

Hydrolysed Fish Peptide, Turmeric and Garlic Powder Supplementation to Reducing *Vibrio* Bacteria in *Litopenaeus vannamei*

Lilik Setiyaningsih^{1*}, Ren Fitriadi¹, Baruna Kusuma¹, Jefri Anjaini¹, Purnama Sukardi¹

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia;

Article History

Received : April 02th, 2025

Revised : May 05th, 2025

Accepted : May 06th, 2025

*Corresponding Author: **Lilik Setiyaningsih**, Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia;
Email:

lilik.setiyaningsih@unsoed.ac.id

Abstract: Vibriosis disease caused by *Vibrio* bacteria is one of the main challenges in vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming, as it can cause high mortality rates and decreased productivity. This study aims to evaluate the effectiveness of a combination of natural immunostimulants in turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) combined with hydrolysis of fish peptides in suppressing *Vibrio* spp. bacterial populations in the hepatopancreas organs. The study was conducted for 30 days using a completely randomised design of four treatments and three replications. Treatment A (feed+turmeric75%+garlic25%+fish peptide hydrolysis2%), Treatment B (feed+turmeric50%+garlic50%+fish peptide hydrolysis2%), Treatment C (feed+turmeric25%+garlic75%+fish peptide hydrolysis2%), and Treatment K (feed without immunostimulant and fish peptide hydrolysis). Total *Vibrio* spp. bacteria were counted using the total plate count method on the hepatopancreas organ of the shrimp. The results showed that the immunostimulant combination of turmeric 75%, garlic 25%, and fish peptide hydrolysis 2% (treatment A) significantly reduced the total number of *Vibrio* spp. bacteria in the hepatopancreas to 2.45 ± 0.213 log CFU/ml compared to the control. The combination of turmeric and garlic immunostimulants and fish peptide hydrolysis has the potential to be an effective natural strategy in controlling vibriosis disease in shrimp farming.

Keywords: Fish peptide hydrolysis, garlic, immunostimulant, *Litopenaeus vannamei*, turmeric, vibriosis.

Pendahuluan

Serangan bakteri vibrio dalam budidaya udang merupakan permasalahan serius yang berdampak negatif terhadap produktivitas dan keberlanjutan industri akuakultur (Ibrahim et al., 2021). Bakteri vibrio dikenal sebagai patogen utama yang menyebabkan penyakit vibriosis pada udang (Gosh et al., 2021), dengan gejala klinis hepatopankreas pucat (Gan et al., 2022), telson lemah, mulut berwarna gelap dan kemerahan, bercak merah di bagian tubuh, nekrosis serta mortalitas tinggi (Sarjito et al., 2018). Infeksi bakteri ini dapat menyebabkan penurunan nafsu makan (Haryani et al., 2022), anorexia (Saptani et al., 2020), terhambatnya pertumbuhan (Valente

dan Wan, 2020) hingga kematian masal mencapai 80-100% (Aminzare et al., 2018). Penyakit vibriosis merupakan tantangan signifikan dalam budidaya udang, termasuk udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Salah satu penanganan yang sering dilakukan dalam mengatasi serangan bakteri vibrio adalah melalui penggunaan antibiotik, namun penggunaan antibiotik dapat meninggalkan masalah baru yaitu resistensi antibiotik (Roman et al., 2015, Zhao et al., 2020) pada mikroorganisme perairan dan residu antibiotik pada jaringan tubuh (Lee et al., 2014). Perlu adanya usaha yang tepat untuk menggantikan penggunaan antibiotik pada lingkungan budidaya. Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan bahan alami

sebagai agen antibakteri dalam pakan udang (Nguyen et al., 2023 dan Zhu et al., 2020).

Beberapa bahan alami yang dapat digunakan diantaranya adalah bawang putih dan kunyit. Bawang putih (*Allium sativum*) dikenal memiliki sifat antibakteri (Chirawithayaboon et al., 2020) yang efektif terhadap berbagai bakteri patogen (Gabriel et al., 2022). Bawang putih mengandung senyawa allicin yang berperan sebagai antibiotik alami (Bhatwalkar et al., 2021) dan dikenal sebagai fitoaktif dalam antibakteri (Nazzaro et al., 2022), imunomodulatori (Chavan et al., 2020) dan antioksidan (Razek et al., 2024). Senyawa allicin dapat meningkatkan kinerja flora usus sehingga mampu meningkatkan pencernaan (Jahanjoo et al., 2018). Bawang putih diketahui dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan ketahanan terhadap penyakit pada berbagai spesies ikan (Gutierrez et al., 2021).

