

POTENSI VITAMIN D3 PADA MINYAK IKAN LAMBAK PIPIH UNTUK PENURUNAN SITOKIN PRO INFLAMASI

Siti Sakdiah¹, Fardiah Tilawati Sitanggang²,
Eva Ayu Maharani³, Retno Martini Widhyasih⁴
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jambi^{1,2}
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III^{3,4}
fardiahartilawati@poltekkesjambi.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar vitamin D3 pada minyak ikan pada bagian tubuh ikan lambak. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Faktorial dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Vitamin D3 pada minyak ikan lambak cukup tinggi yaitu berkisar antara 767,52 IU/g sampai dengan 787,34 IU/g. Kandungan vitamin D3 yang tertinggi terdapat pada group satu yaitu bagian ikan utuh (sisik, kepala, daging, tulang dan jeroan). Simpulan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kandungan vitamin D3 pada minyak ikan dari bagian ikan utuh, daging, daging serta limbah.

Kata Kunci: Inflamasi, Minyak Ikan, Lambak Pipih, Vitamin D

ABSTRACT

This study aims to analyze the differences in vitamin D3 levels in fish oil in the body parts of lamb fish. The method used is an experiment with a Factorial Randomized Design with three replications. The results showed that the Vitamin D3 content in lamb fish oil is quite high, ranging from 767.52 IU / g to 787.34 IU / g. The highest vitamin D3 content is in group one, namely the whole fish (scales, head, meat, bones, and innards). The conclusion is that there is a significant difference between the vitamin D3 content in fish oil and whole fish, meat, meat, and waste.

Keywords: Inflammation, Fish Oil, Flat Lambak, Vitamin D

PENDAHULUAN

Vitamin D merupakan hormon steroid yang berperan dalam regulasi pertumbuhan sel, proliferasi, apoptosis dan regulasi sistem imun (Ao et al., 2021; Charoenngam & Holick, 2020; de la Guía-Galipienso et al., 2021; El-Sharkawy & Malki, 2020; Gilani et al., 2022). Kekurangan vitamin dapat memperburuk kondisi klinis beberapa penyakit dengan kondisi klinis inflamasi seperti pada pasien Diabetes Mellitus (DM), Tuberkulosis (TB), Asma dan lain-lain (Mendivil, 2021). Penurunan kadar Vitamin D sering terjadi pada penyakit tersebut. Pada pasien asma terjadi penurunan vitamin D dibanding control sehat (21,4 ng/ml v.s 27,1 ng/ml) (Chauss et al., 2022; Daneshkhah et al., 2020).

Sumber utama vitamin D pada makanan sangat langka karena hanya ditemukan pada ikan berlemak (Salmon dan mackerel). Minyak ikan tersebut menyediakan 400-500 IU vitamin D per 100 gr makanan. Permasalahannya kedua ikan tersebut harganya mahal

sehingga tidak dapat diakses dengan mudah oleh seluruh masyarakat Indonesia. Kondisi tersebut membuat beberapa peneliti untuk mencari potensi dari lingkungan di sekitar dalam mengeksplorasi vitamin D pada beberapa ikan yang terdapat di Indonesia. Penelitian yang dilakukan oleh Partan dan Salim memperlihatkan minyak ikan betok dan Seluang mempunyai kadar vitamin D3 yang tinggi (2021,43 IU/mL dan 2043,34 IU/mL) (Sridonpai et al., 2022).

Penelitian sebelumnya terhadap minyak ikan seluang menunjukkan kandungan omega 3 dan cholecalciferol (vitamin D3) yang tinggi. Dimana Omega 3 dan vitamin D3 mempunyai peran untuk menghambat proses inflamasi seluler, dimana inflamasi diyakini berperan dalam inisiasi berbagai gangguan kesehatan degeneratif, baik terkait kardiovaskular (sindrom koroner akut), maupun endokrin (diabetes melitus dan dislipidemia), selain itu vitamin D3 berperan penting dalam pengaturan sistem imun untuk meningkatkan sintesis sel imun dan menurunkan aktivitas sistem imun yang reaktif (Ambeng et al., 2024). Karena potensi dan manfaat minyak ikan yang sangat besar, diperlukan upaya yang optimal untuk mengeksplorasi vitamin D pada beberapa ikan yang berada di lingkungan sekitar (Lopresti et al., 2020).

