



**PENAMBAHAN NANOKALSIUM TULANG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)  
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KERUPUK UDANG**

**THE ADDITION OF TILAPIA BONE NANOCALCIUM (*Oreochromis niloticus*) TO THE  
PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTIC OF SHRIMP CRACKERS**

**Muhammad Ali Fatoni, Sumardianto, Lukita Purnamayati**

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
email: lukita.purnamayati@live.undip.ac.id

Diserahkan [30 Juni 2020]; Diterima [22 Agustus 2020]; Dipublikasi [1 Februari 2021]

**ABSTRACT**

*Shrimp crackers are a type of dry food made from tapioca flour, shrimp and other additives. Shrimp crackers with the addition of fish bone flour nanocalcium is an alternative food that can be developed as a source of calcium. The purpose of this study was to determine the effect of adding nanocalcium tilapia bone flour to physico-chemical characteristics and the best concentration of tilapia nanocalcium bone in shrimp crackers to be accepted by panelists. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely the concentration of addition of tilapia nanocalcium bone, namely 0%, 5%, 10%, and 15% which was done 3 times. Data were analyzed using ANOVA and continued by Tukey test if there were significant differences. The results showed that the addition of tilapia nanocalcium bone significantly affected the increase in the ash and calcium levels of shrimp crackers, while the water content, protein and developmental power decreased with the addition of increasing tilapia bone nanocalcium. The addition of 10% tilapia bone nanocalcium is the best concentration based on panelist acceptance with the category of very fond of the parameters of smell, taste, and texture, while for the panelist appearance parameter accepts in the like category. Shrimp crackers with the addition of 10% nanocalcium contain 10.76% water content; ash content 13.81%; protein content 2.40%; 2.12% calcium content and 42.62% swelling power.*

**Keywords:** fish bone tilapia; nanocalcium; shrimp crackers

**ABSTRAK**

Kerupuk udang adalah suatu jenis makanan kering yang terbuat dari tepung tapioka, udang dan bahan tambahan lainnya. Kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium tepung tulang ikan merupakan pangan alternatif yang dapat dikembangkan sebagai sumber kalsium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokalsium tepung tulang ikan nila terhadap karakteristik fisiko-kimia dan mengetahui konsentrasi terbaik nanokalsium tulang ikan nila pada kerupuk udang agar dapat diterima oleh panelis. Desain percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi penambahan nanokalsium tulang ikan nila yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% yang dilakukan 3 kali pengulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur apabila terdapat beda nyata. Hasil menunjukkan bahwa penambahan nanokalsium tulang ikan nila berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar abu dan kalsium kerupuk udang, sedangkan kadar air, protein dan daya kembang menurun seiring dengan penambahan nanokalsium tulang ikan nila yang semakin meningkat. Penambahan nanokalsium tulang ikan nila 10% merupakan konsentrasi terbaik berdasarkan penerimaan panelis dengan kategori sangat suka pada parameter aroma, rasa, dan tekstur, sedangkan untuk parameter kenampakan panelis menerima pada kategori suka. Kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium 10% mengandung kadar air 10,76%; kadar abu 13,81%; kadar protein 2,40%; kadar kalsium 2,12% dan daya kembang 42,62%.

**Kata Kunci:** kerupuk udang; nanokalsium; tepung tulang ikan nila

**Saran sitasi:** Fatoni, M. A., Sumardianto., & Purnamayati, L. (2021). Penambahan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Udang. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 1-11. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i1.42545>

## PENDAHULUAN

Berkembangnya penerapan teknologi nano mendorong semakin luasnya penelitian ke arah aplikasi senyawa dalam ukuran nano ke dalam bahan pangan. Penerapan teknologi nano telah banyak dilakukan di negara-negara maju antara lain Inggris, Amerika Serikat dan Australia (Ariningsih, 2016). Di Indonesia, penerapan teknologi nano masih jarang dilakukan, terutama dalam bidang pengolahan pangan. Salah satu penerapan teknologi nano yang mulai dikembangkan dalam bidang pangan adalah nanokalsium.