Sementara itu, kunyit telah lama dikenal sebagai tanaman herbal dengan berbagai manfaat kesehatan, termasuk sebagai imunostimulan dalam budidaya udang. Kunyit diketahui merupakan bahan alami yang dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* spp. (Abdulaziz et al., 2023). Kandungan kurkumin pada udang dapat digunakan sebagai senyawa antibiotik dan antibakteri (Nath et al., 2021), sehingga pemanfaatan kunyit diharapkan mampu menurunkan populasi bakteri *Vibrio* spp. pada organ hepatopankreas udang. Imunostimulan yang berasal dari kombinasi kunyit dan bawang putih dapat digunakan bersamaan dengan bahan atraktan dari hidrolisa peptida ikan. Pemanfaatan hidrolisa peptida ikan untuk meningkatkan peran imunostimulan yang diberikan perlu untuk diketahui lebih lanjut.

Studi mengenai bahan suplementasi kunyit dan bawang putih telah dilakukan sebelumnya, namun kombinasi bersamaan dengan hidrolisa peptida ikan untuk pengendalian infeksi bakteri *vibrio* belum banyak dilakukan. Hidrolisa peptida ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan atraktan alami dalam pakan hewan akuatik yang mampu meningkatkan konsumsi pakan (Lorenz et al., 2021) serta berpotensi sebagai antioksidan (Hou et al., 2017) dan meningkatkan respon imun (Siddik et al., 2020). Hidrolisat peptida memiliki kandungan asam amino bebas dan

senyawa volatil yang efektif dalam merangsang nafsu makan dan meningkatkan efisiensi pakan (Hou et al., 2022). Penggunaan kombinasi hidrolisa peptida ikan dengan kunyit dan bawang putih sebagai imunostimulan diharapkan dapat meningkatkan peran dan penyerapan imunostimulan sehingga mampu menurunkan jumlah populasi bakteri *Vibrio* spp. pada udang.

Bahan dan Metode

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan meliputi: Perlakuan A (pakan+imunostimulan kunyit 75%+bawang putih 25%+hidrolisa peptida ikan 2%); Perlakuan B (pakan+imunostimulan kunyit 50%+bawang putih 50%+hidrolisa peptida ikan 2%); Perlakuan C (pakan+imunostimulan kunyit 25%+bawang putih 75%+hidrolisa peptida ikan 2%); perlakuan kontrol (pakan tanpa pemberian imunostimulan dan hidrolisa peptida ikan).

Prosedur penelitian dimulai dari persiapan imunostimulan dari kunyit dan bawang putih serta pembuatan hidrolisa peptida ikan, pemeliharaan hewan uji, sampling dan analisa data. Data total bakteri dianalisa menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%, data yang berbeda nyata diuji menggunakan uji lanjut Duncan.

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari tahun 2025 di Laboratorium Program Studi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universita Jenderal Soedirman. Hewan uji pada penelitian ini adalah larva udang vaname (*L. vannamei*) berukuran $0,037 \pm 0,011$ gram. Udang dipelihara selama 30 hari pada akuarium berukuran 30 liter dengan kepadatan 50 ekor dan diberikan pakan sebanyak 3% dari bobot udang dengan pakan komersil kandungan protein 40%. Sampling total bakteri *vibrio* spp. dilakukan pada hari ke-0, ke-20 dan ke-30 menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*) dan pengambilan sampel dilakukan secara acak.

Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi autoclaf, oven, blander, bunsen, laminar air flow, erlenmeyer, vortex, hot plate, inkubator, inkubator shaker, pertidisk, *micropipette*, jarum ose, tabung reaksi, alumunium foil, kasa steril, gelas baker, botol spray, timbangan elektrik, bak pemeliharaan, aerator, selang aerasi. Bahan yang digunakan meliputi TCBS agar (*Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose*), NaCl 2%, akuades, TSB (*Tryptic Soy Broth*), kunyit, bawang putih, *visceral* ikan tuna.

Tahapan penelitian

Persiapan immunostimulan

Imunostimulan yang digunakan adalah kunyit bubuk dan bawang putih bubuk. Kedua bubuk tersebut diperoleh dengan cara memotong kunyit dan bawang putih segar yang telah bersih, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu kurang dari 60°C. Setelah potongan bahan tersebut kering, selanjutnya dihaluskan hingga menjadi tepung dan siap untuk digunakan (Khieokhajonkhet et al., 2023)

Hidrolisa peptida ikan

Hidrolisa peptida ikan yang digunakan berasal dari limbah *visceral* ikan tuna. Proses hidrolisa dilakukan dengan teknologi *fish silage* (Santana et al., 2023). Teknologi *fish silage* merupakan metode hidrolisa peptida menggunakan proses fermentasi dengan menambahkan asam organik. Proses fermentasi tersebut menghasilkan hidrolisa protein yang dapat disimpan hingga waktu yang lama sampai saat digunakan.

