



Pemanfaatan tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) sebagai sumber kalsium pada produk tepung tulang ikan

Utilization of starry triggerfish bone (*Abalistes stellaris*) as a calcium source in fishbone flavor product

Asmaul Husna^{a*}, Lia Handayani^a dan Fauzi Syahputra^b

^aProgram Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas, Perikanan. Universitas Abulyatama. Aceh, Indonesia.

^bProgram Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas, Perikanan. Universitas Abulyatama. Aceh, Indonesia.

Abstrak

Tulang ikan kambing-kambing salah satu limbah padat yang masih menjadi hasil samping yang belum dimanfaatkan. Tulang ikan kambing-kambing merupakan salah satu limbah padat yang sangat berpotensi sebagai salah satu sumber kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan tulang ikan kambing-kambing menjadi produk yang bernilai ekonomis dan sumber kalsium. Penelitian ini menggunakan metode hidrolisis protein untuk mengetahui karakteristik bahan baku tulang ikan kambing-kambing dan proksimat (kadar air, kadar lemak, kadar abu), kalsium dan nilai FTIR tepung tulang ikan kambing-kambing yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan ekstraksi basa NaOH dengan perbedaan konsentrasi yaitu 1N, 1,5N dan 2N. Nilai rendemen yang didapatkan adalah 7,55%, 12,94% dan 10,96%. Nilai kadar air yang didapatkan adalah 3,79%, 4,15% dan 3,87%. Nilai kadar lemak adalah 0,12%, 0,11% dan 0,10%. Nilai kadar abu yang didapatkan adalah 90,05 %, 88,76% dan 87,52%. Nilai kalsium yang didapatkan adalah 31,83 %, 35,75% dan 32,33%. Pengujian FTIR menunjukkan pada tepung tulang ikan kambing-kambing terdapat kalsium.

Kata kunci: ekstraksi; kalsium; ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*)

Abstract

Starry triggerfish bone is one of the solid waste, which is a by-product that has not been utilized. It has great potential as a source of calcium. This research aims to utilize starry triggerfish bone to be a valuable product and source of calcium. This research used the protein hydrolysis method to determine the characteristic of raw material and proximate of starry triggerfish bone (water, fat and ash content), calcium and FTIR values of starry triggerfish bone meal. This research uses NaOH base extraction with different concentrations of 1N, 5N and 2N. The yield value obtained were 7,55%, 12,4% and 10,96%. The values of water content obtained were 3,7%, 4,15% and 3,87%. The value of fat content were 0,12%, 0,11% and 0,10%. Ash content values obtained were 90,05%, 88,76% and 87,52%. Calcium values obtained were 31,83%, 35,75% and 32,33%. FTIR testing showed that the bone meal of starry triggerfish contained calcium.

Keywords: extraction; calcium; starry triggerfish (*Abalistes stellaris*)

1. Pendahuluan

Ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) "starry triggerfish" erupakan jenis ikan air laut, ikan ini biasanya ditemukan di perairan hangat kawasan indo-pasifik, dari mulai laut merah hingga samudra pasifik. Ikan kambing-kambing (*A. stellaris*) yang biasanya tertangkap jaring nelayan mempunyai nilai ekonomis yang rendah, namun masyarakat kurang menyukai ikan kambing-kambing ini. Ikan ini jarang dikonsumsi dalam bentuk segar, hanya dijadikan ikan asin. Tetapi tulang ikan ini belum di dimanfaatkan dengan baik. Ikan kambing-kambing (*A. stellaris*) mempunyai banyak nama seperti ayam-

* Korespondensi: Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama. Jl. Blang Bintang Lama Km 8,5, Lampoh Keudee, Aceh Besar, 23272 Provinsi Aceh, Indonesia.
Tel: +62-651-21255.
e-mail: husna901100@gmail.com
doi: <https://doi.org/10.29103/aa.v7i1.1912>

ayam, ikan jaket, etong, jebong dan di daerah Aceh ikan kambing-kambing ini lebih dikenal dengan nama ikan leubim.

Tulang atau kerangka adalah jaringan yang kuat dan tangguh yang memberi bentuk pada tubuh. Tersusun atas matriks organik keras yang diperkuat dengan kalsium dan garam mineral lain dalam tulang. Tulang merupakan komponen yang keras, sehingga hal inilah yang menyebabkan tulang tidak mudah diuraikan oleh *decomposer*, sehingga tulang tersebut menjadi limbah padat yang lebih dikenal sebagai sampah yang tidak memiliki nilai ekonomis, oleh karena itu, perlu pengolahan lebih lanjut agar limbah tulang tidak mencemari lingkungan yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat disamping tumpukan tulang yang dapat mengurangi estetika lingkungan, dan mempunyai nilai ekonomis tinggi. Salah satu penanganannya adalah dengan cara ditepungkan.

Limbah-limbah perikanan sejauh ini masih kurang pemanfaatannya seperti tulang ikan, cangkang kerang maupun kulit. Selain tulang, cangkang kerang pun juga mengandung kalsium seperti cangkang tiram (Handayani & Syahputra, 2017; Fitriana et al., 2019) dan cangkang langkitang (Handayani et al., 2019). Cangkang kepiting juga telah dimanfaatkan sebagai sumber kalsium (Zufadhillah et al., 2018). Kalsium yang berasal dari hewan seperti limbah tulang sampai saat ini belum dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia, tulang ikan salah satu limbah industri perikanan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak diantara bagian tubuh ikan, karena unsur pertama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor, dan karbonat serta mudah diperoleh dan memiliki nilai yang ekonomis. Limbah-limbah perikanan selain dapat dimanfaatkan sebagai kitosan (Handayani et al., 2018) juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber gelatin (Moranda et al., 2018; Rosida et al., 2018). Pemanfaatan limbah tulang ikan kambing-kambing sebagai sumber kalsium juga telah dilakukan menggunakan metode thermal decomposition (Restari et al., 2019).