Nanokalsium adalah kalsium yang diproses dengan teknologi nano yang menghasilkan partikel berukuran 10-1000 nm. Keuntungan penggunaan kalsium dalam ukuran nano adalah mudah terserap oleh tubuh sehingga lebih efisien dibandingkan dalam ukuran yang biasa dikonsumsi (Suptijah *dkk.*, 2012). Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menerapkan teknologi nano untuk menghasilkan nanokalsium antara lain nanokalsium dari cangkang tiram (Handayani & Syahputra, 2017) dan tulang ayam (First *dkk.*, 2019). Beberapa penelitian telah mengembangkan nanokalsium dari tulang ikan antara lain nanokalsium tulang ikan tuna sirip kuning (Prinaldi *dkk.*, 2018), tulang ikan bandeng (Darmawangsyah *dkk.*, 2016) dan tulang ikan sembilang (Arieska *dkk.*, 2019). Pada penelitian ini, dikembangkan nanokalsium dari tulang ikan nila.

Indonesia merupakan negara penghasil ikan nila dengan jumlah produksi pada tahun 2012 mencapai 800 juta ton dan diperkirakan akan terus meningkat menjadi 2000 juta ton pada tahun 2030. Tingginya produksi ikan nila berhubungan dengan tingkat konsumsi masyarakat yang mencapai 60,7 kg/orang/tahun (Tran *et al.*, 2017). Selain itu, ikan nila juga mendominasi industri perikanan Indonesia selain lele dan patin (Henriksson *et al.*, 2019). Fenomena ini menyebabkan tingginya jumlah limbah ikan nila terutama tulang yang dapat mencemari lingkungan (Sulistiyani *dkk.*, 2016). Tulang ikan nila mengandung kalsium yang cukup tinggi yaitu 20,85% (Wijayanti *dkk.*, 2018). Kadar kalsium tulang ikan nila ini diketahui

lebih tinggi dibandingkan dengan tulang ikan bandeng yang mengandung kadar kalsium sebesar 5,24% (Bakhtiar *dkk.*, 2019). Kalsium diperlukan tubuh untuk membangun jaringan keras seperti tulang dan gigi. Kebutuhan tubuh akan kalsium adalah 800 mg untuk usia 1-10 tahun, 1200 mg untuk usia 11-24 tahun, dan 1000 mg untuk usia di atas 50 tahun (Shita & Sulistiyani, 2010). Kalsium dalam tulang ikan nila berpotensi untuk membantu meningkatkan kebutuhan tubuh akan kalsium, dengan diaplikasikan pada produk pangan, yaitu kerupuk udang.

Kerupuk udang telah dikonsumsi secara luas di masyarakat, baik anak-anak hingga usia lanjut. Kerupuk merupakan bahan makanan yang berbahan dasar tepung, seperti tepung tapioka, tepung terigu dan tepung beras sehingga sebagian besar kandungan gizinya adalah karbohidrat (Kusumaningrum & Asikin, 2016). Thaha *dkk.* (2018) menyatakan bahwa komponen gizi tertinggi kerupuk ikan malaja adalah karbohidrat yaitu 73,38%. Jumiati *dkk.* (2019) juga menyatakan bahwa kandungan karbohidrat kerupuk cumi adalah 70,33%, sedangkan Suryaningrum *dkk.* (2016) menyatakan bahwa kerupuk ikan lele mengandung karbohidrat 75,81%. Kandungan karbohidrat ini sangat tinggi dibandingkan dengan komponen gizi lainnya yaitu lemak, abu, dan protein yang hanya berada pada kisaran 4%. Rendahnya kandungan gizi pada kerupuk mendorong untuk dilakukannya upaya peningkatan gizi, salah satunya adalah dengan penambahan nanokalsium.

Penambahan nanokalsium pada kerupuk udang diharapkan mampu meningkatkan kebutuhan masyarakat akan kalsium. Kusumaningrum & Asikin (2016) menyatakan bahwa penambahan nanokalsium tulang ikan belida sebanyak 15-20% mampu menunjukkan hasil terbaik terhadap kandungan kalsium, fosfor dan tingkat kecerahan kerupuk ikan. Deborah *dkk.*, (2016) menambahkan nanokalsium tulang ikan julung-julung sebanyak 10% menghasilkan kerupuk dengan kandungan kalsium sebesar 0,62% dan disukai panelis secara hedonik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diduga perbedaan konsentrasi penambahan nanokalsium tulang ikan nila

pada kerupuk udang juga diduga dapat mempengaruhi karakteristik fisiko-kimia dan penerimaan panelis. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan nila terhadap sifat fisiko-kimia dan hedonik kerupuk udang serta mengetahui konsentrasi terbaik penambahan nanokalsium tulang ikan nila.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ikan nila yang diperoleh dari PT Aquafarm Semarang. Bahan yang digunakan untuk pembuatan kerupuk udang antara lain udang putih berukuran 3-5 cm, garam, tepung tapioka, bawang putih bubuk, lada bubuk, ketumbar dan minyak goreng yang diperoleh dari pasar lokal di Semarang.

