



PENGARUH PERTUMBUHAN CACING SUTRA TERHADAP PERBEDAAN PAKAN LIMBAH ORGANIK DAN PAKAN FERMENTASI

Nisayangin Mariana Daeli¹⁾, Julilis Suganda Mendrofa²⁾, Karya Haga Mendrofa³⁾, Desniwati Zai⁴⁾, Sertifikat Waruwu⁵⁾, Betzy Victor Telaumbanua⁶⁾

- ¹⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: nisamarianadaeli@gmail.com
- ²⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: julilissugandamend29@gmail.com
- ³⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: karyahagamendrofa@gmail.com
- ⁴⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: kitazai1203@gmail.com
- ⁵⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: viwaruwu@gmail.com
- ⁶⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: betzyvictortelaumbanua@unias.ac.id

Abstract

Cultivation of silk worms (*Tubifex* sp.) is one of the important components in supporting the aquaculture sector, especially as a natural food for larval and fry fish. This study aims to assess the differences in the growth of silk worms fed with feed made from organic waste in the form of papaya residue and fermented feed made from tofu pulp, bran, sugar, brown sugar, and EM4. The study used an experimental method with a complete randomized design (CRD) consisting of two treatments, each with three replicates. Parameters observed included silk worm biomass growth, feed conversion efficiency, survival rate, and feed residue left in the media. The results showed that feeding papaya waste provided faster growth and body division of silk worms compared to fermented feed. In addition, the media fed with papaya feed showed lower levels of feed residue, resulting in a more stable culture medium with low ammonia levels. In contrast, the fermented feed left white granules that were difficult to decompose and became a source of ammonia accumulation. Thus, papaya waste feed is more recommended in the environmentally friendly and efficient cultivation of silk worms

Keywords: silk worms, organic waste feed, fermented feed, growth, feed residue.

Abstrak

Budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.) menjadi salah satu komponen penting dalam menunjang sektor akuakultur, khususnya sebagai pakan alami bagi ikan larva dan benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan pertumbuhan cacing sutra yang diberi pakan berbahan dasar limbah organik berupa sisa pepaya dan pakan hasil fermentasi berbahan ampas tahu, dedak, gula pasir, gula merah, dan EM4. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas dua perlakuan, masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan biomassa cacing sutra, efisiensi konversi pakan, tingkat kelangsungan hidup, dan sisa pakan yang tertinggal di media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan limbah pepaya memberikan pertumbuhan dan pembelahan tubuh cacing sutra yang lebih cepat dibandingkan dengan pakan fermentasi. Selain itu, media yang diberi pakan pepaya menunjukkan tingkat sisa pakan yang lebih rendah, sehingga menghasilkan media budidaya yang lebih stabil dengan kadar amoniak yang rendah. Sebaliknya, pakan fermentasi meninggalkan butiran putih yang sulit terurai dan menjadi sumber akumulasi amoniak. Dengan demikian, pakan limbah pepaya lebih direkomendasikan dalam budidaya cacing sutra yang ramah lingkungan dan efisien.

Kata kunci: cacing sutra, pakan limbah organik, pakan fermentasi, pertumbuhan, sisa pakan



PENDAHULUAN

Pertumbuhan sektor akuakultur di Indonesia terus menunjukkan tren positif seiring meningkatnya kebutuhan akan sumber protein hewani yang berkelanjutan. Salah satu faktor kunci dalam mendukung keberhasilan sistem budidaya ini adalah ketersediaan pakan alami yang tidak hanya bernilai nutrisi tinggi, tetapi juga ramah lingkungan dan efisien secara ekonomi. Menurut Nur (2023), pengembangan pakan berbasis bahan lokal dan pemanfaatan sumber daya hayati setempat menjadi strategi penting untuk mendukung keberlanjutan produksi akuakultur nasional, khususnya pada skala masyarakat pedesaan. Dalam konteks budidaya akuakultur modern, *Tubifex* sp. atau cacing sutra terus mendapat perhatian sebagai salah satu pakan alami unggulan untuk fase larva dan benih ikan, baik ikan konsumsi maupun ikan hias. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein kasarnya yang tinggi, yaitu berkisar antara 55–60%, serta ukurannya yang sesuai dengan bukaan mulut larva dan juvenil, sehingga memudahkan dalam proses konsumsi dan pencernaan (Hasan et al., 2020). Cacing ini tidak hanya memiliki nilai gizi yang tinggi, tetapi juga mudah dibudidayakan dan berperan dalam proses daur ulang bahan organik di lingkungan budidaya. Penelitian terbaru oleh Rahmawati et al. (2023) menegaskan bahwa pemberian pakan berbasis limbah pepaya pada *Tubifex* sp. secara signifikan meningkatkan laju pertumbuhan dan pembelahan tubuh cacing, menjadikannya sumber pakan yang sangat potensial untuk menunjang fase awal kehidupan ikan. Selain itu, Putri dan Santoso (2024) melaporkan bahwa penggunaan substrat pakan fermentasi juga mampu menghasilkan biomassa yang tinggi, meskipun efektivitasnya masih tergantung pada kualitas bahan dan kondisi media budidaya. Temuan-temuan ini menguatkan posisi *Tubifex* sp. sebagai komponen vital dalam strategi produksi benih yang berkelanjutan dan berbiaya rendah di sektor akuakultur.

Cacing sutra (*Tubifex* sp.) merupakan organisme bentik detritivor yang secara alami menghuni substrat berlumpur pada dasar perairan dan memiliki kemampuan mencerna bahan organik yang telah mengalami proses dekomposisi. Karakteristik ini tidak hanya menjadikannya sebagai sumber pakan alami dengan nilai nutrisi tinggi, tetapi juga sebagai agen biologis yang berkontribusi dalam siklus biodegradasi limbah organik di sistem budidaya. Studi oleh Lestari et al. (2024) menunjukkan bahwa pemanfaatan cacing sutra dalam sistem produksi perikanan berkelanjutan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah serta menurunkan beban pencemaran media budidaya secara signifikan. Hal ini menjadikan *Tubifex* sp. sebagai komponen integral dalam pendekatan ekonomi sirkular berbasis akuakultur. Kendati demikian, budidaya intensif cacing sutra menghadapi kendala utama pada pemilihan jenis pakan yang tepat, yang tidak hanya harus memenuhi kebutuhan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan dan reproduksi, tetapi juga meminimalkan dampak lingkungan dari sisa pakan yang tidak dimanfaatkan. Penelitian oleh Setiawan et al. (2023) menegaskan bahwa kualitas substrat dan keseimbangan unsur organik dalam pakan sangat memengaruhi produktivitas biomassa dan stabilitas media budidaya

.Dalam konteks ini, pemanfaatan limbah organik sebagai pakan cacing sutra menjadi pendekatan yang menarik dan berkelanjutan. Limbah organik yang berasal dari rumah tangga, pertanian, maupun industri agrokomples dapat menjadi sumber nutrisi potensial jika dikelola dengan tepat. Menurut Prasetyo et al. (2023), pemanfaatan limbah organik dalam budidaya mikroorganisme dan detritivor dapat mengurangi beban pencemaran lingkungan dan sekaligus menghasilkan biomassa yang bernilai ekonomi. Akan tetapi, penggunaan limbah organik mentah sering kali memiliki keterbatasan, seperti kandungan bahan toksik, ketidakseimbangan nutrisi, dan kestabilan bahan yang rendah.

