

Potensi limbah genjer udang windu (*Penaeus monodon*) sebagai bahan baku pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein

*The potential of flesh waste of black tiger prawn (*Penaeus monodon*) as a raw material for protein isolate and protein hydrolysate isolate processing*

Reni Tri Cahyani¹*, Tuty Alawiyah², Nur Fadilla¹, Andi Ramadani¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Borneo Tarakan, 77123, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Borneo Tarakan, 77123, Indonesia

*Email korespondensi: renitri_c@borneo.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim: 10/12/2023; disetujui: 12/03/2024; diterbitkan: 30/03/2024

ABSTRACT

*Flesh waste is a by-product of processing headless black tiger prawns (*Penaeus monodon*) which can be consumed and has the potential to be processed into protein-based bioproducts such as protein isolate and protein hydrolysate isolate. This research aims to assess the potential of black tiger prawn flesh waste as a raw material for processing protein isolate and protein hydrolysate isolate based on the characteristics of the raw material and the yield of protein isolate and protein hydrolysate isolate processing. The data obtained is explained descriptively. The research results show that the edible portion of black tiger prawn is 49.38%, while the remaining portion is waste processing of 50.62%. The flesh waste have a proportion of 15.38% of the total weight of prawn. The flesh waste contained $14.3 \pm 0.02\%$ protein, $0.78 \pm 0.01\%$ fat, $1.87 \pm 0.01\%$ ash, $82.22 \pm 0.03\%$ water and $0.83 \pm 0.01\%$ carbohydrate. The yield of flesh waste protein isolate was $7.74 \pm 0.07\%$, while the yield of flesh waste protein hydrolysate isolate was $31,35 \pm 3.42\%$. The flesh waste has potential as raw material for processing protein isolates and hydrolysate isolates. Process optimization needs to be done to get greater results.*

Keywords: bioproduct, characteristics, proportion, proximate, yield

ABSTRAK

Genjer adalah hasil samping pengolahan udang windu (*Penaeus monodon*) bentuk *headless* yang dapat dikonsumsi dan berpotensi untuk diolah menjadi bioproduk berbasis protein seperti isolat dan hidrolisat isolat protein. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi genjer udang windu sebagai bahan baku pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein berdasarkan karakteristik bahan baku dan rendemen dari pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible portion* pada udang windu sebesar 49,38%, sedangkan sisanya merupakan *processing waste* sebesar 50,62%. Genjer udang windu memiliki proporsi sebesar 15,38% dari keseluruhan total berat udang. Genjer udang windu mengandung protein sebesar $14,31 \pm 0,02\%$, kadar lemak sebesar $0,78 \pm 0,01\%$, kadar abu sebesar $1,87 \pm 0,01\%$, kadar air sebesar $82,22 \pm 0,03\%$ dan kadar karbohidrat sebesar $0,83 \pm 0,01\%$. Rendemen Isolat protein dari genjer udang windu sebesar $7,74 \pm 0,07\%$, sedangkan rendemen hidrolisat isolat protein dari genjer udang windu sebesar

31,35±3,43%. Limbah genjer udang memiliki potensi sebagai bahan baku pengolahan isolat dan hidrolisat protein. Optimasi proses pengolahan perlu dilakukan untuk mendapatkan rendemen lebih besar.

Kata kunci : bioproduk, karakteristik, proksimat, proporsi, rendemen

PENDAHULUAN

Udang merupakan komoditas primadona ekspor Indonesia. Hal ini dapat dibuktikan dengan total volume ekspor udang Indonesia pada Tahun 2021 sebesar 250,72 juta kg, dan menjadi total ekspor terbesar sepanjang tahun 2017-2021, dengan peningkatan pertahunnya rata-rata sebesar 8,63%. Nilai ekspor udang pada tahun 2021 mencapai USD 2.228.947.835. Salah satu jenis udang yang memiliki market skala ekspor adalah *black tiger prawn* atau secara nasional dikenal dengan udang windu. Ekspor udang windu beku umumnya lebih banyak dalam bentuk *headless*, yang jumlahnya pada tahun 2021 mencapai 9,81 juta kg, sedangkan dalam bentuk beku lainnya mencapai 4,79 juta kg (KKP, 2022). Kegiatan ekspor udang windu beku dalam bentuk *headless* berimplikasi terhadap jumlah limbah perikanan yang lebih besar.

