

Karakteristik Kimia Nanokalsium Sisik Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Menggunakan Metode *Bottom Up*

*Chemical Characteristics of Nanocalcium from Milkfish (*Chanos chanos*) Scales Using the Bottom Up Method*

Asjun^{1*}

¹Prodi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Teknologi dan Bisnis, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia

*asjun@nobel.ac.id

Diterima: 14 Oktober 2024 ; Disetujui: 17 Oktober 2024 ; Diterbitkan: 25 Oktober 2024

Abstrak

Sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) memiliki kandungan kalsium yang dapat dimanfaatkan menjadi produk nanokalsium. Pembuatan produk tersebut cukup baik mengingat sisik dianggap sebagai limbah. Pembuatan nanokalsium dari sisik juga diharapkan mengurangi ketidakmanfaatannya sehingga dapat meningkatkan nilai tambah secara ekonomi. Tujuan penelitian ini yaitu bagaimana menghasilkan karakteristik kimia nanokalsium sisik ikan bandeng menggunakan metode *bottom up*. Hasil penelitian menunjukkan rendemen nanokalsium sebesar 35% dan ukuran nanopartikel lebih kecil dari 1000 nm. Komposisi kimia nanokalsium berturut-turut yaitu kadar air 2,41%, abu 87,88%, protein 8,15%, lemak 0,48%, dan karbohidrat 1,07%. Karakteristik kimia nanokalsium dari sisik ikan bandeng tersebut dapat menjadi dasar untuk pengembangan pada bidang baik pangan maupun non pangan.

Kata kunci: Ikan bandeng, karakteristik kimia, nanokalsium, sisik.

Abstract

*Milkfish scales (*Chanos chanos*) contain calcium that can be used as nanocalcium products. The production of these products is quite good considering that scales are considered waste. The production of nanocalcium from scales is also expected to reduce its unutilization so that it can increase economic added value. The purpose of this study was to produce the chemical characteristics of nanocalcium from milkfish scales using the bottom-up method. The results showed a nanocalcium yield of 35% and a nanoparticle size smaller than 1000 nm. The chemical composition of nanocalcium is respectively 2.41% water content, 87.88% ash, 8.15% protein, 0.48% fat, and 1.07% carbohydrate. The chemical characteristics of nanocalcium from milkfish scales can be the basis for development in both food and non-food sectors.*

Keywords: Milkfish, chemical characteristics, nanocalcium, scales.

PENDAHULUAN

Limbah perikanan dari proses pengolahannya seringkali dijumpai dan secara signifikan tidak dimanfaatkan. Salah satu limbah hasil perikanan yang dihasilkan dari proses pengolahan yaitu sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*). Limbah sisik ikan bandeng dapat dihasilkan pada berbagai proses pengolahan khususnya dalam pembuatan produk bandeng tanpa tulang dan

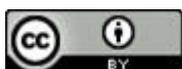


duri (BATARI). Sisik yang dipisahkan dari daging ikan bandeng tersebut umumnya hanya dimanfaatkan pada pembuatan produk pakan ternak dengan jumlah yang kecil dan sebagian besar oleh pengolah produk batari membuang sisik ikan bandeng ke lingkungan sehingga dapat menyebabkan pencemaran. Kondisi tersebut memberikan dampak yang kurang baik dan tidak menguntungkan secara ekonomi sehingga diperlukan alternatif pengolahan (*diversifikasi*) lebih lanjut. Berdasarkan hasil kajian diketahui bahwa sisik ikan bandeng mengandung kalsium sebesar 7,2% (Fajari *et al.*, 2019). Adanya kadar kalsium pada sisik ikan bandeng dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan produk nanokalsium dengan terlebih dahulu menganalisis komposisi kadar kalsium bahan baku dalam penelitian ini sebelum dilakukan proses ekstraksi sebagai penelitian pendahuluan.

