

---

## KUALITAS FISIK DAN KIMIA PAKAN IKAN MENGGUNAKAN TEPUNG KULIT UDANG YANG DIFERMENTASI

*Physical and Chemical Quality of Fish Feed using Fermented Shrimp Shell Flour*

**Dwi Septiani Putri<sup>1)\*</sup>, Shavika Miranti<sup>1)</sup>, Raja Rahmadoni Rizal Sedran<sup>1)</sup>, Daud Siswandi<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,  
Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29115, Indonesia

\*korespondensi: [pdwiseptianifikp@umrah.ac.id](mailto:pdwiseptianifikp@umrah.ac.id)

### ABSTRACT

*The availability of feed both in terms of quality and quantity is absolutely necessary to support the success of cultivation activities. However, quality feed is priced quite high. Efforts that can be made to overcome these problems are to find alternative local raw materials to replace fish meal, with almost the same quality. One of the ingredients that can be used is shrimp shell flour. The purpose of this study was to physically and chemically test fish feed produced using fermented raw materials. The treatment in this study was the use of fermented shrimp shell flour with different percentages (0%, 15%, 20% and 25% in the feed). The physical parameters of the feed tested were buoyancy, homogeneity and breaking speed of the feed. While the chemical parameters measured were water content, protein, fat, carbohydrates, and ash content of feed. The results showed that the use of fermented shrimp shell flour had an effect on the buoyancy of the feed, and had no effect on the chemical content of the feed. It is necessary to use technology in the manufacture of feed to make the feed float for a longer time.*

**Keywords:** Quality, Physic Chemical, Fish Feed Shrimp Shell, Fermented

### ABSTRAK

Ketersediaan pakan baik dari segi kualitas maupun kuantitas mutlak diperlukan untuk menunjang keberhasilan kegiatan budidaya. Namun, pakan yang berkualitas dibanderol dengan harga yang cukup tinggi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah mencari alternatif bahan baku lokal pengganti tepung ikan, dengan kualitas yang hampir sama. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah tepung kulit udang. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji secara fisik maupun kimia pakan ikan yang diproduksi menggunakan bahan baku hasil fermentasi. Perlakuan pada penelitian ini adalah penggunaan tepung kulit udang yang difermentasi dengan persentasi yang berbeda (0%, 15%, 20% dan 25% dalam pakan). Parameter fisika pakan yang diuji adalah daya apung, homogenitas dan kecepatan pecah pakan. Sedangkan parameter kimia yang diukur adalah kandungan air, protein, lemak, karbohidrat, dan kadar abu pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung kulit udang yang difermentasi berpengaruh terhadap daya apung pakan, dan tidak berpengaruh terhadap kandungan kimia pakan. Perlu adanya penggunaan teknologi dalam pembuatan pakan untuk membuat pakan dapat mengapung dalam waktu yang lebih lama.

**Kata kunci:** Kualitas, Fisika, Kimia, Pakan, Kulit Udang, Fermentasi

## PENDAHULUAN

Budidaya adalah kegiatan yang dilakukan untuk memproduksi ikan dalam wadah terkontrol dan menghasilkan keuntungan. Selain itu, ikan yang diperoleh digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan pangan dan sumber protein. Provinsi Kepulauan Riau merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi untuk pengembangan kegiatan budidaya laut. Dengan areal marikultur sebesar 455.779,9 ha, 54.672,1 ha dialokasikan untuk marikultur pesisir (*coastal marine culture*) dan 401.107,9 ha untuk marikultur lepas pantai (*offshore marine culture*) (DKP Provinsi Kepulauan Riau, 2020). Adapun ikan-ikan yang menjadi keunggulan di Provinsi Kepulauan Riau adalah ikan kerapu (macan, cantang, kertang, lumpur dan bebek), ikan kakap putih, dan ikan bawal bintang.

