OCTOPUS: JURNAL ILMU PERIKANAN
p-ISSN: 2302-0679 | e-ISSN: 2746-4822 | Vol. 14 No. 1, Juli 2025, Hal. 01-11

STUDI LITERATUR: PENGOLAHAN BAHAN PAKAN IKAN ASAL CRUSTACEA DAN INSECTA

LITERATURE REVIEW: PROCESSING OF FISH FEED INGREDIENTS FROM CRUSTACEANS AND INSECTS

Yuli Andriani [1]*, Rusky I. Pratama[1], Ai Ratih[1], Muhammad Rifat Ansori[1], Aisyah[1]

[1)]Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran
**e-mail*: yuli.andriani@unpad.ac.id

Abstrak

Pakan merupakan salah satu faktor utama dalam kegiatan budidaya perikanan, dengan kontribusi biaya mencapai sekitar 65% dari total pengeluaran produksi. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi penggunaan pakan sangat penting untuk menekan biaya operasional, terutama di tengah kenaikan harga bahan baku pakan secara global. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memproduksi pakan mandiri dengan memanfaatkan bahan baku lokal yang lebih ekonomis, seperti insecta dan crustacea yang kaya protein dan mineral sebagai alternatif pengganti tepung ikan. Namun, tingginya kandungan kitin dalam bahan tersebut menjadi kendala karena sulit dicerna oleh ikan. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan perlakuan fisik berupa perendaman dengan air abu sekam dan pengukusan, serta perlakuan biologis melalui fermentasi menggunakan asam organik yang mampu mendegradasi kitin. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa metode tersebut efektif dalam menurunkan kadar kitin sehingga meningkatkan potensi kecernaan dan nilai gizi bahan pakan alternatif tersebut. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah crustacea dan insecta seperti cangkang udang, rajungan, dan maggot berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan lokal yang berkelanjutan dalam budidaya perikanan.

Kata kunci: Fermentasi, kitin, pengolahan, perendaman, pengukusan.

Abstract

Feed represents one of the most critical factors in aquaculture, accounting for approximately 65% of total production costs. Improving feed efficiency is therefore essential to reduce operational expenses, particularly amidst the global rise in feed ingredient prices. One promising approach involves producing cost-effective, locally sourced feed using alternative protein- and mineral-rich ingredients such as insecta and crustacea, which can serve as substitutes for fish meal. However, the high chitin content in these ingredients limits their digestibility by fish. To address this issue, physical and biological processing methods—such as soaking in rice husk ash water, steaming, and fermentation with organic acids capable of degrading chitin—were applied. These treatments effectively reduced chitin levels, thereby enhancing the digestibility and nutritional quality of the feed ingredients. The findings suggest that local waste materials, including shrimp shells, crab shells, and maggot biomass, hold promise as sustainable and functional components of aquaculture feed when properly processed.

***Keywords**: Chitin, fermentation, soaking, steaming, processing*

PENDAHULUAN

Pakan merupakan komponen utama dalam budidaya perikanan dan berperan krusial dalam keberhasilannya, sehingga ketersediaannya harus sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan. Sekitar 65% dari total biaya produksi dialokasikan untuk pakan, menjadikannya komponen dengan pengeluaran tertinggi (Cahya *et al*., 2022). Dalam konteks globalisasi, harga bahan baku pakan mengalami kenaikan signifikan karena banyak di antaranya masih bergantung pada impor. Hal ini berdampak pada meningkatnya harga pakan pabrikan yang meskipun telah memenuhi standar nutrisi seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, dan energi, namun tidak selalu terjangkau bagi pembudidaya, terutama pembudidaya skala kecil. Oleh karena itu, diperlukan strategi efisiensi, salah satunya dengan memproduksi pakan sendiri menggunakan bahan lokal yang murah dan mudah diperoleh, namun tetap memenuhi kualitas gizi yang dibutuhkan ikan (Sebayang *et al*., 2020). Alternatif bahan baku

pakan yang potensial untuk dikembangkan antara lain berasal dari kelompok crustacea dan serangga (insecta).

Crustacea merupakan salah satu komoditas perikanan Indonesia yang melimpah yang banyak dijadikan produk olahan. Peningkatan usaha produksi crustacea dapat memicu bertambahnya limbah yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah crustacea umumnya berasal dari proses pembekuan udang, rajungan, atau kepiting untuk keperluan ekspor, pengalengan, maupun pengolahan menjadi produk makanan. Limbah saat ini masih belum termanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu limbah asal crustacea bisa dijadikan sebagai alternatif bahan pakan ikan (Mirzah 2013) karena limbah asal crustacea mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi salah satunya yaitu kandungan protein yang bagus untuk pertumbuhan ikan (Akbar *et al*. 2017). Insecta merupakan hewan serangga dimana dalam beberapa tahun terakhir mendapat perhatian luas sebagai sumber protein potensial bagi hewan ternak salah satunya yaitu ikan. Serangga tumbuh dan berkembang biak dengan mudah, memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi, dan dapat dipelihara dari limbah hayati (Van Huis *et al*. 2013; Makkar *et al*. 2014) sehingga serangga bisa dijadikan bahan pakan kaya protein untuk ikan.