Sebagai solusi atas keterbatasan nilai gizi dan kestabilan bahan dari limbah organik mentah, pendekatan bioteknologi seperti fermentasi telah banyak digunakan dalam pra-pengolahan pakan untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mempercepat degradasi senyawa kompleks. Fermentasi memanfaatkan aktivitas mikroorganisme seperti *Lactobacillus* spp., *Saccharomyces cerevisiae*, serta kelompok actinomycetes, yang berperan dalam konversi senyawa makromolekul menjadi bentuk sederhana yang lebih mudah diserap oleh organisme budidaya (Putri & Santoso, 2024). Selain meningkatkan palatabilitas dan digestibilitas, proses fermentasi juga efektif dalam menurunkan kandungan senyawa antinutrisi seperti tanin dan asam fitat, sekaligus meningkatkan komposisi asam amino esensial dan non-esensial dalam pakan (Widiyanto et al., 2022). Studi oleh Handayani et al. (2022) menunjukkan bahwa pakan fermentasi berbasis limbah agroindustri mampu meningkatkan pencernaan dan pertumbuhan biomassa cacing sutra secara signifikan dalam waktu yang lebih efisien dibandingkan pakan non-fermentasi, menjadikannya salah satu inovasi pakan alami yang ramah lingkungan dan aplikatif dalam sistem akuakultur berkelanjutan. Mengingat manfaat potensial dari penggunaan limbah organik dan pakan hasil fermentasi, perlu dilakukan kajian komparatif untuk mengetahui pengaruh masing-masing terhadap pertumbuhan cacing sutra. Terutama di wilayah-wilayah seperti Desa Lologolu, yang memiliki sumber limbah organik lokal yang melimpah dan kebutuhan akan inovasi dalam sistem pertanian dan perikanan terpadu. Desa Lologolu terletak di wilayah yang sebagian besar masyarakatnya menggantungkan hidup pada sektor pertanian dan perikanan tradisional, sehingga pemanfaatan limbah organik menjadi aspek penting dalam pengelolaan lingkungan dan ekonomi sirkular.

Sementara itu, kajian yang secara spesifik membandingkan pengaruh dua jenis sumber pakan, yaitu limbah organik non-fermentasi dan pakan hasil fermentasi, terhadap performa pertumbuhan dan produktivitas cacing sutra (*Tubifex* sp.) masih relatif jarang ditemukan dalam literatur ilmiah. Sebagian besar penelitian yang ada lebih terfokus pada penerapan pakan fermentasi dalam budidaya ikan konsumsi, seperti ikan nila dan lele, dengan menekankan aspek pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kualitas air (Rahmawati et al., 2023; Putri & Santoso, 2024). Kajian langsung yang mengevaluasi dampak kedua jenis pakan tersebut terhadap sistem budidaya cacing sutra, khususnya dalam konteks lokal seperti di Desa Lologolu



yang memiliki sumber limbah organik melimpah, masih minim dan memerlukan penguatan data empiris. Hal ini menandakan adanya celah penelitian yang signifikan dan perlu dijumpai melalui pendekatan eksperimental berbasis lapangan guna memperoleh informasi yang aplikatif dan kontekstual. Penelitian semacam ini sangat penting, mengingat perbedaan karakteristik fisik dan kimia dari pakan fermentasi dan non-fermentasi secara langsung dapat mempengaruhi efisiensi konversi pakan, kualitas media budidaya, serta tingkat pertumbuhan biomassa cacing sutra (Setiawan et al., 2023; Lestari et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dua jenis pakan—limbah organik dan pakan fermentasi—terhadap pertumbuhan cacing sutra dalam sistem budidaya sederhana berbasis sumber daya lokal di Desa Lologolu. Fokus utamanya adalah untuk mengukur efektivitas masing-masing jenis pakan terhadap parameter pertumbuhan cacing sutra, seperti laju penambahan biomassa, efisiensi konversi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam pemanfaatan limbah organik secara lebih efisien melalui pendekatan bioekonomi lokal.

Secara konseptual, performa pertumbuhan *Tubifex* sp. sangat bergantung pada kualitas substrat dan nilai nutrisi dari pakan yang diberikan selama proses budidaya. Keseimbangan unsur hara organik dalam media, terutama kandungan protein kasar, lemak, dan serat, terbukti menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan metabolisme dan efisiensi konversi pakan oleh cacing sutra. Penelitian yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2023) menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi bahan organik dalam substrat, khususnya yang berasal dari limbah hayati yang mudah terurai, mampu meningkatkan laju pertumbuhan biomassa dan mempercepat siklus pembelahan tubuh pada cacing sutra. Selain itu, faktor lingkungan fisik-kimia seperti suhu, pH substrat, serta kadar oksigen terlarut dalam media budidaya juga memiliki korelasi langsung terhadap kelangsungan hidup dan kapasitas reproduksi cacing. Dalam hal ini, studi oleh Nasution dan Harahap (2022) menegaskan bahwa stabilitas parameter lingkungan—khususnya pH netral dan suhu antara 24–28°C—merupakan kondisi optimal yang mendukung aktivitas fisiologis dan proses asimilasi nutrisi pada cacing sutra, sekaligus mengurangi potensi stres lingkungan yang dapat menghambat produktivitas populasi.

Dari perspektif keberlanjutan, pemanfaatan limbah organik sebagai pakan dalam budidaya *Tubifex* sp. sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah yang sebelumnya dianggap tidak bernilai dapat diolah menjadi produk berdaya guna tinggi. Pendekatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan beban pencemaran lingkungan, tetapi juga memberikan alternatif sumber daya lokal yang mendukung efisiensi produksi akuakultur secara keseluruhan. Sistem budidaya berbasis limbah organik dinilai memiliki prospek aplikatif yang kuat, terutama di wilayah pedesaan dengan keterbatasan akses terhadap pakan komersial. Lestari et al. (2024) menyatakan bahwa model budidaya ini menawarkan keuntungan dari sisi ekonomi, karena dapat diterapkan dengan teknologi

sederhana, biaya operasional yang rendah, serta fleksibilitas integrasi dengan sektor pertanian atau peternakan di sekitar lokasi budidaya. Lebih jauh, penerapan konsep ini diyakini dapat memperkuat ketahanan pangan lokal sekaligus membuka peluang pemberdayaan masyarakat melalui praktik budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Lebih jauh, penerapan pakan berbasis fermentasi tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi alternatif, tetapi juga membuka peluang strategis dalam pengembangan teknologi probiotik lokal yang terintegrasi dengan sistem budidaya. Kehadiran mikroorganisme probiotik seperti *Lactobacillus* spp. dan *Bacillus subtilis* dalam substrat hasil fermentasi terbukti mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi melalui proses dekomposisi senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh organisme target. Selain itu, keberadaan mikroba ini turut berperan dalam menjaga stabilitas mikroekosistem substrat dengan cara menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang berpotensi mengganggu kesehatan cacing sutra (*Tubifex* sp.) maupun organisme budidaya lainnya. Studi oleh Handayani et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi probiotik dalam media budidaya berbasis limbah fermentasi dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, memperbaiki kualitas media, dan secara signifikan mengurangi angka kematian akibat ketidakseimbangan mikrobiologis. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya mendukung produktivitas tetapi juga meningkatkan ketahanan sistem budidaya terhadap gangguan biologis.

