

Signifikansi daya cerna dan rasio konversi pakan yang dilapisi tepung kopepoda (*Oithona* sp.) Pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) : suatu aplikasi praktis

Significance of the digestibility and the feed conversion ratio which copepoda (*Oithona* sp.) Flour-coated in vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*): a practical application

**Heriansah^{1*}, Nursyahrani², Fathuddin², Frida Alifia³,
Muhammad Rifal³, Abd. Anzar³, Reza F. Muhammad³**

¹Sumber Daya Akuatik, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

²Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

³Budidaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa
Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Makassar, 90245, Sulawesi Selatan

* Correspondence author : heriansah.itbm.bd@gmail.com

ABSTRAK

Aplikasi praktis untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemanfaatan pakan dibutuhkan oleh pembudidaya untuk meningkatkan produktivitas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Untuk itu, pelapisan tepung kopepoda (*Oithona* sp.) pada pakan buatan dievaluasi guna mengetahui daya cerna dan rasio konversi pakan. Eksperimen menggunakan akuarium 20x20x30 (cm) dengan volume air 8 liter. *Oithona* sp. yang telah dikultur selanjutnya dibuat tepung sebagai bahan pelapis pada pakan buatan. Udang vaname dengan bobot awal $2,15 \pm 0,03$ g diberi pakan perlakuan sebanyak tiga kali sehari selama 35 hari eksperimen dengan metode blind feeding. Empat kelompok perlakuan dengan tiga ulangan dievaluasi, masing-masing pelapisan 0 g, 1 g, 2 g, dan 3 g per 100 g pakan. Kecernaan protein dan rasio konversi pakan pada pelapisan tepung kopepoda 3 g ($86,00 \pm 1,40\%$ dan $1,14 \pm 0,02$), 2 g ($84,07 \pm 1,78\%$ dan $1,19 \pm 0,04$), dan 1 g ($80,78 \pm 1,36\%$ dan $1,32 \pm 0,03$) secara signifikan lebih tinggi daripada 0 g atau tanpa pelapisan ($70,55 \pm 2,76\%$ dan $1,52 \pm 0,08$). Kualitas air selama pemeliharaan kondusif untuk pemeliharaan udang vaname. Suhu pada rentang 29-30°C, oksigen terlarut 4,8-4,9 mg/L, salinitas 10-15 ppt, dan pH 7,1-7,3. Hasil studi mengungkapkan bahwa daya cerna dan konversi pakan udang vaname dapat ditingkatkan dengan pelapisan tepung kopepoda pada pakan buatan.

Kata kunci: daya cerna, konversi pakan, kopepoda, pelapisan pakan, udang vaname

ABSTRACT

Practical applications to improve the effectiveness and efficiency of feed utilization are needed by farmers to increase the productivity of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). For this reason, the coating of copepod flour (*Oithona* sp.) on artificial feed was evaluated to determine the digestibility and feed conversion ratio. The experiment used an aquarium of 20x20x30 (cm) with a volume of 8 liters of water. *Oithona* sp. which has been cultured is then made into flour as a coating material on artificial feed. Vannamei shrimp with an initial weight of 2.15 ± 0.06 g were given treatment fed three times a day for 35 days of experiments with the blind feeding method. Four treatment groups with three replications were evaluated, each coating 0 g, 1 g, 2 g, and 3 g per 100 g feed. Protein digestibility and feed conversion ratio on copepod flour coating 3 g ($86.00 \pm 1.40\%$ and 1.14 ± 0.02), 2 g ($84.07 \pm 1.78\%$ and 1.19 ± 0.04), and 1 g ($80.78 \pm 1.36\%$ and 1.32 ± 0.03) were significantly higher than 0 g or without coating ($70.55 \pm 2.76\%$ and 1.52 ± 0.08). Water quality were maintained within acceptable ranges for vannamei culture. Temperature in the range of 29-30°C, dissolved oxygen 4.8-4.9 mg L⁻¹, salinity 10-15 ppt, and pH 7.1-7.3. The results of the study revealed that the digestibility and the feed conversion ratio of vannamei shrimp could be improved by coating copepod meal on artificial feed.