Limbah perikanan merupakan hasil samping pengolahan hasil perikanan yang mudah terdekomposisi oleh bakteri sehingga harus ditangani dengan tepat untuk mencegah dampak negatif bagi lingkungan (Cahyani, Imra dan Alwiyah, 2022). Pengolahan hasil perikanan pada kelompok krustasea umumnya dapat menghasilkan bagian yang dapat dimakan sekitar 20-25% dan sisanya dibuang sebagai limbah, sedangkan limbah kepala udang dapat mencapai 35-45% dari total produksi udang. Hal tersebut menyebabkan melimpahnya limbah udang yang dihasilkan secara global (Jeyaprakashsabari dan Aanand, 2021). Dalam hal ini, industri pengolahan udang windu dalam bentuk *headless* menghasilkan hasil samping pengolahan berupa kepala dan genjer udang. Genjer merupakan daging sisa yang berwarna kemerahan atau kebiruan dari proses pemotongan kepala udang dan harus

dihilangkan karena dapat mengurangi estetika pada produk udang beku HL (Irianto, Putri, dan Nurbani, 2017). Genjer udang yang tidak dimanfaatkan juga dapat menjadi limbah organik yang mencemari lingkungan.

Hasil samping pengolahan udang memiliki nilai gizi dan ekonomis yang tinggi serta berpotensi sebagai sumber protein hewani (Liu *et al.*, 2021). Limbah kepala udang windu dengan atau tanpa karapas memiliki nilai gizi, fisiko-kimia, mikrobiologi, dan sensorik yang baik, sehingga memberikan kualitas yang potensial dalam pengembangan produk lanjutan (Bassig *et al.*, 2021). Genjer udang diduga memiliki potensi untuk diolah menjadi bioproduk berbasis protein seperti isolat dan hidrolisat protein. Namun demikian, belum ditemukan informasi awal terkait karakteristik limbah genjer udang terutama dari spesies udang windu serta pemanfaatannya dalam pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi genjer udang windu (*Penaeus monodon*) sebagai bahan baku pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah udang windu (*Penaeus monodon*) yang diperoleh dari Unit Budidaya Tambak Udang Windu, Kota Tarakan, Kalimantan Utara. Bahan kimia yang digunakan diantaranya akuades, NaOH 2N, HCl 2N, enzim papain, enzim bromelin, *diethyl ether*, Na₂SO₄, *perchloric acid* 52%, H₂SO₄ pekat, H₂SO₄ 0,1 N, H₃BO₃ 4%, NaOH 40%, tablet katalis kjedahl dan *mixed indicator*.

Alat

Alat yang digunakan diantaranya, baskom, loyang, *silicone plate*, *blender*, *stirrer hotplate*, *pH meter*, mikropipet, tabung sentrifus, kertas pH, sentrifus, timbangan analitik, *siever*, *vortex*, *oven*, alat detilasi, ekstraktor *soxhlet*, *rotary evaporator*, tanur pengabuan, desikator dan peralatan gelas lainnya.

Metode

Preparasi sampel

Sampel limbah udang windu dibawa menggunakan *cold box* dalam kondisi *chilling* menuju Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Borneo Tarakan. Bagian genjer diambil, selanjutnya dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan dihaluskan menggunakan *blender*. Sampel yang telah lumat disimpan pada kantong plastik PE dan disimpan dalam *freezer* hingga digunakan pada tahap selanjutnya.