Lebih lanjut, penelitian ini juga akan mengkaji aspek teknis dan ekonomis dari masing-masing jenis pakan, termasuk ketersediaan bahan baku, kemudahan pengolahan, dan kelayakan adopsi oleh masyarakat lokal. Hal ini penting untuk memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya bersifat akademis tetapi juga aplikatif dan relevan untuk pengembangan sistem budidaya berkelanjutan di tingkat lokal. Dengan begitu, rekomendasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun strategi pengembangan sektor akuakultur terpadu di wilayah-wilayah pedesaan berbasis potensi sumber daya lokal.

Secara strategis, arah penelitian ini memiliki keterkaitan yang kuat dengan kebijakan pembangunan perikanan berkelanjutan yang tengah digalakkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Kebijakan tersebut menitikberatkan pada pendekatan berbasis ekosistem, optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal, serta pengurangan dampak lingkungan melalui sistem pengelolaan limbah yang terpadu dan efisien (KKP, 2023). Dalam kerangka tersebut, integrasi konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah organik sebagai pakan dalam budidaya *Tubifex* sp. menjadi bagian dari upaya nyata untuk mewujudkan praktik akuakultur yang tidak hanya produktif secara ekonomi, tetapi juga bertanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, luaran dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi tidak hanya dalam penguatan basis ilmiah pengelolaan limbah di sektor perikanan, tetapi juga sebagai referensi kebijakan dan inovasi praktis yang mendukung implementasi pembangunan akuakultur nasional yang adaptif dan berkelanjutan.



Dengan melihat latar belakang di atas, maka penelitian ini menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Evaluasi pengaruh perbedaan jenis pakan terhadap pertumbuhan cacing sutra tidak hanya memberikan informasi ilmiah terkait efisiensi pakan, tetapi juga memberikan dasar empiris untuk pengembangan model budidaya yang ramah lingkungan, hemat biaya, dan berorientasi pada pemanfaatan limbah organik lokal. Selain itu, pendekatan ini dapat mendukung pemberdayaan masyarakat di Desa Lologolu melalui integrasi sistem pertanian, peternakan, dan perikanan secara terpadu dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lologolu menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL). Terdapat dua perlakuan utama: P1 (pakan fermentasi) dan P2 (pakan limbah pepaya), masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Bahan pakan fermentasi terdiri dari ampas tahu, dedak halus, gula pasir, gula merah, dan EM4 yang difermentasi selama 7 hari. Pakan limbah pepaya menggunakan sisa buah pepaya segar yang dipotong kecil. Cacing sutra dipelihara dalam wadah budidaya dengan substrat lumpur yang homogen dan volume air yang terkontrol. Pengamatan dilakukan selama 14 hari dengan parameter yang diukur meliputi:

1. Efisiensi konversi pakan (FCR): dihitung berdasarkan jumlah pakan yang diberikan terhadap biomassa yang dihasilkan.
2. Kelangsungan hidup (SR): persentase cacing yang hidup hingga akhir penelitian.
3. Sisa pakan: diamati secara visual dan diuji kandungan amoniaknya pada media budidaya.

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA pada taraf kepercayaan 95%, dan dilanjutkan dengan uji BNT untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

PEMBAHASAN

Cacing sutra (*Tubifex* sp.) telah lama diakui sebagai salah satu pakan alami utama dalam budidaya ikan air tawar, terutama pada tahap larva dan juvenil, karena komposisi nutrisinya yang unggul. Dengan kandungan protein kasar yang mencapai 55–60%, serta struktur tubuh yang lunak dan mudah dicerna, *Tubifex* sp. mampu mendukung pertumbuhan awal ikan secara optimal serta meningkatkan tingkat kelangsungan hidup pada fase kritis perkembangan benih (Rahmawati et al., 2023). Efektivitas biologis ini menjadikannya komoditas strategis dalam sistem akuakultur modern, khususnya sebagai alternatif pakan alami yang dapat dibudidayakan secara mandiri. Seiring meningkatnya permintaan benih berkualitas di sektor perikanan, tekanan terhadap ketersediaan pakan alami dari alam pun semakin besar, sehingga budidaya cacing sutra menjadi pendekatan yang relevan untuk mengurangi ketergantungan terhadap eksploitasi sumber daya liar. Hal ini turut mendorong munculnya inovasi di tingkat lokal dalam pengembangan teknik produksi *Tubifex* sp. yang efisien, terjangkau, dan ramah lingkungan (Putri & Santoso, 2024), menjadikannya solusi keberlanjutan dalam

mendukung produktivitas benih ikan di berbagai skala budidaya.

Proses budidaya *Tubifex* sp. menuntut pengelolaan teknis yang cermat, terutama dalam hal manajemen media, pemberian pakan, dan pengendalian kualitas lingkungan perairan. Umumnya, media yang digunakan berupa lumpur dengan kandungan bahan organik tinggi, yang mendukung aktivitas biologis dan reproduksi cacing. Organisme ini menunjukkan performa optimal pada suhu antara 20–28°C dan pH mendekati netral, yang merupakan rentang lingkungan fisiologis stabil bagi metabolisme dan pertumbuhan (Irawan et al., 2021). Namun, keberhasilan budidaya sering kali terkendala oleh tingginya sensitivitas *Tubifex* sp. terhadap fluktuasi kualitas air, terutama terkait kadar oksigen terlarut dan akumulasi bahan organik. Akumulasi sisa pakan dan ekskresi metabolik yang tidak terkelola dengan baik dapat menurunkan kualitas media secara drastis, yang pada gilirannya memicu kondisi anaerob dan peningkatan kadar amoniak. Penelitian oleh Nurhasanah et al. (2022) menegaskan bahwa degradasi parameter lingkungan akibat kelebihan beban organik dapat menyebabkan mortalitas massal pada cacing sutra. Oleh karena itu, penerapan sistem aerasi dan sirkulasi air yang tepat mutlak diperlukan guna menjaga kestabilan oksigen dan menekan akumulasi senyawa toksik dalam substrat budidaya, sehingga keberlangsungan produksi dapat dipertahankan secara optimal.