Keywords: copepods, digestibility, feed coating, feed conversion, vannamei shrimp

PENDAHULUAN

Sebagian besar studi berkesimpulan bahwa pakan buatan berkontribusi lebih 50% dari total biaya produksi sehingga mempengaruhi profitabilitas (Braga et al., 2016; Sánchez-Muros et al., 2020). Selain itu, pengaruh negatif limbah pakan (sisa pakan dan feses) telah menjadi isu utama untuk akuakultur berkelanjutan (Dauda et al., 2019). Sementara itu, pakan buatan adalah keniscayaan dalam meningkatkan produksi budidaya. Pertumbuhan pada semua fase umumnya ditentukan oleh jumlah nutrisi yang disediakan melalui pakan (Barani et al., 2019; Craig et al., 2017). Fenomena ekonomi, ekologi, dan biologi yang kompleks dari pakan buatan sampai saat ini belum teratasi dengan baik. Hal ini mengindikasikan lebih banyak studi diperlukan untuk mengeksplorasi produk dan cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan.

Kopepoda (*Oithona* sp.) merupakan zooplankton terpenting sebagai makanan alami organisme akuatik yang keberadaannya melimpah di perairan laut, payau, dan tawar (Ismi et al., 2021; Kurdi et al., 2012; Kwok et al., 2015; Sanoamuang & Dabseepai, 2021). Beberapa studi melaporkan bahwa kopepoda dari genus *Oithona* memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan spesifik. Karlsen et al. (2015) menemukan kandungan protein, taurin, mineral, dan lemak (Eicosapentaeonic Acid-EPA, Docosahexaenoic Acid=DHA, dan asam lemak) *Oithona* sp. lebih tinggi daripada *Artemia* dan rotifera. Kopepoda sebagai pakan hidup terbukti dapat meningkatkan produksi larva ikan kerapu (*Siganus* spp.), kuda laut (*Hippocampus* sp.), ikan kakap (*Lutjanus* sp.), ikan kod (*Gadus* sp.), dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Aliah et al., 2010; Karlsen et al., 2015; Redjeki, 2007; Santhanam & Perumal, 2012).

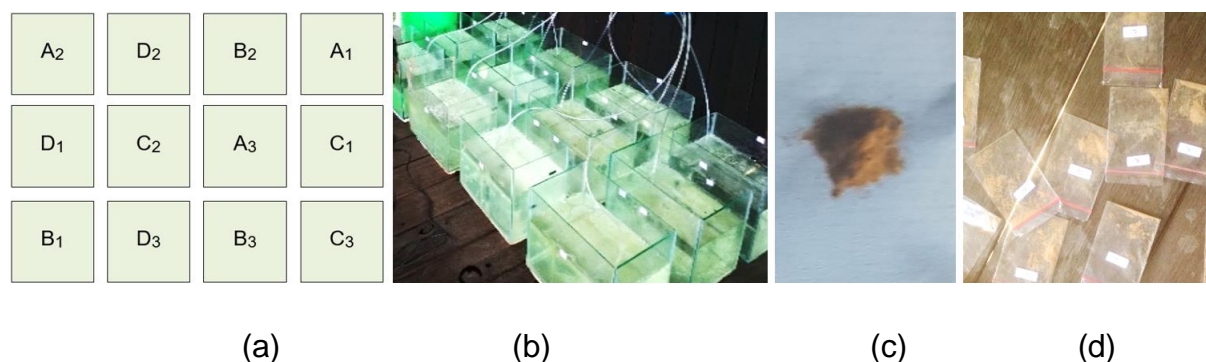
Potensi nutrisi kopepoda sebagai pakan larva, khususnya pada budidaya udang perlu dieksplorasi untuk stadia juvenil. Namun, kopepoda memiliki ukuran yang sangat kecil antara 60-400 µm dan juga aktif bergerak (Ismi et al., 2021; Lestari et al., 2018; Michalec et al., 2017; Nugraha & Hismayasari, 2011). Sementara itu, semakin besar ukuran udang semakin sulit menangkap makanan yang berukuran kecil. Pada konteks ini, kopepoda pada pakan buatan sebagai bahan suplemen relevan dilakukan. Adopsi pendekatan formulasi berbasis nutrisi melalui enkapsulasi, pelapisan, dan polimerisasi

bahan suplemen fungsional dapat meningkatkan efisiensi pakan (Alemayehu et al., 2018; Nunes et al., 2019).