Pemanfaatan limbah sisik ikan bandeng menjadi produk nanokalsium tidak hanya menjadi solusi dalam pengelolaan limbah tetapi mampu meningkatkan nilai tambah. Produk nanokalsium yang dihasilkan dari sisik ikan diharapkan memiliki karakteristik yang cukup baik sehingga dapat diaplikasikan dalam pengembangan produk lanjutan dalam berbagai bidang baik pangan maupun nonpangan seperti aplikasi pasta nanokalsium sisik ikan gurame pada gigi untuk proses remineralisasi (Wigianto *et al.*, 2017) dan peningkatan kadar kalsium gigi (Muslimah *et al.*, 2017). Untuk menghasilkan produk nanokalsium dari sisik ikan bandeng dapat menggunakan teknik *bottom up* (Supriyadi *et al.*, 2023), yang diharapkan memperoleh hasil ekstraksi yang optimal, baik dari segi rendemen maupun tingkat bioavailibilitasnya yang tinggi. Berdasarkan uraian tersebut maka penting untuk melakukan penelitian konversi limbah sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) menjadi produk nanokalsium melalui metode ekstraksi sehingga produk nanokalsium yang dihasilkan dapat dikembangkan dan diaplikasikan dalam berbagai pengembangan produk.

DATA DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode analisis laboratorium, sampel sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) diperoleh dari 2 rumah produksi produk Batari di Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Sisik ikan bandeng yang diperoleh dalam kondisi basah dan masih tercampur dengan komponen lain seperti tulang dan beberapa komponen pengotor seperti potongan tali, sehingga terlebih dahulu dilakukan proses pencucian dan pemisahan komponen yang tidak diinginkan. Sisik ikan yang telah di bersihkan



selanjutnya dilakukan proses pengeringan selama 3 hari dengan kondisi panas matahari dan dilakuakn proses pengadukan setiap 3 jam untuk memperoleh bahan kering yang homogen. Sisik ikan yang telah kering selanjutnya dilakukan proses penepungan menggunakan mesin penepung dan pengujian komposisi kimia bahan sesuai SNI 01.234.2-2006. Tepung sisik ikan bandeng diekstrak menjadi produk nanokalsium menggunakan metode *bottom up*. Proses ekstraksi nanokalsium sisik ikan bandeng dilakukan dengan cara proses ekstraksi nanokalsium menggunakan metode *bottom up* (presipitasi) dengan cara tepung sisik direndan dengan HCL 1 N (1:3) selama 32 jam. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi kedua selama 1 jam dengan suhu 90⁰C. Hasil ekstraksi disaring dengan kertas saring untuk memperoleh filtrat. Filtrat selanjutnya diendapkan menggunakan NaOH 3 N dengan perbandinagn 1:5 untuk memperoleh endapan jenuh kalsium hidroksida (Ca(OH)²). Endapan yang diperoleh dinetralkan menggunakan aquadest sehingga diperoleh nilai pH sebesar 7. Untuk memperoleh endapan secara besar dan optimal maka dilakukan proses sentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit suhu 25⁰C. Selanjutnya dilakukan proses pemanasan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 60⁰C dan dipanaskan kembali dengan suhu 105⁰C hingga bobot stabil. Tahap selanjutnya yaitu proses penghilangan zat organik dengan cara dipanaskan di atas *hot plate* selama 15 menit. Kemudian partikel Ca(OH)² ditanur selama 6 jam dengan suhu 60⁰C sehingga terbentuk kalsium oksida (CaO). Serbuk nanokalsium tersebut dihaluskan kembali menggunakan mortar untuk hasil ukuran yang lebih homogen.

Hasil ekstraksi nanokalsium sisik ikan bandeng selanjutnya dihitung persentase rendemen yang diperoleh menggunakan rumus sebagaimana pada penelitian (Sufiani, *et al*, 2022) dan pengujian komposisi kimia nanokalsium berdasarkan 01.234.2-2006:

$$\%Rendemen = \frac{B (g)}{A (g)} \times 100\%$$

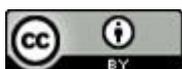
Keterangan:

A : Berat awal Bahan

B : Berat nanokalsium yang diekstraksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia tepung sisik ikan bandeng sebagaimana pada Gambar 1 menunjukkan persentase yang berbeda sesuai dengan parameter uji yang dilakukan. Kadar air



sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu sebesar 2.97% dengan lama pengeringan 3 hari. Nilai kadar air tepung sisik ikan bandeng hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Fajari *et al.*, (2019) yaitu sebesar 32,48% dengan lama proses pengeringan \pm 4-6 jam menggunakan *cabinet dryer*. Cenderung lebih rendahnya nilai kadar air tepung sisik ikan hasil penelitian diduga karena waktu pengeringan cukup panjang selama 3 hari menggunakan panas dari paparan matahari langsung dan dilakukan proses kontrol terhadap posisi sisik yang dilakukan penjemuran sehingga dapat homogen dalam proses pengeringan. Hal tersebut sesuai dengan Lisa *et al.*, (2015) bahwa secara signifikan pengaruh suhu, lamanya proses pengeringan yang dilakukan dapat menurunkan persentase kadar air pada bahan pangan, dan semakin rendah kadar air suatu bahan maka dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan menekan laju aktivitas enzim penyebab kerusakan bahan pangan. Selanjutnya Azis dan Akolo (2018) menyatakan persentase kadar air akan semakin menurun seiring dengan lamanya waktu pengeringan yang digunakan dan sebaliknya.

Kadar abu tepung sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu sebesar 72,05%. Kadar abu hasil penelitian cukup tinggi bila dibandingkan hasil penelitian Fajari *et al.*, (2019) yaitu sebesar 13,48%. Cenderung lebih tingginya kadar abu diduga karena proses pengeringan yang cukup lama. Proses pengeringan yang diberikan dapat menurunkan kadar air pada persentase yang semakin rendah, hal tersebut dapat mempengaruhi komponen lain yaitu kadar abu, dimana dengan banyaknya kadar air yang menguap pada bahan dapat menyebabkan komponen lain yang tetap mengalami peningkatan seperti komponen mineral (Lisa *et al.*, 2015). Didukung oleh Yuniarti *et al.*, (2013) menyatakan bahwa semakin rendahnya nilai kadar air pada bahan pangan akibat perlakuan suhu yang diberikan sehingga terjadi penguapan air dapat meningkatkan residu bahan lain berupa abu.

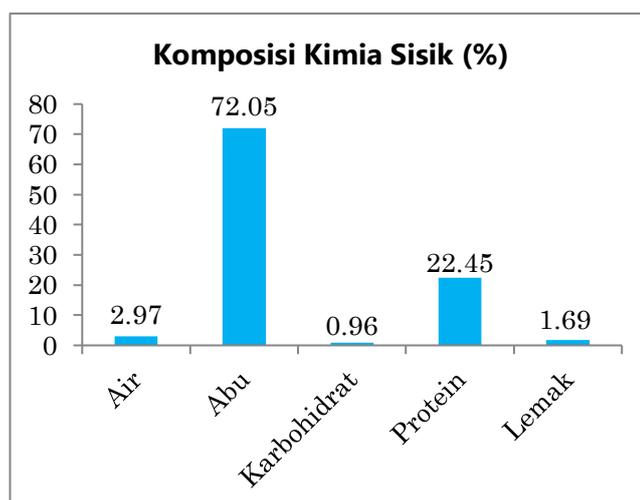
Kadar protein tepung sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu sebesar 22.45%. Kadar protein lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Fajari *et al.*, (2019) yaitu sebesar 45,07%. Perbedaan kadar protein diduga karena perbedaan jenis ukuran, usia, dan habitat



hidupnya. Sesuai dengan Fadilla *et al.*, (2019) melaporkan bahwa cenderung terdapat perbedaan yang signifikan terhadap komponen protein atau kadar gelatin pada pada biota yang memiliki habitat hidup yang berbeda dan nutrisi yang dikonsumsi oleh biota. Didukung Hafiluddin *et al.*, (2014) bahwa kondisi wilayah yang berbeda dapat menyebabkan tingkat persentase kadar protein berbeda karena ketersediaan pakan alami yang tidak sama yang bergantung pada wilayahnya, serta kadar protein hasil analisis cukup dipengaruhi oleh kandungan gizi lainnya yang dihitung berdasarkan akumulasi total gizi sebesar 100%.