Pakan merupakan komponen strategis dalam penentu keberhasilan budidaya. Komponen pembiayaan budidaya dihabiskan sebanyak 60-70% untuk operasional pakan. Dalam pembuatan pakan, sumber protein hewani yang biasa digunakan berasal dari tepung ikan. Ketersediaan tepung ikan ini masih fluktuatif, hal ini disebabkan karena tingginya harga tepung ikan dan masih didatangkan dari luar Negara. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mencari alternatif bahan baku lokal yang tersedia sepanjang waktu dan memiliki kandungan protein yang tinggi.

Tepung kulit udang adalah salah satu limbah yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan pakan ikan. Tepung kulit udang mengandung protein 27.34%; lemak 2.07%; karbohidrat 14.84% dan kadar abu 47.27% (Yulianto, et al., 2021). Kandungan nutrisi ini memenuhi persyaratan sebagai bahan baku. Tetapi pemanfaatan tepung kulit udang memiliki keterbatasan. Tepung kulit udang mengandung kitin sekitar 20%-30% dari berat kering kulit udang (Hermanto dan Nengseh, 2020). Beberapa organisme, termasuk ikan laut kurang

mampu mencerna kitin karena produksi enzim khitinase yang terbatas.

Tepung kulit udang harus dilakukan pengolahan untuk mengurangi faktor pembatas berupa kitin. Salah satu cara pengolahan adalah dengan fermentasi secara kimiawi dan biologis. Fermentasi dengan cara biologis, dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti khitinase yang dapat mengurai kitin sehingga meningkatkan kandungan nutrisi tepung limbah udang (Mulyadi et al., 2017).

Penelitian mengenai pemanfaatan bahan baku lokal pengganti tepung ikan belum banyak dilakukan. Padahal, kegiatan ini mampu mengurangi limbah yang ada dan dapat dijadikan sebagai alternatif bahan baku pembuatan pakan untuk ikan laut. Sehingga dapat mendukung pemerintah melalui program gerakan pakan mandiri agar pembudidaya bisa memproduksi pakan secara swadaya serta mampu menekan biaya produksi. Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian dengan judul Kualitas Fisik dan Kimia Pakan Ikan menggunakan Tepung Kulit Udang yang Difermentasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fermentasi terhadap penurunan kandungan khitin dalam tepung kulit udang dan untuk menguji secara fisik maupun kimia pakan ikan yang diproduksi menggunakan bahan baku hasil fermentasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari-Desember 2022. Fermentasi tepung kulit udang dan pembuatan pakan berlokasi di Laboratorium Marine Aquaculture, Tanjungpinang. Sedangkan pengukuran kitin, analisis proksimat dan asam amino pakan akan dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech, Bogor.

### Prosedur Kerja

#### Pembuatan Tepung Kulit Udang

Limbah udang dicuci dengan air mengalir secara berulang sampai bersih. Limbah kemudian dioven pada suhu

160°C. Hasil pengeringan tersebut dihaluskan menjadi tepung menggunakan blander untuk memperkecil ukuran partikelnya. Selanjutnya tepung tersebut diayak agar hasilnya seragam.

### Fermentasi Tepung Kulit Udang dengan *Trichoderma*

Fermentasi dilakukan dengan mensterilisasi tepung kulit udang pada suhu 121°C selama 15 menit. Sebanyak 1 kg tepung kulit udang dicampur dengan 500 ml air dan 20 ml *Trichoderma*. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah tertutup (anaerob) selama 48 jam dan disimpan pada suhu ruang. Kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai kering.

### Fermentasi Tepung Kulit Udang dengan EM-4

Fermentasi menggunakan EM-4 dengan mencampurkan 1 kg tepung kulit udang dengan 0,5L EM-4, 0,25kg gula pasir dan 10L aquades. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan didiamkan selama 6 minggu.

### Pembuatan Pakan Ikan

Pakan dibuat dengan menggabungkan bahan-bahan penyusun ransum pakan dan tepung kulit udang hasil fermentasi. Pakan dibuat dengan mengadaptasikan metode Murtidjo (2001). Bahan-bahan pembuatan pakan

tersebut ditambahkan air hangat secukupnya agar campuran tersebut kalis dan siap untuk dibentuk. Pakan dicetak dengan menggunakan mesin pencetak pelet. Selanjutnya, pakan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C.

