



Kinerja pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan penambahan arang aktif dari limbah tulang ikan tuna (*Thunnus sp*) pada pakan

Growth performance of gouramy (*Osphronemus gouramy*) with the addition of activated charcoal from tuna (*Thunnus sp*) bone waste in feed

Received: 29 November 2022, Accepted: 09 January 2023
DOI: 10.29103/aa.v1i2.9431

Suraiya Nazlia^{a*}, Nurhayati^a, Ade Maya Riski^a, Ika Rezvani Aprita^b, Mustafa Sabri^c, Safrida Afriana^d, dan Suri Purnama Febri^e

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama

^bProgram Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Politeknik Venezuela

^cDinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Aceh

^dLaboratorium Anatomi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala

^eProgram Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan arang aktif dari tulang ikan tuna terhadap pertumbuhan ikan gurami. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan Universitas Abulyatama, Aceh. Ikan uji yang digunakan berupa benih ikan gurami dengan ukuran 2-3 g dan 5-6 cm. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap non Faktorial, terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan, meliputi A (kontrol; tanpa penambahan arang aktif), B (penambahan arang aktif 1% dalam pakan), C (Penambahan arang aktif 2% dalam pakan), dan D (penambahan arang aktif 3% dalam pakan) selama 60 hari masa pemeliharaan. Ikan dipelihara pada akuarium dengan ukuran 60 x 40 x 40 cm sebanyak 10 ekor per wadah dengan ketinggian air 30 cm. selama masa pemeliharaan, ikan diberi pakan dua kali sehari secara *at satiation*. Parameter yang diukur meliputi, Kelangsungan hidup, pertumbuhan bobot dan panjang mutlak, laju pertumbuhan harian (LPH), rasio konversi pakan (FCR). Data tersebut dianalisis menggunakan *analysis of varian* (ANOVA). apabila berbeda nyata, dilanjutkan uji lanjut menggunakan Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arang aktif tulang ikan tuna 2% pada pakan berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan antara lain pertumbuhan bobot dan Panjang mutlak, SGR dan memberikan nilai terbaik pada FCR dan SR sebesar 8,98±0,20 g; 3,36±0,13 cm; 2,60±0,11; 1,63; 100±0,00%.

Kata kunci: arang aktif; ikan gurami; ikan tuna; pertumbuhan; tulang ikan

Abstract

This study aims to determine the effect of adding activated charcoal from tuna bones on the growth of gouramy. This research was conducted at the Integrated Laboratory of the Faculty of Fisheries, Abulyatama University, Aceh. The test fish used were gouramy seeds with a size of 2-3 g and 5-6 cm. This study used a non-factorial completely randomized design, consisting of four treatments and three replications, including A (control; without the addition of activated charcoal), B (addition of 1% activated charcoal in feed), C (addition of 2% activated charcoal in feed), and D (addition of 3% activated charcoal in feed) for 60 days of the rearing period. Fish are kept in an aquarium with a size of 60 x 40 x 40 cm as many as 10 fish per container with a water level of 30 cm. During the maintenance period, fish were fed twice a day at satiation. Parameters measured included survival, absolute weight and length growth, daily growth rate (LPH), and feed conversion ratio (FCR). The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). if significantly different, continue further testing using Duncan. The results showed that the addition of 2% tuna bone activated charcoal in feed affected growth performance including in absolute weight and length growth, SGR, and gave the best value on FCR and SR of 8.98 ± 0.20 g; 3.36±0.13cm; 2.60±0.11; 1.63; 100±0.00%.

Keywords: activated charcoal; fish bone; growth; *Osphronemus gouramy*

1. Introduction

1.1. Latar belakang

Ikan gurami merupakan salah satu ikan air tawar yang lezat dan bernutrisi. Saat ini permintaan terhadap konsumsi ikan gurami terus meningkat. Namun, hal tersebut tidak diiringi dengan peningkatan produksi karena pertumbuhannya lambat baik disebabkan faktor eksternal maupun internal. Salah satu faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan adalah pakan. Dalam kegiatan budidaya, biaya pakan dapat mencapai 60-80% dari total biaya produksi (Karimah *et al.*, 2018). Salah satu upaya untuk menekan biaya pakan yaitu menambahkan suplemen arang aktif dalam pakan. Hal tersebut diduga menjadi solusi dalam memperoleh keuntungan yang relative tinggi bagi para petani. Selain itu, penambahan arang aktif mampu meningkatkan pertumbuhan ikan dengan mengaktifkan fungsi usus sehingga masa pemeliharaan menjadi lebih singkat.