Saat ini masalah pangan dan gizi menjadi permasalahan serius di Indonesia. Asupan zat gizi yang mempunyai peran penting dalam masalah pangan dan gizi adalah kalsium. Kekurangan asupan kalsium dapat menyebabkan penyakit *Osteoporosis*. *Osteoporosis* adalah suatu penyakit yang ditandai dengan berkurangnya kepadatan tulang dan kerusakan mikro jaringan tulang yang mengakibatkan tulang rapuh dan mudah patah Siagian (2004). Asupan kalsium perlu diperhatikan sejak bayi hingga seterusnya agar kebutuhan untuk pertumbuhan tulang dan gigi terpenuhi.

Rendahnya konsumsi kalsium dipengaruhi oleh perilaku makanan. Perilaku makanan merupakan gaya hidup yang dipengaruhi secara langsung oleh lingkungan dan personal, lingkungan sekolah mempengaruhi konsumsi kalsium pada remaja karena remaja banyak menghabiskan waktu disekolah. Teman juga berpengaruh terhadap konsumsi kalsium dalam memilih makanan yang hendak dimakan, biasanya masyarakat lebih memilih makanan yang populer yang rendah kalsium daripada makanan yang sehat kaya kalsium Miller et al. (2001). Faktor sosial ekonomi juga mempengaruhi asupan kalsium, sumber utama kalsium untuk masyarakat dengan tingkat sosial ekonomi tinggi (kaya) adalah susu, sedangkan masyarakat yang tingkat sosial ekonomi rendah tidak dapat mengkonsumsi susu setiap hari karena keadaan ekonomi.

Munurut Tanuwidjaya (2002) kalsium pada ikan tidak hanya terdapat pada dagingnya tetapi juga terdapat pada tulang ikan. Penelitian Putranto et. al. (2015) membuktikan tingginya nilai kalsium pada tepung tulang ikan belida 30,39%, Trilaksana (2006) menunjukkan nilai kalsium pada tepung tulang ikan tuna 39,24%. Tingginya kandungan kalsium pada tulang ikan menunjukkan bahwa tulang ikan memiliki potensi sebagai bahan makanan sumber kalsium yang mudah terjangkau oleh masyarakat. Salah satunya dijadikan tepung tulang sebagai

sumber kalsium, oleh sebab itu tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) yang belum dimanfaatkan dapat dijadikan alternatif untuk mencegah penyakit akibat kekurangan kalsium.

2. Bahan dan metode

2.1. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan antara lain *hotplate*, *oven*, *panci aluminium*, *panci presto*, *blender*, *timbangan analitik*, *freezer*, *ayakan tepung*, *kain saring*, dan *thermometer*. Peralatan yang digunakan untuk analisis adalah *loyang*, *oven*, *tanur*, *neraca analitik*, *desikator*, *pH-meter*, *cawan porselen*. Bahan utama yang digunakan adalah tulang ikan kambing-kambing (*A. stellaris*). Tulang ikan kambing-kambing diperoleh dari pasar ikan di Lampulo Aceh. Bahan lain yang digunakan NaOH, air.

2.2. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan perlakuan yang digunakan perbedaan konsentrasi larutan basa NaOH yaitu 1N, 1,5N, dan 2N dengan lama presto 2 jam. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap pembuatan tepung tulang ikan kambing-kambing dan tahap analisis sampel.

2.3. Prosedur penelitian

2.3.1. Pembuatan tepung tulang ikan

Pembuatan tepung tulang ikan kambing-kambing ini modifikasi penelitian Putranto et al. (2015). Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) yang didapatkan di pasar Lampulo. Tulang ikan kambing-kambing yang baru di dapatkan dari pasar Lampulo dicuci dengan air mengalir hingga bersih, tidak ada lagi kotoran yang menempel. Setelah selesai pencucian tulang ikan kambing-kambing ditiriskan. Tulang yang sudah selesai ditiriskan diambil kemudian dimasukkan ke dalam panci aluminium pada saat suhu air mencapai 80°C. Tulang direbus selama 30 menit. Perebusan awal dilakukan untuk mempermudah pembersihan tulang dari daging, darah, dan lemak yang masih menempel pada tulang. Tulang yang telah direbus kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada tulang ikan sampai tulang ikan cukup bersih. Selanjutnya tulang yang telah dicuci bersih ditiriskan dan ditimbang sebanyak 250 gr untuk setiap perlakuan

Tulang ikan kambing-kambing yang telah ditimbang sebanyak 250 gr dilakukan proses presto dengan lama presto 3 jam. Proses presto merupakan proses pemasakan menggunakan panci bertekanan yang dapat menghilangkan lemak yang terdapat pada tulang serta mendenaturasi protein. Selain itu proses presto juga bertujuan untuk mengempukkan tulang ikan sehingga mempermudah proses penepungan. Proses perebusan ini merupakan perebusan kedua setelah perebusan awal dengan lama perebusan selama 30 menit. Perebusan tulang dilakukan dengan cara mendidihkan 2,5 liter air dalam panci aluminium dengan suhu 100°C. selanjutnya tulang ikan dimasukkan dan dibiarkan selama 30 menit. Perebusan ini dilakukan dua kali perebusan dengan air yang diganti. Sebelum proses ekstraksi tulang ikan kambing-kambing (dilakukan analisa karakteristik bahan baku dengan dengan analisa proksimat (kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar abu)

untuk mengetahui mutu tulang ikan kambing-kambing sebelum ditepungkan.

Kemudian Proses ekstraksi basa NaOH adalah proses perendaman tulang ikan kambing-kambing di dalam larutan NaOH yang berbeda 1N, 1,5N dan 2N selama 2 jam pada suhu 60°C untuk masing-masing perlakuan. Perlakuan yang berbeda ini dilakukan untuk melihat perlakuan yang terbaik. Tulang ikan yang telah di ekstraksi ditempatkan pada kain saring selanjutnya di bilas dengan air mengalir. Pada proses pencucian ini bertujuan untuk menetralkan pH pada tulang ikan kambing-kambing. Tulang ikan kambing-kambing dilakukan pengeringan dengan cara tulang ikan kambing-kambing yang telah dicuci diletakkan di atas tray yang telah dilapisi lembaran aluminium foil, tulang tersebut dikeringkan menggunakan oven pengering selama 48 jam pada suhu 65°C.

