

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Potensi Tulang Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) untuk Memenuhi Kecukupan Kalsium

The Potential of Tilapia Bone (*Oreochromis Niloticus*) to Meet Calcium Sufficiency

Novriani Tarigan^{1*}, Urbanus Sihotang¹¹Departemen Gizi, Politeknik Kesehatan Medan, Medan, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 15-09-2024

Accepted: 31-12-2024

Published online: 31-12-2024

***Koresponden:**

Novriani Tarigan

tarigannovriani@gmail.com

DOI:

10.20473/amnt.v8i3SP.2024.372-379

Tersedia secara online:[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Kata Kunci:**

Kalsium, Tulang Ikan, Ikan Nila,

Kecukupan Gizi

ABSTRAK

Latar Belakang: Kalsium merupakan nutrisi penting yang berperan dalam sistem biologis manusia, terutama tulang. Hasil penelitian di Benin menunjukkan asupan kalsium ibu hamil rendah, dan Kinshella melaporkan asupan kalsium ibu hamil berpenghasilan rendah sangat kurang. Di Indonesia asupan kalsium ibu hamil sebesar 403,5±343,1 mg/hari dari yang seharusnya 1200 mg/hari. Sumber kalsium adalah susu dan produk olahannya.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tulang ikan yang kaya akan kalsium dan dapat menjadi alternatif sumber kalsium selain susu dan dengan harga yang lebih murah diperoleh dari limbah pengolahan ikan.

Metode: Penelitian ini dilakukan dengan dua metode eksperimen laboratorium. Sampel tulang ikan adalah kerangka ikan hasil limbah pengolahan ikan. Metode pertama tulang ikan dipresto selama 2 jam dan dikeringkan dalam pengering kabinet selama 20 jam pada suhu 60°C. Sedangkan pada metode kedua, tulang ikan direndam menggunakan asam cuka sebanyak 30 ml per kg selama 10 menit. Selanjutnya, dikeringkan dalam pengering kabinet selama 4 jam pada suhu 60°C. Kadar proksimat dan kalsium tepung tulang ikan dengan dua metode tersebut diuji.

Hasil: Kadar air kedua tepung tersebut hampir sama, kandungan protein, lemak dan kalori lebih tinggi pada tepung tulang ikan percobaan pertama. Uji coba kedua tepung tulang ikan memiliki kandungan abu dan karbohidrat yang lebih tinggi. Sementara itu, kadar kalsium tepung tulang ikan pada uji coba kedua empat kali lipat dari uji coba pertama.

Kesimpulan: Kecukupan kalsium harian akan cukup dengan mengonsumsi 10 g tepung kalsium. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui penyerapan kalsium dalam tubuh dan pengembangan konsumsi dalam bentuk aplikasi makanan.

PENDAHULUAN

Sistem biologis manusia, terutama tulang, bergantung pada kalsium. Kesehatan tulang harus diperhatikan, kalsium adalah mineral penting. Penambahan kalsium ke makanan dari berbagai sumber sangat dihargai¹. Berdasarkan berbagai penelitian diketahui kecukupan kalsium individu tidak mencukupi. Sejauh yang kita ketahui sekarang bahwa susu dan produk olahannya adalah sumber kalsium. Namun ada beberapa pilihan diet kaya kalsium bebas laktosa yang dapat berkontribusi pada asupan kalsium yang buruk pada masyarakat². Ketika intoleransi laktosa dikombinasikan dengan penurunan konsumsi atau penghindaran susu, hal ini dapat mengakibatkan penurunan kepadatan tulang dan patah tulang. Ada korelasi yang lemah tetapi substansi antara konsumsi susu dan kesehatan tulang, terutama pada anak-anak menurut uji coba pada manusia dan meta-analisis baru-baru ini yang diterbitkan. Membangun dan menjaga kesehatan tulang sepanjang hidup membutuhkan kalsium yang cukup. Kebutuhan kalsium

dapat berubah selama hidup, dan asupan makanan yang cukup sangat penting untuk pertumbuhan dan metabolisme tulang³.