Produksi isolat protein

Produksi isolat protein dilakukan menggunakan metode pergeseran pH (*pH-shift*) mengacu pada Abdollahi dan Undeland (2018) dengan modifikasi. Sampel disuspensikan dalam akuades dingin (4°C) dengan perbandingan 1: 5 (b/v) dan pH diatur dengan menambahkan NaOH 2N secara bertahap sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga pH mencapai 11. Campuran kemudian disentrifus dengan kecepatan 7.500 rpm selama 20 menit pada suhu 4°C untuk memisahkan supernatan dari endapan. Supernatan kemudian dilarutkan menggunakan HCl 2N secara bertahap sambil diaduk hingga pH mencapai 5,5. Larutan kemudian disentrifus pada 7.500 rpm selama 20 menit pada temperatur 4°C. Endapan yang diperoleh kemudian diatur pHnya menjadi 7 menggunakan NaOH 2N. Isolat protein dikeringkan pada suhu 55°C selama 16 jam, kemudian digiling, diayak dan disimpan pada lemari pendingin pada suhu 4°C hingga tahap selanjutnya.

Produksi hidrolisat isolat protein

Produksi hidrolisat protein dilakukan secara enzimatis mengacu pada Slizyte *et al.* (2016) dengan modifikasi. Isolat protein disuspensi dengan akuades (1:5 b/v) menggunakan *blender* selama 2-3 menit. Suspensi kemudian diatur pH hingga 7 dengan dengan penambahan NaOH 2N. Suspensi dipanaskan pada suhu 52°C dan hidrolisis enzimatis dimulai saat suhu mencapai 50°C dengan penambahan kombinasi enzim papain dan bromelin sebanyak 0,5%+0,5%. Hidrolisis berlangsung selama 2 jam untuk mengoptimalkan reaksi enzim. Setelah proses hidrolisis, enzim dinonaktifkan pada suhu 100°C selama 15 menit. Sampel disentrifugasi selama 20 menit pada 7500 rpm dan suhu 4°C. Supernatan dikeringkan pada suhu 55°C selama 24 jam, kemudian digiling, diayak dan disimpan pada lemari pendingin pada suhu 4°C hingga tahap selanjutnya.

Parameter uji

Parameter uji pada karakteristik bahan baku genjer udang windu meliputi pengukuran proporsi, uji kadar protein metode *Kjedahl*, uji kadar lemak metode *Soxhlet*, uji kadar air metode *Oven*, uji kadar abu metode *Dry ashing*, dan uji kadar karbohidrat metode *By-different*. Sementara itu, parameter uji pada karakteristik produk isolat dan hidrolisat isolat protein genjer udang windu adalah pengukuran rendemen.

Analisis data

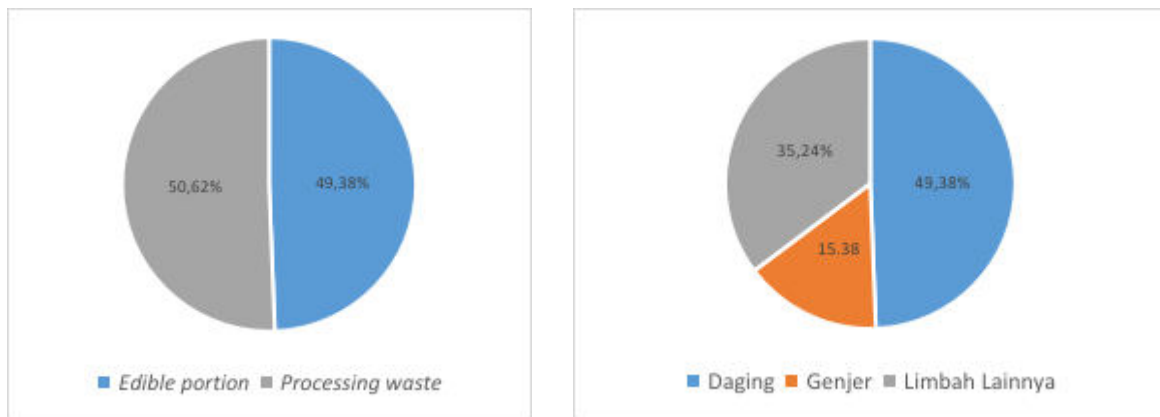
Seluruh data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel maupun gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proporsi udang windu