Pada proses ini berfungsi untuk menurunkan kadar air hingga 8%, pada proses ini dapat menggunakan bantuan sinar matahari tetapi jika menggunakan sinar matahari menggunakan waktu yang lama. Setelah dikeringkan tulang ikan akan dilakukan proses penepungan dengan cara tulang digiling menggunakan blender hingga tepung terasa halus dan kemudian di ayak menggunakan kain spon.

2.3.2. Parameter uji

Parameter uji meliputi beberapa parameter yaitu menghitung nilai rendemen, uji proksimat tepung tulang ikan yang meliputi analisa kadar air, kadar abu (AOAC, 1995). Sedangkan untuk analisa kadar kalsium menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Nia et al., 2016) dan dilakukan analisa gugus fungsinya menggunakan instrumen FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*).

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Karakterisasi bahan baku

Upaya untuk mengetahui nilai yang terkandung dalam bahan baku seperti protein, kadar air, kadar lemak, kadar abu. Karakterisasi merupakan pengujian awal sebelum bahan baku di lakukan perlakuan lebih lanjut.

Tabel 1
Perbandingan gizi bahan baku tulang ikan.

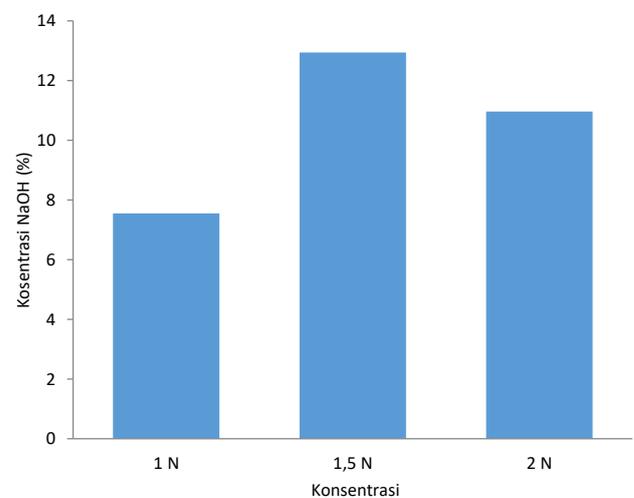
Zat Gizi	Ikan kambing-kambing (penelitian ini)	Ikan nila Stevanato et al. (2008)	Tiram Handayani dan Syahputra (2017)
Kadar air (%)	45,57	67,24	0,11
Kadar abu (%)	31,62	5,72	94,78
Protein (%)	17,11	16,48	-
Lemak (%)	0,64	9,56	1,43

Nilai kadar air tulang ikan kambing-kambing sebesar 45,57%, nilai kadar abu tulang ikan kambing-kambing sebesar 31,62%, nilai protein tulang ikan kambing-kambing yaitu 17,11% dan nilai lemak sebesar 0,64, hal ini berbeda dengan penelitian Handayani and Syahputra (2017) yang menyatakan nilai kadar air tepung cangkang tiram sebesar 0,11%, nilai kadar abu cangkang tiram sebesar 94,78% dan nilai kadar lemak tepung cangkang tiram yaitu 1,43. Nilai karakterisasi bahan baku tulang ikan kambing-kambing dan cangkang tiram juga berbeda dengan penelitian ikan nila Stevanato et al. (2008) yang mendapatkan hasil nilai kadar air tepung tulang ikan nila sebesar 67,24%, nilai kadar abu tepung tulang ikan nila sebesar 5,72%, nilai kadar protein tepung tulang ikan nila sebesar 16,48% dan nilai kadar lemak tepung tulang ikan nila yaitu

9,56%, dari hasil yang diatas membuktikan bahwa setiap jenis ikan memiliki nilai karakterisasi bahan baku yang berbeda.

3.2. Rendemen

Rendemen merupakan suatu parameter yang paling penting untuk mengetahui nilai ekonomis dan efektivitas suatu proses produk atau bahan. Hasil perhitungan rendemen pada penelitian ini diperoleh dari persentase perbandingan berat kering tepung tulang ikan kambing-kambing dengan berat basah bahan baku tulang ikan. Gambar 1 menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi NaOH pada saat ekstraksi dengan nilai rendemen tertinggi yaitu pada konsentrasi 1,5 N dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N. Nilai rendemen yang terdapat saat penelitian adalah sampel A dengan konsentrasi NaOH 1 N yaitu: 7,55%, sampel B dengan konsentrasi 1,5 N yaitu: 12,94% dan sampel C dengan konsentrasi 2 N yaitu: 10,96%.



Gambar 1. Nilai rendemen tepung tulang ikan kambing-kambing

Nilai rendemen pada penggunaan konsentrasi NaOH 1,5 N lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N, karena pada konsentrasi 1,5 N merupakan konsentrasi yang optimal untuk melakukan ekstraksi. Sedangkan penambahan konsentrasi NaOH 2 N menyebabkan banyaknya nilai lemak dan protein pada tulang ikan yang ikut terekstraksi, namun pada konsentrasi 1 N nilai rendemen yang didapatkan lebih rendah karena pada konsentrasi tersebut proses ekstraksi tidak bekerja dengan optimal.

Pada penelitian ini proses ekstraksi dengan konsentrasi NaOH 1,5 N menghasilkan nilai rendemen sebesar 12,94% hal ini berbeda dengan penelitian ikan gabus Cucikodana et al. (2012) dimana nilai rendemen yang dihasilkan 97,47%, tingginya nilai rendemen tersebut dikarenakan pada penelitian ikan gabus tidak menggunakan proses ekstraksi NaOH. Hal ini diduga penggunaan NaOH berperan penting dalam penurunan rendemen karena proses ekstraksi menggunakan NaOH dapat melarutkan protein dan lemak yang ada dalam tulang ikan kambing-kambing. Kemudian jika dibandingkan dengan penelitian ikan belida Putranto et al. (2015) nilai rendemen yang dihasilkan sebesar 63,66%, nilai tersebut lebih kecil daripada penelitian Cucikodana et al. (2012) namun lebih besar dari pada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing yang peneliti laksanakan. Tingginya nilai rendemen pada penelitian ikan belida Putranto et al. (2015) dikarenakan jenis bahan baku yang digunakan berbeda.