### Parameter Penelitian

#### 1. Uji Fisik Pakan

Uji fisik pakan meliputi pengujian terhadap daya apung, tingkat kekerasan serta kecepatan pecah pakan.

#### 2. Uji Kimia Pakan

Proksimat pakan dilakukan dengan mengukur kandungan air, protein, karbohidat, lemak dan kadar abu.

### Analisis Data

Data hasil penelitian akan ditabulasikan dan dianalisis menggunakan menggunakan uji t-Student. Sedangkan kandungan proksimat pakan dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan antara kandungan nutrisi yang ada di dalam pakan dengan kebutuhan ikan budidaya.

## HASIL

Kualitas fisik pakan ikan yang dibuat dengan tepung kulit udang hasil fermentasi disajikan pada table 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kualitas Fisik Pakan Ikan

Parameter Fisik Pakan	Pakan			
	<i>Trichoderma sp.</i>			
	A	B	C	D
Daya Apung (menit)	1,50±0,62	1,39±0,52	2,01±0,21	9,35±0,98
Homogenitas (%)	64,77±0,52	60,82±0,91	59,47±0,45	58,86±0,13
Kecepatan pecah (menit)	91,67±1,25	90,55±0,46	90,90±0,94	89,67±0,89
	EM-4			
	A	B	C	D
Daya Apung (menit)	7,00±0,00	29,67±8,99	42±7,07	18,67±3,86
Homogenitas (%)	67,90±0,11	66,19±0,77	64,71±0,50	64,75±0,29
Kecepatan pecah (menit)	92,62±0,48	90,33±0,46	89,70±0,50	89,68±0,33

Tabel 2. Kualitas Kimia Pakan Ikan

Parameter Kimia Pakan	Pakan			
	<i>Trichoderma sp.</i>			
	A	B	C	D
Air (%)	11,01	11.12	9.53	11.52
Protein (%)	31,42	30,26	29,26	28.75
Lemak (%)	14,95	14.85	20.09	12.85
Karbohidrat (%)	29,56	30,65	27,86	33,26
Kadar abu (%)	13,06	13.12	13.26	13.62
	EM-4			
	A	B	C	D
Air (%)	10,84	10.54	12.23	13.121
Protein (%)	30,00	29,89	20,15	27.5
Lemak (%)	10,98	10.45	11.45	13.12
Karbohidrat (%)	27,58	28.4	42,63	31.75
Kadar abu (%)	20,60	20.61	13.54	14.65

## PEMBAHASAN

Salah satu faktor penentu kualitas pakan secara fisik adalah daya apung. Daya apung pakan adalah kemampuan pakan tersebut untuk mengapung di dalam air. Pakan ikan yang memiliki nilai daya apung rendah atau cepat tenggelam tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi penggunaan tepung udang yang difermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap daya apung pakan ikan ( $P>0.05$ ). Pakan dengan penggunaan 25% tepung udang terfermentasi memiliki daya apung tertinggi dibandingkan pakan lainnya.

Hasil yang sama juga ditunjukkan dengan pakan ikan yang dibuat menggunakan substitusi tepung udang yang difermentasi dengan EM-4 Perikanan. Penggunaan tepung kulit udang terfermentasi mampu meningkatkan daya apung pakan dibandingkan dengan pakan kontrol yang tidak menggunakan tepung kulit udang yang difermentasi. Daya apung pakan ini memiliki nilai yang masih rendah jika dibandingkan dengan persyaratan umumnya pakan. Stabilitas pakan dalam air umumnya berkisar 3-5 jam (Balazs et al., 1973). Sedangkan Handajani and Widodo (2010) melaporkan

daya larut pakan dalam air (*water stability*) berkisar antara 2-3 jam.

Daya apung pakan ikan ini berpengaruh terhadap cara makan ikan yang dibudidayakan. Craig et al., (2009) melaporkan bahwa sebagian besar jenis ikan lebih menyukai pakan tipe terapung (*floating feed*) dibandingkan pakan jenis tenggelam (*sinking feed*) yang umumnya lebih banyak dimanfaatkan pada budidaya udang.

