

## PENGEMBANGAN PRODUK NUGGET AYAM FUNGSIONAL DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG CANGKANG KEPITING RAJUNGAN SEBAGAI SUMBER KALSIUM

Sapira<sup>1</sup>, Andi Triana<sup>2</sup>, Nuraeni<sup>3</sup>

[ssafira1703@gmail.com](mailto:ssafira1703@gmail.com)<sup>1</sup>, [trianaandi460@gmail.com](mailto:trianaandi460@gmail.com)<sup>2</sup>

Polbangtan Gowa

### ABSTRACT

*This study aims to develop an innovative food product based on fishery waste by adding crab shell flour to chicken nugget formulations as a natural calcium source. This innovation is intended to address the issue of underutilized crab shell waste and to enhance the nutritional value of chicken nuggets, which typically have low mineral content. The study was conducted at Polbangtan Gowa and employed a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments (0%, 3%, 6%, and 9% crab shell flour) and four replications. The parameters observed included organoleptic tests (taste, texture, and aroma), hedonic tests (panelist preference), and calcium content. The results showed that adding 6% shell flour produced nuggets with the best sensory characteristics and high calcium content without significantly reducing consumer acceptance. Extension activities with the Women Farmers Group also demonstrated improved knowledge, skills, and attitudes toward utilizing waste as a food additive. Thus, the use of crab shell flour in nugget products not only improves nutritional quality but also provides an environmentally friendly and economically viable waste management solution. This study is expected to serve as a foundation for the development of healthier and more sustainable animal-based processed products.*

**Keywords:** Chicken Nuggets, Crab Shell Flour, Calcium, Organoleptic, Extension.

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk pangan inovatif berbasis limbah perikanan dengan menambahkan tepung cangkang kepiting rajungan ke dalam formulasi nugget ayam sebagai sumber kalsium alami. Inovasi ini ditujukan untuk menjawab permasalahan limbah cangkang kepiting yang belum termanfaatkan secara optimal, serta meningkatkan nilai gizi nugget ayam yang umumnya rendah kandungan mineralnya. Penelitian dilaksanakan di Polbangtan Gowa dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan (0%, 3%, 6%, dan 9% tepung cangkang) dan empat ulangan. Parameter yang diamati meliputi uji organoleptik (rasa, tekstur, dan aroma), uji hedonik (kesukaan panelis), dan kadar kalsium. Hasil menunjukkan bahwa penambahan 6% tepung cangkang menghasilkan nugget dengan karakteristik sensorik terbaik dan kandungan kalsium yang tinggi tanpa mengurangi tingkat penerimaan konsumen secara signifikan. Kegiatan penyuluhan kepada Kelompok Wanita Tani juga menunjukkan peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam pemanfaatan limbah sebagai bahan tambahan pangan. Dengan demikian, penggunaan tepung cangkang kepiting rajungan dalam produk nugget tidak hanya meningkatkan kualitas gizi tetapi juga memberikan solusi pengelolaan limbah yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan produk olahan hewani yang lebih sehat dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Nugget Ayam, Tepung Cangkang Kepiting, Kalsium, Organoleptik, Penyuluhan, Inovasi Pangan.

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki luas lautan yang lebih besar dibandingkan dengan daratan, di mana sekitar 2/3 dari total wilayahnya adalah lautan. Keberadaan laut yang luas ini menjadikan Indonesia kaya akan berbagai flora dan fauna yang memberikan manfaat bagi kehidupan masyarakatnya (Aprilia, 2020). Kepiting

menjadi salah satu hasil laut yang mengalami peningkatan nilai ekspor produk perikanan indonesia, DJPSDKP mencatat bahwa nilai ekspor perikanan terutama kepiting terus meningkat, volume dan nilai ekspor kepiting indonesia tahun 2022 mengalami peningkatan 67,03% nilai ekspor tertinggi selama periode tersebut (DJPSKD, 2022).

Semakin meningkatnya produksi pastinya juga akan meningkatkan banyaknya jumlah limbah yang akan berdampak pada pencemaran lingkungan, limbah yang dihasilkan adalah cangkang kepiting rajungan. Limbah cangkang yang kurang dimanfaatkan seharusnya bisa diolah dengan tepat. Menurut Multazam 2002 yang dikutip dari penelitian (Marsyah et al., 2022) dalam 1 ekor kepiting rajungan menghasilkan limbah proses yang terdiri dari 57% cangkang dan air rebusan 20%. Kepiting dengan bobot 100-350 gram, menghasilkan limbah cangkang kepiting rajungan antara 51-150 gram. Jika produksi kepiting rajungan mencapai 600 kg/hari menghasilkan daging kepiting 250 kg sedangkan 350 kg merupakan limbah padat berupa capit dan cangkang.

