh. Meskipun kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (6,72%), perlakuan terbaik secara keseluruhan diperoleh pada P2. Hal ini disebabkan oleh kombinasi pertumbuhan biomassa yang optimal, efisiensi pakan yang tinggi, dan keseimbangan kandungan nutrisi lainnya yang lebih mendukung performa kultur *Tubifex* sp. secara keseluruhan. Kandungan protein yang sedikit lebih rendah pada P2 (5,46%) tetap cukup untuk mendukung pertumbuhan yang efisien, terutama karena didukung oleh faktor lainnya seperti rendahnya serat kasar dan proporsi karbohidrat dan lemak yang seimbang. Kandungan serat kasar tertinggi tercatat pada perlakuan 3 sebesar 0,45%, dan

Tabel 4. Hasil uji proksimat *Tubifex* sp. yang dikultur dengan penambahan serbuk kunyit dan temulawak

Table 4. Proximate test results of *Tubifex* sp. reared in culture media supplemented with turmeric and Javanese turmeric powders

Perlakuan <i>Treatments</i>	Protein (%)	Lemak (%) <i>Fat (%)</i>	Serat kasar (%) <i>Crude fiber (%)</i>	Air (%) <i>Moisture (%)</i>	Abu (%) <i>Ash (%)</i>	Karbohidrat (%) <i>Carbohydrate (%)</i>
P0	6,72	2,23	0,39	85,51	0,95	4,5
P1	6,63	2,08	0,37	87,75	0,59	2,95
P2	5,46	1,8	0,43	88,16	0,7	3,88
P3	6,56	1,74	0,45	88,36	0,64	2,7

terendah pada P1 sebesar 0,37%. Serat kasar yang merupakan komponen karbohidrat kompleks dapat menyebabkan rasa kenyang lebih cepat. Kandungan serat yang tinggi dalam pakan dapat menurunkan konsumsi pakan oleh *Tubifex* sp., yang berdampak pada rendahnya pertumbuhan biomassa. Oleh karena itu, kadar serat kasar yang rendah lebih disarankan untuk mendukung pertumbuhan optimal (Amin *et al.*, 2020).

Keberadaan *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli* pada *Tubifex* sp.

Hasil dari deteksi keberadaan bakteri *Salmonella* sp. dan *E. coli* pada *Tubifex* sp. hasil kultur ditampilkan dalam Tabel 5. Seluruh perlakuan, termasuk kontrol, menunjukkan hasil negatif terhadap *Salmonella* sp., yang artinya tidak terdeteksi adanya patogen ini dalam tubuh *Tubifex* sp. Jumlah *E. coli* dalam semua perlakuan juga berada di bawah batas deteksi, yaitu < 3 koloni per g, yang berarti berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 01-2332.2-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006) untuk bahan pakan ikan, yaitu 100 koloni per g.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan fermentasi dengan atau tanpa penambahan fitofarmaka tidak memberikan efek buruk terhadap keamanan mikrobiologis *Tubifex* sp., dan hasil budidaya ini layak digunakan sebagai pakan alami untuk ikan budidaya. Ini mengindikasikan bahwa penambahan bahan alami tersebut cenderung menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen, termasuk *E.coli* dan *Salmonella* sp. dan juga penggunaan $KMNO_4$ pada tindakan sanitasi awal berdampak menurunkan kontaminasi bakteri pada *Tubifex* sp.

Pertumbuhan Bobot dan Produktivitas *Tubifex* sp.

Tabel 6 menyajikan data pertumbuhan bobot dan produktivitas biomassa *Tubifex* sp. setelah pemeliharaan selama 21 hari. Pertumbuhan bobot tertinggi terjadi pada

P2 (5 g kunyit + 5 g temulawak) ($P < 0,05$), yaitu $317,54 \pm 13,16$ g, yang menunjukkan pertumbuhan paling optimal. Pertumbuhan bobot terendah ditemukan pada P0, yaitu $224,87 \pm 3,53$ g. Produktivitas tertinggi juga ditemukan pada P2 sebesar $2646,18 \pm 109,74$ g m^{-2} siklus⁻¹, dan paling rendah pada kontrol sebesar $1873,9 \pm 29,45$ g m^{-2} siklus⁻¹ ($P < 0,05$).