Perhitungan total bakteri vibrio di hepatopankreas

Jumlah total bakteri *Vibrio* spp. di hepatopankreas diamati pada awal pemeliharaan, 20 hari pemeliharaan dan 30 hari pemeliharaan. Penghitungan jumlah bakteri dilakukan dengan mengambil sampel hepatopankreas yang telah di haluskan pada *microtube* dan dihomogenkan dalam 0,9 ml larutan garam steril / NaCl 2%. Media yang digunakan berupa media selektif TCBS (Ansar et al., 2023). Perhitungan bakteri dilakukan melalui pengenceran berseri dan dihitung menggunakan metode cawan petri. Pengamatan dilakukan setelah inkubasi 24 Jam. Jumlah total bakteri *Vibrio* spp. dihitung dengan

cara *Total Plate Count* (TPC). Data total bakteri vibrio di organ hepatopankreas dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Total Bakteri *Vibrio* spp. di Hepatopankreas

Jumlah total bakteri *Vibrio* spp. pada hepatopankreas di awal masa pemeliharaan adalah $3,31 \pm 0,007$ Log CFU/ml untuk seluruh perlakuan. Setelah 20 hari masa pemeliharaan, diketahui bahwa seluruh perlakuan pemberian kombinasi imunostimulan dan hidrolisa peptida ikan menunjukkan tren penurunan total bakteri *Vibrio* spp. dimana perlakuan A dan B berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Perlakuan B menunjukkan nilai total bakteri *Vibrio* spp. terendah yaitu sebanyak $1,83 \pm 0,181$ log CFU/ml dan berbeda nyata dengan perlakuan lain. Pada akhir masa pemeliharaan, diketahui bahwa perlakuan A menunjukkan jumlah total bakteri *Vibrio* spp. pada hepatopankreas terendah dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu senilai $2,45 \pm 0,213$ log CFU/ml namun tidak berbeda secara signifikan. Total bakteri *Vibrio* spp. pada hepatopankreas selengkapnya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah total bakteri *Vibrio* spp. pada hari ke 0, 10, 20 dan 30

Perlakuan	Hari 0 (Log CFU/ml)	Hari 20 (Log CFU/ml)	Hari 30 (Log CFU/ml)
A	$3,31 \pm 0,007^a$	$3,11 \pm 0,044^b$	$2,45 \pm 0,213^a$
B	$3,31 \pm 0,007^a$	$1,83 \pm 0,181^a$	$2,58 \pm 0,150^a$
C	$3,31 \pm 0,007^a$	$3,70 \pm 0,068^c$	$2,93 \pm 0,119^a$
K	$3,31 \pm 0,007^a$	$3,69 \pm 0,297^c$	$2,98 \pm 0,393^a$

Pembahasan

Total Bakteri *Vibrio* spp. di Hepatopankreas

Seluruh udang sampel mengandung bakteri *Vibrio* spp. dengan kepadatan $< 3,5$ Log CFU/ml di awal masa pemeliharaan. Menurut Valente dan Wan (2021), bakteri vibrio pada umumnya ditemukan di lingkungan akuakultur dan pada budidaya udang yang sehat. Meskipun beberapa spesies bakteri vibrio tidak bersifat patogen, namun beberapa diantaranya dapat menyebabkan vibriosis (Martins et al., 2022 dan Xie et al., 2020) dan ancaman signifikan bagi budidaya udang. Ngasotter et al., (2022); Saputra et al., (2023) dan Kumar et al., (2021), menyatakan bahwa *Vibrio*

parahaemoliticus merupakan patogen pada udang yang menyebabkan nekrosis hepatopankreas akut.

Perlakuan kombinasi imunostimulan dan hidrolisa peptida ikan menunjukkan nilai total bakteri *Vibrio* spp. terendah. Penurunan total bakteri *Vibrio* spp. tersebut diduga akibat dari kandungan senyawa antibakteri yang terdapat pada kunyit dan bawang putih. Kandungan kurkumin yang terdapat pada kunyit efektif untuk melawan bakteri gram positif maupun gram negatif (Hussain et al., 2022; Zou et al., 2022). Senyawa kurkumin mampu merusak membran bakteri, menghambat faktor virulensi (Ngernson, 2022), pembelahan sel bakteri dan pembentukan biofilm pada bakteri (Dai et al., 2022; Munir et al., 2022) serta merupakan salah satu alternatif antibiotik alami (Pan et al., 2022) dalam mengendalikan vibriosis (Poulin et al., 2024). Senyawa curcumin juga dilaporkan sebagai antioksidan (Amer et al., 2022), anti-inflammatory dan antivirus (Aulia et al., 2021 dan Jennings dan Parks, 2020). Suplementasi kurkumin pada pakan udang dilaporkan dapat meningkatkan konsumsi pakan (El-Bab et al., 2024), laju pertumbuhan (Wahjuningrum et al., 2024), produksi phenoloxidase (Garcia-perez et al., 2020), meningkatkan penyerapan pakan dengan melepaskan enzim pencernaan serta meningkatkan kesehatan saluran pencernaan (Yang et al., 2022 dan Eissa et al., 2022). Sementara itu, bawang putih diketahui mengandung allicin atau senyawa sulfur organik (Borlinghaus et al., 2021) yang mampu bekerja sebagai agen antibakteri kuat dengan merusak dinding sel serta mengganggu aktivitas enzim vital bakteri (Choo et al., 2020 dan Bhatwalkar et al., 2021).