Arang aktif merupakan adsorben multifungsi yang mengandung karbon. Struktur pori yang besar, luasan permukaan spesifiknya besar, kapasitas penyerapan tinggi, serta reaktivitas permukaan bervariasi menyebabkan arang aktif digunakan untuk banyak fungsi industri pengolahan (Park *et al.*, 2003). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan memperbesar luas permukaan saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri. Arang aktif efektif menyerap pestisida, hidrokarbon lingkungan, agen farmasi, mikotoksin, fitotoksin, pakan aditif, antibakteri, dan sebagian besar menyerap racun yang disebabkan oleh bakteri. Arang aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Arang atau karbon aktif dapat dibuat hampir dari semua bahan yang mengandung unsur karbon baik berasal dari hewani maupun nabati antara lain serbuk gergaji, ampas tebu, tempurung kelapa, tongkol jagung, ampas tebu dan tulang.

Limbah tulang ikan dalam industri perikanan saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga limbah sisa olahan ikan tersebut seperti tulang perlu dikembangkan agar tidak menjadi sumber pencemaran lingkungan. Tulang ikan mengandung 60%-70% mineral dengan komponen penyusunnya terdiri dari 30% protein dan sebagian besar bioapatit, termasuk hidroksiapatit (Riyanto dan Maddu, 2014), yang diketahui memiliki potensi besar sebagai adsorben (Alami *et al.*, 2017). Tulang ikan tuna merupakan hasil samping dari pengolahan ikan yang kaya akan kandungan kalsium, fosfor dan karbonat (Rozi dan Ukhty, 2021). Dilihat dari kandungannya, maka tulang ikan tuna berpotensi dijadikan sumber arang aktif sebagai pakan tambahan pada budidaya ikan. Tulang ikan tuna pada penelitian ini diperoleh dari PT. Yakin Pasifik Tuna di Lampulo Banda Aceh yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan hasil laut dan ekspor ikan.

Beberapa penelitian terkait penambahan arang atau arang aktif dalam pakan terhadap pertumbuhan ikan telah dilakukan, diantaranya menggunakan tulang ikan kambing-kambing dengan dosis optimum 2% (Nurhayati *et al.*, 2021). Selanjutnya pertumbuhan dan sintasan ikan lele dan ikan nila pada dosis optimum 3% dan 2% (Tamba *et al.*, 2019) (Iroth *et al.*, 2020). Kemudian penambahan berbagai jenis arang aktif dalam pakan terhadap konversi pakan dan sintasan benih ikan kuwe dengan dosis terbaik 2% (Muhammadar *et al.*, 2019). Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian berkaitan dengan penambahan arang aktif tulang ikan tuna pada pakan terhadap pertumbuhan ikan gurami.

1.2. Tujuan dan manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan arang aktif dari tulang ikan tuna terhadap pertumbuhan ikan gurami. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi bagi mahasiswa, pembudidaya dan instansi pemerintah untuk dijadikan suatu acuan dalam budidaya ikan gurami, terutama menyangkut penambahan suplemen arang aktif pada pakan.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan Universitas Abulyatama, Aceh.

2.2. Bahan dan alat penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan gurami dengan ukuran 5-6 cm dan 2-3 g, tulang ikan tuna, kertas saring, pakan komersil, minyak ikan, ZnCl₂ sebagai aktivator arang aktif, akuades sebagai pelarut. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium, selang penyiponan, sikat, aerator, timbangan digital, serok, kamera, alat tulis, dan lainnya.

2.3. Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) non factorial dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Persentase serbuk arang aktif yang digunakan terdiri atas:

Perlakuan A : 0% arang aktif dalam pakan (kontrol)
 Perlakuan B : 1% arang aktif dalam pakan
 Perlakuan C : 2% arang aktif dalam pakan
 Perlakuan D : 3% arang aktif dalam pakan