Tubifex sp. dapat memanfaatkan bahan organik dan bakteri yang terlibat dalam proses dekomposisi bahan organik, termasuk bakteri *Lactobacillus* dan *Saccharomyces* yang berfungsi sebagai probiotik. Hal ini sejalan dengan pendapat Anggara *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa nitrogen (N) dan karbon (C) organik merupakan faktor yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Protein dan karbohidrat yang terkandung dalam media tersebut digunakan oleh *Tubifex* sp. sebagai sumber makanan bagi bakteri yang mendukung pertumbuhannya. Pola pertumbuhan *Tubifex* sp. umumnya menunjukkan bahwa biomassa meningkat seiring dengan durasi pemeliharaan, di mana pada padat tebar 1140 g m^{-2} , pertumbuhan mulai terlihat pada hari ke-10, seiring dengan perubahan media kultur. Peningkatan biomassa pada setiap perlakuan pada hari ke-10 dapat diatributkan pada tahap pematangan seksual *Tubifex* sp., yang mengarah pada reproduksi dan peningkatan jumlah individu baru, sehingga turut berkontribusi pada kenaikan biomassa (Hidayat *et al.*, 2017).

Peningkatan bobot *Tubifex* sp. yang signifikan pada semua perlakuan dapat dijelaskan oleh pemberian pakan fermentasi yang mengandung serbuk kunyit dan temulawak secara teratur setiap 3 hari, yang mendukung pertumbuhannya. Hasil penelitian ini mendukung temuan sebelumnya, yang menyatakan bahwa pemberian serbuk kunyit dengan dosis 7,5 g dalam pakan fermentasi menghasilkan pertumbuhan optimal pada *Tubifex* sp., yaitu sebesar $316,00 \pm 14,18$ g (Sumayani, 2023). *Tubifex* sp. memanfaatkan pakan ini, yang menunjukkan bahwa pakan yang cukup sangat penting bagi pertumbuhan dan reproduksi cacing. Ketersediaan pakan

Tabel 5. Keberadaan *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli* pada *Tubifex* sp. yang dikultur dengan penambahan serbuk kunyit dan temulawak

Table 5. Presence of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli* in *Tubifex* sp. reared in culture media supplemented with turmeric and Javanese turmeric powders

Parameter Parameters	P0	P1	P2	P3
Keberadaan <i>Salmonella</i> sp. Presence of <i>Salmonella</i> sp.	Negatif Negative	Negatif Negative	Negatif Negative	Negatif Negative
Keberadaan <i>Escherichia coli</i> Presence of <i>Escherichia coli</i>	< 3	< 3	< 3	< 3

Keterangan: P0 = 100 g pakan tanpa penambahan serbuk kunyit dan temulawak; P1 = 2,5 g kunyit + 7,5 g temulawak per 100 g pakan; P2 = 5 g kunyit + 5 g temulawak per 100 g pakan; P3 = 7,5 g kunyit + 2,5 g temulawak per 100 g pakan.

Description: P0 = 100 g feed without addition of turmeric and Javanese turmeric powders; P1 = 2,5 g turmeric powder + 7,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P2 = 5 g turmeric powder + 5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P3 = 7,5 g turmeric powder + 2,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed.

Tabel 6. Pertumbuhan bobot dan produktivitas *Tubifex* sp. yang dikultur dengan penambahan serbuk kunyit dan temulawak

Table 6. Weight growth and productivity of *Tubifex* sp. reared in culture media supplemented with turmeric and Javanese turmeric powders

Perlakuan Treatments	Pertumbuhan bobot (g) Weight growth (g)	Produktivitas (g m ⁻² siklus ⁻¹) Productivity (g m ⁻² cycle ⁻¹)
P0	208,84 ± 4,0 ^{5a}	1740,33 ± 33,82 ^a
P1	251,05 ± 19,97 ^b	2092,14 ± 166,48 ^b
P2	317,54 ± 13,16 ^c	2646,18 ± 109,74 ^c
P3	210,95 ± 6,2 ^{5a}	2059,16 ± 390,1 ^{3a}

Keterangan: P0 = 100 g pakan tanpa penambahan serbuk kunyit dan temulawak; P1 = 2,5 g kunyit + 7,5 g temulawak per 100 g pakan; P2 = 5 g kunyit + 5 g temulawak per 100 g pakan; P3 = 7,5 g kunyit + 2,5 g temulawak per 100 g pakan.