Beberapa studi melaporkan bahan suplemen pada pakan dapat meningkatkan kinerja produksi udang (Ilham et al., 2019; Rachmawati & Samidjan, 2018; Ridlo & Subagiyo, 2013; Widyantoko et al., 2015). Sepengetahuan kami, penelitian ini adalah studi pertama yang menggunakan tepung kopepoda sebagai bahan suplemen pakan. Pada penelitian ini, kopepoda *Oithona* sp. diaplikasikan secara praktis dalam bentuk tepung yang dilapiskan ke pakan buatan. Daya cerna dan rasio konversi pakan dievaluasi untuk menemukan dosis terbaik untuk juvenil udang vaname yang merupakan spesies udang terpenting di Indonesia.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Air Payau Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa. Eksprimen yang dilakukan di akuarium berukuran 20x20x30 (cm) didesain dengan tata letak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1a dan 1b. Sebanyak 192 juvenil udang vaname dengan bobot awal $2,15 \pm 0,06$ g setelah 3 hari dibak aklimatisasi ditentukan secara acak untuk ditebar dengan kepadatan 16 ekor per akuarium. Setiap unit akuarium diisi dengan 8 L air payau dengan parameter kualitas air yang kondusif untuk kehidupan juvenil udang vaname.



Gambar 1. Ilustrasi dan gambar penelitian: (a) tata letak unit eksperimen, (b) pengaturan akuarium, (c) tepung kopepoda, (d) pakan eksperimen.

Pakan eksperimen disiapkan secara praktis mengikuti metode (Heriansah et al., 2021). Kopepoda jenis *Oithona* sp. hasil kultur terlebih dahulu dikeringkan dengan sinar

matahari kemudian diblender dan diayak dengan ukuran mesh 60 hingga berbentuk tepung (Gambar 1c). Empat dosis tepung kopepoda (A = 0 g, B = 1 g, C = 2 g, dan D = 3 g) masing-masing dimasukkan dan diaduk pada 10 mL air tawar. Selanjutnya dicampurkan secara homogen pada 100 g pakan komersil dengan 2 g putih telur sebagai perekat. Selain itu, 1 g kromium oksida (Cr_2O_2) ditambahkan sebagai indikator pencernaan (Qiu et al., 2018). Pakan eksperimen selanjutnya dikeringanginkan dan siap untuk aplikasikan (Gambar 1d).

Empat pakan eksperimen dan tiga ulangan masing-masing diberikan 3 kali sehari (pukul 07.00, 12.00, 17.00 WITA) secara satiasi (Jana et al., 2021). Sistem aerasi menggunakan aerator yang dihubungkan dengan selang plastik dialirkan secara kontinyu ke setiap unit eksperimen. Parameter kualitas air selama 35 hari dipertahankan pada kisaran suhu 28-30°C, oksigen terlarut >4 mg/L, salinitas 15-30 mg/L, pH 7,0-8,5 (Mustafa et al., 2022; Suwoyo & Hendrajat, 2021), dimonitoring secara harian dengan menggunakan termometer digital CE, DO meter Lutron DO-5509, refraktometer ATC, dan Lutron PH-201 digital.