Ungkapan "tulang ikan" mengacu pada komponen aksial, tulang ikan dari tubuh ikan yang membentuk sekitar 10% hingga 15% dari berat keseluruhannya⁴. Dibandingkan dengan garam kalsium lainnya, tulang ikan adalah sumber kalsium yang tersedia secara hayati. Tekstur makanan yang berpasir dan penurunan ketersediaan hayati kalsium disebabkan oleh ukuran tulang yang besar. Oleh karena itu untuk mencapai ukuran yang diinginkan, ukuran tulang harus dikurangi. Dua bahan organik utama yang ditemukan dalam tulang ikan adalah hidrosiapatit, dan kalsium oksalat. Oleh sebab itu tulang ikan memungkinkan sebagai sumber kalsium yang diperlukan untuk kesehatan manusia⁵. Tepung tulang ikan kakap merah menghasilkan rata-rata 68,27g (24,64%), dengan kadar air rata-rata 2,54%, kadar abu 83,82%, dan kandungan kalsium 92,30%, menurut penelitian⁶. Berdasarkan SNI

01-3158-1992, temuan penelitian menunjukkan bahwa kualitas kalsium yang dihasilkan dengan metode alkali (NaOH) termasuk dalam kualitas kalsium.

Di Sumatera Utara, Kabupaten Serdang Bedagai, sebuah perusahaan pengolahan filet ikan nila (*Oreochromis Niloticus*), yang dipelihara di Danau Toba. Dari hasil pengolahan filet, dihasilkan limbah kerangka ikan nila. Kerangka ikan nila ini dapat diolah menjadi sumber kalsium yang sangat berharga. Menjadi sumber kalsium alternatif bagi penderita intoleransi laktosa atau individu lain. Potensi produk sampingan kerangka ikan nila dapat dimaksimalkan dengan mengolahnya menjadi tepung tulang ikan yang kaya nutrisi. Tepung tulang ikan yang kaya nutrisi dapat menjadi alternatif produk makanan kaya kalsium untuk menggantikan susu, terutama bagi penderita intoleransi laktosa. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tulang ikan yang kaya akan kalsium dan dapat menjadi alternatif sumber kalsium selain susu dan dengan harga yang lebih murah diperoleh dari limbah pengolahan ikan.

Sebuah perusahaan melakukan produksi, pengolahan, dan ekspor ikan nila, yang juga dikenal sebagai ikan nila Indonesia (*Oreochromis Niloticus*). Membuat tepung tulang ikan kaya gizi dari produk sampingan kerangka ikan nila membantu mengoptimalkan potensinya. Bagi mereka yang intoleran

laktosa, tepung tulang ikan kaya nutrisi dapat berfungsi sebagai pengganti susu dalam makanan kaya kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tulang ikan yang kaya akan kalsium dan dapat menjadi alternatif sumber kalsium selain susu dan dengan harga yang lebih murah diperoleh dari limbah pengolahan ikan.

METODE

Penelitian ini merupakan percobaan laboratorium yang menggunakan dua metode. Metode pertama mengolah tulang ikan nila dan sisa daging pada kerangka. Sebaliknya, metode kedua memisahkan daging ikan nila dari kerangka untuk mendapatkan tulang ikan nila yang bersih. Penelitian ini dilaksanakan sejak Januari hingga Juli 2024.

Sampel Ikan

Tulang ikan nila sebagai kerangka ikan hasil limbah pengolahan ikan dibeli dari Koperasi PT Aquafarm Kabupaten Serdang Bedagai. Asam cuka dibeli dari pasar Lubuk Pakam. Pengolahan tulang ikan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan, Kementerian Kesehatan Medan. Sementara itu, analisis kimia dilakukan di laboratorium Fakultas Teknologi Hasil Pertanian (FTHP) Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Pangan Mbrio Bogor.