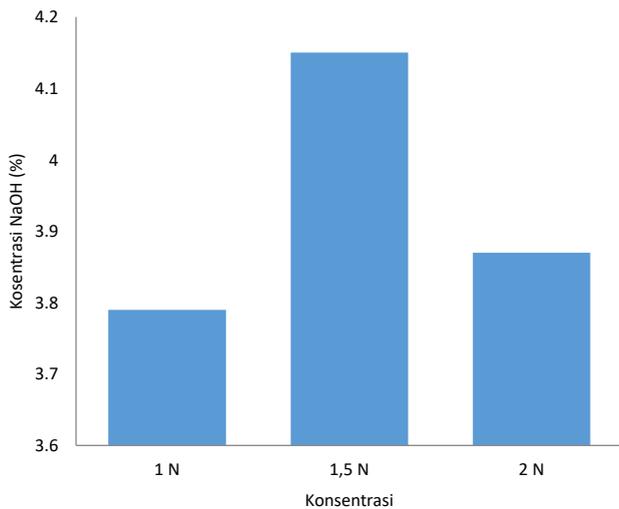
Lamanya perebusan juga berpengaruh terhadap nilai rendemen karena pada saat perebusan berlangsung sisa daging

dan lemak yang masih menempel pada tulang ikan keluar kedalam air perebusan. Nilai rendemen yang terdapat pada penelitian ini sangat kecil dibandingkan penelitian yang lain, hal ini disebabkan karena pada penelitian lainnya melakukan pengulangan perebusan sedangkan pada penelitian pembuatan tepung tulang ikan kambing-kambing ini hanya 2 kali perebusan.

3.3. Karakterisasi tepung tulang ikan

3.3.1. Kadar air

Pengujian kadar air untuk mengetahui nilai kadar air yang terdapat pada tepung tulang ikan. Hasil pengamatan kadar air tepung tulang ikan kambing-kambing disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Nilai kadar air tepung tulang ikan kambing-kambing

Gambar 2 menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi NaOH pada saat ekstraksi dengan nilai kadar air tertinggi yaitu pada konsentrasi 1,5 N dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N. Nilai kadar air yang terdapat pada penelitian adalah sampel A dengan konsentrasi NaOH 1N yaitu : 3,79%, sampel B dengan konsentrasi NaOH 1,5N yaitu : 4,15% dan sampel C dengan konsentrasi NaOH 2N yaitu : 3,87%. Nilai kadar air yang menggunakan konsentrasi NaOH 1,5 N lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N. Tingginya nilai kadar air pada penelitian ini dipengaruhi oleh nilai rendemen, tingginya jumlah rendemen akan mempengaruhi kadar air alam sampel yang terbuang. Tingginya nilai rendemen maka akan menyebabkan semakin tinggi pula nilai kadar air dan juga sebaliknya, hal ini disebabkan karena suhu dan waktu pengeringan yang digunakan sama.

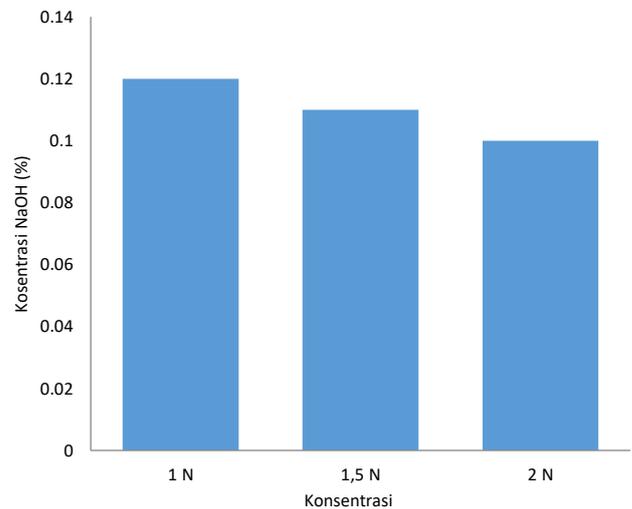
Pada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing ini menggunakan proses ekstraksi dengan konsentrasi NaOH 1 N menghasilkan nilai kadar air lebih rendah yaitu sebesar 3,79%, hal ini berbeda dengan penelitian ikan tuna oleh Trilaksani (2006) yang menghasilkan nilai kadar air sebesar 5,60% tingginya kadar air pada penelitian ikan tuna oleh Trilaksani (2006) diduga karena nilai rendemen yang didapatkan pada penelitian ikan tuna lebih tinggi daripada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing, kemudian jika dibandingkan dengan penelitian ikan belida Putranto et. al. (2015) nilai kadar air yang dihasilkan sebesar 3,84%, nilai tersebut hampir sama dengan penelitian ini karena pada penelitian ikan belida menggunakan metode pengeringan yang sama.

Rendahnya kadar air tepung tulang ikan kambing-kambing disebabkan pada proses pengeringan menggunakan oven sehingga menyebabkan kandungan air pada tepung

keluar. Salah satu metode yang mempengaruhi kadar air dalam bahan adalah pengeringan atau penjemuran dengan sinar matahari yang disebabkan oleh suhu, kelembaban udara, angin. Kadar air tepung tulang ikan kambing-kambing masih berada pada kisaran standar yang ditetapkan SNI yaitu 3,79%, 4,15% dan 3,89%. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3158-1992), tepung tulang memiliki kadar air maksimal 8%. Produk dengan kadar air yang rendah akan mempunyai daya awet yang lebih lama, karena dengan kandungan air yang sedikit sehingga bakteri pembusuk tidak bisa hidup pada produk.