Penggunaan bahan tepung kulit udang hasil fermentasi dalam penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan daya apung pakan ikan. Fermentasi mampu memunculkan daya apung yang setara dengan kemampuan mengapung yang dimunculkan oleh mesin ekstruder pada pakan ikan apung pabrikan. Hal ini disebabkan oleh bahan fermentasi (fermentor) yang digunakan yakni *Trichoderma sp.* adalah jenis fungi, dan EM-4 Perikanan adalah bakteri. Bakteri pada produk EM-4 Perikanan melakukan proses fermentasi melalui jalur fisiologis heterofermentatif. Bakteri ini akan mengurai gula menjadi asam laktat, karbondioksida asam asetat dan atau etanol (Mannaa et al., 2021).

Selama proses fermentasi, pemecahan serat kasar selulosa oleh bakteri asam laktat (BAL) akan menguraikan ikatan rangkap atau kompleks menjadi sederhana sehingga

benda padat akan mengembang dengan tekstur menjadi mudah rapuh. Hal ini disebabkan ikatan selulosa telah terurai dan dalam struktur benda padat bahan yang terfermentasi akan membentuk ruang kosong yang di tempati oleh udara (Curti et al., 2014). Hasil serupa juga dilaporkan Zaman (2017) bahwa kualitas daya apung pakan fermentasi lebih baik karena fermentasi mampu mengurangi nilai densitas dan massa pakan.

Dalam membuat pakan ikan ini juga, digunakan bahan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat pakan. Selain sebagai salah satu sumber nutrisi, tepung jagung juga berfungsi sebagai binder atau perekat. Binder ini akan membantu pakan ikan memiliki ikatan antara agregat yang kuat dan juga akan mengurai pori-pori yang terbentuk akibat memperlumud daya serap air. Hal ini juga akan meningkatkan daya apung pakan.

Penambahan bahan atau limbah lainnya dalam pakan ikan juga telah dilaporkan. Puteri et al., (2021) mengemukakan penambahan *manure* ayam sampai 15% tidak berpengaruh terhadap kualitas fisik pakan ikan. Adenkule et al (2012) menggunakan ragi roti (*yeast*) dan pengembang roti (*baking powder*) untuk memfermentasi bahan baku pakan dan menghasilkan 70% pakan masih mengapung pada menit ke-60.

Tingkat homogenitas pakan bertujuan untuk mengetahui efektifitas pemerataan pencampuran bahan pakan. Tingkat homogenitas pakan yang dibuat dengan bahan baku tepung kulit udang hasil fermentasi tidak berpengaruh nyata antar perlakuan. Homogenitas pakan memiliki nilai rata-rata 58-67%. Hal ini disebabkan pada saat persiapan pembuatan pakan, semua bahan baku diblender dengan tujuan untuk memperkecil ukuran. Kemudian bahan tersebut diayak, untuk mendapatkan ukuran yang seragam.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan juga mengandung tepung jagung yang berfungsi sebagai binder. Binder ini berperan dalam merekatkan komponen-komponen pakan sehingga struktur pakan menjadi kuat dan kompak. Pakan ikan yang baik memiliki tekstur yang kompak serta ukuran partikel bahan baku yang halus dan homogen (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Irawati et al., (2023) juga melaporkan penggunaan binder berupa tepung sagu

dapat meningkatkan nilai homogenitas pakan.

Perlakuan penggunaan tepung kulit udang hasil fermentasi dengan persentase yang berbeda tidak berbeda nyata antar perlakuan dan memiliki waktu kecepatan pecah yang lebih lama dibandingkan perlakuan pakan komersial. Pakan yang memiliki sifat yang keras akan mempengaruhi kecepatan pecah, sehingga pakan menjadi lebih lama pecah ketika ditebar ke dalam air. Pakan dengan kecepatan pecah yang singkat dapat memberikan dampak negatif terhadap kualitas air terutama pakan yang disusun dengan kandungan protein yang tinggi.