Bawang putih merupakan salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai alternatif antibakterial (Valenzuela-Gutierrez et al., 2021), antijamur (Denji et al., 2020) dan antiparasit (Delgado et al., 2023). Beberapa penelitian telah dilaporkan bahwa penggunaan bawang putih pada pakan mampu meningkatkan respon imun (Jahanbakhshi et al., 2022), parameter darah, resistensi ikan terhadap infeksi jamur (Aly et al., 2023), daya cerna nutrisi (Hoseinifar et al., 2017; Zare et al., 2021), rasio konfersi pakan (Adineh et al., 2020; Balci et al., 2024), ketahanan terhadap penyakit (Sutuli et al., 2018), aktivitas enzim pencernaan (Satgurunathan et al., 2022) serta kinerja pertumbuhan (Abdelwahab et al., 2020; Oz dan Dikel, 2022) secara keseluruhan pada ikan. Penambahan bawang putih pada pakan ikan

meningkatkan kandungan protein sekaligus menurunkan kadar lemak dan mengubah profil asam lemak.

Penggunaan kombinasi bahan imunostimulan kunyit dan bawang putih bersamaan dengan hidrolisa peptida ikan mampu menekan infeksi *Vibrio* spp. pada udang, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif antibiotik alami. Hidrolisa peptida ikan berperan sebagai bahan additif pada pakan sehingga pemberian imunostimulan dapat diserap secara maksimal. Penggunaan hidrolisa peptida ikan tersebut bertujuan untuk optimalisasi penyerapan imunostimulan. Hidrolisa peptida ikan mengandung bioaktif seperti antioksidan dan antimikroba (Leimann et al., 2023 dan Ortizo et al., 2023). Ramakrishnan et al., 2023 menyatakan bahwa hidrolisa peptida ikan mudah dicerna dan diserap oleh tubuh karena memiliki berat molekul yang rendah. Pada udang, hepatopankreas merupakan tempat utama untuk pencernaan protein dan penyerapan peptida ikan serta asam amino (Li et al., 2021), sehingga penggunaan hidrolisa peptida ikan pada udang merupakan salah satu cara yang tepat untuk memaksimalkan pencernaan pakan dan memaksimalkan pertumbuhan. Suplementasi hidrolisa pada pakan dilaporkan dapat meningkatkan pertumbuhan, pemanfaatan pakan, imunitas dan ketahanan terhadap penyakit ikan (Siddik et al., 2020 dan Abdullah et al., 2024).

Suplementasi kombinasi kunyit, bawang putih dan hidrolisa peptida ikan pada pakan ikan sebagai alternatif antibiotik dalam budidaya udang menunjukkan prospek yang menjanjikan dalam upaya pengendalian infeksi *Vibrio* spp., karena bahan tersebut mampu menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* spp. Suplementasi bahan tersebut dapat menjadi strategi berkelanjutan sehingga mengurangi ketergantungan antibiotik sintesis dan menurunkan risiko resistensi antimikroba.

Kesimpulan

Kombinasi imunostimulan kunyit dan bawang putih serta hidrolisa peptida ikan yang diaplikasikan melalui pakan dapat menurunkan jumlah total bakteri *Vibrio* spp. pada hepatopankreas udang, dengan perlakuan terbaik yaitu 75% kunyit, 25% bawang putih dan 2% hidrolisa peptida ikan. Kombinasi bahan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif antibiotik dan antibakteri dalam strategi berkelanjutan untuk

meningkatkan kesehatan budidaya udang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Referensi