Untuk evaluasi daya cerna protein, sampel feses udang mulai dikumpulkan setelah 7 hari eksperimen, setiap 30 menit setelah pemberian pakan (Tsai et al., 2019). Feses yang terkumpul dibilas dengan air suling dan dimasukkan dalam botol film kemudian disimpan dilemari pendingin. Prosedur ini diulang selama 15 hari sampai sampel feses dari semua unit eksperimen mencapai 12 g basah. Sampel selanjutnya dikeringkan untuk dianalisis kimia dilaboratorium. Kadar Cr_2O_2 dan protein dalam pakan dan feses ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dan metode Kjeldahl (Qiu et al., 2018). Kalkulasi daya cerna menggunakan persamaan berdasarkan Tsai et al. (2019) sebagai berikut:

$$\text{Daya cerna protein (\%)} = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_2 \text{ pakan}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_2 \text{ feses}} \right) \times \left(\frac{\% \text{protein feses}}{\% \text{protein pakan}} \right) \right]$$

Jumlah pakan yang digunakan juga dicatat secara harian dan diakumulasi pada akhir penelitian untuk mengevaluasi rasio konversi pakan. Selain itu, 10 ekor sampel udang vaname per unit eksperimen ditimbang dengan digital Camry EHA401 setiap interval 7 hari. Kalkulasi rasio konversi pakan menggunakan persamaan Jana et al. (2021) sebagai berikut:

$$\text{Rasio Konversi Pakan (RKP)} = \frac{\text{Jumlah pakan yang digunakan (g)}}{\text{Pertambahan bobot udang (g)}}$$

Data cerna dan rasio konversi pakan dinyatakan dengan angka rata-rata \pm standar deviasi (SD). Selanjutnya, daya cerna dan rasio konversi pakan yang berdistribusi normal dan homogen dianalisis melalui analisis ragam satu arah dan uji Tukey pada tingkat signifikansi 95% ($P < 0,05$).

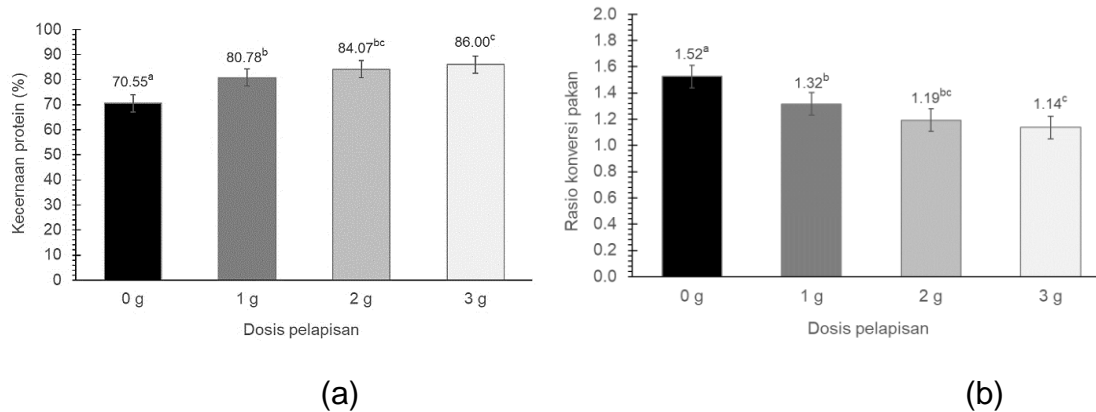
HASIL DAN PEMBAHASAN

Udang vaname merupakan komoditi andalan budidaya di tambak air payau sekaligus produk utama di sektor perikanan Indonesia (Mustafa et al., 2022; Suwoyo & Hendrajat, 2021; Zubaidah & Yuhana, 2016). Tipikal budidaya air payau di Indonesia didominasi sekitar 80% pembudidaya skala kecil (Wati, 2018) yang mungkin membutuhkan aplikasi praktis untuk meningkatkan produksinya (Heriansah et al., 2021), termasuk pengelolaan pakan buatan. Penelitian ini secara praktis melapiskan tepung kopepoda *Oithona* sp. sebagai bahan suplemen ke pakan udang vaname. *Oithona* sp. merupakan kopepoda yang tersebar hampir diseluruh perairan Indonesia sehingga mudah diisolasi dan dikoleksi, bahkan mudah dikultur secara massal (Aliah et al., 2010; Kurdi et al., 2012; Lestari et al., 2018).