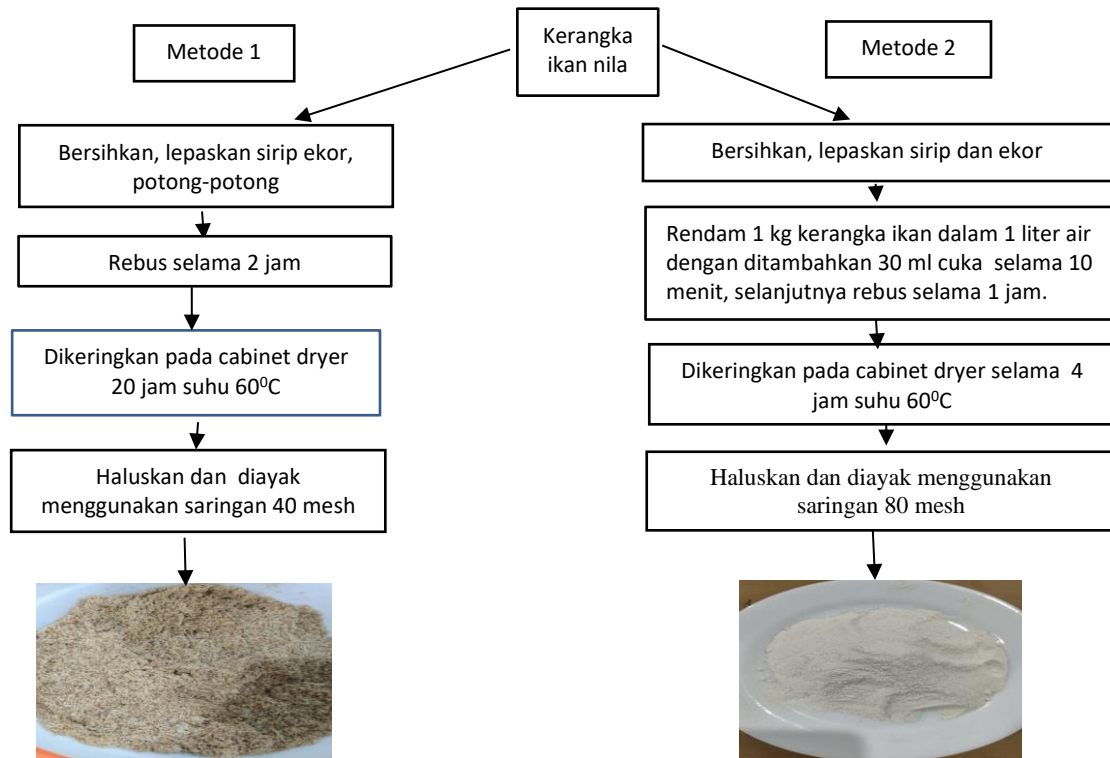
(A) Kerangka Ikan Nila Dari Limbah Pabrik, (B) Kerangka Ikan Setelah Dibersihkan dan Siap Diolah

Gambar 1. Kerangka Ikan Nila

Membuat Tepung Tulang Nila

Kerangka tanpa kepala dibersihkan menggunakan metode pertama, sirip dan ekornya dipisahkan, dicuci dan dikeringkan. Tulang ikan di presto selama 2 jam dan kemudian dikeringkan pada cabinet dryer selama ± 20 jam pada suhu 60°C . Setelah kering, dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan saringan tepung 40 mesh. Rendemen yang diperoleh adalah 10,38%. Pada metode kedua, tulang ikan sebagai kerangka tanpa kepala dibersihkan,

dipisahkan dari ekor, sirip, dicuci dan dikeringkan. Tulang ikan direndam dalam larutan cuka 30 ml per kilogram tulang ikan selama 10 menit. Selanjutnya, tulang ikan direbus selama 1 jam. Daging yang masih tersisa di tulang ikan dipisahkan untuk mendapatkan tulang ikan yang bersih. Tulang ikan dipresto selama 1 jam, kemudian disusun diatas nampan dan dikeringkan pada cabinet dryer selama ± 4 jam pada suhu 60°C . Setelah kering, dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan saringan tepung 80 mesh.



Gambar 2. Proses Pengolahan Tepung Tulang Ikan Metode 1 dan 2

Analisis Kimia

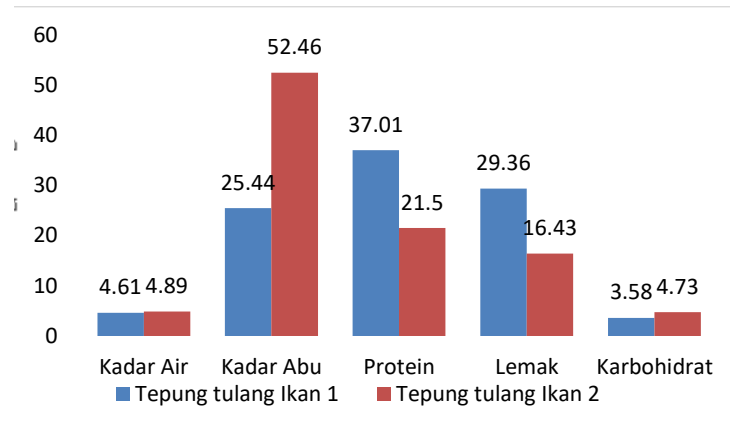
Tes proksimat adalah salah satu analisis tes kimia. Kadar abu diukur menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2005), kadar air dianalisis menggunakan metode yang sama (AOAC, 2005), kandungan karbohidrat dianalisis menggunakan metode *by difference* (AOAC, 2005), dan kandungan protein dianalisis menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005). Analisis lemak dilakukan dengan menggunakan metode soxhlet (AOAC, 2005). AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) metode untuk mengukur kadar kalsium (AOAC, 2005). Kadar magnesium ditentukan menggunakan metode AAS, sedangkan kadar fosfor ditentukan menggunakan metode spektrofotometri (AOAC, 2005). Analisis kimia metode pertama dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya (UB). Sementara itu, analisis kimia metode kedua dilakukan di Laboratorium Pangan Mbrio di Bogor. Pelaksanaan uji kimia ini dilakukan dengan mengirimkan sampel ke Malang dan Bogor melalui layanan pengiriman.

Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah terkumpul diperiksa dan diolah menggunakan komputer dengan program SPSS versi 24, Data kandungan gizi tepung susu dan susu olahannya diperoleh dari⁷. Data disajikan secara deskriptif. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Kementerian Kesehatan Medan. Nomor Pernyataan Etika: 01.25 735 /KEPK/POLTEKKES KEMENKES MEDAN 2024. Tanggal efektif adalah 8 Mei 2024 hingga 8 Mei 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat yang telah dilakukan, Diketahui bahwa kadar air tepung tulang ikan hampir sama, yaitu <5%, serta kandungan karbohidratnya tidak jauh berbeda. Sedangkan kadar abu tepung tulang ikan 2, dua kali lipat dari tepung tulang ikan 1. Kandungan protein dan lemak tepung tulang ikan 1 lebih tinggi dari tepung tulang ikan 2 (Gambar 3). Studi⁸ melaporkan kadar air tulang lele sebesar 7,72%.

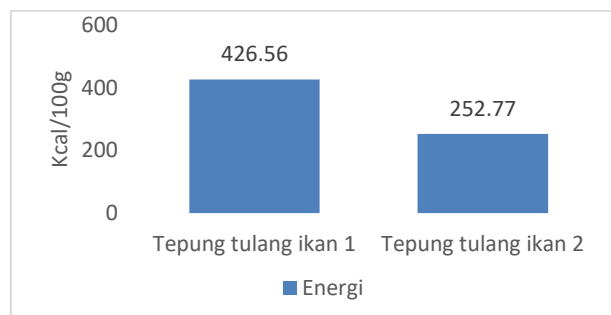


Gambar 3. Analisis Proksimat Tepung Tulang Ikan 1 dan 2

Studi lain melaporkan bahwa kadar air tepung tulang kakap merah yang diperoleh adalah 2,54%⁶. Tepung tulang kakap merah pada hasil penelitian ini menunjukkan kadar air yang rendah dan masih di bawah standar yang ditetapkan oleh SNI. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7994:2014), tepung tulang ikan memiliki kadar air maksimum 10,0% kualitas I dan kualitas II 10,0%. Dibandingkan dengan kadar abu tepung

tulang kakap merah yang diperoleh dari studi⁶, yaitu 83,82%, hasil penelitian ini masih lebih rendah.

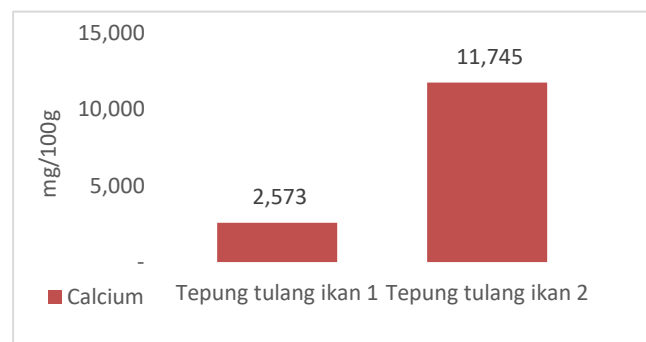
Kandungan energi tepung tulang ikan 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat dilihat bahwa kandungan energi tepung tulang ikan 1 lebih tinggi daripada tepung tulang ikan 2. Hal ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan 1 memiliki kandungan energi yang cukup tinggi.