3.3.2. Kadar lemak

Pengujian kadar lemak untuk mengetahui nilai kadar lemak yang terdapat pada tepung tulang ikan. Kadar lemak yang rendah membuat mutu relatif lebih stabil dan tidak mudah rusak. Kadar lemak yang tinggi dapat menyebabkan tepung mempunyai citarasa ikan (*fish taste*) dan menyebabkan terjadinya *oxydative rancidity* sebagai akibat oksidasi lemak, cita rasa tepung tulang ikan mudah tengik dan kenampakan tepung berwarna kecoklatan, kadar lemak yang lebih rendah lebih diharapkan. Hasil pengamatan kadar lemak tepung tulang ikan kambing-kambing disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Nilai kadar lemak tepung tulang ikan kambing-kambing

Gambar 3 menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi NaOH pada saat ekstraksi dengan nilai kadar lemak terendah yaitu pada konsentrasi 2 N dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 1,5 N. Nilai kadar lemak yang terdapat pada saat penelitian adalah sampel A dengan konsentrasi 1N yaitu: 0,12%, sampel B dengan konsentrasi 1,5N yaitu: 0,11% dan sampel C dengan konsentrasi 2N: 0,10%. Nilai kadar lemak menggunakan konsentrasi NaOH 2 N lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 1,5 N, nilai kadar lemak yang rendah terjadi pada saat proses ekstraksi dengan menggunakan NaOH, semakin banyak konsentrasi NaOH yang dipakai, maka nilai kadar lemak yang dihasilkan akan semakin sedikit, hal ini dikarenakan lemak larut saat proses ekstraksi.

Pada penelitian ini proses ekstraksi dengan konsentrasi NaOH 2 N menghasilkan nilai kadar lemak sebesar 0,10%, kadar lemak ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian tepung tulang tuna Trilaksani (2006) yaitu sebesar 4,13%, tingginya nilai kadar lemak tersebut dikarenakan bahan baku yang digunakan adalah ikan tuna yang memiliki kadar lemak lebih tinggi.

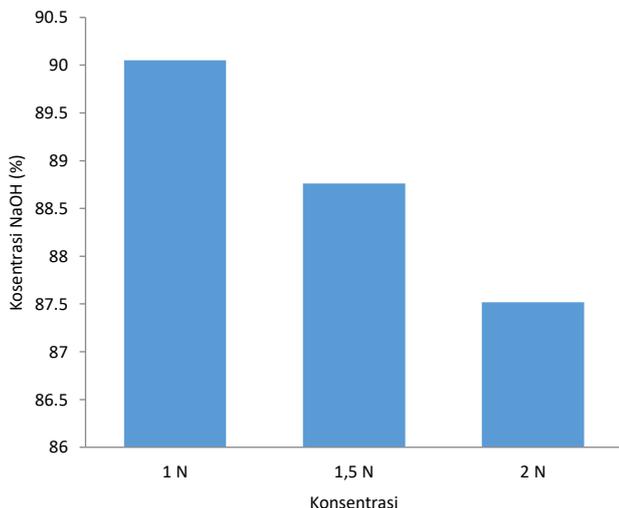
Pada penelitian ikan belida Putranto et al. (2015) nilai kadar lemak yang dihasilkan sebesar 0,91%, nilai tersebut juga

lebih besar daripada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing yang peneliti laksanakan. Tingginya nilai kadar lemak pada penelitian ikan belida Putranto et al. (2015) dikarenakan jenis ikan yang digunakan. Kadar lemak pada tepung tulang ikan kambing-kambing mempunyai nilai yang rendah, karena bahan baku tulang ikan kambing-kambing yang digunakan mempunyai nilai lemak yang rendah hal ini terbukti pada pengujian bahan baku tulang ikan kambing-kambing dan kadar lemak rendah juga dipengaruhi saat ekstraksi karena pada saat proses ekstraksi lemak yang ada pada tulang ikan kambing-kambing keluar kedalam larutan NaOH. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3158-1992). Tepung tulang memiliki kadar lemak mutu I maksimal 3% dan mutu II maksimal 6%.

Hemung (2013) menyatakan bahwa pada penelitian terdahulu telah melaporkan lemak mengisi tulang, khususnya tulang utama rangka ikan, yang terdiri dari banyak sendi tulang. Bahkan lemak tersebut tidak dapat dilepaskan dengan mudah, karena merupakan ikatan kompleks, dan susah dihilangkan hanya dengan merendam tulang dalam larutan alkali. Toppe et al. (2007) menyatakan bahwa kadar lemak dalam tulang erat hubungan dengan lemak tubuh setiap spesies, dan biasanya ikan yang besar dan dewasa mengandung lemak yang tinggi. Asam lemak ikan merupakan asam lemak tak jenuh. Asam lemak dalam tepung tulang ikan tersebut pada beberapa spesies ditemukan mengandung asam lemak tak jenuh hampir 80%.

3.3.3. Kadar abu

Analisis kadar abu bertujuan untuk menentukan kadar abu total dan kandungan masing-masing mineral yang terdapat dalam tepung tulang ikan. Kandungan abu dalam bahan pangan menunjukkan jumlah bahan anorganik yang tersisa dalam produk setelah dilakukan proses ekstraksi. Hasil pengamatan kadar lemak tepung tulang ikan kambing-kambing disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai kadar abu tepung tulang ikan kambing-kambing

Gambar 4 menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi NaOH pada saat ekstraksi dengan nilai kadar abu tertinggi yaitu pada konsentrasi 1 N dibandingkan dengan konsentrasi 1,5 N dan 2 N. Nilai kadar abu yang terdapat pada saat penelitian adalah sampel A dengan konsentrasi NaOH 1N yaitu : 90,05 %, sampel B dengan konsentrasi NaOH 1,5N yaitu: 88,76% dan sampel C dengan konsentrasi NaOH 2N: 87,52%.