Proporsi merupakan perbandingan antara *edible portion* atau bagian yang dapat dimakan dan *processing waste* atau bagian yang dibuang (Cahyani, Bija dan Sugi,

2020). Proporsi udang windu (*Penaeus monodon*) tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Proporsi Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Berdasarkan pengukuran proporsi pada Gambar 1, *edible portion* udang windu sebesar 49,38% sedangkan *processing waste* sebesar 50,62%. Hasil tersebut menunjukkan bagian yang dapat dimakan pada udang windu lebih kecil daripada bagian yang dibuang. Hal ini diduga karena udang windu memiliki bagian *cephalothorax* yang besar. Selain itu, proses potong kepala juga dapat mempengaruhi proporsi dari udang windu. Menurut Liu *et al.* (2021), proporsi daging pada udang berkisar antara 37,47-55,94%, sedangkan proporsi kepala berkisar antara 33,63-53,09%. Besarnya proporsi udang dapat dipengaruhi oleh jenis dan metode pengolahan. Menurut Trianjari, Amiruddin, dan Ardiana (2022), cara potong kepala dan *hunging meat* yang dihasilkan akan mempengaruhi proporsi dari udang bentuk *headless*. Oleh karena itu, pemotongan harus dilakukan secara hati-hati agar tidak banyak daging yang terbuang. Udang windu juga memiliki kepala yang keras dan melekat kuat pada bagian *abdomen* sehingga dapat menyulitkan proses potong kepala. Sementara itu, bagian genjer udang memiliki proporsi sebesar 15,38% dari keseluruhan total berat udang windu. Menurut Hafina, Sipahutar dan Siregar (2021), proporsi udang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya size udang, keterampilan dalam pemotongan kepala dan kulit udang serta tingkat kesegaran udang.

Nilai proksimat genjer udang windu

Nilai proksimat adalah nilai perkiraan dari gizi suatu bahan pangan yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat. Nilai proksimat pada udang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya spesies, ukuran, musim dan kondisi lingkungan (Mansur *et al.* 2018). Protein merupakan zat gizi utama dalam pembentukan jaringan tubuh yang terdiri dari asam amino-asam amino yang saling berikatan membentuk ikatan peptida. Satu molekul protein dapat tersusun atas 12-18 asam amino baik esensial maupun non esensial (Damongilala, 2021). kadar protein bagian genjer udang windu sebesar $14,31 \pm 0,02\%$ (Tabel 1). Nilai tersebut lebih rendah dibanding bagian daging udang windu yaitu sebesar 18,35% (Verdian, Witoko, dan Aziz, 2021). Hal tersebut diduga karena bagian genjer udang memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan bagian dagingnya. Kadar air yang tinggi dikaitkan dengan laju kemunduran mutu yang lebih cepat. Menurut Delviana *et al.* (2021), Kandungan air yang tinggi sejalan dengan tingginya aktivitas air yang dapat mengakibatkan mikroorganisme mudah tumbuh dan merusak pangan. Kadar lemak bagian genjer udang windu sebesar $0,78 \pm 0,01\%$ (Tabel 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa genjer udang memiliki kadar lemak kurang dari 1%. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pires *et al.* (2018), bahwa

udang merupakan makanan laut yang memiliki lemak total yang rendah namun tinggi asam lemak tak jenuh omega-3 terutama EPA dan DHA pada otot udang yang baik untuk kesehatan tubuh. Menurut Jeyasanta dan Patterson (2017), udang windu mengandung asam lemak tak jenuh EPA dan DHA sebesar 11,13 dan 8,85 mg/100g.