Gambar 4. Kandungan Energi Tepung Tulang Ikan 1 dan 2

Kandungan kalsium tepung tulang ikan 1 dalam 100 g adalah 2,573 mg, sedangkan kandungan kalsium tepung tulang ikan 2 jauh lebih tinggi, hampir lima kali lipat (Gambar 5). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa kadar kalsium tulang ikan belida adalah 30,93%⁹.

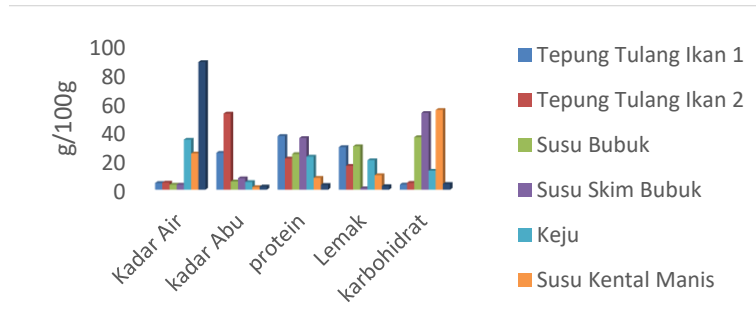
Hasil dari studi⁶ melaporkan bahwa kandungan kalsium tulang kakap merah adalah 74,9%, dan kandungan kalsium tepung tulang kakap merah yang diperoleh adalah 92,30%.



Gambar 5. Kandungan Kalsium Tepung Tulang Ikan 1 dan 2

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis kimia tepung tulang ikan 1 dan 2, pada Gambar 6 dapat dilihat perbandingan kadar air, kadar abu, kandungan protein, kandungan lemak dan kandungan karbohidrat tepung tulang ikan 1 dan 2 dengan susu dan produk olahannya yaitu susu bubuk, susu skim bubuk, keju, susu kental manis, dan yogurt segar. Kadar air tertinggi adalah

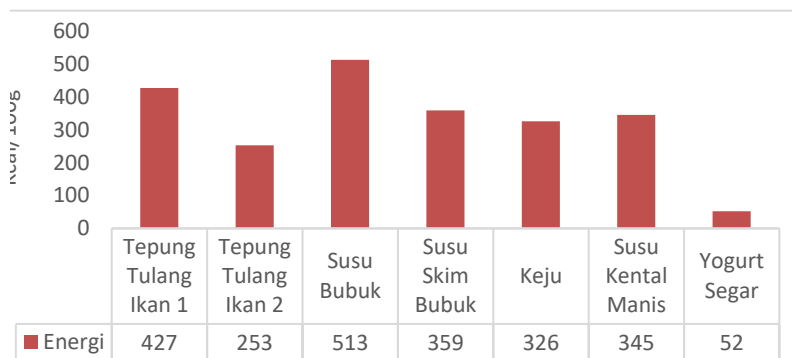
yogurt segar, sedangkan kadar abu tertinggi adalah tepung tulang ikan 2. Kandungan protein tepung ikan 1 dengan tepung susu skim terlihat sama. Kandungan lemak tepung tulang ikan 1 dengan tepung susu hampir sama, sedangkan karbohidrat susu skim bubuk dan susu kental manis hampir sama persis (Gambar 6).



Gambar 6. Perbandingan Gizi Tepung Tulang Ikan dengan Susu dan Produk Olahannya

Kandungan energi tepung tulang ikan 2 berada di bawah tepung tulang ikan 1. Dibandingkan dengan susu bubuk, kandungan energi tepung tulang ikan 2 jauh di

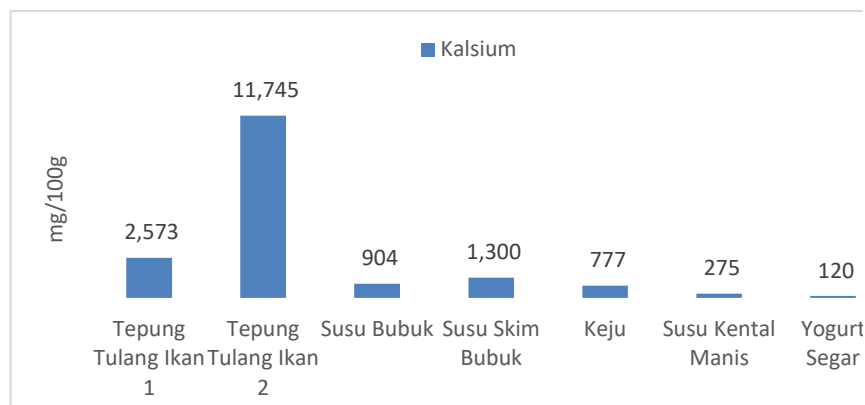
bawah susu bubuk. Kandungan energi tertinggi adalah susu bubuk, sedangkan yang terendah adalah yogurt segar (Gambar 7).