Nilai kadar abu pada konsentrasi NaOH 1 N lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi 1,5 N dan 2 N, karena pada konsentrasi 1 N kadar abu yang terdapat masih tersisa

didalam tulang ikan, sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi kandungan mineral pada tulang ikan ikut terlarut pada saat proses ekstraksi. Hal ini disebabkan tingginya palarut semakin tinggi pula ion OH⁻ yang terhidrolisis didalam larutan sehingga reaksi demineralisasi berjalan lebih optimal, hal ini juga dibuktikan oleh Mirza et al. (2013) dimana perendaman dengan menggunakan basa NaOH dengan konsentrasi tinggi dapat menurunkan nilai kadar abu pada alginat.

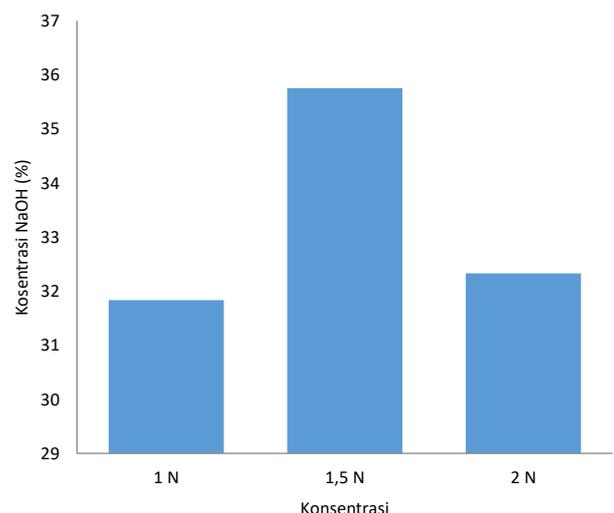
Pada penelitian ini proses ekstraksi dengan konsentrasi NaOH 1 N menghasilkan nilai kadar abu sebesar 90,05 % hal ini berbeda dengan penelitian Trilaksani (2006) pada tepung tulang tuna kadar abu yang diperoleh sebesar 84,22%, tingginya nilai kadar abu pada tepung tulang ikan kambing-kambing tersebut dikarenakan jenis bahan baku yang digunakan berbeda.

Kemudian jika dibandingkan dengan penelitian ikan belida Putranto et. al. (2015) nilai kadar abu yang dihasilkan sebesar 88,13% nilai tersebut lebih besar daripada penelitian Trilaksani (2006) namun lebih kecil dari pada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing yang peneliti laksanakan. Tingginya nilai kadar abu pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, hal ini telah dibuktikan pada penelitian Nemati et al. (2017) yang menyatakan jenis ikan yang berbeda akan mempengaruhi nilai kadar abu pada tepung tulang ikan.

Kandungan abu yang tinggi dalam tepung tulang disebabkan karena komponen utama penyusun tulang adalah mineral. Tulang mengandung sel-sel hidup dan matriks intraseluler dalam bentuk garam mineral. Lama waktu pengeringan dan perebusan berpengaruh nyata terhadap kadar abu karena pada saat pengeringan kadar air dalam tepung tulang ikan menurun dan hanya tersisa mineral.

3.3.4. Kadar kalsium

Pengujian kadar kalsium untuk mengetahui nilai kalsium yang terdapat pada tepung tulang ikan kambing-kambing. Kalsium merupakan sebuah elemen kimia yang memiliki simbol Ca. Hasil pengamatan kadar kalsium tepung tulang ikan kambing-kambing disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Nilai kadar kalsium tepung tulang ikan kambing-kambing

Gambar 5 menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi NaOH pada saat ekstraksi dengan nilai kalsium tertinggi yaitu pada konsentrasi 1,5 N dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N. Nilai kalsium yang terdapat pada saat penelitian adalah sampel A dengan konsentrasi 1 N yaitu : 31,83 %, sampel B dengan konsentrasi 1,5 N yaitu : 35,75% dan sampel C dengan konsentrasi 2 N yaitu: 32,33%. Nilai kalsium

yang menggunakan konsentrasi NaOH 1,5 N lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 1 N dan 2 N, karena pada konsentrasi 1,5 N merupakan konsentrasi yang optimal untuk melakukan ekstraksi, sedangkan penambahan konsentrasi NaOH 2 N menyebabkan terjadinya kejenuhan saat proses ekstraksi sehingga nilai kalsium yang ada pada tulang ikan ikut terlarut pada saat ekstraksi, namun pada konsentrasi 1 N nilai kalsium yang didapatkan lebih rendah karena pada konsentrasi tersebut proses ekstraksi tidak bekerja dengan optimal sehingga masih banyak terdapat lemak pada tulang ikan, hal ini dibuktikan pada pengujian FTIR pada tabel 3.

Pada penelitian ini proses ekstraksi dengan konsentrasi NaOH 1,5 N menghasilkan nilai kalsium sebesar 35,75%, kadar kalsium yang diperoleh dalam penelitian ini sedikit lebih rendah dibanding dengan kadar kalsium tepung tulang ikan tuna sebesar 39,24% hasil penelitian Trilaksana (2006) pada penelitian tersebut juga menggunakan konsentrasi NaOH 1,5 N akan tetapi nilai kadar kalsium yang didapatkan sedikit berbeda, hal ini disebabkan oleh penggunaan jenis bahan baku yang digunakan berbeda. Kemudian jika dibandingkan dengan penelitian ikan belida Putranto et. al. (2015) yang juga menggunakan konsentrasi NaOH 1,5 N, nilai kalsium yang dihasilkan sebesar 30,39%, nilai persentase tersebut lebih kecil daripada hasil penelitian yang didapatkan oleh peneliti yaitu sebesar 35,75%, selanjutnya hasil penelitian tersebut juga berbeda dengan penelitian ikan tuna yang dilakukan oleh Trilaksana (2006) dengan nilai persentase kalsium sebesar 39,24%, hal ini disebabkan oleh penggunaan jenis bahan baku yang digunakan berbeda.