Hasil analisis proksimat tepung *Oithona* sp. menunjukkan kadar protein sebesar 43,69%. Nilai protein *Oithona* sp ini lebih rendah daripada temuan Perumal et al. (2009) yang mendapatkan protein 59,5-69,6%. Proses pengeringan dan penepungan diduga menjadi penyebab terjadinya variasi kadar protein pada penelitian ini (Heshe et al., 2016). Selain itu, kualitas nutrisi kopepoda, termasuk nilai proteinnya, juga memungkinkan dipengaruhi oleh makronutrien dan mikronutrien pada medium kulturnya (Martínez-Córdova et al., 2012; Rasdi & Qin, 2016). Dibandingkan dengan protein tepung ikan 61,5-64,6% (Cho & Kim, 2011; Oujifard et al., 2012) yang merupakan sumber utama protein pada pakan, protein tepung kopepoda tidak terlalu jauh berbeda, meskipun masih lebih rendah dibandingkan tepung ikan.

Sejalan dengan kadar protein tepung *Oithona* sp., hasil analisis proksimat pakan yang dilapisi tepung *Oithona* sp. menunjukkan peningkatan protein seiring dengan peningkatan dosis pelapisan, masing-masing 30,42% pada dosis 0 g (kontrol), 47,25%

pada dosis 1 g, 48,63% pada dosis 2 g, dan 50,25% pada dosis 3 g. Berdasarkan dosis pelapisan tersebut, nilai pencernaan protein dan rasio konversi pakan udang vaname relatif bervariasi (Gambar 2).



Gambar 2.(a) pencernaan protein pakan, (b) ratio konversi pakan udang vaname yang dilapisi tepung kepepoda.

Kecernaan dan rasio konversi pakan merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan dalam menentukan pemanfaatan pakan karena merefleksikan persentase pakan yang diserap oleh udang (Oujifard et al., 2012). Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa suplementasi tepung kepepoda *Oithona* sp. pada pakan berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap pencernaan protein dan rasio konversi pakan udang vaname. Kecernaan protein tertinggi pada dosis 3 g secara signifikan ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dosis 1 g dan 0 g, tetapi tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$) dengan dosis 2 g (Gambar 2a). Hasil ini konsisten pada rasio konversi pakan dengan signifikansi pengaruh yang sama pada pencernaan protein. Temuan penting pada penelitian ini bahwa pencernaan protein dan rasio konversi pakan udang vaname yang diperoleh pada pakan yang dilapisi tepung kepepoda secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pada pakan yang tidak dilapisi dengan tepung kepepoda.

Protein adalah nutrisi paling mahal dalam diet praktis untuk budidaya udang (Ayisi et al., 2017). Sejauh ini tidak diperoleh informasi pencernaan protein pakan yang dilapisi dengan bahan suplemen pada udang vaname. Informasi yang diperoleh terbatas pada pencernaan protein pakan yang diformulasi dengan bahan suplemen (harga yang lebih mahal), seperti tepung kacang (93,18), tepung jagung (87,89%), tepung hasil samping udang (84,71%), tepung daging dan tulang (73,88%), tepung ikan (91,62%) (Yang et

al., 2009). Sementara itu, rasio konversi pakan yang dilapisi prebiotik fruktooligosakarida (Ridlo & Subagiyo, 2013) dan probiotik (Indariyanti & Aprilia, 2021) masing-masing 1,38 dan 1,39. Nilai rasio konversi pakan yang lebih rendah menunjukkan pemanfaatan pakan yang lebih baik (Fry et al., 2018).

Pada penelitian ini, dengan meningkatnya dosis pelapisan tepung kopepoda, rata-rata daya cerna dan rasio konversi pakan udang vaname meningkat dengan trend linear yang positif. Hasil penelitian ini sesuai dengan harapan bahwa suplementasi tepung kopepoda pada pakan dapat menghasilkan daya cerna dan rasio konversi pakan yang lebih baik. Oleh karena itu, tepung kopepoda dapat menjadi sumber protein penting yang potensial pada udang vaname dan berkinerja baik untuk daya cerna dan rasio konversi pakan. Hal ini dapat dikaitkan dengan kadar protein yang dikandung oleh tepung kopepoda yang relatif tinggi sehingga logis jika semakin tinggi dosis pelapisan, semakin memungkinkan kandungan protein pakan yang dikonsumsi semakin meningkat. Kandungan protein pada pakan sangat mempengaruhi pencernaan protein dan rasio konversi pakan karena terkait dengan ketersediaan protein yang akan diserap oleh hewan akuatik (Sánchez-Muros et al., 2020; Yang et al., 2009).