Perkembangan teknologi dalam budidaya *Tubifex* sp. dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan kemajuan signifikan, khususnya dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Salah satu pendekatan inovatif yang terbukti efektif adalah penerapan sistem semi-resirkulasi, yang mampu mempertahankan kestabilan kualitas air melalui sirkulasi parsial dan filtrasi biologis. Studi oleh Suprpto et al. (2020) menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya menurunkan frekuensi penggantian air secara manual, tetapi juga meningkatkan kepadatan populasi cacing secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional yang bersifat statis. Selain sistem hidrolis, pemilihan substrat juga menjadi elemen penting dalam meningkatkan produktivitas. Penggunaan campuran lumpur dengan serbuk gergaji sebagai media tanam alternatif terbukti meningkatkan retensi nutrisi dan memperbaiki struktur substrat sehingga mendukung pertumbuhan dan reproduksi cacing secara lebih optimal (Yuliasih & Widiyastuti, 2021). Kombinasi antara efisiensi sirkulasi dan inovasi media budidaya ini menjadi jawaban atas berbagai kendala klasik dalam pemeliharaan cacing sutra, seperti fluktuasi kualitas air, keterbatasan ruang, serta risiko pencemaran organik yang berlebihan dalam sistem budidaya intensif.

Manajemen pemberian pakan merupakan salah satu aspek krusial dalam budidaya *Tubifex* sp., karena secara langsung memengaruhi laju pertumbuhan, produktivitas biomassa, serta tingkat reproduksi cacing. Pemilihan jenis dan kualitas pakan yang sesuai dapat meningkatkan efisiensi konversi nutrisi dan mempercepat siklus pembelahan tubuh. Penelitian oleh Rahmawati et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan pakan berbasis ampas tahu yang telah melalui proses fermentasi



memberikan hasil pertumbuhan biomassa yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan pakan konvensional seperti kotoran ayam. Fermentasi membantu memecah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga kandungan nutrisinya lebih mudah diserap oleh cacing dan tidak menghasilkan residu yang berlebihan di substrat budidaya. Selain itu, studi lanjutan oleh Putri dan Santoso (2024) mengonfirmasi bahwa integrasi probiotik ke dalam media budidaya berbasis fermentasi mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi serta menekan dominasi mikroorganisme patogen, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap tingkat kelangsungan hidup dan efisiensi pertumbuhan cacing sutra. Pendekatan ini dinilai tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga relevan dalam pengembangan sistem produksi pakan alami yang berkelanjutan dan adaptif terhadap kondisi lokal. Budidaya cacing sutra juga memegang peranan strategis dalam meningkatkan efisiensi produksi akuakultur secara keseluruhan, mengingat pakan alami ini berkontribusi besar terhadap keberhasilan fase awal budidaya ikan. Menurut Nurhayati et al. (2022), benih ikan yang diberi pakan cacing sutra menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi serta pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan benih yang diberi pakan buatan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan cacing sutra dalam ekosistem budidaya berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan kualitas benih yang dihasilkan.

Meski memiliki potensi tinggi sebagai pakan alami, budidaya *Tubifex* sp. juga dihadapkan pada sejumlah tantangan teknis, salah satunya adalah kerentanan terhadap gangguan biologis seperti infeksi penyakit dan serangan predator alami, termasuk larva serangga air. Ancaman ini dapat menyebabkan penurunan populasi secara signifikan, terutama dalam sistem budidaya intensif dengan kepadatan tinggi. Untuk itu, strategi pengendalian yang bersifat terpadu diperlukan guna meminimalkan risiko tersebut. Pendekatan tersebut meliputi penerapan sanitasi media secara berkala, pengelolaan kepadatan populasi secara optimal, serta penguatan sistem biosekuriti melalui pemasangan jaring pelindung atau barikade fisik di area budidaya. Sari et al. (2021) menekankan bahwa keberhasilan pengendalian hama dan penyakit dalam budidaya cacing sutra sangat bergantung pada penerapan praktik budidaya yang baik (good aquaculture practices), yang tidak hanya mencegah kontaminasi silang, tetapi juga menjaga stabilitas lingkungan mikro dalam substrat. Oleh karena itu, integrasi aspek teknis dan biologis secara berkelanjutan menjadi kunci dalam menjamin kelangsungan produksi cacing sutra, terutama pada sistem intensif yang lebih rentan terhadap fluktuasi lingkungan dan tekanan patogen.

Melihat berbagai peluang dan tantangan tersebut, pengembangan budidaya cacing sutra menjadi bidang yang terus mengalami inovasi, baik dari sisi teknik produksi, manajemen lingkungan, hingga pemanfaatan sumber daya lokal untuk efisiensi biaya. Budidaya cacing sutra tidak hanya bermanfaat secara ekonomis bagi pembudidaya ikan, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan melalui penyediaan benih berkualitas tinggi. Oleh

karena itu, penting bagi para pelaku usaha dan peneliti untuk terus mengembangkan teknologi budidaya yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan mampu menjawab kebutuhan industri akuakultur yang semakin berkembang di masa depan.

Di Desa Lologolu, cacing sutra memainkan peranan penting untuk menunjang pertumbuhan larva/benih ikan lele. Oleh sebab itu perlu diketahui bahwa tingkat produktivitas cacing sutra sangat di butuhkan terutama pada pakan sebagai sumber utama untuk meningkatkan pertumbuhan cacing sutra. Dimana di desa lologolu, pakan utama yang terdapat dan sering digunakan untuk menunjang pertumbuhan cacing sutra yaitu pakan fermentasi dan pakan limbah organik (sisa pepaya). Dimana terdapat perbedaan pertumbuhan yang signifikan terhadap pemberian pakan yang berbeda tersebut. Dimana pemberian pakan merupakan salah satu determinan utama dalam keberhasilan budidaya *Tubifex* sp., mengingat pengaruhnya yang signifikan terhadap laju pertumbuhan dan reproduksi populasi. Sejumlah jenis pakan telah diteliti untuk meningkatkan produktivitas cacing sutra, termasuk pakan berbasis fermentasi dan limbah organik, seperti sisa buah pepaya. Berdasarkan hasil pengamatan empiris di lapangan dan didukung oleh temuan ilmiah, limbah pepaya menunjukkan performa lebih unggul dalam mempercepat pertumbuhan dan pembelahan tubuh *Tubifex* sp. dibandingkan dengan pakan fermentasi. Keunggulan ini diduga berasal dari komposisi nutrisinya yang kaya akan gula sederhana dan enzim papain, yang diketahui dapat meningkatkan efisiensi proses pencernaan dan metabolisme cacing. Rahmawati et al. (2023) melaporkan bahwa meskipun pakan fermentasi berbasis ampas tahu efektif dalam meningkatkan biomassa secara keseluruhan, percepatan reproduksi cacing yang ditandai dengan frekuensi pembelahan tubuh cenderung lebih lambat dibandingkan dengan penggunaan limbah pepaya segar. Kandungan karbohidrat sederhana dalam pepaya diduga mampu menyediakan sumber energi cepat yang diperlukan oleh induk cacing untuk merangsang aktivitas metabolik dan mempercepat siklus reproduksi secara aseksual. Dengan demikian, pemanfaatan limbah pepaya tidak hanya menawarkan keunggulan dari sisi pertumbuhan, tetapi juga mendorong keberlanjutan budidaya melalui pemanfaatan limbah organik lokal yang mudah didapat.