- Abdelwahab AM., El-Bahr SM. & Al-Khamees S. (2020). Influence of Dietary Garlic (*Allium sativum*) and/or Ascorbic Acid on Performance, Feed Utilization, Body Composition and Hemato-Biochemical Parameters of Juvenile Asian Sea Bass (*Lates calcarifer*). *Animals*, 10(12): 2396. <https://doi.org/10.3390/ani10122396>
- Abdulaziz A., Pramodh AV., Sukumaran V., Raj D. & John AM. (2023). The Influence of Photodynamic Antimicrobial Chemotherapy on the Microbiome, Neuroendocrine and Immune System of Crustacean Post Larvae. *Toxics*, 11(1):36. <https://doi.org/10.3390/toxics11010036>
- Abdullah FI., Hamid NH., Karim MM., Ismail MF., Leena N., Sin WW. & Kamarudin MS. (2024). Fish Protein Hydrolysate for Fish Health. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 60:2024. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103292>
- Adineh H., Harsij M., Jafaryan H. & Asadi M. (2020). The Effects of Microencapsulated Garlic (*Allium Sativum*) Extract on Growth Performance, Body Composition, Immune Response and Antioxidant Status of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Juveniles. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1): 372-378. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1808473>
- Aly S., Elatta M., Nasr A. & Fathi M. (2023). Efficacy of Garlic and Cinnamon as An Alternative to Chemotherapeutic Agents In Controlling Saprolegnia Infection In Nile Tilapia. *Aquaculture & Fisheries*, 10(1): 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.07.010>
- Amer S., El-Araby DA., Tartor H., Farahat M., Goda N., Farag M., Fahmy EM. & Hassan AM. (2022). Long-Term Feeding with Curcumin Affects the Growth, Antioxidant Capacity, Immune Status, Tissue Histoarchitecture, Immune Expression of Proinflammatory Cytokines, and Apoptosis Indicators in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Antioxidants*, 11(5):937. <https://doi.org/10.3390/antiox11050937>
- Aminzare M., Hashemi M., Abbasi Z., Mohseni M. & Amiri E. (2018). Vibriosis phytotherapy: A Review on the Most Important World Medicinal Plants Effective on *Vibrio spp.* *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(1):170-177. <https://10.7324/JAPS.2018.8126>
- Ansar NM., Ijong FG., Tanod WA., Cahyono E., Pumpente. & Palawe JF. (2023). Growth Characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* Isolated from Lobster (*Panulirus sp.*) Under Different Temperatures, pH, and NaCl Concentration. *Bioma*, 25(1):74-87. <https://doi.org/10.14710/bioma.25.1.74-87>
- Aulia R., Ernah E. & Mubarak S. (2021). Utilization Of Active Compounds in Tumeric (*Curcuma Longa*) As Antioxidant Herbal. *AGROLAND The Agricultural Sciences Journal (e-Journal)*, 8(1): 2407-7593. <https://doi.org/10.22487/AGROLAND.V0I0.630>
- Balci BA., Aktop Y., Arslan MN., Unver A.C, Ozbas M. & Kilic H. (2024). Effect of Growth Performance and Survival Rate of Goldfish (*Carassius auratus L.* 1758) Fed Garlic (*Allium sativum L.*) Supplemented Diets. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 75(2):2024. <https://doi.org/10.12681/jhvms.34541>
- Bhatwalkar SB., Mondal R., Krishna S., Adam J., Govender P. & Anupam R. (2021). Antibacterial Properties of Organosulfur Compounds of Garlic (*Allium sativum*). *Frontiers in Microbiology*, 12:2021. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.613077>
- Borlinghaus J., Foerster J., Kappler U., Antelmann H., Noll U., Gruhlke M. & Slusarenko A. (2021). Allicin, the Odor of

- Freshly Crushed Garlic: A Review of Recent Progress in Understanding Allicin's Effects on Cells. *Molecules*, 26(6):1505.
<https://doi.org/10.3390/molecules26061505>
- Chavan H., Borate A., Chaure S. & Muley SS. (2020). General Overview on Immunomodulator Activity of Herbal Natural Products. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 9(9): 172-188.
https://wjpr.net/abstract_show/15108
- Choo S., Chin V., Wong EH., Maldhavan P., Tay S., Yong P. & Chong P. (2020). Review: Antimicrobial Properties of Allicin Used Alone or In Combination with Other Medications. *Folia Microbiologica (Prague)*, 65:451-465.
<https://doi.org/10.1007/s12223-020-00786-5>
- Dai C., Lin J., Shen Z., Wang Y., Velkov T. & Shen J. (2022). The Natural Product Curcumin as an Antibacterial Agent: Current Achievements and Problems. *Antioxidants*, 11(3).
<https://doi.org/10.3390/antiox11030459>
- Delgado D., Careces LL., Gomez SA. & Odio A. (2023). Effect of Dietary Garlic (*Allium sativum*) on the Zootechnical Performance and Health Indicators of Aquatic Animals: A mini-review. *Veterinary World*, 16(5): 965-976.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.965-976>
- Denji KA., Soltani M., Islami HR. & Kamali A. (2020). The antifungal effects of *Allium sativum* and *Artemisia sieberi* Extracts on Hatching Rate and Survival of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) Larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(2): 669-680.
<https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.119128>
- Eissa EH., Ezzo OH., Khalil HS., Tawfik WA., El-Badawi A., Elghany NA., Mossa M., Hassan MM., Hassan MF., Shafi M. & Hamouda A. (2022). The Effect of Dietary Nanocurcumin on the Growth Performance, Body Composition, Haemato-Biochemical Parameters and Histopathological Scores of The Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Challenged with *Aspergillus Flavus*. *Aquaculture Research*, 15(17):6098-6111.
<https://doi.org/10.1111/are.16084>
- El-bab AF., El-Ratel IT., Abdel-Warith AA., Younis EM., Davies SJ. & El-Raghi AA. (2024). Investigating The Impact of Nanoemulsion of Curcumin-Loaded Olive Oil on Growth Performance, Feed Utilization, Immunological Responses, And Redox Status of *Litopenaeus Vannamei* Shrimp with Emphasis on Economic Efficiency of Supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(6): 1877-1889.
<https://doi.org/10.1111/jpn.14027>
- Gabriel T., Vestine A., Kim KD., Kwon S.J, Sivanesan I. & Chun SC. (2022). Antibacterial Activity of Nanoparticles of Garlic (*Allium sativum*) Extract against Different Bacteria Such as *Streptococcus mutans* and *Poryphomonas gingivalis*. *Applied Sciences*, 12(7): 3491.
<https://doi.org/10.3390/app12073491>
- Gan L., Zheng J., Xu WH., Lin J., Liu J., Zhang Y., Wu Z., Lv Z., Jia Y., Guo Q., Chen S., Liu C., Defoirdt T., Qin Q. & Liu Y. (2022). Deciphering the Virulent *Vibrio harveyi* Causing Spoilage in Muscle of Aquatic Crustacean *Litopenaeus vannamei*. *Scientific Reports*, 12(16296):1-10.
<https://www.nature.com/articles/s41598-022-20565-1>
- Garcia-Perez OD., Tapia-Salazar M., Nieto-Lopez MG., Cruz-Valdez JC., Maldonado-Muniz M., Guerrero LM., Cruz-Suarez L. & Marroquin-Cardona A. (2020). Effects of Conjugated Linoleic Acid and Curcumin on Growth Performance and Oxidative Stress Enzymes in Juvenile Pacific White Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Feed with Aflatoxins. *Aquaculture Research*, 15(3):1051-1060.
<https://doi.org/10.1111/are.14451>
- Ghosh AK., Panda SK. & Luyten W. (2021). Antivibrio and Immune-Enhancing Actovity of Medicinal Plants in Shrimph: a comprehensive review. *Fish and Shellfish Immunology*, 2021;117:192-210.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.08.006>
- Gutierrez RV., Lestón AL., Albores FV., Cicala F. & Porchas MM. (2021). Exploring the