2.4. Prosedur penelitian

2.4.1. Persiapan arang aktif

Tulang ikan tuna diperoleh dari PT. Yakin Pasifik Tuna di Lampulo Banda Aceh yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan hasil laut dan ekspor ikan. Tulang ikan dicuci hingga bersih, lalu direbus selama 30 menit, kemudian dijemur selama 3-4 hari sampai kering dan rapuh agar mudah dihaluskan. Tulang ikan yang sudah kering, dibakar menggunakan furnace dengan suhu 600°C selama dua jam. Selanjutnya arang dihaluskan hingga berukuran 74 µm. Kemudian serbuk arang diaktivasi menggunakan aktivator ZnCl₂ dengan konsentrasi 10% yang dilarutkan dalam akuades hingga 100 mL dengan waktu aktivasi 24 jam. Filtrat dipisahkan dengan residu menggunakan kertas saring Whatman. Netralisasi residu menggunakan akuades hingga pH arang aktif berada pada kisaran 6,5-7. Arang aktif yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 200°C selama satu jam dan serbuk arang aktif yang dihasilkan siap diaplikasikan dalam pakan.

2.4.2. Persiapan pakan uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersial untuk benih ikan gurami, nila, dan lele dengan kandungan protein 40-42%, lemak 6%, serat kasar 3%, kadar abu 12% dan kadar air 10%. yang dicampur arang aktif tulang ikan tuna dengan dosis berbeda. Arang aktif tulang ikan tuna dicampurkan ke dalam pakan secara *repelleting*. Pakan yang telah dicampurkan arang aktif kemudian dicetak kembali menjadi pelet menggunakan alat pencetak pelet manual, selanjutnya pelet dikeringkan menggunakan oven bersuhu 30°C selama 24 jam.

* Korespondensi: Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia
 e-mail: suraiyanazlia_psp@abulyatama.ac.id

2.4.3. Pemeliharaan biota uji

Sebelum dilakukan penelitian ikan tersebut sudah diaklimatisasi selama 14 hari. Benih ikan gurami yang telah diseleksi dipelihara dalam akuarium dengan ukuran 60 x 40 x 40 cm sebanyak dua belas unit. Akuarium tersebut telah dibersihkan terlebih dahulu dan disusun secara acak dengan teratur dan dilakukan pemberian label pada tiap akuarium. Selanjutnya akuarium diisi air setinggi 30 cm dengan padat tebar ikan yang digunakan sebanyak 10 ekor per akuarium dan diberikan aerasi. Biota uji tersebut dipelihara selama 60 hari. Untuk pemberian pakan diberikan secara *ad satiation* dengan frekuensi dua kali sehari yaitu pagi pukul 08.00 WIB dan sore pukul 17.00 WIB.

2.5. Parameter uji

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain kelangsungan hidup, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan Panjang mutlak, dan laju pertumbuhan harian, dan rasio konversi pakan. Parameter-parameter tersebut diukur menggunakan formula:

2.5.1. Kelangsungan hidup

Guna mengetahui persentase sintasan ikan uji maka digunakan rumus menurut Chusing (1968) dalam Effendie (1997) yaitu:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100$$

Keterangan:

SR : Kelangsungan hidup
Nt : Jumlah hewan uji yang hidup pada akhir penelitian (gram)
No : Jumlah hewan uji pada awal penelitian (gram)

2.5.2. Pertumbuhan berat dan panjang mutlak

Pertumbuhan berat mutlak ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997):

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan:

Wm : Pertambahan bobot (gram)
Wt : Berat hewan uji pada akhir penelitian (g)
Wo : Berat hewan uji pada awal penelitian (g)

Pertumbuhan Panjang mutlak ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997):

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan:

Lm : Pertambahan panjang (cm)
Lt : Panjang akhir rata-rata individu pada akhir (cm)
Lo : Panjang awal rata-rata individu pada akhir (cm)

2.5.2. Laju pertumbuhan spesifik

Laju Pertumbuhan Spesifik merupakan % dari seluruh berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan De Silva & Anderson (1995):

$$LPH = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100$$

Keterangan:

LPH : Laju pertumbuhan harian (%)
Wt : Bobot rata-rata ikan uji pada akhir penelitian (g)
Wo : Bobot rata-rata pada awal penelitian (g)
t : Lama pengamatan (hari)

2.5.3. Rasio konversi pakan

Penghitungan rasio konversi pakan didapat dengan menghitung jumlah pakan yang dikonsumsi dibagi dengan pertambahan berat yang diperoleh kedua strain ikan nila. Penghitungan Rasio dengan menggunakan rumus Sedwick (1979) dalam Effendie (1997):

$$FCR = \frac{F}{Wt - Wo}$$

Keterangan:

FCR : Ratio konversi pakan (*food conversion ratio*)
Wt : Berat hewan uji pada akhir penelitian (g)
Wo : Berat hewan uji pada awal penelitian (g)
F : Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

2.6. Analisis data

Data pengamatan sintasan, pertumbuhan ikan dan rasio konversi pakan dianalisis menggunakan *analysis of varian* (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Jika berbeda nyata antar perlakuan, maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan.