Ikan lambak merupakan salah satu jenis ikan yang cukup banyak ditemukan di daerah bagian tengah dan hulu Sungai Batanghari. Ikan ini termasuk ke dalam famili Cyprinidae). Lambak (*Labiobarbus ocellata*) merupakan ikan rawa banjir yang tersebar di Sungai Batanghari, ikan ini memiliki nilai ekonomi cukup penting. Di Indonesia keberadaannya tersebar di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Ikan lambak termasuk salah satu ikan berlemak dengan rasa yang gurih dan sering dikonsumsi oleh masyarakat Jambi. Potensi dan manfaat minyak ikan lambak sebagai sumber vitamin D belum dilakukan penelitian (Ciptawati et al., 2021; Setyastuti et al., 2021; Silitonga et al., 2021).

Penelitian mengenai perbedaan kadar vitamin D3 pada minyak ikan, khususnya yang berasal dari bagian tubuh ikan lambak, memiliki implikasi penting dalam bidang kesehatan. Vitamin D3 merupakan nutrisi esensial yang berperan vital dalam penyerapan kalsium dan fosfor, serta dalam pengaturan sistem kekebalan tubuh. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai sumber alami vitamin D3 yang berkualitas, yang berpotensi meningkatkan status gizi masyarakat. Selain itu, dengan memahami variasi kadar vitamin D3 dalam bagian tubuh ikan, dapat dikembangkan strategi pemanfaatan ikan lambak sebagai suplemen diet yang lebih efektif, sehingga mendukung pencegahan penyakit defisiensi vitamin D dan meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan kadar vitamin D3 pada minyak ikan pada bagian tubuh ikan lambak.

Adapun novelty dari penelitian ini terletak pada analisis mendalam mengenai kadar vitamin D3 yang terdapat dalam berbagai bagian tubuh ikan lambak, yang belum banyak diteliti sebelumnya. Penelitian ini tidak hanya menyoroti kandungan nutrisi dari minyak ikan, tetapi juga memberikan pemahaman tentang distribusi vitamin D3 dalam bagian-bagian spesifik ikan. Dengan pendekatan ini, penelitian ini dapat mengidentifikasi bagian mana yang paling kaya akan vitamin D3, yang dapat berimplikasi pada pengembangan produk suplemen yang lebih efektif. Selain itu, hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada pengayaan diet masyarakat dengan sumber alami vitamin D3, serta mendukung upaya peningkatan kesehatan masyarakat dalam menghadapi masalah defisiensi nutrisi.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan Rancangan Acak Faktorial dengan tiga ulangan dan melibatkan satu factor yaitu perbedaan bagian tubuh yaitu ikan utuh (sisik, kepala, daging, tulang dan jeroan), daging (kepala, daging, tulang) dan daging dan limbah (kepala, daging, tulang dan jeroan). Tempat penelitian telah dilaksanakan di laboratorium Immunologi Poltekkes Kemenkes Jambi dan Laboratorium Eureka Palembang pada tahun 2024.

Variabel independent di dalam penelitian ini adalah bagian tubuh ikan yang di bagi menjadi tiga group yaitu group satu yang merupakan bagian utuh terdiri dari sisik, kepala, daging, tulang dan jeroan, group dua yang merupakan bagian daging yang terdiri dari kepala, daging dan tulang dan grup tiga terdiri dari daging dan limbah (kepala, daging, tulang dan jeroan). Variabel dependentnya dalam penelitian ini adalah kadar vitamin D.