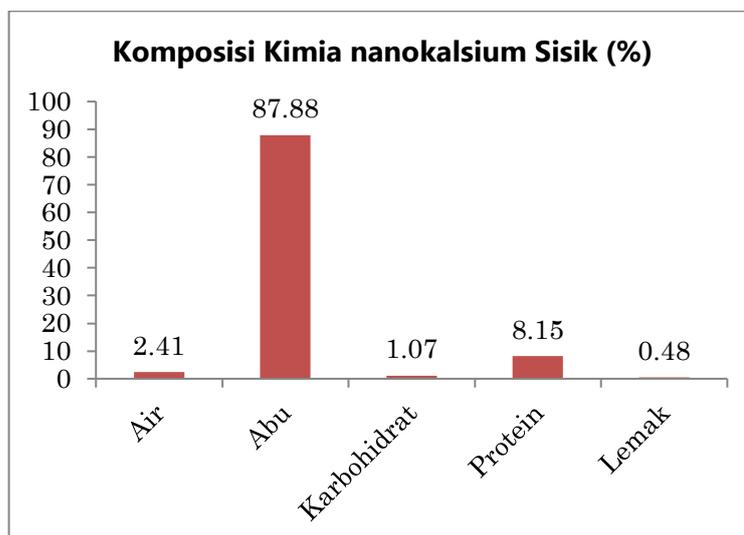
Kadar lemak tepung sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu sebesar 1,69%. Kadar lemak hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Fajari *et al.*, (2019) yaitu sebesar 2,41%. Cenderung rendahnya nilai kadar lemak erat hubungannya dengan komponen lain yang mengalami pengurangan khususnya kadar protein yang cukup rendah akibat proses denaturasi yang terjadi pada jaringan (Pratama *et al.*, 2014).

Kadar karbohidrat tepung sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu sebesar 0,96%. Kadar karbohidrat hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Fajari *et al.*, (2019) yaitu sebesar 6,88%. Kadar karbohidrat sangat dipengaruhi oleh komponen lain karena diperoleh berdasarkan pengaruh komposisi gizi lain sehingga semakin besar persentase total protein, lemak, abu, dan air maka nilai kadar karbohidrat semakin menurun dan sebaliknya (Nurjanah *et al.*, 2010).



Gambar 1. Komposisi proksimat sisik ikan bandeng.

Hasil ekstraksi nanokalsium sisik ikan bandeng diperoleh rendemen dengan lama perendaman 32 jam yaitu sebesar 35%. Rendemen yang diperoleh cenderung lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilakuakn oleh Sufiani *et al*, (2022) sebesar 34,71% dan Cenderung lebih rendah dari penelitian Fitriana *et al*, (2019) yang menggunakan bahan baku cangkang tiram yaitu sebesar 56,41%. Adanya perbedaan rendemen yang dihasilkan diduga karena perbedaan lama ekstraksi, jenis bahan baku, dan konsentrasi pelarut yang digunakan. Hal tersebut sesuai dengan Anggraeni *et al*, (2019) bahwa persentase rendemen nanokalsium dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti perlakuan pada sampel seperti proses preparasi bahan baku, lama waktu ekstraksi, proses penetralan, proses pengeringan, dan jenis pelarut yang digunakan. Didukung oleh First *et al*, (2019) menyatakan bahwa lama proses ekstraksi yang berbeda menggunakan pelarut HCL dalam mengekstrat nanokalsium dapat menghasilkan persentase rendemen yang berbeda-beda. Rendemen nanokalsium sisik ikan bandeng yang diperoleh memiliki ukuran nanopartikel dibawah 1000 nm. Rendemen nanokalsium yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis kimia sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi kimia nanokalsium sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Kadar air nanokalsium sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) hasil penelitian yaitu sebesar 2,41%. Kadar air nanokalsium cenderung lebih rendah dari hasil penelitian Anggraeni *at al*, (2024) dengan berbagai macam perlakuan lama ekstraksi yang berkisar antara 3,63-3,67%. Penelitian Lekahena *et al*, (2014) juga melaporkan kadar air nanokalsium yang diekstraksi yaitu sebesar 4,67%, yang menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari hasil penelitian. Adanya perbedaan nilai kadar air diduga karena perbedaan metode ekstraksi yang dilakukan dan yang paling efisien mempengaruhi setiap kadar air yaitu adanya perlakuan pengeringan.