3. Result and Discussion

Hasil penelitian terkait pertumbuhan ikan gurami disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1.

Nilai pertumbuhan rata-rata individu ikan gurami (*Osphronemus gourami*) setiap parameter selama penelitian

Parameter	Perlakuan			
	A (0%)	B (1%)	C (2%)	D (3%)
Bobot awal (g)	2,37±0,04 ^a	2,10±0,10 ^a	2,39±0,23 ^a	2,27±0,05 ^a
Panjang awal (cm)	5,35±0,05 ^a	5,19±0,03 ^a	5,41±0,25 ^a	5,23±0,08 ^a
Pertumbuhan bobot mutlak (g)	4,64±0,19 ^a	6,34±0,08 ^b	8,98±0,20 ^d	8,50±0,12 ^c
Pertumbuhan panjang mutlak (cm)	1,77±0,07 ^a	2,36±0,12 ^b	3,36±0,13 ^c	3,27±0,19 ^c
Laju pertumbuhan harian (%/hari)	1,81±0,06 ^a	2,32±0,07 ^b	2,60±0,11 ^c	2,59±0,04 ^c
Sintasan (%)	90±10,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a
Rasio konversi pakan	3,03	1,87	1,36	1,05

Catatan: notasi huruf yang berbeda pada baris parameter yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05)

Uji penambahan arang aktif tulang ikan tuna dalam pakan terhadap pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gourami*) dicapai hasil terbaik pada perlakuan 2%. Hal ini diperlihatkan dalam Tabel 1 yang menunjukkan bahwa perlakuan tersebut menghasilkan nilai pertambahan bobot rata-rata tertinggi sebesar 8,98 ± 0,20 g, sehingga diperoleh nilai laju pertumbuhan harian tertinggi yaitu sebesar 2,60%. Kemudian diikuti perlakuan pada penambahan arang aktif 3%, 1%, dan 0% nilainya masing-masing 8,50 ± 0,12 g; 6,34 ± 0,08 g; dan 4,64 ± 0,19 g dengan laju pertumbuhan harian tiap perlakuan 2,59%, 2,32%, dan 1,81%. Demikian pula pada pertambahan panjang rata-rata mengikuti pola yang sama seiring penambahan bobot rata-rata dan laju pertumbuhan harian ikan gurami. Berdasarkan analisis statistik, penambahan arang aktif tulang ikan tuna dalam pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan laju pertumbuhan harian (P<0,05).

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian ini, penambahan arang aktif terbaik bagi pertumbuhan ikan gurami selama 60 hari masa pemeliharaan yaitu sebanyak 2%. Perlakuan ini menunjukkan bahwa kandungan arang aktif ikan tuna dalam pakan mampu bekerja baik sehingga meningkatkan metabolisme ikan gurami. Hal yang sama terjadi pada ikan lele, penambahan karbon aktif dari tempurung kelapa menunjukkan pertumbuhan yang baik (Tamba *et al.*, 2019). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penambahan arang aktif dari sekam padi dalam pakan dapat mempengaruhi morfologi usus ikan kuwe (*Caranx ignobilis*) sehingga dapat meningkatkan daya serap nutrisi pada usus (Firdus *et al.*, 2022);(Muhammadar *et al.*, 2019). Selain itu, penambahan arang aktif tulang ikan kambing-kambing dapat meningkatkan pertumbuhan bobot, panjang,

dan SGR ikan gurami. Dengan ringkas, (Siswati *et al.*, 2015) menyatakan bahwa bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan dengan cara khusus mampu mengabsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu, yang bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan yang dihasilkan oleh arang aktif tersebut.