Bahan pakan dari crustacea dan serangga kaya akan protein, namun mengandung kitin dalam jumlah tinggi yang dapat menghambat pencernaan pada ikan. Kitin adalah polimer alami kedua terbanyak setelah selulosa dan banyak ditemukan pada rangka luar hewan seperti udang, serangga, jamur, dan moluska (Barbosa *et al*., 2022). Kitin biasanya terikat dengan protein, mineral, dan pigmen, sehingga membuatnya sulit dicerna. Hal ini disebabkan karena ikan tidak memiliki enzim kitinase yang berfungsi untuk memecah kitin (Ridwan *et al*., 2014).

METODE PENULISAN

Penulisan ini menggunakan metode deskriptif sebagai pendekatan utama. Penulis melakukan kegiatan pengumpulan data melalui studi literatur pada berbagai sumber ilmiah dengan melihat sampel artikel sebanyak 60 jurnal. Penulis mengakses dan mengkaji jurnal-jurnal penelitian seperti *SAINTEK*, *Journal of Aquaculture Management and Technology*, serta beberapa jurnal lainnya yang relevan. Selain itu, data literatur juga diperoleh melalui Google Scholar dan Semantic Scholar, dengan filter tahun publikasi 2019–2024 untuk menjamin relevansi dan kebaruan. Kajian literatur ini berfokus pada penelitian-penelitian yang membahas pengolahan bahan baku pakan ikan yang berasal dari crustacea (seperti udang dan kepiting) dan insecta (seperti larva serangga), dengan menyoroti aspek nutrisi, kandungan kitin, efisiensi pakan, serta potensi substitusi bahan pakan konvensional dalam formulasi pakan akuakultur. Melalui metode ini, penulis berusaha untuk menjelaskan potensi dan teknik pengolahan bahan pakan alternatif secara sistematis, faktual, dan mendalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Pakan Asal Crustacea dan Insecta

1.1. Crustacea

Tepung crustacea, atau tepung yang berasal dari hewan-hewan laut berselubung keras, merupakan bahan pakan yang penting dalam industri akuakultur. Berikut adalah beberapa karakteristik terkait tepung crustacea untuk pakan ikan:

1. Kandungan Protein yang Tinggi

   Tepung crustacea biasanya mengandung protein tinggi, yang merupakan komponen penting untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan (Hossain & Blair 2007).

2. Amino yang Baik

   Tepung crustacea umumnya memiliki profil asam amino yang baik, termasuk asam amino esensial yang dibutuhkan oleh ikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi

3. Kandungan Asam Lemak Omega-3

   Tepung crustacea dapat menyediakan asam lemak omega-3 yang penting untuk kesehatan ikan, terutama dalam hal pengembangan sistem saraf dan fungsi jantung.

4. Karotenoid dan Pigmen Lainnya

   Beberapa crustacea mengandung pigmen seperti astaksantin yang dapat meningkatkan warna ikan, memberikan nilai tambah estetika terutama pada ikan hias.

5. Kalsium dan Fosfor yang Tinggi

   Kerang-kerangan dan kulit udang, bahan utama dalam tepung crustacea, kaya akan kalsium dan fosfor, yang mendukung pertumbuhan tulang dan struktur rangka ikan.

6. Kitin dan Kitosan

Tepung crustacea dapat mengandung kitin dan kitosan, yang dapat memberikan manfaat tambahan seperti peningkatan kekebalan dan manajemen penyakit pada ikan.

7. Keberlanjutan sebagai Sumber Protein

Tepung crustacea sering dihasilkan dari limbah industri perikanan dan pengolahan kerang-kerangan, memberikan solusi keberlanjutan dengan memanfaatkan sumber daya yang akan dibuang.

8. Daya Tarik Rasa dan Aroma

Tepung crustacea dapat memberikan rasa dan aroma yang menarik bagi ikan, meningkatkan daya terima pakan.

9. Potensi Mengatasi Defisiensi Nutrisi

Penggunaan tepung crustacea dalam pakan dapat membantu mengatasi defisiensi nutrisi tertentu, seperti asam amino atau mineral.

Namun, penting untuk memperhatikan bahwa sumber bahan baku dan proses produksi tepung crustacea dapat mempengaruhi kualitas nutrisinya. Oleh karena itu, pemilihan sumber tepung crustacea yang baik dan praktik produksi yang baik sangat penting untuk mendapatkan hasil pakan yang optimal.