Kualitas air berperan penting untuk mendukung produksi budidaya udang vaname (Mustafa et al., 2022; Suwoyo & Hendrajat, 2021). Parameter kualitas air yang tercatat pada pagi dan sore selama 35 hari penelitian (Tabel 1) tidak bervariasi jauh pada setiap dosis pelapisan dan semuanya berada pada kisaran yang kondusif bagi udang vaname sebagai spesies eurihalin dan eurithermal (Teng et al., 2017).

Tabel 1. Parameter kualitas air dari setiap dosis pelapisan selama 35 hari periode eksperimen

Parameter	Dosis pelapisan				Kisaran optimal
	0 g	1 g	2 g	3 g	
Suhu (°C)	28,1-29,9	28,2-30,0	28,2-30,0	28,2-29,9	28-30°C ¹
Oksigen terlarut (mg/L)	4,8-5,1	4,9-5,1	4,9-5,0	4,9-5,1	>4 mg/L ¹
Salinitas (ppt)	15,8-16,1	15,9-16,1	15,8-16,2	15,9-16,2	15-30 ²
pH	7,1-7,2	7,1-7,2	7,1-7,2	7,2-7,3	7,0-8,5 ²

¹(Mustafa et al., 2022); ²(Suwoyo & Hendrajat, 2021)

SIMPULAN

Studi ini adalah yang pertama menyelidiki pelapisan tepung kopepoda secara praktis pada pakan buatan. Terlepas dari studi yang dilakukan pada skala laboratorium, hasil kami memberikan indikasi positif tentang peningkatan daya cerna dan rasio konversi pakan udang vaname seiring dengan peningkatan dosis pelapisan tepung kopepoda *Oithona* sp. Pelapisan tepung kopepoda 3 g per 100 g pakan menghasilkan kecernaan protein ($86,00 \pm 1,40\%$) dan rasio konversi pakan ($1,14 \pm 0,02$) terbaik. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan aplikasi praktis ini, terutama melalui penyelidikan zat anti nutrisi dan kemungkinan pencucian (*leaching*) dari tepung kopepoda setelah dilapiskan ke pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemayehu, T. A., Geremew, A., & Getahun, A. (2018). The role of functional feed additives in tilapia nutrition. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 09(02). <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000249>
- Aliah, R. S., Kusmiyati, & Yaniharto, D. (2010). Pemanfaatan copepoda *Oithona* sp. sebagai pakan hidup larva ikan kerapu. *Sains dan Teknologi Indonesia*, 12(1), 45–52.
- Ayisi, C. L., Hua, X., Apraku, A., Afriyie, G., & Kyei, B. A. (2017). Recent studies toward the development of practical diets for shrimp and their nutritional requirements. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(3), 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.09.004>
- Barani, H. K., Dahmardeh, H., Miri, M., & Rigi, M. (2019). The effects of feeding rates on growth performance, feed conversion efficiency and body composition of juvenile snow. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(3), 507–516. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.118285>
- Braga, A., Magalhães, V., Hanson, T., Morris, T. C., & Samocha, T. M. (2016). The effects of feeding commercial feed formulated for semi-intensive systems on *Litopenaeus vannamei* production and its profitability in a hyper-intensive biofloc-dominated system. *Aquaculture Reports*, 3, 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.03.002>
- Cho, J. H., & Kim, I. H. (2011). Fish meal – nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 685–692. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01109.x>
- Craig, S., Kuhn, D., & Schwarz, M. (2017). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. *Virginia Cooperative Extension*, 1–6.
- Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S., & Akinwole, A. O. (2019). Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture

- systems. *Aquaculture and Fisheries*, 4(3), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.002>
- Fry, J. P., Mailloux, N. A., Love, D. C., Milli, M. C., & Cao, L. (2018). Feed conversion efficiency in aquaculture: Do we measure it correctly? *Environmental Research Letters*, 13(2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa273>
- Heriansah, Nursyahrhan, Nursidi, Nursida, N. F., & Najamuddin. (2021). Practical application of sea urchin shell flour supplementation as a stimulant moulting in vannamei shrimp. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 10(2), 107–114.
- Heshe, G. G., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Gemedede, H. F. (2016). Effect of conventional milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in Ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread. *Food Science and Nutrition*, 4(4), 534–543. <https://doi.org/10.1002/fsn3.315>
- Ilham, M., Nur, I., & Hamzah, M. (2019). Potensi ubi jalar varietas sukuh manis (*Ipoemea batatas* L) sebagai prebiotik yang berperan dalam pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Media Akuatika*, 4(4), 160–167. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JMA/article/view/10549>
- Indariyanti, N., & Aprilia, T. (2021). Probiotic supplementation in feed on nutritional quality, feed efficiency, and the growth of vannamei shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012044>
- Ismi, S., Yusup, D. S., & Anjani, S. (2021). Pengamatan pertumbuhan copepod sebagai persediaan pakan alami. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 261–286. <http://www.tjybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Jana, P., Prasad Sahu, N., Sardar, P., Shamna, N., Varghese, T., Dharmendra Deo, A., Harikrishna, V., Paul, M., Panmei, H., Gupta, G., Nanda, C., & Krishna, G. (2021). Dietary protein requirement of white shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) juveniles, reared in inland ground water of medium salinity. *Aquaculture Research*, 52(6), 2501–2517. <https://doi.org/10.1111/are.15100>
- Karlsen, Ø., van der Meer, T., Rønnestad, I., Mangor-Jensen, A., Galloway, T. F., Kjørsvik, E., & Hamre, K. (2015). Copepods enhance nutritional status, growth and development in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) larvae - Can we identify the underlying factors? *PeerJ*, 2015(5), 1–27. <https://doi.org/10.7717/peerj.902>
- Kurdi, Suwitra, I. N., & Mujimin. (2012). Kultur massal copepoda (ordo cyclopoida) dalam bak dengan penambahan pakan yang berbeda. *Bul. Tek. Lit. Akuakultur*, 12(2), 103–106.
- Kwok, K. W. H., Souissi, S., Dur, G., Won, E. J., & Lee, J. S. (2015). Copepods as references species in estuarine and marine waters. In *Aquatic Ecotoxicology: Advancing Tools for Dealing with Emerging Risks*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800949-9.00012-7>
- Lestari, I., Suminto, & Yuniarti, T. (2018). Penggunaan Copepoda, *Oithona* sp. sebagai substitusi *Artemia* sp. terhadap larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 90–98.
- Martínez-Córdova, L. R., Campaña-Torres, A., Martínez-Porchas, M., López-Elías, J. A., & García-Sifuentes, C. O. (2012). Effect of alternative mediums on production