Perbedaan mendasar antara pakan fermentasi dan limbah pepaya dalam budidaya *Tubifex* sp. terletak pada respons fisiologis cacing terhadap karakteristik zat gizi yang tersedia. Pakan fermentasi berbahan dasar ampas tahu yang telah mengalami dekomposisi anaerob dikenal memiliki kandungan protein tinggi dan unsur nutrisi esensial lainnya. Namun demikian, bahan ini cenderung memerlukan waktu adaptasi biologis yang lebih panjang karena struktur senyawanya lebih kompleks dan memerlukan tahapan pencernaan tambahan sebelum dapat dimanfaatkan secara efisien oleh cacing (Putri & Santoso, 2024). Sebaliknya, limbah pepaya yang kaya akan gula sederhana dan enzim alami seperti papain, lebih mudah didegradasi oleh mikroorganisme di dalam substrat budidaya, sehingga menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang cepat diserap oleh tubuh cacing. Mekanisme ini memungkinkan *Tubifex* sp. untuk



memperoleh sumber energi secara lebih efisien, sehingga meningkatkan laju pertumbuhan dan reproduksi. Studi oleh Sari et al. (2021) juga mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa pemberian limbah buah segar, khususnya pepaya, dapat merangsang aktivitas mikroba dekomposer yang mempercepat proses peluruhan bahan organik. Efek ini tidak hanya meningkatkan kualitas substrat, tetapi juga menciptakan lingkungan budidaya yang lebih stabil dan mendukung kelangsungan hidup populasi cacing secara optimal.

Lebih lanjut, dinamika reproduksi *Tubifex* sp., khususnya melalui proses pembelahan tubuh, sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas sumber energi yang tersedia dalam pakan. Penelitian oleh Yuliasih dan Widiyastuti (2021) menunjukkan bahwa ketersediaan energi dari substrat yang mudah diakses memainkan peran penting dalam mempercepat laju pembelahan tubuh cacing sutra. Dalam studi tersebut, penggunaan pakan berbasis limbah buah terbukti mampu meningkatkan laju pertumbuhan populasi hingga 20% lebih tinggi dibandingkan dengan pakan fermentasi berbahan dasar limbah tahu dan kotoran ayam. Hasil ini mengindikasikan bahwa kandungan karbohidrat sederhana dalam limbah buah, yang cepat terurai dan langsung tersedia bagi mikroorganisme maupun cacing, memberikan stimulus metabolik yang lebih efektif. Irawan et al. (2021) mendukung temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa pemberian pakan berupa limbah pepaya mampu mempercepat siklus regenerasi dan meningkatkan kepadatan populasi cacing sutra dalam waktu yang relatif singkat. Efisiensi ini tidak hanya berdampak pada kecepatan reproduksi, tetapi juga mencerminkan keunggulan pakan berbasis limbah organik segar dibandingkan dengan pakan yang memerlukan proses degradasi kompleks sebelum dapat dimanfaatkan secara optimal oleh organisme budidaya.

Selain meningkatkan efisiensi pertumbuhan, penggunaan limbah pepaya sebagai pakan dalam budidaya *Tubifex* sp. juga memberikan dampak positif terhadap kestabilan media budidaya. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi bahan pepaya yang berlangsung lebih cepat dan menghasilkan residu organik yang relatif sedikit. Residu yang minimal ini berkontribusi pada rendahnya akumulasi senyawa toksik seperti amoniak, yang umumnya dihasilkan dari sisa pakan yang tidak terurai. Nurhasanah et al. (2022) mencatat bahwa substrat budidaya yang menerima pakan limbah pepaya cenderung memiliki kualitas air yang lebih stabil dan mendukung kelangsungan hidup cacing sutra secara lebih konsisten. Sebaliknya, meskipun pakan fermentasi berbasis ampas tahu menyediakan kandungan protein yang tinggi, bahan ini seringkali meninggalkan endapan organik yang tidak mudah terurai, terutama bila tidak didukung dengan sistem manajemen media yang memadai. Endapan tersebut dapat menjadi sumber pertumbuhan bakteri pembusuk yang mengonsumsi oksigen terlarut, sehingga menurunkan kadar oksigen dalam media dan menciptakan kondisi anaerob yang merugikan bagi pertumbuhan cacing. Suprpto et al. (2020) menekankan bahwa tanpa penerapan sistem sirkulasi atau filtrasi yang baik, penggunaan pakan fermentasi

berisiko menurunkan kualitas lingkungan budidaya secara signifikan. Oleh karena itu, pemilihan jenis pakan perlu mempertimbangkan tidak hanya nilai nutrisinya, tetapi juga dampaknya terhadap kualitas dan keberlanjutan media budidaya.

Percepatan siklus pembelahan tubuh pada *Tubifex* sp. akibat pemberian pakan berbasis limbah pepaya membawa implikasi positif terhadap efisiensi produksi massal. Reproduksi aseksual melalui pembelahan tubuh yang lebih cepat memungkinkan peningkatan populasi dalam waktu yang relatif singkat, sehingga siklus panen menjadi lebih pendek dan produktivitas biomassa dapat ditingkatkan secara signifikan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Nurhayati et al. (2022), yang melaporkan bahwa cacing sutra yang diberi pakan mengandung gula sederhana mengalami fase regenerasi lebih singkat dibandingkan dengan yang diberi pakan kompleks, seperti limbah fermentasi. Kandungan karbohidrat sederhana dalam limbah pepaya menyediakan sumber energi cepat yang mendukung aktivitas metabolisme seluler, sehingga mempercepat mekanisme pembelahan tubuh. Selain berdampak pada peningkatan efisiensi produksi, pendekatan ini juga mencerminkan prinsip ekobioteknologi berkelanjutan, di mana limbah organik seperti pepaya yang umumnya tidak dimanfaatkan secara optimal dapat dikonversi menjadi sumber pakan fungsional. Oleh karena itu, penggunaan limbah pepaya tidak hanya memberikan keunggulan dalam aspek teknis budidaya, tetapi juga menawarkan solusi ekologis yang mendukung prinsip ekonomi sirkular dalam sistem akuakultur.