Gambar 7. Perbandingan Kandungan Energi Tepung Tulang Ikan dengan Susu dan Produk Olahannya

Perbandingan kadar kalsium tepung tulang ikan 1 dan 2 dengan susu dan hasil olahannya dapat dilihat pada Gambar 8. Terlihat bahwa kadar kalsium tertinggi ada pada tepung tulang ikan 2, dibandingkan dengan tepung tulang ikan 1, susu bubuk, susu skim bubuk, susu kental manis, dan yogurt segar. Kandungan kalsium tepung susu skim bubuk adalah yang tertinggi di antara susu dan produk olahannya. Ketika membandingkan kandungan kalsium tepung tulang ikan 1 dengan susu bubuk, kandungan kalsium tepung tulang ikan 1 hampir dua kali lipat dari susu bubuk. Sebaliknya, dapat dibandingkan dengan kadar kalsium tepung tulang ikan 2, dan kandungan kalsiumnya hampir sepuluh kali lipat. Sejalan dengan hasil ini, hasil¹⁰ menunjukkan bahwa tulang ikan adalah alternatif yang menarik untuk sumber kalsium tradisional, seperti produk susu, hasil menyimpulkan

bahwa suplementasi kalsium dari tepung tulang tuna secara efektif mencegah osteopenia ibu. Tulang tuna, produk limbah industri perikanan, merupakan sumber alternatif suplemen kalsium yang dapat meningkatkan kepadatan tulang mineral pada ibu menyusui dan bayi baru lahir. Studi lain mengutip temuan mereka yang menunjukkan bahwa kalsium alami yang dihasilkan dari tulang salmon adalah sumber kalsium yang hemat biaya dan ramah lingkungan¹¹. Selain itu, pencernaan kalsium yang dilaporkan secara in vitro adalah 37% untuk sampel yang dioptimalkan, lebih tinggi daripada garam kalsium alami¹². Hasil dari 14 penelitian yang diuji pada tikus model menyimpulkan bahwa nanopartikel tulang ikan memiliki ketersediaan hayati kalsium yang lebih tinggi daripada mikropartikel tulang salmon.



Gambar 8. Perbandingan Kandungan Kalsium Tepung Tulang Ikan dengan Susu dan Produk Olahannya

Peningkatan konsumsi makanan padat gizi oleh orang-orang di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah adalah salah satu penyesuaian pola makan yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan 2 pemberantasan kelaparan dan kekurangan gizi pada tahun 2030. Mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan 2 pemberantasan kelaparan dan kekurangan gizi pada tahun 2030 akan membutuhkan perubahan pola makan, termasuk peningkatan asupan makanan padat gizi oleh populasi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Ikan adalah sumber makanan hewan utama di banyak negara berpenghasilan rendah dan menengah di wilayah selatan dunia, dan dapat diperoleh melalui akuakultur dan perikanan¹⁴. Produk sampingan ikan dapat membantu menciptakan barang dengan nilai pasar yang signifikan dan merangsang ekspansi ekonomi¹⁵. Tulang ikan kaya akan kalsium karbonat, menjadikannya sumber kalsium alternatif berbiaya rendah¹¹. Tulang ikan dapat berfungsi sebagai bahan baku produksi senyawa bernilai tambah tinggi yang dapat digunakan di berbagai sektor termasuk industri agrokimia, biomedis, makanan, dan farmasi¹⁶. Kalsium adalah mineral mendasar yang diperlukan untuk kesejahteraan manusia, terutama kesejahteraan tulang. Kalsium organik laut bisa menjadi aset berlimpah yang diakui dengan struktur dinamis yang kompleks. Limbah pengolahan laut sering tidak dianggap, bagaimanapun itu bisa menjadi sumber kalsium yang melimpah dan murah. Menggunakan kembali produk sampingan dari makhluk hidup laut dapat meningkatkan kecukupan kalsium dan mengurangi kemungkinan kontaminasi alami⁵.