Penggunaan bahan baku yang memiliki fungsi sebagai pengikat, juga akan mempengaruhi pada daya larut pakan. Saputra (2016) melaporkan penambahan tepung terigu sampai taraf 35% mampu menghasilkan pakan memiliki daya larut yang baik. Hasil yang sama juga didapatkan Lindasari (2017) bahwa pembuatan pakan dengan menggunakan bahan baku yang difermentasikan yang selanjutnya dikeringkan dengan metode *deep fraying* menghasilkan pakan kecepatan pecah pakan (daya larut) yang baik.

Selain dari segi fisik, kandungan kimia pakan juga mempengaruhi juga mempengaruhi kualitas pakan. Penyusunan ransum pakan ikan mutlak mempertimbangkan kandungan makro nutrient, yakni protein, karbohidrat dan lemak. Nutrient-nutrien ini digunakan oleh ikan sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas metabolisme, mempertahankan kehidupan, memperbaiki sel-sel yang rusak serta untuk pertumbuhan. Persentase kandungan nutrient ini juga disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

Protein digunakan ikan sebagai sumber energi utama untuk pertumbuhan. Kebutuhan protein untuk ikan disesuaikan dengan stadia hidup, kebiasaan makan dan ukuran. Larva membutuhkan protein sampai pada level 45%. Kebutuhan ini akan berkurang seiring dengan pertambahan usia dan stadia. Ikan dengan kebiasaan makan karnivora membutuhkan protein dalam pakannya sekitar 40-50%, sedangkan herbivora dan omnivora membutuhkan sekitar 25-35% (Wilson, 1994). Perbedaan kebutuhan ini dipengaruhi struktur organ pencernaan dan

aktivitas enzim yang ada disekitar saluran pencernaan.

Ikan membutuhkan lemak sebagai sumber asam lemak dan energi metabolisme, untuk struktur selular dan pemeliharaan integritas membran. Kisaran kebutuhan lemak dalam pakan yaitu 15-20% (NRC, 1993). Kandungan lemak pada pakan yang dibuat dengan presentase penggunaan tepung kulit udang hasil fermentasi lebih rendah dibandingkan kebutuhan.

Nilai ini adalah nilai yang baik untuk kandungan serat kasar dalam pakan. Menurut NRC (1993), beberapa spesies ikan dapat mentolerir hingga 8% dari serat pada pakan, dan akan terjadi penurunan terhadap pertumbuhan apabila kadar serat dalam pakan mencapai 20%. Andriani and Pratama (2023), menyatakan kadar serat yang tinggi dalam pakan dapat mengganggu daya cerna dan daya serap dalam sistem pencernaan ikan.

Nilai karbohidrat yang kurang dari 12% dalam pakan buatan menunjukkan kesesuaian dengan kebutuhan untuk larva ikan yang bersifat karnivor, seperti bawal bintang, kakap putih dan kerapu cantang. Ikan-ikan yang bersifat karnivor kurang mampu memanfaatkan karbohidrat yang tinggi karena kurang mampu menghasilkan enzim amilase (pemecah karbohidrat) di sepanjang saluran pencernaannya dibandingkan ikan herbivora (Wilson, 1994).

Pakan yang mengandung karbohidrat tinggi pada ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) yang diberi pakan berkadar lemak tinggi (rasio karbohidrat/lemak) cenderung menggunakan banyak lemak sebagai sumber energi yang ditunjukkan pada nilai retensi lemak yang rendah (Tobuku, 2022). Hal yang serupa juga dilaporkan pada ikan red sea bream. Karbohidrat dapat berfungsi sebagai prekursor untuk asam amino dan asam nukleat, dan metabolisme intermediet yang diperlukan untuk pertumbuhan (Craig dan Helfrid, 2002).

Kualitas kimia pakan buatan menunjukkan kandungan nutrisi yang seimbang untuk menunjang pertumbuhan yang optimal, sehingga kualitas pakan dan diasumsikan pula sebagai kualitas protein. Kualitas protein suatu bahan makanan ditentukan oleh kandungan asam amino, khususnya asam amino esensial. Oleh

karena itu, kelengkapan asam-asam amino esensial dan asam amino non esensial dalam pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan pertumbuhan.