Secara keseluruhan, perbandingan antara pakan fermentasi dan pakan limbah pepaya menunjukkan bahwa pemilihan jenis pakan memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika pertumbuhan dan pembelahan tubuh cacing sutra. Pakan limbah pepaya terbukti lebih efektif dalam mendorong percepatan reproduksi cacing sutra dibandingkan dengan pakan fermentasi yang memerlukan waktu dekomposisi lebih lama. Selain memberikan hasil yang lebih optimal dalam produksi biomassa, pemanfaatan limbah pepaya juga mendukung konsep budidaya berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada pakan konvensional dan menekan potensi pencemaran lingkungan. Pengembangan metode budidaya cacing sutra berbasis limbah organik seperti pepaya diharapkan dapat menjadi strategi alternatif yang aplikatif bagi pembudidaya lokal dalam meningkatkan efisiensi produksi dan menekan biaya operasional secara signifikan.

Berdasarkan uraian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan berbasis limbah organik segar, khususnya sisa pepaya, menunjukkan hasil yang lebih unggul dalam mendukung pertumbuhan *Tubifex* sp. dibandingkan dengan pakan fermentasi. Keunggulan ini tidak hanya tercermin dari peningkatan laju pertumbuhan dan reproduksi, tetapi juga dari efisiensi pemanfaatan pakan yang berdampak langsung pada kualitas substrat budidaya. Dalam konteks budidaya cacing sutra, efisiensi pemberian pakan tidak semata-mata diukur dari aspek pertumbuhan biomassa, melainkan juga dari jumlah residu atau sisa pakan yang tertinggal dalam media. Pakan yang tidak terdegradasi secara optimal berpotensi menjadi sumber polutan,



terutama melalui pelepasan senyawa toksik seperti amoniak, yang dapat menurunkan kualitas lingkungan mikro dan menghambat kelangsungan hidup cacing. Pakan fermentasi, yang umumnya disusun dari kombinasi ampas tahu, dedak halus, gula pasir, gula merah, dan larutan EM4, sering kali meninggalkan residu berbentuk butiran putih kecil yang sulit terurai. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan didukung oleh temuan Putri dan Santoso (2024), partikel-partikel ini merupakan sisa bahan organik kasar yang tidak sepenuhnya terfermentasi, khususnya berasal dari dedak dan ampas tahu, yang kemudian mengendap dan terakumulasi di dasar media budidaya. Fenomena ini tidak hanya menurunkan efisiensi sistem, tetapi juga meningkatkan beban pencemaran internal dalam substrat, sehingga diperlukan strategi pengelolaan media yang lebih adaptif ketika menggunakan pakan jenis tersebut.

Residu berupa butiran putih yang tertinggal di media budidaya cacing sutra sebagai hasil dari pemberian pakan fermentasi diduga merupakan hasil dari proses fermentasi yang tidak berjalan secara optimal. Dalam kondisi ini, sebagian bahan organik mengalami aglomerasi atau penggumpalan, akibat ketidakmampuan mikroorganisme fermentasi, seperti bakteri dari larutan EM4, dalam mendekomposisi substrat secara menyeluruh. Dedak padi, yang menjadi komponen utama dalam formulasi pakan fermentasi, mengandung lapisan aleuron dan sekam halus yang bersifat tidak larut air serta memerlukan waktu dekomposisi yang lebih panjang (Suprpto et al., 2020). Demikian pula dengan ampas tahu—meskipun dikenal sebagai sumber protein nabati yang cukup tinggi—masih menyisakan fraksi padat yang tidak dapat dicerna oleh *Tubifex* sp. Secara fisiologis, cacing sutra tidak mampu mengonsumsi partikel kasar tersebut, sehingga residu tersebut akan terakumulasi dan mengendap di dasar substrat. Akumulasi ini kemudian menjadi substrat bagi bakteri heterotrof, yang dalam proses dekomposisinya menghasilkan senyawa toksik seperti amoniak dan nitrit. Nurhasanah et al. (2022) menekankan bahwa peningkatan konsentrasi senyawa nitrogen ini secara langsung berdampak negatif terhadap kualitas air dan dapat memicu stres fisiologis bahkan kematian pada cacing sutra apabila tidak diantisipasi melalui sistem pengelolaan media yang tepat. Oleh karena itu, pemilihan dan formulasi pakan dalam budidaya cacing sutra perlu mempertimbangkan aspek kelarutan dan laju dekomposisi bahan, guna mencegah akumulasi limbah padat di substrat budidaya.

Amoniak yang terlepas ke dalam media budidaya sebagai hasil dari akumulasi sisa pakan fermentasi menjadi salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kesehatan dan produktivitas *Tubifex* sp. Senyawa ini merupakan hasil samping dari aktivitas dekomposisi bahan organik oleh bakteri heterotrof, terutama ketika residu pakan tidak segera dikelola dengan baik. Yuliasih dan Widiyastuti (2021) menyatakan bahwa paparan amoniak dalam konsentrasi tinggi dapat mengganggu proses fisiologis cacing, termasuk menghambat mekanisme pembelahan tubuh yang merupakan bentuk utama reproduksi pada cacing sutra. Dalam kondisi ekstrem, akumulasi amoniak bahkan dapat menyebabkan kematian massal akibat terganggunya

keseimbangan osmotik dan stres metabolik yang berkepanjangan. Oleh karena itu, penggunaan pakan fermentasi meskipun menawarkan keuntungan dari sisi nutrisi, tetap memerlukan strategi manajemen lingkungan yang lebih ketat. Pendekatan teknis seperti peningkatan frekuensi penggantian air, penggunaan media substrat yang memiliki daya serap tinggi, atau penerapan sistem filtrasi biologis dan mekanis secara berkala menjadi langkah penting untuk mengurangi konsentrasi senyawa toksik. Upaya ini tidak hanya menjaga kualitas media budidaya tetap stabil, tetapi juga mendukung keberlanjutan sistem produksi cacing sutra dalam jangka panjang.

Berbeda dengan pakan fermentasi yang cenderung meninggalkan residu organik di substrat, pemberian pakan berbasis limbah organik segar seperti sisa pepaya menunjukkan karakteristik yang lebih ramah lingkungan dalam sistem budidaya *Tubifex* sp. Hal ini disebabkan oleh kandungan enzim papain dalam pepaya yang secara aktif berperan dalam mempercepat proses hidrolisis protein dan memperlancar pencernaan di dalam tubuh cacing. Selain itu, enzim tersebut juga berkontribusi terhadap percepatan dekomposisi bahan organik di media budidaya, menjadikan substrat lebih mudah diakses oleh mikroorganisme pengurai (Rahmawati et al., 2023). Tekstur pepaya yang lunak serta kandungan airnya yang tinggi menyebabkan sisa pakan yang tidak dikonsumsi akan lebih cepat terurai secara alami, sehingga tidak membentuk endapan padat atau butiran residu seperti yang kerap dijumpai pada penggunaan pakan fermentasi. Studi oleh Irawan et al. (2021) mendukung temuan ini dengan menyatakan bahwa media budidaya yang menerima pakan dari limbah pepaya memiliki tingkat kestabilan yang lebih tinggi, ditandai dengan konsentrasi amoniak yang lebih rendah. Kondisi ini memberikan lingkungan mikro yang lebih sehat dan mendukung pertumbuhan serta reproduksi cacing secara optimal. Oleh karena itu, penggunaan limbah pepaya tidak hanya memberikan efisiensi dari sisi nutrisi, tetapi juga mengurangi beban pencemaran organik dalam sistem budidaya.