Hal tersebut sejalan dengan Anggraeni *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa perbedaan kadar air dapat disebabkan oleh penggunaan suhu pengeringan, lamanya proses pengeringan yang diterapkan, dan sifat dari sifat kalsium yang dihasilkan akibat perbedaan sumber bahan baku yang digunakan.

Kadar abu nanokalsium sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) hasil penelitian yaitu sebesar 87,88%. Kadar abu nanokalsium hasil penelitian cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar abu nanokalsium yang diekstraksi dari tulang ikan bandeng yaitu sebesar 93,07% (Julianti, 2017). Salah satu penyebab perbedaan kadar abu diduga karena penggunaan lama ekstraksi yang dilakukan. Selain [perbedaan waktu kecenderungan perbedaan tersebut juga dapat dipengaruhi oleh habitat dan perbedaan dari bahan yang diekstraksi (Handayani dan Syahputra, 2017). Didukung Suptijah *et al.*, (2017) menyatakan bahwa kadar abu dapat mengalami perbedaan persentase disebabkan karena lingkungan hidup dari spesies yang digunakan karena menyangkut komponen nutrisi yang membentuk kalsium.

Kadar protein nanokalsium sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) hasil penelitian yaitu sebesar 8,15%. Kadar protein hasil penelitian tergolong lebih tinggi bila dibandingkan hasil penelitian Sufiani *et al.*, (2022) pada nanokalsium dari tulang sotong, dan lebih lanjut menyatakan bahwa tinggi rendahnya kadar protein dalam nanokalsium yang diekstraksi dapat dipengaruhi oleh seberapa optimum proses ekstraksi nanokalsium yang dilakukan khususnya pada komponen kalsium yaitu apabila kalsium dalam produk nanokalsium lebih tinggi maka dapat menekan kadar protein maupun sebaliknya.

Kadar lemak nanokalsium sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) hasil penelitian yaitu sebesar 0,48%. hasil penelitian tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Sufiani *et al.*, (2022) yang berkisar antara 0,13-0,53%. Perbedaan nilai kadar lemak tersebut diduga dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya yaitu ukuran, jenis dan usia dari spesies atau biota yang digunakan. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Talumepa *et al.*, (2016) yang melaporkan bahwa terdapat perbedaan kadar lemak dari beberapa jenis sisik ikan yang diuji yang berkisar antara 3,68%-7,44%. Pengujian komposisi kimia nanokalsium juga menghitung kadar karbohidrat berdasarkan *metode by difference* dimana diperoleh sebesar 1,07%. Kadar karbohidrat apabila dibandingkan dengan penelitian lain dapat berbeda karena nilai dari komponen gizi lainnya juga tidak sama.



KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu nanokalsium yang dihasilkan memiliki rendemen sebesar 35% dan ukuran partikel kurang dari 1000 nm. Karakteristik kimia nanokalsium cukup baik seperti air sebesar 2,41%, abu 87,88%, lemak 0,48%, protein 8,15%, dan karbohidrat 1,07%. Rendah kadar air dapat menjaga kualitas produk, serta cenderung tingginya kadar abu berpotensi besar menghasilkan nanokalsium dengan persentase kadar kalsium yang tinggi yang baik untuk kebutuhan gizi dengan menggunakan metode ekstraksi *bottom up*.