### Alat

Peralatan yang digunakan adalah *ball mill* (Siehe, China), *Particle Size Analyzer* (Beckman Coulter, USA), blender, peralatan dapur dan peralatan gelas untuk analisa.

### Tahapan Penelitian

#### 1. Pembuatan nanokalsium tepung tulang ikan nila

Proses pembuatan nanokalsium tepung tulang ikan nila dilakukan berdasarkan Lekahena *dkk.*, (2014) dengan modifikasi pada suhu dan lama waktu pengeringan. Tulang ikan nila direbus untuk menghilangkan daging dan kotoran yang menempel pada tulang. Setelah direbus, tulang ikan nila kemudian dikeringkan menggunakan alat pengering dengan suhu 60-70°C selama 10 jam. Tulang ikan nila kering kemudian dikecilkan ukurannya dengan menggunakan blender. Kalsium pada tulang ikan nila diekstraksi dengan larutan NaOH 1N pada suhu 100°C selama 60 menit. Setelah itu, larutan didinginkan dan disaring menggunakan kain blacu. pH ekstrak

dinetralkan dengan pencucian menggunakan aquades. Ekstrak kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 12 jam. Ekstrak kering dikecilkan ukurannya menggunakan *ball mill* sampai berukuran nano, yang ditunjukkan dengan pengujian ukuran partikel.

#### 2. Pembuatan kerupuk udang dengan nanokalsium

Pembuatan kerupuk udang dilakukan berdasarkan Rusman *dkk.*, (2016) dengan modifikasi pada bahan yang digunakan. Udang putih segar dibersihkan kepala dan kulit, kemudian dicuci sampai bersih. Udang putih kemudian dihaluskan menggunakan blender. Udang yang telah dihaluskan kemudian ditambahkan dengan tepung tapioka, bawang putih bubuk, lada bubuk, ketumbar, garam, tepung nanokalsium (konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15%) dan air. Campuran bahan diaduk dan diuleni sampai homogen. Adonan dibentuk silinder dengan diameter 4 cm dan dikukus selama 60 menit. Setelah itu, adonan didinginkan dan dipotong dengan ketebalan ± 1-2 mm. Irisan adonan kerupuk kemudian dikeringkan menggunakan cabinet dryer pada suhu 60°C selama 24 jam. Kerupuk udang kemudian digoreng sampai matang. Formula pembuatan kerupuk udang dengan nanokalsium disajikan pada **Tabel 1**.

#### 3. Pengujian

Pengujian tepung nanokalsium meliputi rendemen, kadar kalsium dan ukuran partikel, sedangkan pengujian pada kerupuk udang meliputi karakteristik kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar kalsium), karakteristik fisik (kerenyahan dan kemekaran) dan penerimaan panelis berdasarkan uji hedonik.

*Rendemen* (Wijayanti *dkk.*, 2018)

Rendemen nanokalsium dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{rendemen}(\%) = \frac{\text{beratnanokalsium}}{\text{berattulangikan}} \times 100\%$$

**Tabel 1** Formula pembuatan kerupuk udang dengan nanokalsium

Bahan (%)	Kerupuk Udang			
	A0	A5	A10	A15
Udang putih	13,50	13,50	13,50	13,50
Tepung tapioka	60,00	55,00	50,00	45,00
Tepung nanokalsium	0,00	5,00	10,00	15,00
Bawang putih bubuk	3,00	3,00	3,00	3,00
Lada bubuk	0,20	0,20	0,20	0,20
Ketumbar	0,30	0,30	0,30	0,30
Garam	3,00	3,00	3,00	3,00
Air	20,00	20,00	20,00	20,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Keterangan : A0 : Kerupuk udang dengan nanokalsium 0%  
A5 : Kerupuk udang dengan nanokalsium 5%  
A10 : Kerupuk udang dengan nanokalsium 10%  
A15 : Kerupuk udang dengan nanokalsium 15%

#### Kadar air (AOAC, 2005)

Pengujian kadar air dilakukan dengan mengeringkan cawan alumunium pada suhu 105°C selama 30 menit dan ditimbang. Sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam cawan dan dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 6 jam atau sampai berat konstan. Cawan alumunium yang berisi sampel kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Kadar air dihitung berdasarkan berat akhir sampel dibagi berat awal sampel dikalikan 100%.

#### Kadar abu (AOAC, 2005)

Sampel sebanyak 1 gram ditimbang pada cawan yang sudah diketahui beratnya. Sampel kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 600°C. Sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dihitung dengan membandingkan berat abu dan berat sampel dikalikan 100%.