Penggunaan jenis bahan baku yang berbeda dalam hal ini adalah jenis spesies ikan yang berbeda. Nemati et al. (2017) menyatakan bahwa jenis ikan yang berbeda berpengaruh terhadap nilai kadar kalsium yang dihasilkan pada tepung tulang ikan. Proses perebusan juga berpengaruh terhadap nilai kalsium, kalsium yang dihasilkan pada penelitian tepung tulang ikan kambing-kambing yang menggunakan perebusan 2 kali lebih sedikit karena proses perebusan yang berbeda dengan penelitian Trilaksana (2006) dengan perebusan sebanyak 3 kali.

Nilai kadar kalsium yang terdapat pada penelitian ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3158-1992) dimana nilai kadar kalsium untuk tepung tulang ikan ditetapkan untuk mutu I adalah 30% bb dan mutu II sebesar 20% bb. Merujuk dari standar tersebut, maka kadar kalsium tepung tulang ikan kambing-kambing hasil penelitian ini termasuk ke dalam mutu I.

3.4. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

Analisis gugus fungsi dengan menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus/komponen tertentu dalam sampel yang ditunjukkan dengan adanya puncak pada suatu bilangan gelombang tertentu dengan alat FTIR. Grafik hasil analisis gugus fungsi dapat dilihat pada table 3 dan gambar 6.

Tabel 3

Karakteristik gugus fungsional kalsium tulang ikan kambing-kambing.

Prediksi gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)			Wilayah serapan (cm ⁻¹)
	A	B	C	
PO ₄ ³⁻	872, 961	663, 873, 961	873, 961	675 - 995 *
CO ₃ ²⁻	1457, 1411	1457, 1411	1458, 1410	1400 - 1500 **
OH	-	-	3633	3590 - 3660 ***

Keterangan tabel :

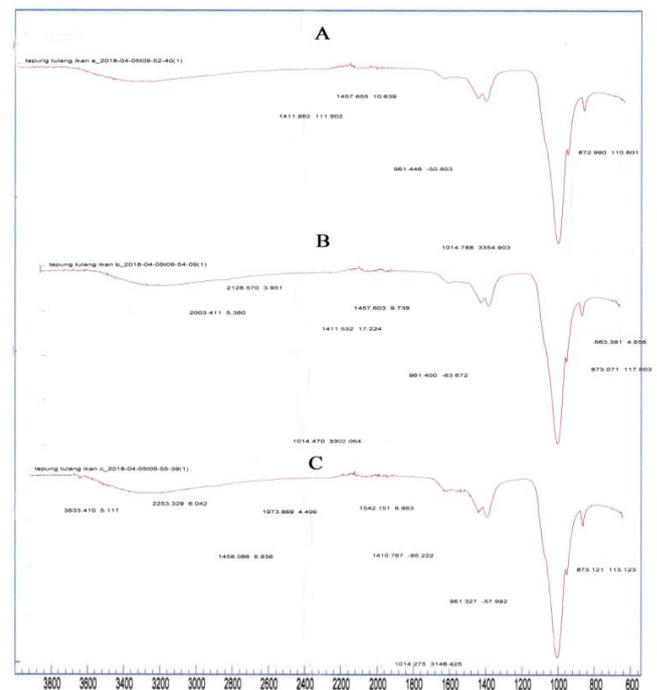
* Referensi (Mondal et al. 2012)

** Referensi (Hanura, 2017)

*** Referensi (Venkatesan & Kim, 2010)

Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa sampel tulang ikan kambing-kambing teridentifikasi memiliki komponen/gugus yang terdiri dari gugus OH, gugus CO₃²⁻ dan gugus PO₄³⁻. Ketiga gugus tersebut merupakan komponen utama dalam pembentukan hidroksi apatit, Kandungan mineral yang dimiliki oleh hidroksiapatit didominasi oleh kalsium dan fosfor Prabarakan dan Rajeswari (2006) mengemukakan bahwa hidroksiapatit memiliki kandungan gugus OH gugus CO₃²⁻ dan gugus PO₄³⁻.

Hasil pembacaan FTIR tulang ikan kambing-kambing menunjukkan spektra serapan pada bilangan gelombang 1457 cm⁻¹ dan 1411 cm⁻¹ diakibatkan adanya gugus CO₃²⁻ atau gugus karbonat dan pada penelitian Hanura et al. (2017) pada tulang ikan tuna gugus CO₃²⁻ atau gugus karbonat terdapat pada panjang gelombang 1459 cm⁻¹ dan 1416 cm⁻¹. Hasil ini didukung oleh Mondal et al. (2012) yang mengungkapkan bahwa indikasi adanya gugus karbonat pada sampel dapat ditunjukkan oleh puncak pada rentangan panjang gelombang 1400 cm⁻¹-1500 cm⁻¹.



Gambar 6. Grafik nilai FTIR tepung tulang ikan kambing-kambing

Keterangan:

A : Tepung tulang ikan kambing-kambing A dengan konsentrasi basa NaOH 1N.

B : Tepung tulang ikan kambing-kambing B dengan konsentrasi basa NaOH 1,5N.

C : Tepung tulang ikan kambing-kambing C dengan konsentrasi basa NaOH 2N.

Spektra serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3633 cm⁻¹ di akibatkan oleh adanya gugus OH dan pada penelitian Hanura et al. (2017) pada tulang ikan tuna gugus OH terdapat pada panjang gelombang 3542 cm⁻¹ dan 3.570 cm⁻¹. Venkatesan dan Kim, (2010) menjelaskan bahwa puncak yang terdeteksi pada bilangan gelombang 3590 cm⁻¹ - 3660 cm⁻¹ merupakan indikasi adanya gugus hidroksil.

Spektra serapan yang muncul pada bilangan gelombang 873 cm⁻¹, 961 cm⁻¹ dan 663 cm⁻¹ di akibatkan adanya gugus PO₄³⁻ dan pada penelitian Hanura et al. (2017) pada tulang ikan tuna gugus PO₄³⁻ terdapat pada panjang gelombang 961 cm⁻¹ dan 873 cm⁻¹. Pada sampel C dengan konsentrasinya NaOH 2 N terdapat gugus OH (Hidroksil) hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi yang dipakai sehingga terjadi kejenuhan dan tidak bereaksi sehingga yang muncul adalah gugus OH dari pelarut itu sendiri.