- **Insecta**

Tepung serangga, atau tepung insecta, telah muncul sebagai alternatif yang menarik dalam pakan ikan dan pakan hewan lainnya (Mousumi Das, 2023). Berikut adalah beberapa karakteristik yang terkait dengan tepung insecta untuk pakan ikan:

1. Protein Berkualitas Tinggi

Tepung serangga umumnya kaya akan protein berkualitas tinggi. Ini mencakup asam amino esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan.

2. Profil Asam Amino yang Optimal

Kandungan asam amino dalam tepung serangga cenderung memenuhi kebutuhan nutrisi ikan, menciptakan profil asam amino yang optimal.

3. Keberlanjutan dan Efisiensi Sumber Protein

Produksi tepung serangga dianggap lebih berkelanjutan dan efisien daripada sumber protein tradisional seperti kedelai atau ikan yang dipancing.

4. Kandungan Lemak Sehat

Tepung serangga dapat menyediakan sumber lemak sehat, termasuk asam lemak omega-3 dan omega-6 yang penting untuk kesehatan ikan.

5. Kandungan Serat dan Kitin

Beberapa jenis serangga mengandung serat dan kitin. Meskipun beberapa ikan tidak dapat mencerna kitin dengan baik, kandungan serat dapat memberikan manfaat dalam beberapa kasus.

6. Kemampuan untuk Menciptakan Warna yang Lebih Cerah

Beberapa serangga, terutama yang mengandung pigmen seperti karotenoid, dapat meningkatkan warna ikan, yang dapat menjadi keuntungan estetika dalam budidaya ikan hias.

7. Toleransi terhadap Penyakit

Penggunaan tepung serangga dalam pakan ikan telah dikaitkan dengan peningkatan toleransi terhadap penyakit pada ikan, mungkin karena kandungan imunostimulan dan senyawa bioaktif lainnya.

8. Potensi Pemanfaatan Limbah Organik

Produksi tepung serangga dapat melibatkan pengolahan limbah organik atau sisa-sisa pertanian, membantu mengurangi dampak lingkungan.

Penggunaan tepung insecta dalam pakan ikan masih dalam penelitian yang berlanjut untuk memahami lebih terkait manfaat dan potensi dari sumber protein alternatif ini.

Tabel 1. Kandungan nutrisi bahan pakan asal crustacea dan insecta

No	Jenis Bahan Pakan	Kandungan Nutrisi	Referensi
1.	Kepala Udang (Crustacea)	protein kepala 50% dari total bahan kering, edangkan lemak kepala udang juga lebih tinggi daripada daging dan kulit, dan kandungan serat kasar (chitin) berada di antara 9–10 % dari DM	Sun *et al*. 2021
2.	Cangkang Rajungan (Crustacea)	protein 13.66%, kalsium 22.22%, fosfor 1.54%, lemak 0.43%, kadar abu 64.68%	Sani *et al*. 2010.

3.	Maggot (insecta)	protein 43.42%, lemak 17.24%, serat kasar 18.82%, abu 8.70%	Rachmawati, dan Samidjan 2013.
4.	Jangkrik (insecta)	Protein kasar 70%, serat kasar 3.60%, lemak kasar 18.20% dan abu 4.70%.	Zielińska *et al*. 2015.
6.	Ulat Hongkong/*Tenebrio molitor* (insecta)	Protein kasar sekitar 50%, lemak kasar 40%, kadar abu 3%, dan kandungan ekstrak non-nitrogen sekitar 8%. Sementara itu, kadar airnya mencapai kurang lebih 60%.	Makkar *et al*. 2014.
7.	ceremende/*Blaptica dubia* (insecta)	protein 63.77%, lemak kasar 14.44%, serat kasar 3.13%, kadar abu 4.70%	Hidayat 2018.
8.	Belalang (insecta)	protein kasar 76%, lemak kasar 12.90, serat kasar 2.50, kadar abu 3.30	Zielińska *et al*. 2015.
9.	Lebah (insecta)	protein kasar 51%, lemak kasar 6.90%, kadar abu 11.50%	Ghosh *et al*. 2016.
10.	Kumbang (insecta)	protein kasar 35-70%, lemak (*crude fat*) 10-50%, ude protein ~55.8 %, crude fiber ~25.2 %, abu ~4.8 % berdasarkan bahan kering. Asam lemak dominan: oleat 43 %, palmitat 15.8 %, linoleat 30.2 %.	Shah *et al*. 2022.