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam studi ini terdiri dari beberapa tahap yang mencakup pengolahan ikan, ekstraksi enzim dan non-enzim, serta pemeriksaan kandungan Vitamin D3 dalam sampel minyak ikan. Pada tahap pertama, pengolahan ikan, sebanyak 30 kg ikan lambak yang diperoleh dari Sungai Batanghari, Provinsi Jambi, Sumatera, Indonesia, disimpan dalam lemari es pada suhu -40°C . Selanjutnya, pada tahap ekstraksi, ikan utuh yang telah dihaluskan (sebanyak 15 kg) diproses dalam dua cara berbeda. Untuk ekstraksi enzim, ikan yang telah dihaluskan dicampurkan dengan 150 gr papain dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 120 menit. Setelah itu, enzim dinonaktifkan dengan pemanasan pada suhu 95°C selama 30 menit dan dilanjutkan dengan sentrifugasi pada 5000 rpm, 25°C selama 10 menit. Untuk ekstraksi non-enzim, ikan yang sama dikukus pada suhu 50°C selama 120 menit, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 60 menit, dan akhirnya disentrifugasi dengan cara yang sama. Pada tahap pemeriksaan Vitamin D3, pertama dilakukan persiapan sampel minyak ikan yang melibatkan homogenisasi, penyabunan, metilasi, dan ekstraksi untuk memastikan sampel siap untuk analisis. Vitamin D3 kemudian diekstraksi menggunakan pelarut organik yang sesuai. Selanjutnya, ekstrak dianalisis menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) untuk memisahkan dan mendeteksi vitamin D3. Terakhir, kuantifikasi kadar vitamin D3 dilakukan dengan membandingkan area puncak kromatogram sampel dengan kurva kalibrasi yang dibuat dari standar dengan konsentrasi yang diketahui.

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan uji mean dan standar deviasi untuk melihat gambaran kadar vitamin D3 berdasarkan bagian ikan. Untuk melihat perbedaan kadar vitamin D3 berdasarkan bagian ikan dianalisis menggunakan uji ANOVA. Data yang di dapatkan dari hasil penelitian disajikan dalam tabel atau grafik.

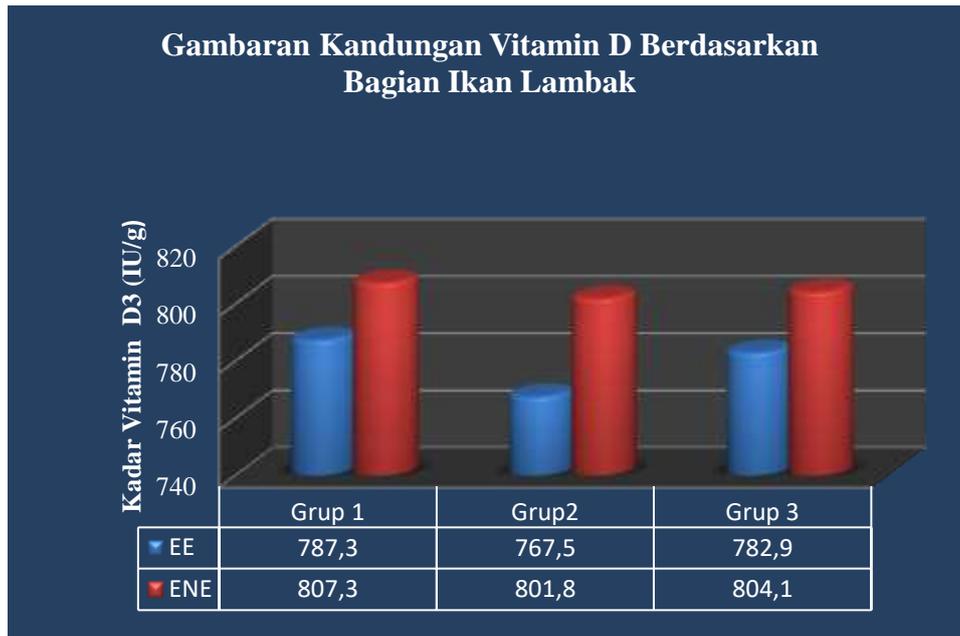
HASIL PENELITIAN

Tabel 1.
Gambaran Kandungan Vitamin D Berdasarkan Bagian Ikan Lambak

Minyak ikan dari Bagian Ikan	Kadar Vitamin D3 (IU/g)		p-value 0,000
	Mean	Sd	
Grup 1 (Ikan Utuh)	787.3	1.2075	
Grup 2 (Daging)	767.5	1.7006	
Grup 3 (Daging & Limbah)	782.9	.4879	

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan Vitamin D3 pada minyak ikan lambak cukup tinggi yaitu berkisar antara 767,5 IU/g sampai dengan 787,3 IU/g. Tabel juga memperlihatkan pada bagian ikan utuh memperlihatkan kandungan vitamin D3 yang tertinggi dibanding kandungan vitamin D3 pada bagian ikan lainnya. Hasil uji ANOVA memperlihatkan ada perbedaan yang signifikan antara kandungan vitamin D3 pada minyak ikan dari bagian ikan utuh, daging, daging serta limbah.