Tabel 1. Nilai proksimat genjer udang windu

No	Nilai Proksimat	Genjer (%)
1.	Kadar protein	14,31±0,02
2.	Kadar lemak	0,78±0,01
3.	Kadar air	82,22±0,02
4.	Kadar abu	1,87±0,01
5.	Kadar karbohidrat	0,83±0,01

Kadar air bagian genjer udang windu sebesar 82,22±0,02% (Tabel 1). Nilai tersebut lebih tinggi dibanding kadar air bagian daging udang windu pada penelitian Syukroni dan Santi (2021) yaitu sebesar 72,59%. Perbedaan kadar air tersebut dapat menyebabkan bagian genjer udang windu lebih mudah rusak dibanding bagian daging udang windu. Secara umum, udang memiliki kadar air yang cukup tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan. Kadar air yang tinggi pada udang dapat disebabkan oleh pengikatan air yang tinggi (Verdian, Witoko, dan Aziz, 2021). Kadar abu dapat menunjukkan keberadaan mineral dalam batas tertentu pada bahan pangan. Kadar abu bagian genjer udang windu sebesar 1,87±0,01% (Tabel 1). Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan kadar abu bagian daging udang windu yaitu sebesar 3,43% (Syukroni dan Santi, 2021). Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan mineral pada bagian daging udang lebih tinggi dibandingkan bagian genjer udang windu. Menurut Bernard dan Bolatito (2016), udang windu kaya akan mineral makro dan mikro diantaranya P, Mg, Ca, Na, K, Zn, Fe, Mn, dan Cu. Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi makro yang berperan sebagai bahan bakar dan energi bagi tubuh. Kadar karbohidrat genjer udang windu sebesar

0,83±0,01% (Tabel 1). Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan kadar karbohidrat pada bagian daging udang windu yaitu sebesar 0,78-0,91% (Islam *et al.*, 2017).

Rendemen isolat dan hidrolisat isolat genjer udang windu

Rendemen dihitung dengan membandingkan berat produk akhir dengan berat bahan awal sebelum proses produksi dilakukan. Pengukuran rendemen sangat penting untuk mendapatkan gambaran seberapa efektif produksi yang dilakukan. Hasil perhitungan rendemen isolat dan hidrolisat isolat genjer udang windu tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen isolat dan hidrolisat isolat genjer udang windu

Produk	Rendemen (%)
Isolat Protein	7,74±0,07
Hidrolisat Isolat Protein	31,35±3,43

Berdasarkan hasil pengukuran rendemen pada Tabel 2, rendemen isolat protein adalah sebesar 7,74±0,07%, Abreu *et al.* (2019) dalam penelitiannya juga menggunakan metode solubilisasi isoelektrik untuk memproduksi isolat protein dari limbah udang putih dan mendapatkan rendemen sebesar 9,8%, lebih tinggi dibanding hasil penelitian ini. Perbedaan diduga disebabkan karena perbedaan jenis bahan baku yang digunakan dimana penelitian ini menggunakan genjer udang windu. Selain itu, perbedaan hasil rendemen juga dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi pH yang digunakan. Pada penelitian ini, larutan diatur pH hingga 11 untuk melarutkan protein, dan pH 5,5 untuk mengendapkan protein yang terlarut. Sementara itu, di penelitian tersebut, larutan diatur pada pH 7 dan presipitasi dilakukan pada pH 4. Menurut Raihan *et al.* (2019), pemisahan protein terlarut dari komponen lain dipengaruhi oleh pH. pH yang optimum dapat meningkatkan kelarutan protein. Pengaturan pH pada titik isoelektrik dapat menyebabkan pengendapan protein sehingga protein yang terlarut dapat direcoveri.