Metode Pengolahan Bahan Pakan Asal Crustacea dan Insecta

- **Perlakuan Secara Fisik**

Perlakuan fisik merupakan salah satu metode pengolahan bahan pakan yang bertujuan untuk mengubah struktur fisik serta memecah matriks karbohidrat pada dinding sel. Selain itu, metode ini juga berfungsi dalam proses pengawetan dan pengurangan kandungan anti-nutrisi. Bentuk perlakuan fisik yang umum digunakan meliputi pengeringan, penggilingan, pemotongan, pengukusan, dan perendaman (Murni *et al*., 2008).

Dalam pengolahan bahan pakan dari limbah *crustacea* dan *insecta*, metode fisik yang semakin banyak diteliti adalah kombinasi perendaman dengan senyawa alkali alami dan pengukusan singkat. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa metode ini dapat dilakukan secara lebih efisien dengan biaya rendah dan tetap mempertahankan kualitas nutrisi bahan (Huyben *et al*., 2019; Liland *et al*., 2021).

Dalam konteks pengolahan bahan pakan yang berasal dari crustacea dan insecta, perlakuan fisik yang sering diterapkan adalah perendaman dan pengukusan.

1. Perendaman

Perendaman merupakan metode pengolahan bahan pakan dengan merendamnya dalam cairan tertentu untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan antinutrisi. Media yang digunakan dapat berupa air, larutan garam, atau larutan alkali (Murni, 2008). Pada bahan pakan yang berasal dari crustacea dan insecta, salah satu media perendaman yang efektif adalah air abu sekam, yaitu larutan hasil pembakaran sekam padi yang bersifat alkali dan kaya akan mineral oksida basa (Fitriani *et al*., 2022).

Proses perendaman dilakukan dengan terlebih dahulu membersihkan bahan pakan, kemudian merendamnya dalam larutan air abu sekam 10% selama 48 jam. Setelah proses perendaman, bahan ditiriskan, dikukus, lalu digiling hingga menjadi tepung (Mirzah, 2006). Perlakuan ini efektif dalam menurunkan kadar kitin karena kandungan alkali dalam air abu sekam bereaksi dengan gugus asetil pada kitin, mengubahnya menjadi gugus amino pada kitosan (Rochima *et al*., 2004). Reaksi alkali dari abu sekam mampu mendekomposisi ikatan asetil pada kitin menjadi gugus amino kitosan, sehingga mempercepat proses degradasi dan meningkatkan efisiensi enzimatis (Finke, 2013; Loponte *et al*., 2017).

2. Pengukusan

Pengukusan dengan tekanan tinggi

merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk meningkatkan mutu bahan pakan (Murni, 2008). Perlakuan ini dapat melonggarkan struktur serat, sehingga bahan menjadi lebih mudah dicerna. Selain itu, metode ini juga efektif dalam menurunkan kandungan kitin pada bahan pakan. Proses pengukusan diawali dengan pencucian bahan menggunakan air mengalir hingga bersih, kemudian direndam dalam larutan air abu sekam selama 48 jam, lalu ditiriskan. Setelah itu, bahan dikukus selama 45 menit, dikeringkan, dan digiling hingga menjadi tepung (Mirzah, 2006).

Selama proses pengukusan, uap yang dihasilkan membantu memutus ikatan antara komponen struktural seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan kitin, tanpa mengubah kandungan kimianya. Pengukusan juga dapat meningkatkan ketersediaan energi pada bahan pakan karena mempercepat pelepasan senyawa yang terikat dalam lignin, silika, dan kitin (Murni, 2008).

- **Perlakuan Secara Biologi**

Bahan pakan yang berasal dari hewan akuatik seperti crustacea dapat ditingkatkan kualitas nutrisinya melalui perlakuan biologis, salah satunya fermentasi. Fermentasi merupakan proses biokimia yang melibatkan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi bentuk sederhana melalui reaksi oksidasi-reduksi (Elyana, 2011). Proses ini dapat terjadi dalam kondisi aerob maupun anaerob, di mana enzim hasil mikroba akan mengubah karbohidrat, protein, dan lemak menjadi senyawa yang lebih mudah dicerna (Ganjar, 1983).

Proses fermentasi pakan bekerja dengan cara menguraikan senyawa yang sulit dicerna seperti selulosa menjadi gula sederhana, melalui aktivitas enzim seperti selulase, protease, dan khitinase (Winarno dalam Amarwati, 2015). Mikroorganisme seperti kapang Trichoderma viride diketahui efektif dalam menghasilkan enzim khitinase yang mampu mendegradasi kitin dalam limbah udang (Yurnaliza, 2002; Volk, 2004). Kapang ini juga memiliki keunggulan berupa kualitas protein enzim yang tinggi dibandingkan jenis kapang lainnya (Palupi *et al*., 2008). Melalui fermentasi ini, senyawa kompleks seperti protein-kitin-kalsium karbonat dalam limbah crustacea dapat terurai lebih optimal sehingga meningkatkan kecernaan bahan pakan.