Tim kami juga melakukan pemeriksaan terhadap kandungan vitamin D3 berdasarkan metode ekstraksi. Hasil penelitian tentang gambaran kandungan vitamin D3 berdasarkan metode ekstraksi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.

Gambaran Kandungan Vitamin D Berdasarkan Bagian Ikan Lambak

Gambar 2 memperlihatkan metode ekstraksi non enzim mempunyai kandungan vitamin D3 yang tertinggi dibanding metode ekstraksi enzim. Persentase selisih kandungan vitamin D3 dengan metode ekstraksi non enzim dengan ekstraksi enzim berkisar antara 2,5% (20 IU/g) sampai dengan 4,5% (34, 3%). Hasil penelitian juga memperlihatkan ada perbedaan signifikan kandungan vitamin D yang diekstraksi dengan enzim papain dan tanpa enzim papain (p value = 0,0000).

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian mendapatkan kadar vitamin D3 yang terdapat dalam minyak ikan lambak cukup tinggi (782,9 IU/g sampai dengan 807,3 IU/g). Gambaran hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Partan dan Salim yang mendapatkan kadar vitamin D3 pada minyak ikan betok dan Seluang yang tinggi (2021,43 IU/mL dan 2043,34 IU/mL). Kandungan Vitamin D3 yang terkandung dalam minyak ikan lambak tersebut cukup tinggi dibandingkan dengan ikan Salmon, ikan Trout yang ditenak serta ikan Kod dan Tuna, dimana kandungan vitamin D pada ikan –ikan tersebut berkisar 104 IU/Oz sampai dengan 404 IU/Oz. Kandungan vitamin D yang terdapat pada ikan lambak juga cukup untuk memenuhi kebutuhan harian vitamin pada anak-anak dan orang dewasa yang berkisar 600 –800 IU atau 15–20 mcg per hari (Ciptawati et al., 2021).

Kandungan vitamin D3 pada minyak ikan juga memperlihatkan dari ke tiga bagian ikan yang dibuat minyak ikan ternyata kandungan vitamin D3 yang tertinggi terdapat pada bagian ikan yang utuh. Gambaran hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa rendeman minyak ikan pada bagian yang mengandung limbah masih mengandung vitamin D3. Hasil ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Asmayana Iwo, dimana dalam penelitiannya menyimpulkan rendemen limbah (kepala, kulit, jeroan dan tulang) dari pengolahan ikan patin mempunyai potensi untuk diolah menjadi minyak ikan karena mengandung lemak sebesar 93,92% dan memiliki kandungan omega-3, omega-6 dan omega-9 yang tinggi. Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa volume minyak yang dihasilkan dari ekstraksi dengan menggunakan pengukusan dan pemanasan oven (tanpa enzim dan penghalusan) lebih banyak dibandingkan dengan volume minyak ikan yang dihasilkan dari ekstraksi enzim (EE) (Hamzah et al., 2024).

Ekstraksi adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh minyak dari bahan pangan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Salah satu metode ekstraksi yang sering digunakan pada minyak ikan adalah metode EE dan pemanasan. Pada metode EE, enzim protease (papain) berperan dalam hidrolisis protein yang terlarut dari daging ikan. Hidrolisis yang dilakukan oleh enzim protease berperan lebih efektif dan efisien dalam pemisahan gumpalan minyak dari protein jaringan bebas. Pemanasan sedang pada proses ekstraksi berkontribusi pada denaturasi matriks protein dari jaringan daging ikan yang diikat oleh minyak. Setelah proses ini, partikel padat dan cairan dapat diekstraksi secara mekanis. Selain itu, panas menyebabkan terbukanya gumpalan sel minyak dan lemak, sehingga terjadi pelepasan dari fluiditas minyak (Setyastuti et al., 2021).

Ikan adalah sumber vitamin yang kaya, terutama vitamin A, B1, B2, B3, D dan E. Vitamin D dikenal sebagai vitamin sinar matahari karena tubuh mensintesisnya ketika sinar ultraviolet B (UV-B) matahari menerpa kulit. Vitamin ini sangat berperan penting dalam regulasi pertumbuhan sel, proliferasi, apoptosis dan regulasi sistem imun dengan cara menekan reaksi inflamasi (Lopresti et al., 2020; Maulana et al., 2024; Scurria et al., 2020).