Description: P0 = 100 g feed without addition of turmeric and Javanese turmeric powders; P1 = 2,5 g turmeric powder + 7,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P2 = 5 g turmeric powder + 5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed; P3 = 7,5 g turmeric powder + 2,5 g Javanese turmeric powder per 100 g feed.

yang memadai mengurangi tingkat persaingan antara individu dewasa dan muda dalam memperoleh makanan, sehingga berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan *Tubifex* sp. (Oplinger *et al.*, 2011). Selain faktor pakan, pertumbuhan biomassa *Tubifex* sp. juga

dipengaruhi oleh kondisi wadah dan faktor lingkungan (Masaniku *et al.*, 2023).

Hamron *et al.* (2018) mengemukakan bahwa peningkatan biomassa *Tubifex* sp. dapat diperoleh dengan menggunakan EM4 dan pemanfaatan bahan organik seperti ampas

tahu, silase ikan, dedak halus, dan limbah sawi dalam proses fermentasi media budidaya. *Tubifex* sp. memanfaatkan protein dari sumber-sumber ini sebagai sumber nutrisi (Jewel *et al.*, 2016). Ampas tahu, yang mengandung protein tinggi sebesar 21,91%, digunakan oleh *Tubifex* sp. sebagai pakan (Fajri *et al.*, 2014). Untuk meningkatkan kualitas nutrisi media budidaya, proses dekomposisi senyawa kompleks, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana yang melibatkan mikroorganisme, sangat diperlukan. Proses ini mengubah rasa, aroma, dan daya cerna bahan organik, menjadikannya lebih mudah dimanfaatkan oleh *Tubifex* sp. sebagai pakan karena cacing ini mengkonsumsi partikel organik hasil dekomposisi bakteri. Di sisi lain, Prihandini dan Umami (2022) menyatakan bahwa kandungan zat aktif kurkumin dalam pakan *Tubifex* sp. memiliki efek signifikan terhadap aktivitas antimikroba, dengan dosis yang seimbang yang selanjutnya meningkatkan kandungan zat aktif tersebut. Hal ini disebabkan oleh penambahan serbuk kunyit dan temulawak tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan nilai gizi yang mendukung pertumbuhan *Tubifex* sp., tetapi juga menambah kandungan energi dan protein dalam pakan. Apabila suplai energi dari karbohidrat dan lemak tidak mencukupi untuk menunjang aktivitas fisiologis *Tubifex* sp., maka protein akan dimanfaatkan sebagai sumber energi pengganti.

KESIMPULAN

Penambahan 5 g serbuk kunyit dan 5 g serbuk temulawak pada pakan *Tubifex* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan bobot dan produktivitas *Tubifex* sp. serta menghasilkan *Tubifex* sp. yang bebas dari bakteri *Salmonella* sp. dan *E. coli* setelah 21 hari pemeliharaan. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi penambahan 5 g serbuk kunyit dan 5 g serbuk temulawak direkomendasikan untuk meningkatkan produktivitas dan keamanan *Tubifex* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian dan penulisan naskah ini, keluarga besar manajemen Pascasarjana Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta yang telah memberikan dukungan terbaik dalam pelaksanaan penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

TDP: konseptualisasi, analisis formal, penulisan draf awal, visualisasi, dan pengeditan. SR: konseptualisasi, metodologi, supervisi, analisis formal, dan validasi. MNH: investigasi, metodologi, supervisi, visualisasi, dan analisis formal.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan baik finansial maupun probadi yang berpengaruh terhadap hasil penelitian pada naskah ini.