Limbah perikanan seperti kepala, tulang, sisik, dan sirip dapat diolah menjadi tepung tulang ikan dengan nilai tambah¹⁷. Pengolahan tepung tulang ikan tergantung pada komposisi kimia dan ketersediaan teknologi yang ada. Sifat yang menentukan kualitas tepung tulang ikan adalah kadar air, kadar abu, kandungan protein, dan kandungan lemak. Baku mutu tepung tulang ikan mengacu pada Standar Nasional Indonesia 01-3158-1992, yaitu kadar air 8% dan kadar lemak 3-6%. Berdasarkan beberapa penelitian, waktu pengeringan dan suhu mempengaruhi karakteristik fisikokimia tepung tulang ikan. Suhu tinggi dan waktu pengeringan yang lama akan meningkatkan kadar abu

dan kandungan protein serta mengurangi kadar air dan lemak¹⁸. Tulang ikan pisau (*Chitala sp.*) belum digunakan secara maksimal dan dapat mencemari ekosistem. Salah satu cara untuk menambah nilai dan mengurangi kerusakan lingkungan adalah dengan mengolah menjadi tepung tulang ikan. Ini dapat digunakan untuk membentengi produk makanan dengan kalsium¹⁹. Tepung tulang ikan dalam berbagai produk makanan olahan dapat memenuhi kebutuhan kalsium sehari-hari. Sepuluh g tepung tulang ikan dua akan memenuhi kebutuhan kalsium harian. Mengaplikasikan tepung tulang ikan dalam berbagai produk makanan akan meningkatkan potensinya sebagai sumber kalsium yang murah. Beberapa produk telah dibuat dengan menambahkan tulang ikan kalsium, seperti nasi analog²⁰ dan kerupuk²¹. Selain itu, perlu memiliki strategi ekstraksi dan pemrosesan tulang ikan yang hemat biaya²².

Penelitian ini telah menghasilkan tepung tulang ikan coklat dan kemudian menggunakan metode 2 untuk mendapatkan tepung tulang ikan. Metode 2 tepung tulang ikan berwarna putih dan halus seperti tepung terigu, sehingga mudah diaplikasikan pada berbagai produk makanan. Kekurangan dari penelitian ini adalah metode penelitian pembuatan tepung tulang ikan perlu disempurnakan untuk mendapatkan tepung tulang ikan yang lebih baik.

KESIMPULAN

Kandungan kalsium yang tinggi dalam tepung tulang ikan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan untuk meningkatkan kandungan kalsium dalam makanan. Potensi tepung tulang ikan 1 dan 2 sebagai sumber kalsium tidak diragukan lagi. Kecukupan kalsium harian akan cukup dengan mengonsumsi 10 g tepung tulang ikan 2. Selanjutnya, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyerapan kalsium dalam tubuh dan perkembangan konsumsi dalam aplikasi makanan.

ACKNOWLEDGEMENT

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana penelitian dari Politeknik Kesehatan Medan ini.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan. Penelitian ini didanai oleh hibah dari Politeknik Kesehatan Medan, nomor kontrak 154.5/PPK-I/BAP/III/2024, tertanggal 18 April 2024.

KONTRIBUSI PENULIS

NT: draf asli, konseptualisasi, investigasi, metodologi, pengawasan, penulisan tinjauan dan pengeditan; US: metodologi, analisis formal, penulisan draf asli, pengeditan.