## KESIMPULAN

Penggunaan tepung kulit udang yang difermentasi berpengaruh terhadap daya apung pakan, tetapi tidak berpengaruh terhadap homogenitas dan kecepatan pecah pakan. Sedangkan penggunaan tepung kulit udang yang difermentasi tidak berpengaruh terhadap kandungan kimia pakan. Perlu adanya penggunaan teknologi dalam pembuatan pakan untuk membuat pakan dapat mengapung dalam waktu yang lebih lama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendanai penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle HL, Sadiku SOE, Orire AM, others. 2012– Development of Farm Made Floating Feed for Aquaculture Species. *International Journal of Advanced Biological Research*. 2,579–583.
- Andrini, Y. and Pratama, R.I. 2023. Tingkat Kecernaan Pakan Buatan Berlimbuan Tepung Ikan Sapu-Sapu dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) *Jurnal Torani*. 6(2).
- Afianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Yogyakarta: Kanisius.
- Balazs GH, Ross E, Brooks CC. 1973. Preliminary Studies on The Preparation and Feeding of Crustacean Diets. *Aquaculture* 8: 755–766.
- Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., Vittadini, E. 2014. Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. *JFood Science and Technology*. 59(1): 418- 425.

- Craig, S., Helfrich, L. A., Schwarz, M. 2009. *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Agricultural and Food Sciences.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2020. Laporan Kinerja Instansi Pemerintah Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2019.
- Handajani and Widodo. 2010. *Nutrisi Ikan*. Universitas Muhamadiyah Malang Press. Malang.
- Hermanto, E. M. P., and Nengseh, K. N. A. 2020. Pemanfaatan Limbah Udang (Kepala dan Kulit Udang) sebagai Bubuk Kaldu Pengganti Msg di Desa Medalem Sidoarjo. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/abadimas/article/view/2165>
- Irawati, Desilina, A., Damaris, P. 2023. Uji Fisik Pakan Ikan yang Menggunakan Binder Tepung Sagu. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. 1(8): 8-12.
- Lindasari, A. 2017. *Pembuatan Pakan Terapung Terfermentasi Saccharomyces cerevisiae Melalui Proses Non-ekstrusi*. IPB. Skripsi
- Mannaa, M. Han, G. Su-Seo, Y. and Park, I. 2021. Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. *Food Journal*. 10(11). Doi: 10.3390/foods10112861
- Mulyadi, A., Suprijatna, E., and Atmomarsono, U. 2017. Pengaruh Pemberian Tepung Limbah Udang Fermentasi dalam Ransum Puyuh terhadap Kualitas Telur. *Jurnal Agripet* Volume 17 Nomor 2. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v17i2.8069>
- Murtidjo, Bambang Agus. 2001. *Pedoman Meramu Pakan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- National Research Council (NRC).1993. *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington D.C.
- Putri, R.E. Sa'adah, R. and Sari S.R. 2021. Karakteristik Fisik Pakan Ikan Buatan dengan Substitusi Manure Ayam. *Jurnal Perikanan Air Tawar "Clarias"*. 2 (1). DOI: 10.56869/clarias.v2il.226.
- Saputra, R.A. 2016. Uji Kualitas Fisik Pakan Terapung Terfermentasi *Saccharomyces cerevisiae* melalui Proses Non-ekstrusi dan Deep Frying. Undergraduated Thesis. Bogor Agricultural University
- Tobuku, Ridwan. 2022. Pengaruh Pemberian Pakan Berbasis Ratio Karbohidrat dan Lemak Terhadap Kadar Lemak Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*. 2(2): 71-77.
- Wilson RP. Utilization of Dietary Carbohydrates by Fish. *Aquaculture*. 1994 Jul 1;124(1-4) p 67-80.
- Yulianto, Tri., Putri, Dwi Septiani., Miranti, Shavika., dan Putra, Wiwin Kusuma Atmaja. 2021. Utilization of Shrimp Shell Waste as Alternative Raw for Mariculture. *E3S Web of Conferences* 324, 03006, doi: 10.1051/e3sconf/202132403006.
- Zaman, A.B. 2017. Karakteristik Fisik, Kimia, dan Biologis Pakan Ikan Apung Hasil Fermentasi Menggunakan Kapang *Rhizopus oryzae*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.