Vitamin D terbagi menjadi dua bentuk, yaitu vitamin D2 (ergocalciferol) dan D3 (cholecalciferol). Tanaman mensintesis ergocalciferol (vitamin D2), yang juga memiliki aktivitas vitamin D pada manusia. Vitamin D3 (cholecalciferol) berasal dari sumber hewani. Vitamin ini disintesis di kulit dari 7-dehydrocholesterol melalui reaksi fotokimia menggunakan radiasi ultraviolet B (UV-B) dari sinar matahari. Sangat sedikit kandungan vitamin D yang secara alami ada dalam makanan (Balachandar et al., 2021). Ikan berlemak merupakan salah satu sumber utama vitamin D3, eksplorasi terhadap ikan sungai yang berlemak belum banyak dilakukan, sebelumnya eksplorasi yang dilakukan pada ikan bermak yang berasal dari laut atau danau (Lopresti et al., 2020).

Eksplorasi sumber Vitamin D adalah salah satunya cara penting untuk meningkatkan pengelolaan penyakit yang berbasis inflamasi (El-Sharkawy & Malki, 2020). Ikan lambak (*Labiobarbus ocellata*) adalah ikan air tawar yang banyak ditemukan di Sungai Sumatera dan Kalimantan terutama di sungai Batanghari Jambi, Indonesia. Ikan lambak memiliki kemiripan dengan ikan seluang, keduanya memiliki kesamaan dari segi jumlah kandungan minyak yang terdapat pada sisik dan tubuh ikan (Silitonga et al., 2021). Minyak ikan lambak terbukti mengandung Vitamin D yang cukup tinggi. Kandungan Vitamin D yang tinggi dipercaya mampu berperan dalam pengaturan respon imun dan mampu menekan kaskade inflamasi pada banyak penyakit (Mendivil, 2021). Sehingga diharapkan dengan konsumsi ikan lambak atau minyak ikan lambak yang

merupakan sumber alami Vitamin D dapat mengurangi peradangan/inflamsi pada pada penyakit DM, TBC, Kardiosvaskular dan gangguan imun lainnya (Darmawi & Magwa, 2024).

SIMPULAN

Adanya perbedaan signifikan kadar vitamin D3 pada minyak ikan pada bagian tubuh ikan lambak. Kadar Vitamin D3 pada minyak ikan lambak cukup tinggi, dimana kadar vitamin D3 yang tertinggi terdapat pada pada group satu yaitu sebesar 787,3 IU/g, pada group dua kandungan vitamin D3 mencapai 782,9 IU/g dan pada group tiga mencapai 767,5 IU/g.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengeksplorasi kandungan vitamin D3 pada berbagai ikan yang terdapat di perairan Indonesia dan mengeksplorasi omega 3 pada minyak ikan lambak yang bermanfaat dalam memodulasi respon imun dengan menekan sitokin inflamasi. Analisis kadar omega-3 dan vitamin D dalam minyak ikan sangat penting untuk memastikan kualitas dan keamanan produk, serta memberikan informasi nutrisi yang akurat kepada konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambeng, Q. R., Yuliani, N. N. S., & Balyas, A. B. (2024). Pengaruh Lama Waktu Penggorengan (Frying Pan) terhadap Kadar Lemak Ikan Seluang (*Rasbora sp.*). *Barigas: Jurnal Riset Mahasiswa*, 2(1), 53-57. <https://doi.org/10.37304/barigas.v2i1.10338>
- Ao, T., Kikuta, J., & Ishii, M. (2021). The Effects of Vitamin D on Immune System and Inflammatory Diseases. *Biomolecules*, 11(11), 1624. <https://doi.org/10.3390/biom11111624>
- Balachandar, R., Pullakhandam, R., Kulkarni, B., & Sachdev, H. S. (2021). Relative Efficacy of Vitamin D2 and Vitamin D3 in Improving Vitamin D Status: Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 13(10), 3328. <https://doi.org/10.3390/nu13103328>
- Charoenngam, N., & Holick, M. F. (2020). Immunologic Effects of Vitamin D on Human Health and Disease. *Nutrients*, 12(7), 2097. <https://doi.org/10.3390/nu12072097>
- Chauss, D., Freiwald, T., McGregor, R., Yan, B., Wang, L., Nova-Lamperti, E., Kumar, D., Zhang, Z., Teague, H., West, E. E., Vannella, K. M., Ramos-Benitez, M. J., Bibby, J., Kelly, A., Malik, A., Freeman, A. F., Schwartz, D. M., Portilla, D., Chertow, D. S., John, S., & Afzali, B. (2022). Autocrine Vitamin D Signaling Switches Off Pro-Inflammatory Programs of TH1 Cells. *Nature Immunology*, 23(1), 62–74. <https://doi.org/10.1038/s41590-021-01080-3>
- Ciptawati, E., Rachman, I. B., Rusdi, H. O., & Alvionita, M. (2021). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Ikan Lele terhadap Kadar Nutrisinya. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(1), 40-46. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art5>
- Daneshkhah, A., Agrawal, V., Eshein, A., Subramanian, H., Roy, H. K., & Backman, V. (2020). Evidence for Possible Association of Vitamin D Status with Cytokine Storm and Unregulated Inflammation in COVID-19 Patients. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(10), 2141–2158. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01677-y>