- Garlic (*Allium sativum*) Properties for Fsh Aquaculture. *Fish Physiol Biochem*, 47(4): 1179–1198.
<https://doi.org/10.1007/s10695-021-00952-7>
- Haryani WHO., Samanah MAA., Sayuti MA., Chin YK., Saad MZ., Natrah I., Aman MNA., Satyantini WH. & Salwani MYI. (2018). Prevalence, Antibiotics Resistance and Plasmid Profiling of *Vibrio* spp. Isolated from Cultured Shrimp in Peninsular Malaysia. *Microorganisms*, 10(9): 1851.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10091851>
- Hoseinifar S., Dadar M. & Ringo E. (2017). Modulation of Nutrient Digestibility and Digestive Enzyme Activities in Aquatic Animals: The Functional Feed Additives Scenario. *Aquaculture Research*, 48(8): 3987-4000.
<https://doi.org/10.1111/ARE.13368>
- Hou Y., Wu Z., Dai Z., Wang G. & Wu G. (2017). Protein Hydrolysates in Animal Nutrition: Industrial Production, Bioactive Peptides, and Functional Significance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(24):1-13.
<https://doi.org/10.1186/s40104-017-0153-9>
- Hou Y., Wu Z., Dai Z., Wang G. & Wu G. (2022). Protein Hydrolysates in Animal Nutrition. *Bioactive Peptides from Food*, <https://doi.org/10.1201/9781003106524-14>
- Hussain Y., Alam W., Ullah H., Dacrema M., Daglia W., Khan H. & Arciola CR. (2022). Antimicrobial Potential of Curcumin: Therapeutic Potential and Challenges to Clinical Applications. *Antibiotics*, 11(3):322.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics11030322>
- Ibrahim WNW., Leong LK., Razzak LA., Musa N., Daniel WD. & Zainathan SC. (2021). Virulence Properties and Pathogenicity Of Multidrug-Resistant *Vibrio harveyi* Associated with Luminescent Vibriosis in Pacific White Shrimp, *Penaeus vannamei*. *Journal Pre-proof*. 2021; 186:1-47.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107594>
- Jahanbakhshi A., Pourmozaffar S., Adeshina I., Vayghan AH. & Reverter M. (2022). Effect of garlic (*Allium sativum*) Extract on Growth, Enzymological and Biochemical Responses and Immune-Related Gene Expressions in Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(4): 947-956.
<https://doi.org/10.1111/jpn.13718>
- Jahanjoo V., Yahyavi M., Akrami R. and & Bahri AH. (2018). Influence of Adding Garlic (*Allium sativum*), Ginger (*Zingiber officinale*), Thyme (*Thymus vulgaris*) and Their Combination on the Growth Performance, Haemato Immunological Parameters and Disease Resistance to *Photobacterium damsela* in Sobaity Sea Bream (*Sparidentex hasta*) Fry. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18: 633-645.
https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_4_15
- Jennings M. & Parks R. (2020). Curcumin as an Antiviral Agent. *Viruses*, 12(11):1-15.
<https://doi.org/10.3390/v12111242>
- Khieokhajokhet A., Roatboonsongsri T., Suwannalers P., Aeksiri N., Kaneko G., Ratanasut K. & Inyawilert. (2023). Effects Of Dietary Supplementation of Turmeric (*Curcuma Longa*) Extract on Growth, Feed and Nutrient Utilization, Coloration, Hematology, And Expression of Genes Related Immune Response in Goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture Reports*, 32: 101705.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101705>
- Kumar V., Roy S., Behera BK., Bossier P. & Das BK. (2021). Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND): Virulence, Pathogenesis and Mitigation Strategies in Shrimp Aquaculture. *Toxin*, 13(8):524.
<https://doi.org/10.3390/toxins13080524>
- Lee JS., Damte D., Lee SJ., Hossain MA., Belew S., Kim JY., Rhee MH., Kim JC. & Park SC. (2014). Evaluation and Characterization of a Novel Probiotic *Lactobacillus pentosus* PL11 Isolated from Japanese Eel (*Anguilla japonica*) for its use in Aquaculture. *Aquaculture Nutrition*.