#### Kadar protein (AOAC, 2007)

Pengujian kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl. Sampel sebanyak 0,1g dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 30 ml, kemudian ditambahkan 1,9 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 40 mg HgO, 2,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> serta beberapa tablet Kjeldahl. Kemudian sampel dididihkan selama 1 jam sampai berwarna jernih. Sampel didinginkan dan dipindahkan ke alat destilasi, lalu dibilas dengan 20 ml akuades. Selanjutnya, sampel ditambahkan larutan NaOH 40% sebanyak 20 ml. Cairan dalam ujung kondensor ditampung dengan labu Erlenmeyer berisi larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dan 3 tetes

indikator (campuran metil merah 0,2% dalam alkohol dan metil biru 0,2% dalam alkohol dengan perbandingan 2:1). Destilasi dilakukan hingga diperoleh kira-kira 200 ml destilat, kemudian dititrasi menggunakan HCl 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ protein} = \frac{(m\text{HCl sampel} - m\text{HCl blanko}) \times 14,007 \times \text{NHCl} \times 6,25 \times 100\%}{m\text{gsampel}}$$

#### Kadar kalsium (Apriyantono, 1989)

Pengujian kadar kalsium dilakukan dengan pengabuan sampel sebanyak 5 gram pada suhu 540°C selama 8 jam. Abu sampel kemudian dimasukkan ke dalam desikator. Sebanyak 2 gram abu sampel dimasukkan ke dalam gelas piala 250 ml dan ditambahkan dengan 30 ml aquades. Selanjutnya ditambahkan 10 ml larutan amonium oksalat jenuh dan 2 tetes indikator metil merah. Amonia encer ditambahkan untuk membuat larutan menjadi sedikit basa, kemudian larutan ditambahkan beberapa tetes asam asetat sampai warna larutan merah muda (pH 5) dan bersifat sedikit asam. Larutan dipanaskan sampai mendidih, didiamkan selama minimum 4 jam pada suhu kamar, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42 dan dibilas dengan akuades sampai filtrat bebas oksalat. Filtrat kemudian dititrasi dengan larutan KMnO<sub>4</sub> 0,01 N sampai larutan berwarna merah jambu. Kadar

Ca dalam sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$mgCa/100gsampel = \frac{V_x N K M n O_4 \times 20 \times F P \times 100}{beratsampel \times 1000}$$

*Daya kembang (Suyitno, 1988 dalam Zulisyanto dkk., 2016)*

Daya kembang dapat ditentukan dengan mengukur perbandingan luas kerupuk sebelum dan setelah digoreng, dengan cara membuat 2 buah garis yang saling berpotongan dengan menggunakan spidol pada sisi kerupuk mentah dan kerupuk setelah digoreng, kemudian diukur luas kerupuk. Selanjutnya dihitung perbandingan luas kerupuk sebelum (A) dan setelah digoreng (B) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$dayakembang(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

*Ukuran partikel*

Pengujian ukuran partikel dilakukan menggunakan *particle size analyzer*.

*Hedonik (Rahayu, 2001)*

Uji hedonik dilakukan terhadap kerupuk setelah digoreng. Parameter penilaian meliputi kenampakan, warna, aroma, rasa, dan tekstur. Skor penilaian uji hedonik yang digunakan adalah skor 9 (amat sangat suka), 8 (sangat suka), 7 (suka), 6 (agak suka), 5 (netral), 4 (agak tidak suka), 3 (tidak suka), 2 (sangat tidak suka), 1 (amat sangat tidak suka). Panelis yang memberikan penilaian adalah panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang.

*Analisis Statistik*

Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila terdapat beda nyata, maka dilakukan uji lanjut Tukey.

**Tabel 2** Karakteristik fisiko-kimia kerupuk udang

Sampel	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar protein (%)	Kadar kalsium (%)	Daya kembang (%)
A0	11,43±0,31 <sup>b</sup>	7,20±0,26 <sup>a</sup>	2,76±0,10 <sup>b</sup>	0,11±0,03 <sup>a</sup>	52,62±0,42 <sup>c</sup>
A5	11,10±0,32 <sup>b</sup>	9,76±1,08 <sup>b</sup>	2,28±0,07 <sup>a</sup>	1,19±0,11 <sup>b</sup>	52,87±0,42 <sup>c</sup>
A10	10,76±0,28 <sup>b</sup>	13,81±0,76 <sup>c</sup>	2,40±0,07 <sup>a</sup>	2,12±0,03 <sup>c</sup>	45,11±0,58 <sup>b</sup>
A15	9,17±0,27 <sup>a</sup>	16,58±0,57 <sup>d</sup>	2,39±0,08 <sup>a</sup>	3,22±0,09 <sup>d</sup>	42,62±0,67 <sup>a</sup>