DAFTAR ACUAN

- Agustini, M., Muhajir, & Rahmad. (2020). Giving $KMNO_4$ with a different dosage to the living percentage of goldfish (*Carassius auratus*) seeds infected by *Argulus* sp. *Journal Techno-Fish*, 4(2), 122–133.
- Amin, M., Taqwa, F. H., Yulisman, Mukti, R. C., Rarassari, M. A., & Antika, R. M. (2020). Efektivitas pemanfaatan bahan baku lokal sebagai pakan ikan terhadap peningkatan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) di Desa Sakatiga, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3), 222-231. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.17969>
- Andrews, W. H., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G., & Hammack, T. (2023). Bacteriological analytical manual (BAM). Chapter 5: *Salmonella*. U.S. Food & Drug Administration.

- Anggara, D., Yusanti, A. I., & Sumantriyadi. (2022). Komposisi fermentasi kotoran puyuh, ampas tahu dan tepung kentang yang berbeda terhadap populasi dan biomassa cacing sutera (*Tubifex* sp). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 17(1), 20–27. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v17i2.8108>
- Anggaraini, N. (2017). Penggunaan media kultur hasil fermentasi berbeda terhadap pertumbuhan populasi cacing sutera (*Limnodrilus* sp). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1), 18–27.
- Arief, M., Manan, A., & Pradana, C. A. (2016). Penambahan papain pada pakan komersial terhadap laju pertumbuhan, rasio konversi pakan dan kelulushidupan ikan sidat (*Anguilla bicolor*) stadia elver. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 67-76. <https://doi.org/10.20473/jipk.v8i2.11179>
- Arifin, P. P., Setiawati, M., & Utomo, N. B. P. (2016). evaluasi pemberian ekstrak kunyit *Curcuma longa* Linn. pada pakan terhadap enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan gurame *Osphronemus gouramy*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1), 1-10.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis. 18th Edition*. Association of Official Analytical Chemists.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-2332.2-2006. Cara uji mikrobiologi – Bagian 2: Penentuan Salmonella pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992. Cara uji makanan dan minuman*. Badan Standardisasi Nasional.
- Batubara, J. P., Rumondang, Laila, K., Sinaga, A. B., Marpaung, M. G., Helfahmi, A., Wahyudi, B., Setiawan, R., Riyadi, D., & Fadli, M. (2023). Pemanfaatan bahan organik sebagai pakan alami dalam budidaya cacing sutera (*Tubifex* sp.) di Kelurahan Sidomukti Kecamatan Kisaran Timur Kabupaten Asahan. *BERNAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(3), 2455–2468. <https://doi.org/10.31949/jb.v4i3.5414>
- Fajri, W. N., Suminto, & Hutabarat, J. (2014). Pengaruh penambahan kotoran ayam, ampas tahu dan tepung tapioca dalam media kultur terhadap biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 101–108.
- Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., & Burkhardt, W. (2020). *BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. U.S. Food & Drug Administration.
- Francis-Floyd, R., & Klinger, R. (2003). *Use of potassium permanganate to control external infections of ornamental fish. Fact sheet FA-37*. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida.
- Goyal, K., Singh, N., Jindal, S., Kaur, R., Goyal, A., & Awasthi, R. (2022). Kjeldahl method. In A. Goyal & H. Kumar (Eds.), *Advanced techniques of analytical chemistry: Volume 1* (pp. 105-112). Bentham Science Publishers. <https://doi.org/10.2174/9789815050233122010011>
- Hamron, N., Johan, Y., & Brata, B. (2018). Analisis pertumbuhan populasi cacing sutera (*Tubifex* sp) sebagai sumber pakan alami ikan. *NATURALIS-Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 79–89. <https://doi.org/10.31186/naturalis.7.2.6026>
- Hardy, R. W. (2010). Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41(5), 770–776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x>
- Hidayat, S., Putra, I., & Mulyadi. (2017). Pemeliharaan cacing sutera (*Tubifex* sp) dengan dosis pupuk yang berbeda pada sistem resirkulasi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 4(1), 1-10.
- Indra, Koniyo, Y., & Ahmad, I. G. (2025). Efektivitas pemberian tepung kunyit (*Curcuma domestica*) and temulawak (*Curcuma xanthoriza*) dalam pakan komersil terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal*