Selain menggunakan mikroorganisme, fermentasi juga dapat dilakukan dengan penambahan asam organik seperti asam formiat dan asam propionat dengan rasio 1:1 sebanyak 3% dari volume bahan (Saleh dan Rahayu, 1981). Menurut Harefa (2018), asam organik dapat berperan sebagai fermentor dalam menurunkan kandungan kitin pada bahan pakan. Penelitian oleh Jutavia (2013) menunjukkan bahwa kandungan kitin pada limbah udang dapat turun dari 16,89% menjadi 9,92% setelah difermentasi selama delapan hari dengan penambahan asam organik sebanyak 7%.

Selain itu terdapat meetode non-fermentasi lainnya seperti Ensilase merupakan teknik pengawetan dan peningkatan kualitas bahan pakan dengan menambahkan asam organik seperti asam formiat atau asam laktat, yang berfungsi menurunkan pH dan menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk. Teknik ini sangat cocok diterapkan pada limbah udang atau kepiting yang mudah rusak, serta mampu meningkatkan palatabilitas dan stabilitas penyimpanan bahan pakan (Wang *et al*., 2021). Sementara itu, metode hidrotermal atau steam explosion menggunakan uap bertekanan untuk menghancurkan dinding sel dan memecah struktur serat kasar seperti kitin menjadi komponen yang lebih mudah dicerna. Metode ini relatif murah jika menggunakan sistem uap sederhana dan telah terbukti efektif dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi dari bahan berbasis serangga maupun limbah perikanan (Nguyen *et al*., 2022).

Peningkatan Kualitas Bahan Pakan Asal Crustacea dan Insecta Setelah Pengolahan

Setelah dilakukan pengolahan pada bahan pakan asal crustacea dan insecta maka terjadi peningkatan kualitas bahan baku pakan ikan. Peningkatan kualitas tersebut dapat dilihat dari rendahnya kandungan kitin dan meningkatnya kandungan protein. Berikut beberapa peningkatan kandungan nutrisi pada bahan pakan asal crustacea dan insecta yang sudah diolah dari beberapa penelitian.

Tabel 2. Peningkatan nutrisi bahan pakan asal crustacea dan insecta

No	Jenis	Pengolahan	Hasil	Referensi
1.	Limbah udang	Perendaman dengan abu sekam 10% dan pengukusan 45 menit	Setelah proses pengolahan, komposisi nutrisi yang terkandung dalam bahan pakan meliputi protein kasar sekitar 42%, serat kasar sekitar 20%, lemak sekitar 3%, kalsium sekitar 13%, fosfor sekitar 2%, serta kandungan kitin yang tersisa sekitar 10%.	Mirzah dan Filawati 2013
2.	Maggot	Pengolahan dilakukan melalui fermentasi menggunakan asam organik, yaitu asam formiat dan asam propionat dengan perbandingan 1:1, sebanyak 7% dari total biomassa maggot.	Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan protein pada maggot meningkat dari sekitar 50% menjadi 53% setelah proses silase, sementara kadar kitin mengalami penurunan dari sekitar 15% menjadi 10% setelah perlakuan silase.	Wulandari *et al.* 2021
3.	Limbah udang	Fermentasi dengan asam organik atau teknologi silase dengan asam propionat dan asam formiat 7%	Penggunaan campuran asam formiat dan asam propionat sebanyak 7% dalam proses silase limbah udang dapat memecah ikatan kitin (senyawa polisakarida N-asetilglukosamin), sehingga terjadi penurunan kadar kitin dalam silase limbah udang sebesar 6,97%.	Jutavia 2013

Pemanfaatan Bahan Pakan Asal Crustacea dan Insecta Dalam Pakan Ikan

Bahan baku utama dalam pembuatan pakan ikan adalah tepung ikan salah satu alternatif atau solusi pengganti tepung ikan dalam pembuatan pakan yaitu tepung asal crustacea dan insecta karena memiliki kandungan protein yang tinggi namun dalam pengaplikasiannya tepung asal crustacea dan insecta ini harus diolah terlebih dahulu sebelum dijadikan bahan pembuatan pakan. Berikut adalah tabel yang menyajikan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan tepung asal crustacea dan insecta terhadap pertumbuhan ikan ataupun yang lainnya.