Keterangan : Data±standar deviasi

Data yang diikuti superscript huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nanokalsium Tulang Ikan Nila

Nanokalsium yang diekstrak dari tulang ikan nila menghasilkan rendemen sebesar 10,86%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan Prinaldi *dkk.*, (2018) yang mengekstrak nanokalsium dari tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) menghasilkan rendemen sebesar 24,84%. Anggraeni *dkk.*, (2019) menyatakan bahwa perbedaan rendemen nanokalsium dari tulang ikan dipengaruhi oleh ukuran bahan baku, penggunaan jenis pelarut, lama ekstraksi, dan lama waktu pengeringan. Semakin kecil ukuran bahan baku dapat meningkatkan luas permukaan sehingga kontak bahan baku dengan pelarut juga semakin besar. Waktu ekstraksi yang semakin lama menghasilkan rendemen nanokalsium yang semakin bertambah. Selain itu, proses pengeringan yang semakin lama dapat menyebabkan penurunan kadar air sehingga berpengaruh terhadap rendemen nanokalsium yang dihasilkan.

Partikel disebut nano apabila berukuran 10-1000 nm (Prinaldi *dkk.*, 2019). Ukuran nanokalsium tulang ikan nila dalam penelitian ini adalah 881,67 nm, sehingga telah masuk dalam ukuran nano. Kadar kalsium pada nanokalsium tulang ikan nila adalah 25,59%. Hasil pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan Wijayanti *dkk.*, (2018) yang menghasilkan nanokalsium dengan ukuran berkisar antara 1436,9-4455,4 nm dengan kadar kalsium berkisar antara 17,89-20,85%. Hasil yang berbeda ini dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan pengecilan ukuran ekstrak nanokalsium yang dihasilkan.

## Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Udang

Kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda dianalisa karakteristik fisiko-kimianya yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar kalsium dan daya kembang. Hasil karakteristik fisiko-kimia kerupuk udang disajikan pada **Tabel 2**.

### *Kadar air*

Nilai kadar air kerupuk udang berkisar 9,17-11,43%. Nilai kadar air terendah adalah A15 yaitu 9,17% yang berbeda nyata dibandingkan dengan kerupuk udang yang lain. Penambahan nanokalsium dalam jumlah yang tinggi dalam adonan kerupuk udang menyebabkan penurunan kadar air. Hal ini dikarenakan nanokalsium diduga menggantikan sebagian air yang terdapat pada adonan kerupuk sehingga menurunkan kandungan air. Yuliani *dkk.*, (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan tepung kalsium menyebabkan penurunan kadar air yang disebabkan tepung kalsium diperkirakan menggantikan sejumlah air dalam adonan. Berdasarkan BSN (2009) pada SNI 2714.3:2009, kadar air kerupuk udang maksimal 12%, sehingga kerupuk udang pada penelitian ini mempunyai kadar air yang sesuai dengan SNI.

### *Kadar abu dan kalsium*

Kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium yang berbeda menghasilkan kadar abu yang berkisar antara 7,20-16,58%. Penambahan nanokalsium yang tinggi menghasilkan kadar abu yang semakin meningkat. Kadar abu kerupuk udang tertinggi adalah A15 yaitu 16,58% dan terendah adalah A0 yaitu 7,20%. Nilai kadar abu pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan Kusumaningrum dan Asikin, (2016) yang menghasilkan kerupuk ikan dengan penambahan kalsium tulang ikan belida mempunyai kadar abu berkisar antara 2,82-13,43%. Peningkatan kadar abu pada kerupuk udang berkaitan erat dengan penambahan nanokalsium.

Tingginya kadar abu pada suatu bahan pangan menunjukkan kandungan mineral yang tinggi, terutama kalsium (Anggraeni

*dkk.*, 2019). Hasil kadar kalsium pada penelitian ini meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan, dengan nilai berkisar antara 0,11-3,22%. Penambahan nanokalsium meningkatkan kadar kalsium kerupuk udang yang signifikan dibandingkan dengan kontrol.