- Ilmiah PLATAX, 13(2), 262–276. <https://doi.org/10.35800/jipv10i2.61033>
- Jewel, M. A. S., Al Masud, A., Amin, R., Haque, M. A., & Sultana, N. (2016). Comparative growth of Tubificid worms in culture media supplemented with different nutrients. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(6), 83–87.
- Lutfiyannah, A., & Djunaidah, I. S. (2020). Kinerja usaha budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) di Kelompok Tani Lele “Mutiarra” Desa Kaligelang, Taman, Pemalang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 14(3), 267–281. <https://doi.org/10.33378/jppik.v14i3.211>
- Masaniku, N., Astuti, I., & Ningsih, A. (2023). Budidaya cacing sutera (*Tubifex* sp) pada media berbeda dengan metode *semi closed resirculation system* (SCRS). *Gorontalo Fisheries Journal*, 6(1), 22-27. <https://doi.org/10.32662/gfj.v6i1.3318>
- Masurotun, Suminto, & Hutabarat, J. (2014). Pengaruh penambahan kotoran ayam, silase ikan rucah dan tepung tapioca dalam media kultur terhadap biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 151–157.
- Nabillah, S., Nuraini, & Sukendi. (2022). Pengaruh ketebalan media dan dosis ampas kelapa berbeda terhadap pertumbuhan biomassa cacing sutera (*Tubifex* sp.). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 3(1), 50–63.
- Oplinger, R. W., Bartley, M., & Wagner, E. J. (2011). Culture of *Tubifex tubifex*: Effect of feed type, ration, temperature, and density on juvenile recruitment, production, and adult survival. *North American Journal of Aquaculture*, 73(1), 68–75. <https://doi.org/10.1080/15222055.2010.549028>
- Prihandini, A., & Umami, M. (2022). Pengaruh penambahan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val.) pada pakan terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 22(1), 37–43. [10.33751/ekologia.v22i1.4425](https://doi.org/10.33751/ekologia.v22i1.4425)
- Ramadhan, R., Nuraini, Aryani, N., & Heltonika, B. (2023). Pengaruh ketebalan media fermentasi ampas tahu dan padat tebar terhadap pertumbuhan cacing sutera (*Tubifex* sp.). *Intek Akuakultur*, 7(1), 20–30.
- Rochani, N. Q. S., Sartijo, & Desrina. (2021). Pengaruh kombinasi ekstrak daun binahong dan temulawak pada pakan terhadap total eritrosit dan gejala klinis ikan lele (*Clarias* sp.) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 5(2), 128–135. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i1.7131>
- Santika, L., Diniarti, N., & Astriana, B. H. (2021). Pengaruh penambahan ekstrak kunyit pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan kakap putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 48–57. <https://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8988>
- Setiadi, A., Rukmono, D., & Rahardjo, S. (2023). Analisis formulasi media pada budidaya cacing sutera (*Tubifex* sp.) untuk meningkatkan produktivitas. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 8(1), 29–39. <https://doi.org/10.24198/jaki.v8i1.40497>
- Setyawati, R. (2014). *Panduan lengkap budi daya & bisnis cacing sutera*. Flash Book.
- Syawal, H., Effendi, I., & Kurniawan, R. (2021). Perbaikan profil hematologi ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) setelah penambahan suplemen herbal pada pakan. *Jurnal Veteriner*, 22(1), 16–25. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.16>
- Umidayati, Rahardjo, S., & Ilham. (2020). Pengaruh perbedaan dosis pakan organik terhadap pertumbuhan cacing sutera (*Tubifex* sp). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 4(1), 31–38. <https://doi.org/10.14710/sat.v4i1.7230>
- Wahidah, S., Idris, A. P. S., & Nawawi. (2018). Kajian pemanfaatan bakteri asam laktat dalam pembuatan silase ikan rucah. *Agrokompleks*, 17(2), 18–23. <https://doi.org/10.51978/japp.v17i2.160>