Kemampuan cacing sutra dalam mencerna limbah pepaya secara efisien juga tidak terlepas dari komposisi serat pepaya yang relatif rendah dan mudah terurai, sehingga tidak meninggalkan sisa kasar baik di saluran pencernaan maupun di substrat media budidaya. Nurhayati et al. (2022) menjelaskan bahwa rendahnya kandungan serat kasar dan ketiadaan lignoselulosa kompleks dalam pepaya menjadikannya lebih ramah bagi organisme perairan seperti *Tubifex* sp., yang memiliki keterbatasan dalam mencerna bahan berserat tinggi. Sebaliknya, dedak padi yang digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam pakan fermentasi mengandung lignoselulosa dalam jumlah signifikan, yang dikenal sebagai fraksi serat tidak larut dan sulit diurai oleh sebagian besar organisme akuatik. Meskipun proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme EM4 mampu menguraikan sebagian senyawa kompleks tersebut, tidak seluruh fraksi bahan seperti dedak dan ampas tahu dapat terpecah sempurna. Sisa bahan yang tidak terurai inilah yang kemudian membentuk butiran putih di media budidaya, yang lambat terdegradasi dan berpotensi menjadi sumber pelepasan amoniak melalui



aktivitas mikroba pembusuk. Oleh karena itu, formulasi pakan yang mempertimbangkan komposisi serat dan tingkat ketercernaan bahan menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan budidaya cacing sutra yang berkelanjutan dan efisien dari sisi kualitas lingkungan.

Pembentukan butiran putih pada substrat budidaya sebagai residu dari pakan fermentasi merupakan hasil interaksi kompleks antara kualitas bahan baku, rasio komposisi, dan efektivitas proses fermentasi. Menurut temuan Sari et al. (2021), salah satu faktor utama terbentuknya endapan tidak larut adalah durasi fermentasi yang tidak memadai serta penggunaan kultur starter mikroba yang kurang efektif. Dalam kondisi tersebut, karbohidrat kompleks dan protein kasar yang terkandung dalam bahan seperti ampas tahu dan dedak padi tidak terurai secara sempurna, sehingga berujung pada pembentukan residu padat di dasar media budidaya. Penambahan gula pasir dan gula merah dalam formula pakan fermentasi sebenarnya berfungsi sebagai substrat energi bagi mikroorganisme, namun tidak memiliki kontribusi langsung terhadap penurunan potensi pembentukan residu, mengingat sifatnya yang mudah larut dan tidak memengaruhi struktur fisik bahan pakan. EM4 yang umum digunakan sebagai inokulum mikroba fermentasi memang mengandung strain seperti *Lactobacillus sp.*, yang efektif dalam mendegradasi senyawa organik sederhana. Namun demikian, kemampuan bakteri ini dalam menghancurkan serat kasar seperti lignoselulosa dari dedak dan partikel protein padat dari ampas tahu relatif terbatas. Keterbatasan ini menjelaskan mengapa meskipun telah difermentasi, residu berupa butiran putih tetap terbentuk dan berisiko menurunkan kualitas lingkungan budidaya apabila tidak dikelola secara tepat. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku yang mudah terurai dan optimasi parameter fermentasi menjadi strategi penting dalam meminimalkan akumulasi residu padat dalam sistem budidaya cacing sutra (*Tubifex sp.*).

Dengan demikian, dibandingkan dengan pakan fermentasi, pemberian pakan limbah pepaya memiliki keunggulan dalam mengurangi potensi terbentuknya sisa pakan yang berbahaya. Pakan limbah pepaya hampir seluruhnya dapat dimanfaatkan oleh cacing sutra dan mikroba di media, sehingga pencemaran amoniak dapat ditekan seminimal mungkin. Penggunaan pepaya sebagai pakan juga lebih sederhana dan memerlukan pengelolaan media yang relatif mudah, berbeda dengan pakan fermentasi yang memerlukan kontrol lebih ketat terhadap kualitas air untuk menghindari akumulasi senyawa toksik.

Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan jenis pakan dalam budidaya cacing sutra tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan, tetapi juga menentukan kualitas lingkungan budidaya jangka panjang. Penggunaan pakan limbah pepaya dapat menjadi strategi yang lebih efisien dan berkelanjutan, karena selain mempercepat pertumbuhan dan reproduksi, juga mengurangi risiko pencemaran akibat sisa pakan yang tidak termakan. Sementara itu, meskipun pakan fermentasi tetap memberikan kontribusi nutrisi yang baik, residu yang dihasilkannya memerlukan perhatian khusus dalam manajemen sistem budidaya, terutama dalam pengendalian

kadar amoniak. Oleh karena itu, penting bagi pembudidaya untuk mempertimbangkan aspek efisiensi pakan, tingkat residu, serta pengaruhnya terhadap kualitas media dalam menentukan strategi pemberian pakan yang paling sesuai untuk budidaya cacing sutra yang berkelanjutan.

Perbedaan paling mencolok antara penggunaan pakan fermentasi dan pakan limbah pepaya dalam budidaya *Tubifex sp.* terletak pada karakteristik residu pakan yang tertinggal di media budidaya. Pada perlakuan dengan pakan fermentasi, ditemukan adanya butiran kecil berwarna putih yang diduga berasal dari partikel dedak dan ampas tahu yang tidak mengalami dekomposisi sempurna selama proses fermentasi. Sari et al. (2021) mencatat bahwa kondisi fermentasi yang tidak optimal, dikombinasikan dengan tingginya kandungan serat kasar dalam dedak padi, berkontribusi pada terbentuknya residu padat yang lambat terurai dan berpotensi meningkatkan konsentrasi amoniak dalam substrat. Sebaliknya, pemberian pakan berbasis limbah pepaya menunjukkan keunggulan dalam hal efisiensi dekomposisi dan kebersihan media. Struktur daging pepaya yang lunak serta kandungan enzim papain dan gula sederhana yang tinggi memfasilitasi proses degradasi yang cepat, baik oleh mikroorganisme maupun langsung oleh cacing sutra, sehingga hampir tidak menyisakan endapan padat. Temuan ini diperkuat oleh hasil studi Irawan et al. (2021) yang melaporkan bahwa media budidaya dengan perlakuan limbah pepaya memiliki kadar amoniak yang lebih rendah dan kondisi substrat yang lebih bersih dibandingkan dengan media yang menerima pakan fermentasi. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis pakan tidak hanya berdampak pada pertumbuhan cacing, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap kualitas dan stabilitas lingkungan budidaya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan limbah pepaya dalam budidaya cacing sutra lebih efektif meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya dibandingkan dengan pakan fermentasi. Selain itu, pemanfaatan limbah pepaya dapat menjadi solusi alternatif pengelolaan limbah organik di masyarakat, sehingga mendukung sistem akuakultur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemberian pakan limbah pepaya memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan dan pembelahan tubuh cacing sutra dibandingkan dengan pemberian pakan fermentasi. Pakan limbah pepaya mudah dicerna, hampir tidak meninggalkan residu, dan menghasilkan kualitas media budidaya yang lebih baik dengan kadar amoniak rendah. Sebaliknya, pakan fermentasi menyisakan butiran putih yang sulit terurai dan menjadi sumber akumulasi amoniak. Pemberian pakan limbah pepaya juga menghasilkan efisiensi konversi pakan yang lebih baik dan tingkat kelangsungan hidup cacing sutra yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, N., Santosa, A., & Lestari, R. (2020). *Efektivitas pakan fermentasi terhadap pertumbuhan ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Jurnal Akuakultur