Namun, jika dilihat dari data yang diperoleh pada penelitian ini, sintasan pada tiap perlakuan tidak berbeda nyata, yang dapat diartikan bahwa tidak ada perbedaan dari segi persentase individu yang hidup selama masa pemeliharaan 60 hari. Tingginya nilai sintasan pada hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan gurami sudah mampu memanfaatkan pakan yang diberikan suplemen tambahan arang aktif dengan baik, sehingga kebutuhan energi untuk aktifitas, pertumbuhan dan kelangsungan hidup bisa digunakan optimal. Menurut (Mulyadi *et al.*, 2014) kelulushidupan dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari umur dan kemampuan ikan dalam beradaptasi dengan lingkungan. Faktor abiotik antara lain ketersediaan makanan dan kualitas media hidup. Penting untuk dipertimbangkan dalam budidaya ikan bahwa penambahan arang aktif ini terhadap penambahan bobot ikan akan mampu mendorong keuntungan ekonomi bagi para pembudidaya ikan.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan arang aktif tulang ikan tuna yang berbeda pada pakan dapat mempengaruhi kinerja pertumbuhan ikan gurami antara lain pertumbuhan bobot mutlak $8,98 \pm 0,20$ g, dan panjang mutlak $3,36 \pm 0,13$ cm dengan laju pertumbuhan harian sebesar $2,60 \pm 0,11$. Kinerja terbaik tersebut didapatkan pada penambahan arang aktif tulang ikan tuna 2% dengan nilai FCR dan SR yang diperoleh 1,36 dan $100 \pm 0,00\%$.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (kemendikbud) yang telah mendanai penelitian melalui Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dan LPPM Universitas Abulyatama yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian ini.

Bibliograph

- Alami, R., Riyanto, B., & Salamah, E. 2017. Adsorpsi Kromium Limbah Cair Penyamakan Kulit Ikan Menggunakan Hidroksiapatit Tulang Ikan Tuna. IPB University.
- Effendi, M.I., 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Firdus, F., Samadi, S., Muhammadar, A. A., Sarong, M. A., Muchlisin, Z. A., Sari, W., ... Batubara, A. S. 2022. Supplementation of rice husk activated charcoal in feed and its effects on growth and histology of the stomach and intestines from giant trevally, *Caranx ignobilis* [version 2 ; peer review : 2 approved , 1 approved with reservations]. 1–16.
- Iroth, R. A., Mokolensang, J. F., Pangemanan, N. P. L., Lantu, S., Pangkey, H., & Sondakh, C. F. A. 2020. Pengaruh penambahan karbon aktif terhadap parameter pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam wadah terkontrol. 7(2), 9–19.
- Karimah, U., Samidjan, I., & Pinandoyo. 2018. Peforma pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah pakan berbeda. Journal of Aquaculture Management and Technology, 7(1), 128–135.
- Muhammadar, A. A., Muchlisin, Z. A., Firdus, F., Aliza, D., Aminah, R. S., Putra, D. F., ... Ramlan, R. 2019. Effects of the addition of activated charcoal in feed on the morphology of intestinal villi of Giant Trevally juveniles (*Caranx ignobilis*). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 348(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012097>
- Mulyadi, Tang, U., & Sri Yani, E. 2014. Sistem Resirkulasi dengan Menggunakan Filter yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 2(2), 117–124.
- Nurhayati, Nazlia, S., Fattah, A., Pradinata, Y., Handayani, L., & Harun. 2021. Kinerja pertumbuhan ikan gurami, *Osphronemus goramy* dengan penambahan arang aktif tulang ikan kambing-kambing dalam pakan. Media Akuakultur, 16(2), 87. <https://doi.org/10.15578/ma.16.2.2021.87-93>
- Park, S.-J., Jang, Y.-S., Shim, J.-W., & Ryu, S.-K. 2003. Studies on pore structures and surface functional groups of pitch-based activated carbon fibers. Journal of Colloid and Interface Science, 260(2), 259–264.
- Riyanto, B., & Maddu, A. 2014. Material of Hydroxyapatite-Based Bioceramics from Tuna Fishbone. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 16(2), 119–132.
- Rozi, A., & Ukhty, N. 2021. Karakteristik Tepung Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) sebagai Sumber Kalsium dengan Perlakuan Suhu Pengeringan yang Berbeda. Jurnal Fishtech, 10(1), 25–34. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v10i1.13154>
- Siswati, N. D., Martini, N., & Widyantini, W. 2015. Pembuatan arang aktif dari tulang ikan tuna. Jurnal Teknik Kimia, 10(1), 26–29.
- Tamba, E., Mokolensang, J. F., Pangkey, H., Longdong, S. N. J., Lumenta, C., & Undap, S. L. 2019. The Effect of Active Carbon Addition on The Growth and Survival Rate of Catfish *Clarias gariepinus* in Controlled Media. Aquaculture, 7(1), 13–20.