Rendemen hidrolisat isolat protein pada penelitian ini adalah sebesar $31,35 \pm 3,43\%$ (Tabel 2). Pada penelitian ini, hidrolisat tidak dibuat langsung dari bahan baku segar tetapi dibuat dari isolat protein genjer udang yang telah diproduksi sebelumnya, sehingga hasil penelitian ini berbeda jauh dengan hasil penelitian Yuniarti *et al.* (2019) yang melaporkan rendemen hidrolisat protein kepala udang segar sebesar 79,20% dimana dalam produksinya langsung menggunakan kepala udang segar. Perbedaan rendemen juga diduga karena produk akhir dalam penelitian tersebut berbentuk cair sehingga rendemen dihitung dari berat basah. Menurut Petrova, Tolstorebrov, dan Eikevik (2018), hidrolisat protein dapat dibuat dengan cara pemecahan protein menjadi bagian-bagian kecil peptida hingga menjadi asam-asam amino. Hidrolisat protein dapat dibuat dalam bentuk cair maupun kering. Hidrolisat dalam bentuk kering lebih disukai karena lebih stabil dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dibandingkan hidrolisat protein dalam bentuk cair.

KESIMPULAN

Limbah genjer udang windu memiliki potensi sebagai bahan baku pengolahan isolat dan hidrolisat isolat protein karena memiliki proporsi dan kandungan protein cukup tinggi. Berdasarkan hasil pengukuran, pengolahan limbah genjer udang menjadi isolat dan hidrolisat isolat protein dapat menghasilkan rendemen sebesar 7,74% dan 31,35%. Optimasi proses pengolahan perlu dilakukan untuk mendapatkan rendemen yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DRTPM, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M., & Undeland, I. (2018). Structural, functional, and sensorial properties of protein isolate produced from salmon, cod, and herring By-product. *Food and Bioprocess Technology* 11, 1733-1749. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2138-x>.
- Abreu, A.D.S., Souza, M.M.D., Rocha, M.D., Wasielesky, W.F., & Prentice, C. (2019). Functional properties of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by products protein recovered by isoelectric solubilization precipitation. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 28 (6). 649-657. <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1628151>.
- Bassig, R.A., Obinque, A.V., Nebres, V.T., Santos, V.H.D., Peralta, D.M., & Madrid, A.J.J. (2021). Utilization of shrimp head wastes into powder form as raw material for value-added products. *The Philippine Journal Of Fisheries*, 28(1), 181-190.
- Bernard, E., & Bolatito, A.Y. (2016). Comparative study on the nutritional composition of the pink shrimp (*Penaeus notialis*) and tiger shrimp (*Penaeus monodon*) from lagoon lagoon, southwest nigeria. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1) 1201891, <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1201891>.
- Cahyani, R.T., Bija, S., & Sugi, L.T.A. (2020). Karakteristik ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*) dan potensinya sebagai tepung ikan. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11(2), 182-191. <https://doi.org/10.35891/TP.V11i2.2030>.
- Cahyani, R.T., Imra., & Alawiyah, T. (2022). *Limbah tulang ikan sebagai bahan baku pengolahan produk pangan inovatif*. Yogyakarta: Deepublish.