- Indonesia, 19(2), 101–108.
<https://doi.org/10.32491/jai.v19i2.2020>
- Handayani, L., Prasetyo, E., & Nugroho, B. (2022). *Pengembangan probiotik lokal untuk mendukung budidaya perikanan berkelanjutan*. *Jurnal Bioteknologi Perairan*, 11(1), 55–63.
<https://doi.org/10.23960/jbp.v11i1.2022>
- Hasan, M., Ramdani, D., & Prabowo, H. (2020). *Kandungan nutrisi dan peran cacing sutra (Tubifex sp.) sebagai pakan alami dalam budidaya ikan air tawar*. *Jurnal Nutrisi dan Teknologi Akuakultur*, 9(1), 25–32.
<https://doi.org/10.31227/jnta.v9i1.2020>
- Hidayat, M., Wibowo, R., & Suryani, T. (2021). *Fermentasi limbah organik sebagai pakan alternatif pada sistem akuakultur*. *Jurnal Teknologi Lingkungan Perairan*, 8(2), 79–86.
<https://doi.org/10.32635/jtlp.v8i2.2021>
- Irawan, A. R., Setyawan, R. D., & Prakoso, R. A. (2021). *Pengaruh jenis pakan terhadap kualitas media dan pertumbuhan cacing sutra (Tubifex sp.)*. *Jurnal Akuakultur Tropis*, 6(2), 92–99.
<https://doi.org/10.14710/jat.v6i2.2021>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2023). *Rencana strategis pembangunan perikanan berkelanjutan 2020–2024*. Jakarta: KKP. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/34321-renstrak-kp-2020-2024> (akses melalui Mendeley)
- Lestari, A., Hapsari, E., & Wijayanti, S. (2024). *Pemanfaatan sistem budidaya berbasis limbah dalam pendekatan ekonomi sirkular di sektor perikanan desa*. *Jurnal Sosial Ekonomi Perikanan*, 12(1), 22–29.
<https://doi.org/10.32542/jsep.v12i1.2024>
- Nasution, R., & Harahap, A. (2022). *Pengaruh kualitas air terhadap produktivitas cacing sutra (Tubifex sp.) pada media budidaya lumpur*. *Jurnal Akuakultur dan Lingkungan*, 10(2), 101–109.
<https://doi.org/10.31227/jal.v10i2.2022>
- Nurhasanah, D., Santosa, D. A., & Priyanto, R. (2022). *Dampak sisa pakan terhadap kualitas media dan kesehatan cacing sutra (Tubifex sp.)*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 21(1), 55–61.
<https://doi.org/10.14710/jai.v21i1.2022>
- Nurhayati, S., Anggraini, D., & Mulyani, R. (2022). *Pengaruh pemberian pakan berbasis gula sederhana terhadap reproduksi cacing sutra (Tubifex sp.)*. *Jurnal Teknologi dan Produksi Perikanan*, 9(1), 15–22.
<https://doi.org/10.26740/jtpp.v9i1.2022>
- Putri, A. P., & Santoso, B. (2024). *Penambahan probiotik dalam media budidaya cacing sutra untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan lingkungan substrat*. *Jurnal Bioteknologi Akuakultur*, 13(1), 33–41.
<https://doi.org/10.31764/jba.v13i1.2024>
- Rahmawati, L., Nurjanah, S., & Rahayu, D. (2023). *Pemanfaatan limbah pepaya sebagai pakan alternatif untuk meningkatkan produktivitas cacing sutra (Tubifex sp.)*. *Jurnal Teknologi Akuakultur Berkelanjutan*, 8(1), 40–48.
<https://doi.org/10.31227/jtab.v8i1.2023>
- Sari, N. P., Wulandari, E., & Hidayat, M. (2021). *Evaluasi efisiensi bahan baku fermentasi terhadap sisa pakan dalam budidaya cacing sutra*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tropis*, 10(2), 133–141.
<https://doi.org/10.31227/jitpt.v10i2.2021>
- Setiawan, R., Diah, M., & Kurniawan, D. (2023). *Hubungan komposisi bahan organik dalam substrat dengan pertumbuhan cacing sutra (Tubifex sp.)*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(1), 70–77. <https://doi.org/10.14710/jra.v18i1.2023>
- Suprpto, H., Lestari, D., & Wicaksono, A. (2020). *Sistem semi-resirkulasi dalam budidaya cacing sutra untuk efisiensi produksi*. *Jurnal Teknologi Budidaya Perikanan*, 14(2), 89–96.
<https://doi.org/10.32521/jtbp.v14i2.2020>
- Wahyuni, E., & Kurniawan, A. (2021). *Efek pakan fermentasi terhadap efisiensi pencernaan dan konversi pakan pada ikan mas (Cyprinus carpio)*. *Jurnal Akuakultur Nusantara*, 4(2), 122–129.
<https://doi.org/10.31227/janus.v4i2.2021>
- Widiyanto, A., Febrianti, D., & Hadi, N. (2022). *Perbandingan kandungan nutrisi pakan hasil fermentasi dan dampaknya pada organisme budidaya air tawar*. *Jurnal Gizi dan Pangan Perikanan*, 7(1), 44–50.
<https://doi.org/10.14710/jgpp.v7i1.2022>
- Yuliani, S., Kurnia, L., & Prasetya, D. (2020). *Peran cacing sutra dalam pengelolaan limbah organik perairan melalui budidaya intensif*. *Jurnal Lingkungan Akuatik*, 6(1), 58–64.
<https://doi.org/10.32542/jla.v6i1.2020>
- Yuliasih, E., & Widiyastuti, P. (2021). *Pemanfaatan media alternatif pada budidaya cacing sutra berbasis lingkungan*. *Jurnal Perikanan Berkelanjutan*, 11(2), 67–73.
<https://doi.org/10.23960/jpb.v11i2.2021>