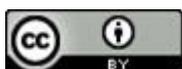
Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan variasi ekstraksi baik dari lama waktu perendaman, jenis bahan yang digunakan khususnya sisik dari beberapa jenis ikan lain sehingga dapat melihat ukuran nanopartikel, karakteristik dan perlakuan yang optimum dalam ekstraksi nanokalsium yang dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada kelompok pengolah bandeng tanpa tulang dan duri (Batari) yang ada di Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan karena telah memfasilitasi selama penelitian dengan mengumpulkan sampel yang diperlukan dengan perlakuan penanganan sesuai dengan metode dalam penelitian untuk meminimalisir kontaminasi sampel sebelum proses lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, N., Dewi, E. N., Susanto, A. B., & Riyadi, P. H. (2024). Karakterisasi nanokalsium tulang ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) dengan variasi waktu ekstraksi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 197-207.
- Anggraeni PD, Darmanto YS, dan Fahmi AS. 2019. "Pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan yang berbeda terhadap karakteristik beras analog umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) dan rumput laut *Eucheuma spinosum*," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1): 55-64.
- Azis, R., & Akolo, I. R. A. R. (2018). Karakteristik tepung ampas kelapa. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 2(2), 104-104.
- Fadila, E. N., Darmanto, Y. S., & Purnamayati, L. (2019). Karakteristik Mi Kering dengan Penambahan Gelatin Sisik Ikan yang Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 21(2), 118-128.
- Fajari, C. N. A., & Yusuf, M. (2019). Pengaruh Penggunaan Sisik Ikan Bandeng Terhadap Kadar Kalsium, Daya Kembang dan Organoleptik Camilan Stick. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 9(1), 65-73.
- Fatoni, M. A., & Sumardianto, L. P. (2021). Penambahan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Udang. *Jurnal*



Teknologi Hasil Pertanian, 14(1), 1-10.

- First L, Septaningrum LRD, Pangestuti K, Jufrinaldi, Hidayat R, dan Khosilawati D. 2019. "Sintesis dan karakteristik nano kalsium dari limbah tulang ayam broiler dengan metode presipitasi," *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 3920: 69-73.
- Fitriana, N., Handayani, L., & Nurhayati, N. (2019). Penambahan nanokalsium cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) pada pakan dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(2), 80-85.
- Hafiluddin, H., Perwitasari, Y., & Budiarto, S. (2014). Analisis kandungan gizi dan bau lumpur Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dari dua lokasi yang berbeda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 7(1), 33-44.
- Handayani, L., & Syahputra, F. (2017). Isolasi dan karakterisasi nanokalsium dari cangkang tiram (*Crassostrea gigas*). *Jphpi*, 20(3), 515-523.
- Julianti, S. R. (2017). Karakterisasi Fisikokimia Dan Bioavailabilitas Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) Menggunakan Larutan Basa (*Doctoral dissertation*, Universitas Brawijaya).
- Lisa, M., Lutfi, M., & Susilo, B. (2015). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Plaerotus ostreatus*). *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 270-279.
- Muslimah DF, Haniastuti T, Ratih DN. (2017). Pengaruh Aplikasi Pasta Nanokalsium Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus goramy L.*) Terhadap Kadar Kalsium Dan Fosfat Pada Gigi Dengan *White Spot* (Kajian In Vivo pada Marmut) (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Nurjanah, N., Suwandi, R., & Yogaswari, V. (2010). Karakteristik kimia dan fisik sisik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 4(2).
- Pratama, R., I., I., Rostini dan E. Liviawaty. 2014. Karakteristik Biskuit dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Jangilus (*Istiophorus sp.*). *Jurnal Akuatika*. 5(1). ISSN 0853-2532.
- Sufiani, N. L., Kurniasih, R. A., & Suharto, S. (2022). Pengaruh lama ekstraksi menggunakan naoh terhadap karakteristik nanokalsium dari tulang sotong (*Sepia sp.*). *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 6(1), 130-141.
- Supriyadi S, Nurhayati N, and Handayani L. 2023. *The potential of fishery waste as an alternative source of natural calcium: a revie*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal* 10(2): 163-171.
- Suptijah, P., Jacob, A. M., & Deviyanti, N. (2012). Karakterisasi dan bioavailabilitas nanokalsium cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(1), 244312.
- Talumepa, Anggun CN, Pipih Suptijah, Stenly Wullur, and Inneke FM Rumengan. 2016. Kandungan kimia dari sisik beberapa jenis ikan laut. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 3(1): 27-33.
- Wigianto AYP, Haniastuti T, Ratih DN. (2017). Pengaruh Aplikasi Pasta Nanokalsium Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus goramy L.*) Pada Gigi Dengan *White Spot* Terhadap Kepadatan dan Kekerasan Email Gigi (Kajian In Vitro) (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