- <https://doi.org/10.1111/anu.12176>
- Leimann F., Moreira TF., Goncalves OH. & Ribeiro R. (2023). Fish Protein Hydrolysates: Bioactive Properties, Encapsulation and New Technologies for Enhancing Peptides Bioavailability. *Current pharmaceutical design*, 29(11):824-836.
<https://doi.org/10.2174/1381612829666230110141811>
- Lorenz E., Sabioni R., Volkoff H. & Cyrino J. (2021). Growth Performance, Health, And Gene Expression of Appetite-Regulating Hormones in Dourado Salminus Brasiliensis, Fed Vegetable-Based Diets Supplemented with Swine Liver Hydrolysate. *Aquaculture*, 548(2).
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737640>
- Martins VG., Nascimento JD., Martins FM. & Vigoder HC. (2022). Vibriosis and Its Impact on Microbiological Food Safety. *Food Science and Technology*, 42:2022.
<https://doi.org/10.1590/fst.65321>
- Munir Z., Banche G., Cavallo L., Mandras N., Roana J., Pertusio R., Ficiara E., Cavali R. & Guiot C. (2022). Exploitation of the Antibacterial Properties of Photoactivated Curcumin as 'Green' Tool for Food Preservation. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5):2600.
<https://doi.org/10.3390/ijms23052600>
- Nath A., Chatterjee P., Chowdhury S., Ray N. & Mukherjee S. (2021). Antimicrobial activity of turmeric (*Curcuma longa*) extract and its potential. *Indian Journal of Animal Health*, 60(2):109-118. DOI:
<https://doi.org/10.36062/ijah.2021.spl.02121>
- Nazzaro F., Polito F., Amato G., Caputo L., Francolino R., Dacierno A., Fratianni F., Candido V., Coppola R. & Feo VD. (2022). Chemical Composition of Essential Oils of Bulbs and Aerial Parts of Two Cultivars of *Allium sativum* and Their Antibiofilm Activity against Food and Nosocomial Pathogens. *Antibiotics*, 11(6):1-13.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics11060724>
- Ngasotter S., Mukherjee S., Singh SK., Bharti D., Haque R., Varshney S., Nanda C., Waikhom., Devi MS. & Singh AS. (2022). Prevalence, Virulence and Antibiotic Resistance Profiles of *Vibrio parahaemolyticus* from Seafood and its Environment: An Updated Review. *Mediterranean Journal of Infection, Microbes and Antimicrobials*, 11(1).
<https://doi.org/10.4274/mjima.galenos.2021.2021.1>
- Ngerson S. (2022). In vitro In vitro inhibitory effects of turmeric extracts against biofilm acts against biofilm formation and virulence of *flavobacterium oreochromis*. Chula Digital Collections,
<https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2022.375>
- Nguyen TTL., Luu TTH., Nguyen TT., Pham VD., Nguyen TN., Truong QP. & Hong MH. (2023). A Comprehensive Study in Efficacy of Vietnamese Herbal Extracts on Whiteleg Shrimp (*Penaeus vannamei*) Against *Vibrio parahaemolyticus* Causing Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND). *Israeli Journal of Aquaculture*, 75(2):1-16.
<https://doi.org/10.46989/001c.81912>
- Ortizo RG., Sharma V., Tsai M., Wang J., Sun P., Nargotra P., Kuo C., Chen C. & Dong C. (2023). Extraction of Novel Bioactive Peptides from Fish Protein Hydrolysates by Enzymatic Reactions. *Applied Sciences*, 13(9): 5768.
<https://doi.org/10.3390/app13095768>
- Oz M. dan Dikel S. (2022). Effect of garlic (*Allium sativum*) - Supplemented Diet on Growth Performance, Body Composition and Fatty Acid Profile of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Cellular and Molecular Biology*, 68(1).
<https://doi.org/10.14715/cmb/2022.68.1.26>
- Pan S., Yan J., Xu X., Chen Y., Chen X., Li F. & Xing H. (2022). Current Development and Future Application Prospects of Plants-Derived Polyphenol Bioactive Substance Curcumin as a Novel Feed Additive in Livestock and Poultry. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19):11905.
<https://doi.org/10.3390/ijms231911905>
- Poulin S., Ahmadifar E., Deepak C., Morteza Y.,