REFERENSI

1. Thor, K. Calcium—Nutrient and messenger. *Front. Plant Sci.* **10**, (2019). doi: 10.3389/fpls.2019.00440.
2. Hodges, J. K., Cao, S., Cladis, D. P. & Weaver, C. M. Lactose Intolerance and Bone Health: The Challenge of Ensuring Adequate Calcium Intake. *Nutrients* **11**, 718 (2019). doi: 10.3390/nu11040718.
3. Vannucci, L. *et al.* Calcium Intake in Bone Health: A Focus on Calcium-Rich Mineral Waters. *Nutrients* **10**, 1930 (2018). doi: 10.3390/nu10121930.
4. Pateiro, M. *et al.* Nutritional Profiling and the Value of Processing By-Products from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Mar. Drugs* **18**, 101 (2020). doi: 10.3390/md18020101.
5. Xu, Y., Ye, J., Zhou, D. & Su, L. Research Progress on Applications of Calcium Derived from Marine Organisms. *Sci. Rep.* **10**, 18425 (2020). doi: 10.1038/s41598-020-75575-8.
6. Muslimin, I. Analisis Kandungan Kalsium dalam Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) menggunakan Metode Basa (NaOH). *Technopreneur Fish. J.* **1**, (2023). <https://ejournal.nobel.ac.id/index.php/tf>.
7. Kemenkes RI. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. (2017).
8. Pertiwi, M., Atma, Y., Mustopa, A. & Maisarah, R. Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-Treatment Asam Sitrat. *J. Apl. Teknol. Pangan* **7**, 83–91 (2018). doi: 10.17728/jatp.2470.
9. Putranto, H. F., Asikin, A. N., Kelautan, I., Mulawarman, U. & Mulawarman, U. Karakterisasi Tepung Tulang Ikan Belida (*Chitala Sp.*) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *ZIRA;AH* **40**, 11–20 (2015). <https://media.neliti.com/media/publications/223970-karakterisasi-tepung-tulang-ikan-belida.pdf>,
10. Pérez, A. *et al.* Nutritional Properties of Fish Bones: Potential Applications in the Food Industry. *Food Rev. Int.* **40**, 79–91 (2024). Doi: 10.1080/87559129.2022.2153136.
11. Bas, M. *et al.* Mechanical and Biocompatibility Properties of Calcium Phosphate Bioceramics Derived from Salmon Fish Bone Wastes. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 8082 (2020). Doi: 10.3390/ijms21218082.
12. Nawaz, A. *et al.* The Effects of Fish Meat and Fish Bone Addition on Nutritional Value, Texture and Microstructure of Optimised Fried Snacks. *Int. J. Food Sci. Technol.* **54**, 1045–1053 (2019). Doi:10.1111/ijfs.13974.
13. Panaretto, K. *et al.* Risk Factors for Preterm, Low Birth Weight and Small for Gestational Age Birth in Urban Aboriginal and Torres Strait Islander Women in Townsville. *Aust N Z J Public Heal.* **30**, 163–70 (2006). Doi: 10.1111/j.1467-842x.2006.tb00111.x.
14. Kwasek, K., Thorne-Lyman, A. L. & Phillips, M. Can Human Nutrition be Improved Through Better Fish Feeding Practices? a Review Paper. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **60**, 3822–3835 (2020). doi: 10.1080/10408398.2019.1708698.
15. Coppola, D. *et al.* Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Mar. Drugs* **19**, 116 (2021). Doi: 10.3390/md19020116.
16. Terzioğlu, P., Öğüt, H. & Kalemtaş, A. Natural Calcium Phosphates from Fish Bones and Their Potential Biomedical Applications. *Mater. Sci. Eng. C* **91**, 899–911 (2018). Doi: 10.1016/j.msec.2018.06.010.
17. Boronat, Ò. *et al.* Development of Added-Value Culinary Ingredients from Fish Waste: Fish Bones and Fish Scales. *Int. J. Gastron. Food Sci.* **31**,

- 100657 (2023). Doi: 10.1016/j.ijgfs.2022.100657.
18. Yusrina, A., Rochima, E., Handaka, A. A. & Rostini, I. Fishbone Flour (Definition, Analysis of Quality Characteristics, Manufacture): A Review. *Asian J. Fish. Aquat. Res.* 18–24 (2021). Doi:10.9734/ajfar/2021/v13i430271.
19. Asikin, A. N., Kusumaningrum, I. & Hidayat, T. Effect of Knife-Fish Bone Powder Addition on Characteristics of Starch and Seaweed Kerupuk as Calcium and Crude Fiber Sources. *Curr. Res. Nutr. Food Sci. J.* 7, 584–599 (2019). Doi: 10.12944/CRNFSJ.7.2.27.
20. Anggraeni, N., Sastro Darmanto, Y. & Riyadi, P. H. Pemanfaatan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Beras Analog dari Berbagai Macam Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *J. Apl. Teknol. Pangan* 5, 114–122 (2016). Doi: 10.17728/jatp.187.
21. Asikin, A. N. & Kusumaningrum, I. Kadar Kalsium dan Uji Kesukaan Kerupuk Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Belida sebagai Sumber Kalsium. *Posiding Semin. Nas.* 19, 308–315 (2017). https://bspjisamarinda.kemenperin.go.id/download/proceeding/2017_semnas1/Hal_308-315_Ok.pdf.
22. Caruso, G., Floris, R., Serangeli, C. & Di Paola, L. Fishery Wastes as a Yet Undiscovered Treasure from the Sea: Biomolecules Sources, Extraction Methods and Valorization. *Mar. Drugs* 18, 622 (2020). Doi: 10.3390/md18120622.