Tabel 3. Pemanfaatan Bahan Pakan Asal Crustcea dan Insecta

No	Jenis	Perlakuan	Hasil	Referensi
1	Tepung kepala udang	Penambahan tepung kepala udang pada pakan komersil sebanyak 10% pada ikan koi *(Cyprinus carpio L.)*	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pemberian tepung kepala udang dengan dosis 10% memberikan efek terbaik dalam meningkatkan warna ikan koi dibandingkan dengan perlakuan pada dosis lainnya.	Riansah *et al.* 2020
2	Tepung cangkang rajungan	Penambahan tepung cangkang rajungan sebanyak	Penambahan 5 gram tepung cangkang rajungan ke dalam 100 gram pakan komersial	Wahyu 2017

		5 gram pada pakan 100 gram ikan mas koi	terbukti dapat meningkatkan kecerahan warna ikan koi kohaku serta mendukung pertumbuhan dan peningkatan panjang tubuh ikan mas koi.	
3.	Tepung limbah udang	Penambahan tepung limbah udang sebanyak 10 % pada budidaya ikan nila	Berdasarkan hasil penelitian, penambahan 10% tepung limbah udang yang telah difermentasi dalam ransum pakan buatan dapat meningkatkan laju pertumbuhan benih ikan nila serta berpengaruh positif terhadap efisiensi konversi pakan.	Permatasari *et al*., 2022
4.	Tepung kulit udang	Penambahan tepung kulit udang sebanyak 30 gram pada pakan komersil ikan komet	Penambahan 30 gram tepung kulit udang ke dalam pakan komersial memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kecerahan warna, pertumbuhan, serta tingkat kelangsungan hidup pada ikan komet (*Carassius auratus*).	Efianda *et al*. 2020
5	Tepung kepiting sawah	Penambahan tepung kepiting pada konsentrat pakan 75 % dan tepung kepiting 25 % pada ikan lele	Hasil dari penelitian bahwa penambahan tepung kepiting dengan pakan menghasilkan pertumbuhan ikan lele dengan rata rata berat 83.11 gram	Fajar dan Firmansyah 2019
6.	Tepung maggot	Substitusi tepung ikan dengan maggot sebanyak 25 % dalam pakan ikan patin	Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung maggot dalam pakan ikan lele memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan. Pakan uji dengan substitusi 25% tepung ikan menggunakan tepung maggot menghasilkan pertumbuhan terbaik pada ikan patin.	Rachmawati dan Samidjan 2013
7.	Tepung maggot	Penambahan tepung maggot pada pelet komersil sebanyak 24% untuk ikan nila	Penambahan tepung maggot pada pakan komersial dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Dosis optimal yang ditemukan adalah sekitar 24%, di mana penambahan tersebut mampu memperbaiki laju	Indriawati *et al.* 2021

pertumbuhan, meningkatkan efisiensi pakan, serta menurunkan rasio konversi pakan ikan nila secara signifikan.

KESIMPULAN

Pengolahan bahan pakan merupakan proses mengolah sumber daya yang berasal dari nabati dan hewani untuk dijadikan bahan pembuatan pakan. Alternatif yang dapat dijadikan bahan pakan yang kaya akan protein dan murah yaitu bahan baku dari crustacea dan insecta contohnya yaitu limbah udang, cangkang rajungan dan maggot. Bahan pakan yang berasal dari crustacea dan insecta mempunyai kandungan kitin di dalamnya sehingga perlu dilakukan pengolahan. Pengolahan yang bisa menurunkan kandungan kitin yaitu perendaman dengan air abu sekam dan fermentasi dengan asam formiat. Secara keseluruhan, jenis tepung ini memiliki potensi besar sebagai sumber protein alternatif dalam pakan ikan, dengan karakteristik nutrisi yang beragam. Pengolahan yang baik dapat meningkatkan kualitas bahan pakan dan memberikan alternatif yang berkelanjutan untuk industri akuakultur.

DAFTAR PUSTAKA

Adelina. I. Boer & I. Suharman. (2012). Pakan Ikan Budidaya dan Analisis Formulasi. Pekanbaru: UNRI Press. 102 hlm.

Agusnar, H. (2006). Pemanfaatan Kulit Udang (Penaues Monodon) Sebagai Kitosan dan Turunannya Untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Logam Ni dan Cr dengan Ekstraksi Fase Padat sebagai Sumber Air Bersih. Universitas Sumatera Utara.

Akbar, Z., Riyadi, S. & Jaya, F. M. (2017). Pemanfaatan Kaldu Kepala Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) sebagai Flavor dalam Pengolahan Kerupuk Kemplang Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus). Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan. Vol 12 (1), hal 27-33.

Amarwati H., Subandiyon, & Pinandoyo. (2015). Pemanfaatan Tepung Daun Singkong (Manihot utilissima) yang Difermentasi dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (Oreochromis niloticus). Journal of aquaculture management and technology. 4 (2): 51-59 hlm.