4. Kesimpulan

Tulang ikan kambing-kambing dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber kalsium alami. Adapun mutu bahan baku awal tulang ikan kambing-kambing adalah kadar air 45,57%, kadar abu 31,62%, protein 17,11%, nilai kadar lemak 0,64%. Karakteristik tepung ikan terbaik adalah menggunakan perlakuan basa NaOH 1,5N dengan jumlah rendemen 12,94%, kadar air 4,15%, kadar lemak 0,11%, kadar abu 88,76%, kalsium 35,75%, sehingga mutu tepung tulang ikan kambing-kambing telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Bibliografi

- Association of Analytical and Chemist (AOAC)., 1995. Official Methods of Analysis the 16th ed. Virginia: Inc. Arlington.
- Cucikodana, Y., Supriadi, A., & Purwanto, B., 2012. Pengaruh Perbedaan Perebusan dan Konsentrasi NaOH Terhadap Kualitas Bubuk Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Sriwijaya
- Fitriana, N., Handayani, L. & Nurhayati., 2019. Penambahan nanokalsium cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) pada pakan dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*), *Acta Aquatica*, 6(2), pp. 80–85.
- Handayani, L., Nurhayati & Nur, M., 2019. perbandingan frekuensi Molting Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) yang diberi nano CaO Cangkang Langkitang (*Faunus ater*) PADA Pakan dan Lingkungan, in *Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan ke -3*, pp. 790–799.
- Handayani, L., & Syahputra, F., 2017. Isolasi Dan Karakterisasi Nanokalsium Dari Cangkang Tiram (*Crassostrea gigas*), *JPHPI*, 20(3), pp. 515–523.
- Handayani, L., Syahputra, F. & Astuti, Y., 2018. Utilization and Characterization of Oyster Shell as Chitosan and Nanochitosan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(4), pp.224-231.
- Hanura, A.B., Trilaksani, W., & Suptijah, P., 2017. Karakterisasi Nanohidroksiapatit Tulang Tuna (*Thunnus* sp.) sebagai Sediaan Biomaterial. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 9 No. 2.
- Hemung, B., 2013. Properties of Tilapia Bone Powder and Its Calcium Bioavailability Based on Transglutaminase Assay. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. Vol.3(4)306-309. DOI: 10.7763/IJBBB. 2013. V3.219.
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., & McBean, L.D., 2001. The Importance of Meeting Calcium Needs With Foods. *Journal of the American College of Nutrients*, 20: 168S-185S.
- Mirza, M., Ridio, A., & Pramesti, R., 2013. Pengaruh Perendaman Larutan KOH dan NaOH Terhadap Kualitas Alginat Rumpun Laut (*polycystum C.A. Argadh*). *Journal of marine research*. 41-47.
- Mondal, S., Mondal, B., Dey, A., & Mukhopadhyay, S.S., 2012. Studies on processing and Characterization of hydroxyapatite biomaterials from different bio wastes. *J. of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 11(1):56-67.
- Moranda, D. P., Handayani, L., & Nazlia, S., 2018. Pemanfaatan limbah kulit ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) sebagai gelatin: Hidrolisis menggunakan pelarut HCl dengan konsentrasi berbeda, *Acta Aquatica*, 5(2), pp. 81–87.
- Nemati, M., Huda, N., & Arifin, F., 2017. Development of calcium supplement from fish bone wastes of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and characterization of nutrition quality. *International Food Research Journal*. 24(6).
- Susanti, N.N., Sukmawardani, Y., Musfiroh, I. 2016. Analisis Kalsium dan Kalium pada Ikan Kembung dan Ikan Gabus. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. Vol 3(1). hal 26-30.
- Prabarakan, K., & Rajeswari, S., 2006. Development of hydroxyapatite from natural fish bone through heat treatment. *J. Trends Biomaterials Artificial Organs*, 20(1):20-23.
- Putranto, F. H., Andi, N. A., & Indrati, k., 2015. Karakterisasi Tepung Ikan Belida (*Chital* sp.) Sebagai Sumber Kalsium Dengan Metode Hidrolisis Protein. *Ziraa'ah*, 40(1): 11-20.
- Restari, A.R., Handayani, L., & Nurhayati, N., 2019. Penambahan Kalsium Tulang Ikan Kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) pada pakan untuk keberhasilan gastrolisasi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(2), pp.69-75.
- Rosida, R., Handayani, L., & Apriliani, D., 2018. Pemanfaatan limbah tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) sebagai gelatin menggunakan variasi konsentrasi CH₃COOH, *Acta Aquatica*, 5(2), pp. 93–99.
- Siagian, A., 2004. Besi Mencegah Osteoporosis. *Fakultas Sumatra Utara*: 225.
- Stevanato, F. B., Almeida, V. V., Matsushita, M., Oliveira, C. C., Souza, N. E. & Visentainer, J. V., 2008. Fatty acids and nutrients in the flour made from tilapia (*Oreochromis niloticus*) heads. *Food Science and Technology (Campinas)*, 28(2): 440-443.
- Toppe, S. Albrektsen., B. Hope., & Aksnes, A., 2007. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. *Comparative Biochemical and Physiology*, vol. 146B: 395-401.
- Trilaksani, W., 2006. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Sebagai Sumber Kalsium Dengan Metode Hidrolisis Protein. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan.*, 9(2): 34-45.
- Venkatesan, J., & Kim, S.K., 2010. Effect of temperature on isolation and characterization on hydroxyapatite from tuna (*Thunnus obesus*) bone. *J. Materials* 3:4761-4772.

Zufadhillah, S., Thaib, A., & Handayani, L., 2018. Efektivitas penambahan nano CaO cangkang kepiting bakau (*Scylla serrata*) kedalam pakan komersial terhadap pertumbuhan dan frekuensi molting udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*), *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 5(2), pp. 69–74. doi: doi.org/10.29103/aa.v5i2.811.