### *Kadar protein*

Penambahan nanokalsium yang berbeda pada kerupuk udang menghasilkan kadar protein yang tidak berbeda nyata, akan tetapi berbeda nyata dengan kontrol. Penambahan nanokalsium menurunkan kadar protein kerupuk udang. Hasil ini sesuai dengan Kusumawati dan Asikin (2016) yang menyatakan bahwa penambahan kalsium tulang ikan belida menurunkan kandungan protein kerupuk ikan. Penurunan kandungan protein pada kerupuk disebabkan oleh rendahnya sumber protein pada bahan penyusun adonan. Prinaldi *dkk.*, (2018) menyatakan bahwa kandungan protein pada nanokalsium mengalami penurunan akibat proses kalsinasi dengan basa pada suhu tinggi. Proses ini mengakibatkan protein terhidrolisis melalui pemecahan protein menjadi molekul peptida sederhana dan asam amino. Kadar protein pada penelitian ini berkisar antara 2,28-2,76% yang belum sesuai dengan SNI kerupuk udang yaitu kadar protein minimal 5% (BSN, 2009).

### *Daya kembang*

Daya kembang kerupuk udang menurun signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan. Daya kembang kerupuk udang berkisar antara 42,62-52,62%. Daya kembang kerupuk udang yang paling besar adalah A0 yaitu tanpa penambahan nanokalsium. Hasil pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan Putra *dkk.*, (2015) yang menghasilkan kerupuk kalsium dengan daya kembang berkisar 45,58-97,30%. Daya kembang kerupuk udang berkaitan erat dengan penggunaan tepung tapioka yang mampu menghasilkan gelatinisasi pati. Saat terjadi gelatinisasi pati, molekul air akan masuk pada polimer pati dan membentuk rongga yang menyebabkan kerupuk mengembang (Deborah *dkk.*, 2016; Putra *dkk.*, 2015).

Penambahan nanokalsium berpengaruh terhadap penurunan daya kembang kerupuk udang. Akan tetapi, pada penambahan 5% nanokalsium masih menghasilkan daya kembang yang sama dengan kontrol. Hasil ini sesuai dengan Yuliani *dkk.*, (2018) dimana substitusi tepung tapioka dengan tepung tulang ikan 4% menghasilkan daya kembang yang sama dengan kontrol, tetapi substitusi yang lebih tinggi menurunkan daya kembang yang lebih besar.

### Hedonik Kerupuk Udang

Berdasarkan uji hedonik kenampakan, kerupuk udang pada semua formulasi disukai oleh panelis dengan nilai minimal 7 yaitu suka. Kerupuk udang yang paling disukai adalah A15, dengan nilai 8,2 yaitu sangat suka. Penambahan nanokalsium menyebabkan kerupuk cenderung berwarna putih. Semakin tinggi konsentrasi tepung nanokalsium maka kenampakan kerupuk udang semakin putih. Hal ini diperkuat oleh Syah *dkk.*, (2018) bahwa kenampakan kerupuk dengan tambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng menjadi yang paling disukai oleh panelis dikarenakan memiliki kenampakan yang berwarna putih. Warna putih pada nanokalsium tulang ikan nila disebabkan oleh proses ekstraksi yang menggunakan NaOH yang menghasilkan warna nanokalsium yang lebih putih. NaOH mampu menghidrolisis kandungan protein dan lemak menghasilkan fraksi larut dan tidak larut. Semakin banyak protein dan lemak yang hilang maka tepung yang dihasilkan semakin berwarna putih (Kusumaningrum dan Asikin, 2017).

Penambahan nanokalsium tulang ikan nila pada kerupuk udang menghasilkan aroma yang disukai panelis pada semua formula dengan nilai berkisar 7,10-8,10. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang hanya diterima panelis dengan nilai 7,00. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan nanokalsium menghasilkan kerupuk udang yang disukai panelis. Bau yang dihasilkan kerupuk udang adalah aroma udang, tidak amis, dan tidak tengik. Berdasarkan BSN (2009) kerupuk udang memiliki karakteristik aroma udang dan tidak tengik.

Rasa memegang peranan penting dalam pemilihan produk oleh konsumen, karena walaupun kandungan gizinya baik tetapi rasanya tidak dapat diterima oleh konsumen maka target meningkatkan gizi masyarakat tidak dapat tercapai. Berdasarkan uji hedonik rasa kerupuk udang berkisar antara 7,20-8,20 dan termasuk pada kategori suka sampai sangat suka. Rasa dari kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium tulang ikan nila yang semakin tinggi maka rasanya semakin gurih dan semakin disukai panelis. Hasil ini sesuai dengan Sumbodo *dkk.*, (2019) yang menyatakan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila mampu meningkatkan rasa gurih pada kerupuk pangsit.