Barbosa, V., de Carvalho, C. B., de Souza, A. P., & Lopes, D. C. (2022). Recent advances in the utilization of insects as an ingredient in aquafeeds: A review. Fishes, 7(6), 307. https://doi.org/10.3390/fishes7060307

Cahya, M. D., Andriani, Y., Haetami, K., & Risdiana. (2022). Application of fermented product feed to growth performance of fish: A review. Depik, 11(3), 333–340. https://doi.org/10.13170/depik.11.3.26361

Efianda, R., T., Sabirin, Islami, D, & Mulyani, R. (2020). Pengaruh Pemberian Tepung Kulit Udang Pada Pakan Komersil terhadap Tingkat Kecerahan Warna Ikan Komet (Carrasius auratus). Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan. 15(2): 133-143.

Elyana, P. (2011). Pengaruh Pertambahan Ampas Kelapa Hasil Fermentasi Aspergillus oryza Dalam Pakan Komersil terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus). Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Fajar, M., & Firmansyah, D. (2019). Pengaruh penambahan tepung kepiting sawah (Parathelphusa sp) dan tepung bonggol pisang (Musa paradisiaca) dalam pakan terhadap pertambahan berat badan benih ikan lele sangkuriang (Clarias gariepinus var sangkuriang). Thesis. FMIPA. UM.

Finke, M. D. (2013). Complete nutrient content of four species of feeder insects. Zoo Biology, 32(1), 27–36. https://doi.org/10.1002/zoo.21012

Fitriani, N., Nurjanah, N., Rochima, E. (2022). Pengaruh perendaman alkali alami terhadap kualitas nutrien limbah udang

untuk bahan pakan ikan. Jurnal Akuakultur Indonesia, 21(1), 45–54.

Ghosh S, Jung C, Meyer-Rochow VB. (2016). Nutritional value and chemical composition of larvae, pupae, and adults of worker honey bee. Apis mellifera ligustica as a sustainable food source. J Asia-Pacific Entomol. 19:487-495.

Hartati. (2000). Pengaruh Lama Perendaman Tandan Kosong Sawit dengan Air Abu Sekam terhadap Kandungan NDF, ADF, Hemisellulosa dan PK. Skripsi. Fakultas Peternakan Unand. Padang.

Haryati, E. Saade & A. Pranata. (2010). Pengaruh Tingkat Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Maggot Terhadap Retensi dan Efisiensi Pemanfaatan Nutrisi Pada Tubuh Ikan Bandeng (Chanos chanos forskal). Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar. 14 hlm. (tidak diterbitkan).

Hidayat, C. (2018). Pemanfaatan Insekta sebagai Bahan Pakan dalam Ransum Ayam Pedaging. WARTAZOA, 28 : 161-174.

Huyben, D., Vidaković, A., & Nyman, A. (2019). Effects of a diet containing black soldier fly larvae on the growth and gut health of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture Reports, 15, 100221. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100221

Indriawati, Rahardja, B., S, & Prayogo. (2021). The effectiveness combination of maggot (Hermetia illucens) flour with commercial feed on growth rate, feed conversion ratio, and feed efficiency of tilapia (Oreochromis niloticus). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 679.

Jutavia. (2013). Pengaruh Level Campuran Asam Organik dan Lama Ensilase Silase Limbah Udang Terhadap pH, Kandungan Kitin dan Kalsium. Skripsi. Universitas Andalas, Padang. 42 hlm.

Kamal, A., Budi, U., Mirwandhono, R, E. (2013). Penggunaan Tepung Limbah Udang dengan Pengolahan Filtrat Air Abu Sekam, Fermentasi EM-4, dan Kapang (Trichoderma viride) terhadap Daya Cerna Ayam Broiler. Jurnal Peternakan Integratif. 3(2) : 201-213.

Liland, N. S., Biancarosa, I., Araujo, P., Biemans, D., Waagbø, R., & Torstensen, B. E. (2021). Inclusion of insect meal from Hermetia illucens in Atlantic salmon diets: Effects on tissue mineral composition. Aquaculture Nutrition, 27(2), 441–452. https://doi.org/10.1111/anu.13218

Loponte, R., Bovera, F., Piccolo, G., & Nizza, A. (2017). Insect meal in animal nutrition: A review. Animal Feed Science and Technology, 235, 1–22. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012

Makkar, HPS, G. Tran, V. Heuzé, & P. Ankers. (2014). Ulasan: Kecanggihan Pemanfaatan Serangga sebagai Pakan Ternak Animasi. Ilmu Pakan. Teknologi. 197:1–33.

Mirzah. (2006). Pengaruh Pengukusan Terhadap Kualitas Protein Limbah Udang Yang Telah Direndam Dengan Filtrat Abu Sekam. Jurnal Peternakan Indonesia, 11(2):141-150.

Mousumi Das. (2023). Effect of insect meals on the growth efficiency, survival and total carotenoid content of an ornamental fish Xiphophorus maculatus. Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research, 22(3). https://doi.org/10.9734/ajfar/2023/v22i3570

Murni. (2008). Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.