- Sevdan Y., Yilmaz E., Sheikhzades N., Harikrishnan R. & Latif H. (2024). The anti-vibrio Potential of Medicinal Plants and Their Roles in Enhancing Resistance Against Vibrio Infections in Fish –A Mini Review. *Annals of Animal Science*, 25(2):405-415.
<https://doi.org/10.2478/aoas-2024-0067>
- Santana TM., Dantas FM., Santos DK., Kojima JT., Pastrana YM., Jesus RS. & Goncalves LU. (2023). Fish Viscera Silage: Production, Characterization, and Digestibility of Nutrients and Energy for Tambaqui Juveniles. *Fishes*, 8(2):111.
<https://doi.org/10.3390/fishes8020111>
- Saptiani G., Sidik AS. & Hardi EH. (2020). Response of Hemocytes Profile in the Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) against *Vibrio harveyi* Induced by Xylocarpus granatum Leaves Extract. *Veterinary World*.13(4):751-757. doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.751-757
- Saputra A., Maftuch., andayani S. & Yanuhar U. (2023). Pathogenicity of Vibrio Parahaemolyticus Causing Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Serang, Banten, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(4):2365-2373. DOI <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240451>
- Sarjito, Haditomo AHC., Desrina., Djunaedi A. & Prayitno SB. (2018). The Diversity of Vibrios Associated with Vibriosis in Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Extensive Shrimp Pond in Kendal District, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 116:1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012011>
- Satgurunathan T., Bhavan PS. & Manjunath M. (2023). Influence of Garlic (*Allium sativum*) Clove-Based Selenium Nanoparticles on Status of Nutritional, Biochemical, Enzymological, and Gene Expressions in the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Biological Trace Element research*, 201:2036-2057.
<https://doi.org/10.1007/s12011-022-03300-9>
- Siddik M., Howieson J., Fotedar R. & Partridge G. (2020). Enzymatic Fish Protein Hydrolysates in Finfish Aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 13(1): 406-430.
<https://doi.org/10.1111/raq.12481>
- Sutuli F., Gatlin D., Heinzmann B. & Baldisseroto B. (2018). Plant Essential Oils as Fish Diet Additives: Benefits On Fish Health and Stability in Feed. *Reviews in Aquaculture*, 10(3): 716-726.
<https://doi.org/10.1111/RAQ.12197>
- Valente DS. & Wan, A. (2021). Vibrio And Major Commercially Important Vibrios Diseases in Decapod Crustaceans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 181 (2021).
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107527>
- Valenzuela-Gutierrez R, Lago-Leston A. (2021). Exploring The Garlic (*Allium Sativum*) Properties for Fish Aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry*, 47:1179–1198. <https://doi.org/10.1007/s10695-021-00952-7>
- Wahjuningrum D, Effendi I, Miranti S, Umam K, Abdullah T. (2024). Control Of Vibriosis By Using Turmeric-Kalmegh Extract with Different Period Treatments in Whiteleg Shrimp in the Floating Net-Cages. *Indonesian Aquaculture Journal*, 19(2):157-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/iaj.19.2.2024.157-165>
- Xie J., Bu L., Jin S., Wang X., Zhao Q., Zhou S. & Xu Y. (2020). Outbreak Of Vibriosis Caused by *Vibrio Harveyi* and *Vibrio Alginolyticus* in Farmed Seahorse Hippocampus Kuda in China. *Aquaculture*, 523.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735168>
- Yang J., Hong J., Fu Z. & Ma Z. (2022). Effects of Dietary Curcumin on Growth and Digestive Physiology of *Seriola dumerili*. *Frontiers in Marine Science*, 9:2022.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.862379>
- Zare M., Tran HQ., Prokesova M. & Stejskal V. (2021). Effects of Garlic *Allium sativum* Powder on Nutrient Digestibility, Haematology, and Immune and Stress Responses in Eurasian Perch *Perca fluviatilis* Juveniles. *Animals*, 11(9): 2735.
<https://doi.org/10.3390/ani11092735>

-
- Zhao Y., Zhou X., Wang FH., Muurinen J., Virta MP., Brandt KK. & Zhu YG. (2021). Antibiotic Resistome in The Livestock and Aquaculture Industries: Status and solutions. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(19):2159-2196.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1777815>
- Zhu F. (2020). A Review on the Application of Herbal Medicines in the Disease Control of Aquatic Animals. *Aquaculture*. 2020;526:1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735422>
- Zou W., Ma Y., Yu W., Gao X., Liu ST., Luo X. & You W. (2022). Dietary Curcumin Influence on Growth, Antioxidant Status, Immunity, Gut Flora and Resistance to *Vibrio Harveyi* AP37 in *Haliotis Discus Hannai*. *Aquaculture Reports*, 26.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101336>