- and proximate composition of the microalgae *Chaetoceros muelleri* as food in culture of the copepod *Acartia* sp. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 169–176. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue1-fulltext-16>
- Michalec, F. G., Fouxon, I., Souissi, S., & Holzner, M. (2017). Zooplankton can actively adjust their motility to turbulent flow. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(52), E11199–E11207. <https://doi.org/10.1073/pnas.1708888114>
- Mustafa, A., Paena, M., Athirah, A., Ratnawati, E., Asaf, R., Suwoyo, H. S., Sahabuddin, S., Hendrajat, E. A., Kamaruddin, K., Septiningsih, E., Sahrijanna, A., Marzuki, I., & Nisaa, K. (2022). Temporal and spatial analysis of coastal water quality to support application of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* intensive pond technology. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052659>
- Nugraha, M. F. I., & Hismayasari, I. B. (2011). Copepoda: Sumbu kelangsungan biota akuatik dan kontribusinya untuk akuakultur. *Media Akuakultur*, 6(1), 13. <https://doi.org/10.15578/ma.6.1.2011.13-20>
- Nunes, A. J. P., Sabry-Neto, H., Oliveira-Neto, S., & Burri, L. (2019). Feed preference and growth response of juvenile *Litopenaeus vannamei* to supplementation of marine chemoattractants in a fishmeal-challenged diet. *Journal of the World Aquaculture Society*, 50(6), 1048–1063. <https://doi.org/10.1111/jwas.12648>
- Oujifard, A., Seyfabadi, J., Kenari, A. A., & Rezaei, M. (2012). Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. *Aquaculture*, 343–343, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.038>
- Perumal, P., Mayalagu, R., & Santhanam, P. (2009). Biochemical composition of wild copepods, *Acartia spinicauda* and *Oithona similis*, from Parangipettai coastal waters in relation to environmental parameters. *Journal of Environmental Biology*, 30(6), 995–1005.
- Qiu, X., Nguyen, L., & Davis, D. A. (2018). Apparent digestibility of animal, plant and microbial ingredients for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(3), 930–939. <https://doi.org/10.1111/anu.12629>
- Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2018). Engineering technology of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) intensive system culture with the supplementation of phytase enzyme in the diet. *Omni-Akuatika*, 14(2), 138–148.
- Rasdi, N. W., & Qin, J. G. (2016). Improvement of copepod nutritional quality as live food for aquaculture: A review. *Aquaculture Research*, 47(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/are.12471>
- Redjeki, S. (2007). Pemberian copepoda tunggal dan kombinasi sebagai pakan alami kuda laut (*Hippocampus kuda*). *Ilmu Kelautan*, 12(1), 1–5.
- Ridlo, A., & Subagiyo. (2013). Pertumbuhan, rasio konversi pakan dan kelulushidupan udang *litopenaeus vannamei* yang diberi pakan dengan suplementasi prebiotik FOS (Fruktooligosakarida). *Buletin Oseanografi Marina*, 2(4), 1–8.
- Sánchez-Muros, M. J., Renteria, P., Vizcaino, A., & Barroso, F. G. (2020). Innovative protein sources in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 186–203. <https://doi.org/10.1111/raq.12312>
- Sanoamuang, L. O., & Dabseepai, P. (2021). Diversity, distribution, and habitat

- occurrence of the diaptomid copepods (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae) in freshwater ecosystems of hailand. *Water (Switzerland)*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/w13172381>
- Santhanam, P., & Perumal, P. (2012). Evaluation of the marine copepod *Oithona rigida* Giesbrecht as live feed for larviculture of Asian seabass *Lates calcarifer* Bloch with special reference to nutritional value. *Indian Journal of Fisheries*, 59(2), 127–134.
- Suwoyo, H. S., & Hendrajat, E. A. (2021). High density aquaculture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in controlled tank. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 777(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012022>
- Teng, T., Liang, L., Chen, K., Xi, B., Xie, J., & Xu, P. (2017). Isolation, identification and phenotypic and molecular characterization of pathogenic *Vibrio vulnificus* isolated from *Litopenaeus vannamei*. *PLoS ONE*, 12(10), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186135>
- Tsai, C. Y., Chi, C. C., & Liu, C. H. (2019). The growth and apparent digestibility of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, are increased with the probiotic, *Bacillus subtilis*. *Aquaculture Research*, 50(5), 1475–1481. <https://doi.org/10.1111/are.14022>
- Wati, L. A. (2018). Analyzing the development of Indonesia shrimp industry Analyzing the development of Indonesia shrimp industry. *Asean-Fen International Fisheries Symposium – 2017*, 1–6.
- Widyantoko, W., Pinandoyo, & Herawati, V. E. (2015). Optimization addition of flour brown seaweed (*Sargassum* sp.) which different in feed on growth and survival rate of juvenile tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 9–17.
- Yang, Q., Zhou, X., Zhou, Q., Tan, B., Chi, S., & Dong, X. (2009). Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquaculture Research*, 41(1), 78–86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02307.x>
- Zubaidah, A., & Yuhana, M. (2016). Encapsulated synbiotic dietary supplementation at different dosages to prevent vibriosis in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 22(4), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2015.10.007>