Nguyen, T. T., Nguyen, T. L., Doan, T. T., & Le, Q. H. (2022). Application of hydrothermal treatment to improve nutritional quality of insect-based and crustacean-derived feed materials. Journal of Applied Animal Nutrition, 10(1), 35–45. https://doi.org/10.1017/jan.2022.15

Palupi R. (2011). Pemanfaatan kapang Trichoderma viridae dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. Di dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan

Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor. Hal: 672-677.

Permatasari, D. I., Haetami, K., Maulina, I., Grandiosa, R., & Abun. (2022). Pengaruh prebiotik berbasis limbah udang dalam pakan buatan untuk memacu pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila merah (Oreochromis niloticus). Jurnal Ruaya, 10(2), 82–91.

Rachmawati, D & Samidjan I. (2013). Efektivitas Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Maggot dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin (Pangasius pangasius) Jurnal Saintek Perikanan, 9(1) : 62-67.

Riansah, Idrus,A., Sari, H. (2020). Pengaruh penambahan tepung kepala udang pada pakan terhadap tingkat kecerahan ikan koi (Cyprinus carpio L.). Fisheries of Wallace Journal. 1(2): 69-76

Ridwan & A. P. Idris. (2014). Analisis Kecernaan Dan Pemanfaatan Nutrien Pakan Yang Mengandung Tepung Kepala Udang Pada Kerapu Bebek (Cromileptes Altivelis). Jurnal Galung Tropika, 3 (2): 31-43.

Rochima, E. (2005). Aplikasi kitin deasetilase termostabil dari bacillus papandayan k29-14 asal kawah kamojang jawa barat pada pembuatan kitosan. Tesis Pascasarjana IPB. Bogor. 65 hal.

Rochima, E., Sugiyono, Syah, D., Suhartono, M.T. (2004). Derajat Deasetilasi Kitosan Hasil Reaksi Enzimatis Kitin Deasetilase Isolat Bacillus papandayan K29-14. Seminar Nasional dan Kongres PATPI.

Sani, Hasrul, & Agus, A. (2010). Teknik dan Proses Pengolahan Limbah Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus) sebagai Bahan Pakan Sumber Protein dan Mineral. Tesis. Universitas Gadjah Mada.

Sebayang, E. P., Hudaidah, S., & Santoso, L. (2020). Kajian pemberian pakan berbahan baku lokal dengan kandungan protein berbeda terhadap pertumbuhan benih lele (Clarias sp.). Journal of Aquatropica Asia, 2(1). DOI: https://doi.org/10.33019/aquatropica.v2i1.2068

Shah, A. A., Totakul, P., Matra, M., Cherdthong, A., Hanboonsong, Y., & Wanapat, M. (2022). Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. Animal Bioscience, 35(2), 317–331. https://doi.org/10.5713/ab.21.0447

Sugihartini, L. (2001). Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Demineralisasi Kitin terhadap Mutu Kitosan dari Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus). IPB. Bogor. 77 hal.

Sun, L., Wang, Y., Li, J., & Wang, Q. (2021). Comparison of the proximate composition and nutritional profile of edible parts and byproducts of five shrimp species. Foods, 10(11), 2603. https://doi.org/10.3390/foods10112603

Tomberlin, J. K., & Sheppard, D. C. (2002). Factors Influencing Mating And Oviposition Of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) In A Colony. Journal of Entomological Science, 37 (4): 345–352

Van Huis, A., J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir, dan P. Vantomme. (2013). Serangga yang dapat dimakan – Prospek Masa Depan untuk Ketahanan Pangan dan Pakan. Makalah Kehutanan FAO 171.

Vita, Y. (2013). Karakteristik Tepung Cangkang Rajungan Berdasarkan Metode Penepungan yang Berbeda. Juristek. 1(2): 1-10.

Wahyu, F., & Chadijah, A. (2017). Penambahan Cangkang Rajungan pada Pakan untuk Intensitas Warna Ikan Mas Koi Kohaku. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 5(2): 84-89.

Wang, Y., Li, X., Zhang, C., & Sun, Y. (2021). Effect of organic acid ensiling on the nutritional quality and preservation of crustacean processing by-products for aquafeed. Aquaculture Nutrition, 27(4), 1032–1041. https://doi.org/10.1002/aqn.2183

Wardhana, A. H. (2016). Black Soldier Fly (Hermetia illucens) sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. Bogor: Balai Besar Penelitian Veteriner. 10 hlm.

Wulandari, A., Adelina, & Suharman, I. (2021). Potensi pemanfaatan silase maggot (Hermetia illucens) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam pakan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan baung (Hemibagrus nemurus). Berkala Perikanan Terubuk, 49(1), 852–863.

Zielińska, E., Baraniak, B., Karaś, M., Rybczyńska, K., & Jakubczyk, A. (2015). Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. In International Journal of Food Science and Technology. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.005