Tekstur kerupuk udang mempunyai nilai berkisar antara 7,00-8,30 dan termasuk pada kategori suka. Tekstur kerupuk udang dengan penambahan nanokalsium sampai 15% mampu menghasilkan kerupuk udang yang semakin renyah. Tekstur yang renyah ini berhubungan dengan daya kembang kerupuk udang.

**Tabel 3** Hasil analisis hedonik kerupuk udang

Sampel	Kenampakan	Aroma	Rasa	Tekstur
A0	7,00±1,37 <sup>a</sup>	7,90±1,02 <sup>b</sup>	8,00±1,02 <sup>b</sup>	7,90±1,02 <sup>b</sup>
A5	7,10±0,78 <sup>a</sup>	7,10±0,44 <sup>a</sup>	7,20±1,57 <sup>a</sup>	7,00±1,45 <sup>a</sup>
A10	7,20±0,61 <sup>a</sup>	8,10±1,37 <sup>b</sup>	7,90±1,02 <sup>b</sup>	8,30±0,97 <sup>b</sup>
A15	8,20±1,00 <sup>b</sup>	7,90±1,02 <sup>b</sup>	8,20±1,00 <sup>b</sup>	8,10±1,02 <sup>b</sup>

Keterangan : Data±standar deviasi

Data yang diikuti superscript huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

### KESIMPULAN

Penambahan nanokalsium tulang ikan nila secara signifikan berpengaruh terhadap kadar air, abu, protein, kalsium dan daya

kembang kerupuk udang. Penambahan nanokalsium 10% merupakan formulasi kerupuk udang terbaik berdasarkan sifat fisiko-kimia dan diterima panelis pada kategori sangat suka pada parameter bau,

rasa dan tekstur serta suka pada parameter kenampakan yang diujikan. Akan tetapi, kadar protein kerupuk masih belum memenuhi standar SNI kerupuk udang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, P. D., Darmanto, Y. S., & Fahmi, A. S. (2019). Pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan yang berbeda terhadap karakteristik beras analog umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) dan rumput laut *Euchema spinosum*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 55–64.  
<https://doi.org/10.1155/2017/8078062>
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz. (1989). *Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB Press.
- Arieska, L., Desmelati, & Sumarto. (2019). Pengaruh penambahan nanokalsium dari tulang ikan sembilang (*Paraplotosus albilabris*) pada pembuatan biskuit. *Berkala Perikanan Terubuk*, 47(1), 102–111.
- Ariningsih, E. (2016). Prospek penerapan teknologi nano dalam pertanian dan pengolahan pangan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 34(1), 1–20.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Kerupuk udang-Bagian 1 : spesifikasi*. SNI 2714.1:2009. Jakarta. 6 halaman.
- Bakhtiar, Rohaya, S., & Ayunda, H. M. (2019). Penambahan tepung tulang ikan bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber kalsium dan fosfor pada pembuatan donat panggang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 11(01), 38–45.
- Darmawangsyah, Jamaluddin, P., & Kadirman. (2016). Fortifikasi tepung tulang ikan bandeng (*Chanos chanos*) dalam pembuatan kue kering. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2, 149–156.  
<https://doi.org/10.26858/jptp.v2i2.5170>
- Deborah, T., Afrianto, E., & Pratama, R. I. (2016). Fortifikasi tepung tulang Julung-julung sebagai sumber kalsium terhadap tingkat kesukaan kerupuk. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 48–53.  
<http://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/2541/2300>
- First, L., Septiningrum, L. R. D., Pangestuti, K., Jufrinaldi, Hidayat, R., & Khosilawati, D. (2019). Sintesis dan karakterisasi nano kalsium dari limbah tulang ayam broiler dengan metode presipitasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 3(2), 69–73.
- Handayani, L., & Syahputra, F. (2017). Isolasi dan karakterisasi nanokalsium dari cangkang tiram (*Crassostrea gigas*). *JPHPI*, 20(3), 515–523.
- Henriksson, P. J. G., Banks, L. K., Suri, S. K., Pratiwi, T. Y., Fatan, N. A., & Troell, M. (2019). Indonesian aquaculture futures-identifying interventions for reducing environmental impacts. *Environmental Research Letters*, 14(12).  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4b79>
- Jumiati, Ratnasari, D., & Sudioanto, A. (2019). Pengaruh penggunaan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap mutu kerupuk cumi (*Loligo sp.*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 55–61.
- Kusumaningrum, I., & Asikin, A. N. (2016). Karakteristik kerupuk ikan fortifikasi kalsium dari tulang ikan belida. *JPHPI*, 19(3), 233–240.  
<https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.3.233>
- Kusumaningrum, I., & Asikin, A. N. (2017). Pengaruh lama pemrestoan dan frekuensi perebusan terhadap komposisi kimia tepung tulang ikan belida (*Chitala sp.*). *Prosiding Seminar Nasional Ke 1*