- Damongilala, L.J. (2021). *Kandungan gizi pangan ikani*. Bandung : CV. Patra Media Grafindo.
- Delviana, Y., Lestari, S., Lestari, S.d., & Ridhowati, S. (2021). Kajian mutu dan daya simpan dendeng udang putih (*penaeus merguensis*) selama pengemasan dan penyimpanan suhu ruang. *Agrointek*, 15(2), 608-616
- Hafina, A., Sipahutar, Y.H., & Siregar, A.N. (2021). Penerapan gmp dan ssop pada pengolahan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) kupas mentah beku *peeled deveined* (pd). *Aurelia Journal*, 2 (2), 117-131.
- Irianto, H.E., Putri, D.D., & Nurbani, S.Z. (2017). Pemanfaatan genjer udang windu pada pembuatan pop shrimp. *JPHPI* 20 (1), 28-35. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2017.20.1.28>.
- Islam, A., Mondal, S., Bhowmik, S., Islam, S., & Begum, M. (2017). A comparative analysis of the proximate composition of wild and cultured prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and shrimp (*Penaeus monodon*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 5(4), 59-62.
- Jeyaprakashabari, S., & Aanand, S. (2021). Shrimp waste - A valuable protein source for aqua feed. *Agricos e-newsletter*, 2(7). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27039.43684>.
- Jeyasanta, I.K., Patterson, J. (2017). Effect of formulated feed on the biochemical composition of cultured shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). *Int. J. Fisheries Aquatic Res.*, 2, 15-22.
- KKP. (2022). *Statistik Ekspor Hasil Perikanan Tahun 2017-2021*. Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. KKP, Jakarta.
- Liu, Z., Liu, Q., Zhang, D., Wei, S., Sun, Q., Xia, Q., Shi, W., Ji, H., & Liu, S. (2021). Comparison of the proximate composition and nutritional profile of byproducts and edible parts of five species of shrimp. *Foods* 10(2603), 1-16. <https://doi.org/10.3390/foods10112603>.
- Mansur, M.A., Mia, M.M., Haider, M.N., Hasan, M.M., Matoba, T., & Kimura, D. (2018). Proximate composition, quality and flavor components of shrimp (*penaeus monodon*, *penaeus orientalis* and *pandalus hypsinotus*). *Bangladesh J. Fish.*, 30(2), 263-269.
- Petrova, I., Tolstorebrov, I., & Eikevik, T.M. (2018). Production of fish protein hydrolysates step by step: Technological aspects, equipment used, major energy costs and methods of their minimizing. *Int. Aquat. Res.*, 10, 223-241. DOI: 10.1007/s40071-018-0207-4.
- Pires, D.R., de Morais, A.C.N., Coelho, C.C.S., Marinho, A.F., Góes, L.C.D.S.A., Augusta, I.M., Ferreira, F.S. & Saldanha, T. 2018. Nutritional composition, fatty acids and cholesterol levels in Atlantic white shrimp (*Litopenaeus schimitti*). *International Food Research Journal*, 25(1), 151 – 157.
- Raihan, N., Abbasiliasi, S., Tan, J.S., Masomian, M., Azmi, T., Ibrahim, T., Ariff, A.B., & Mustafa, A.S. 2019. Ph shift solubilization and precipitation protein extraction from the wastes of the threadfin bream, *nemipterus japonicus*. *JOBIMB*, 7(1), 10-16.
- Slizyte, R., Rommi, K., Mozuraityte, R., Eck, P., Five, K., & Rustad, T. 2016. Bioactive of Fish Protein Hydrolysates From Defatted Salmon Backbones. *Biotechnology Report*, 11, 99-109.
- Syukroni, I., & Santi, A. 2021. Profil gizi dan kandungan kolesterol udang windu (*Penaeus monodon*) dengan metode pemasakan berbeda. *JPHPI*, 24(3), 319-324.

- Trianjari, N., Amiruddin, Ardiana. 2022. Pengaruh species udang terhadap rendemen yang dihasilkan headless dan peeled tain on. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 8(2), 145-152.
- Verdian, A. H., Witoko, P., & Aziz, R. (2021). Komposisi kimia daging udang vanamei dan udang windu dengan sistem budidaya keramba jaring apung. *Jurnal Perikanan Terapan*, 1(1).
<https://doi.org/10.25181/peranan.v1i1.1479>.
- Yuniarti, T., Supenti, L., Suhrawardan, H., & Martosuyono, P. 2021. Produksi dan profil kimia hidrolisat protein dari hasil samping pengolahan udang segar. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 63-69.