- Darmawi, D., & Magwa, R. J. (2024). *Perbandingan Pendapat Masyarakat yang Menangkap Ikan dengan Alat Tangkap Tangkul di Danau Teluk dan Danau Sipin Kota Jambi*. Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/70805/>
- de la Guía-Galipienso, F., Martínez-Ferran, M., Vallecillo, N., Lavie, C. J., Sanchis-Gomar, F., & Pareja-Galeano, H. (2021). Vitamin D and Cardiovascular Health. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(5), 2946–2957. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.12.025>
- El-Sharkawy, A., & Malki, A. (2020). Vitamin D Signaling in Inflammation and Cancer: Molecular Mechanisms and Therapeutic Implications. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(14), 3219. <https://doi.org/10.3390/molecules25143219>
- Gilani, S. J., Bin-Jumah, M. N., Nadeem, M. S., & Kazmi, I. (2022). Vitamin D Attenuates COVID-19 Complications Via Modulation of Proinflammatory Cytokines, Antiviral Proteins, and Autophagy. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 20(2), 231–241. <https://doi.org/10.1080/14787210.2021.1941871>
- Hamzah, N., Supriyanto, S., & Indarto, C. (2024). Variasi Waktu Bleaching dan Jenis Adsorben untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Ikan Silase Bandeng. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), 81-91. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.81>
- Lopresti, R., Asaro, N. J., Price, A., Lambrakis, L., & Shoveller, A. K. (2020). Identification of Variables Contributing to Increased vitamin D Concentrations in Fish and Fish Ingredients. *Animal Feed Science and Technology*, 266, 114506. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020>
- Maulana, T. I., Darmawi, D., Magwa, R. J., Firmansyah, F., Afriani, H., & Farhan, M. (2024). Comparison of Income of People Catch Fish Using Liftnet In Sipin Lake and Teluk Lake Jambi City. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(3), 1692-1702. <https://doi.org/10.29303/jp.v14i3.1045>
- Mendivil C. O. (2021). Dietary Fish, Fish Nutrients, and Immune Function: A Review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 617652. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.617652>
- Scurria, A., Lino, C., Pitonzo, R., Pagliaro, M., Avellone, G., & Ciriminna, R. (2020). Vitamin D3 in Fish oil Extracted with Limonene from Anchovy Leftovers. *Chemical Data Collections*, 25, 100311. <https://doi.org/10.1016/j.cdc.2019.100311>
- Setyastuti, A. I., Prasetyo, D. Y. B., Kresnasari, D., Ayu, N., & Andhikawati, A. (2021). Karakteristik Kualitas Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) Asap dengan Asap Cair Bonggol Jagung Selama Penyimpanan Beku. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 6(2), 62-69. <https://doi.org/10.24198/jaki.v6i2.35703>
- Silitonga, M., Nurhayati, N., & Lisna, L. (2021). *Indeks Keanekaragaman Hasil Tangkapan Jaring Insang di Danau Teluk Kenali Kecamatan Telanaipura Kota Jambi*. Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/27501/>
- Sridonpai, P., Judprasong, K., Tirakomonpong, N., Saetang, P., Puwastien, P., Rojroongwasinkul, N., & Ongphiphadhanakul, B. (2022). Effects of Different Cooking Methods on the Vitamin D Content of Commonly Consumed Fish in Thailand. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(6), 819. <https://doi.org/10.3390/foods11060819>