- Tahun 2017 Balai Riset Dan Standarisasi Industri Samarinda, 180–187.
- Lekahena, V., Nur Faridah, D., Syarief, R., & Peranginangin, R. (2014). Karakterisasi fisikokimia nanokalsium hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan basa dan asam. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(1), 57–64. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.57>
- Prinaldi, W. V., Suptijah, P., & Uju. (2018). Karakteristik sifat fisikokimia nanokalsium ekstrak tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *JPHPI*, 21(3), 385–395.
- Putra, M., Nopianti, R., & Herpandi. (2015). Fortifikasi tepung tulang ikan gabus (*Channa striata*) pada kerupuk sebagai sumber kalsium. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 4(2), 128–139.
- Rahayu, W. P. (2001). *Penentuan Praktikum Penilaian Organoleptik*. Bogor: IPB, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi.
- Rusman, A. A. R., Kadirman, & Caronge, M. W. (2016). Pengembangan produk kerupuk udang melalui substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* Lam) dengan variasi lama penggorengan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2, 135–148.
- Shita, A. D. P., & Sulistiyani. (2010). Pengaruh kalsium terhadap tumbuh kembang gigi geligi anak. *Stomatognatic (J. K. G Unej)*, 7(3), 40–44.
- Sulistiyani, A. T., Aisyah, D., Mamat, I., & Sontang, M. (2016). Pemberdayaan masyarakat pemanfaatan limbah tulang ikan untuk produk hidroksiapatit (Hydroxyapatite/HA) kajian di pabrik pengolahan kerupuk Lekor Kuala Terengganu-Malaysia. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 2(1), 14–29. <https://doi.org/10.22146/jpkm.22086>
- Sumbodo, J., Amalia, U., & Purnamayati, L. (2019). Peningkatan gizi dan karakteristik kerupuk pangsit dengan penambahan tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 30–36.
- Suptijah, P., Jacob, A. M., & Deviyanti, N. (2012). Karakterisasi dan bioavailabilitas nanokalsium cangkang udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*, 3(1), 63–73. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Suryaningrum, T. D., Ikasari, D., Mulya, I., & Purnomo, H. (2016). Karakteristik kerupuk panggang ikan lele (*Clarias gariepinus*) dari beberapa perbandingan daging ikan dan tepung tapioka. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 11(1), 25–40.
- Syah, D. R., Sumardianto., Rianingsih, L. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Kalsium Tulang Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) Terhadap Karakteristik Kerupuk Rambak Tapioka. *Jurnal Pengolahan & Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 25-33.
- Thaha, A. R., Zainal, Z., Hamid, S. K., Ramadhan, D. S., & Nasrul, N. (2018). Analisis proksimat dan organoleptik penggunaan ikan Malaja sebagai pembuatan kerupuk kemplang. *Jurnal MIKMI*, 14(1), 78–85. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v14i1.3691>
- Tran, N., Rodriguez, U. P., Chan, C. Y., Phillips, M. J., Mohan, C. V., Henriksson, P. J. G., Koeshendrajana, S., Suri, S., & Hall, S. (2017). Indonesian aquaculture futures: An analysis of fish supply and demand in Indonesia to 2030 and role of aquaculture using the AsiaFish model. *Marine Policy*, 79, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.02.002>
- Wijayanti, I., Rianingsih, L., & Amalia, U. (2018). Karakteristik fisikokimia kalsium dari tulang nila (*Oreochromis niloticus*) dengan perendaman belimbing wuluh. *JPHPI*, 21(2), 336–344.

- Yuliani, Y., Marwati, M., Wardana, H., Emmawati, A., & Candra, K. P. (2018). Karakteristik kerupuk ikan dengan substitusi tepung tulang ikan gabus (*Channa striata*) sebagai fortifikan kalsium. *JPHPI*, 21(2), 258–265. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.23042>
- Zulisyanto, D., Riyadi, P. H., Amalia, U. (2016). Pengaruh lama pengukusan adonan terhadap kualitas fisik dan kimia kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Pengolahan & Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(4), 26-32.