Cangkang kepiting mudah mengalami pembusukan sehingga dapat menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, masalah limbah ini harus mendapatkan perhatian agar tidak menjadi sumber pencemaran dan menimbulkan masalah kesehatan. Salah satu pemanfaatan limbah cangkang kepiting rajungan adalah menjadikan tepung yang mana nantinya dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam membuat berbagai jenis produk olahan makanan ataupun pakan. Diketahui tepung cangkang kepiting rajungan memiliki kandungan nutrisi seperti kalsium, protein, zat khitin dan karbonat dan zat abu yang baik bagi Kesehatan (Lestari et al., 2023). Menurut (Akbarsyah et al., 2021) komposisi kimia pada tepung cangkang kepiting rajungan menunjukkan bahwa produk ini cocok diolah lebih lanjut karena memiliki kalsium 14,06%, kadar air 4,49%, kadar abu 74%, lemak 0,17%, protein 10% dan karbohidrat 11,34%. Kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah lebih 100mg/perhari. Sembilan puluh sembilan persen 99 % kalsium dalam tubuh berada pada tulang dan gigi, kebutuhan kalsium dapat diyakini bahwa semua kalsium dalam tubuh berasal dari makanan dengan demikian kalsium diperlukan untuk menjaga keseimbangan tubuh. Kalsium diperlukan untuk memastikan tulang dan gigi tumbuh dengan ukuran dan kekuatan yang optimal. Kekurangan kalsium dalam asupan tubuh dapat menyebabkan gangguan metabolisme, terutama pada kelompok yang rentan terhadap kekurangan gizi, seperti bayi, anak-anak, serta wanita hamil dan menyusui. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan asupan kalsium sesuai dengan rekomendasi konsumsi harian agar masyarakat terhindar dari masalah kesehatan yang disebabkan oleh kurangnya kalsium, seperti osteoporosis atau keropos tulang (Yanuar, 2013).

Pemanfaatan sisa produk yang tepat menjadi produk yang layak dikonsumsi merupakan alternatif dalam penyediaan sumber pangan bagi masyarakat, terlebih jika produk memiliki ciri khas tersendirinya dan dapat dipasarkan. Salah satu contoh pemanfaatan tepung cangkang kepiting adalah sebagai bahan tambahan dalam pembuatan nugget ayam. Nugget ayam adalah salah satu produk olahan daging yang memiliki kandungan gizi yang tinggi dan harganya relatif terjangkau dibandingkan dengan produk daging olahan lainnya. Nutrisi yang terdapat dalam nugget ayam meliputi protein, lemak, karbohidrat, dan mineral, sehingga memberikan profil gizi yang cukup baik. Namun, perlu dicatat bahwa nugget ayam juga mengandung lemak yang tinggi dan serat yang rendah (Taus et al., 2022).

Nugget ayam digemari karena rasanya yang enak, praktis dan mudah disajikan. Namun, di balik kepraktisannya, nugget memiliki beberapa kekurangan, terutama terkait dengan kandungan gizi yang tidak seimbang. Sebagian besar nugget, terutama yang

diproduksi secara skala besar, cenderung mengandung lemak tinggi dan kalori tinggi, serta bahan tambahan seperti pengawet, pewarna, dan penyedap buatan yang dapat mempengaruhi kesehatan jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan. Selain itu, nugget juga sering kali rendah serat, vitamin, dan mineral, yang membuatnya kurang bernutrisi jika dibandingkan dengan makanan alami yang lebih seimbang (Taus et al., 2022).

Mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut, perlu adanya inovasi dalam pembuatan nugget yang tidak hanya fokus pada rasa dan kepraktisan, tetapi juga pada peningkatan kandungan gizinya. Umumnya, nugget terbuat dari bahan utama daging ayam yang dicampur dengan bahan pengikat dan pelapis, seperti tepung terigu. Namun, dalam upaya meningkatkan nilai gizi dan penggunaan berbagai macam bahan baku, termasuk penggunaan tepung non-konvensional mulai menarik perhatian, salah satunya tepung yang berasal dari cangkang kepiting. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cangkang kepiting rajungan memiliki potensi sebagai bahan tambahan yang dapat meningkatkan kandungan mineral dalam produk pangan, tepung cangkang kepiting rajungan memiliki kandungan kalsium yang tinggi sehingga baik untuk tulang. Tepung cangkang kepiting rajungan juga dapat berfungsi sebagai bahan pengikat dan penambah tekstur pada produk olahan pangan, termasuk nugget. Pencampuran tepung cangkang kepiting rajungan dalam pembuatan nugget dapat memberikan manfaat gizi. Menurut penelitian sebelumnya tepung cangkang kepiting rajungan memiliki kandungan kitosan, kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang memiliki sifat anti mikroba dan anti jamur sehingga mampu memperhambat pertumbuhan bakteri pada makanan (Sularsa, 2022).

Aprilia, (2020) menyatakan bahwa, semakin tinggi penambahan tepung cangkang kepiting rajungan maka semakin tinggi pula kandungan kalsium pada pizza, namun berdampak terhadap penurunan rasa dan aroma yang ditimbulkan pada penelitian tersebut tepung cangkang kepiting rajungan yang ditambahkan dalam pembuatan pizza adalah 5%, 10%, dan 15%. Hasil dari penelitian tersebut adalah pizza dengan penambahan 10% yang dapat menghasilkan pizza terbaik. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan formula baru dalam pembuatan pangan olahan yang kaya nutrisi, sekaligus memberikan solusi pengelolaan limbah cangkang kepiting yang ramah lingkungan.

Adanya potensi tersebut, penggunaan tepung cangkang kepiting rajungan sebagai bahan campuran dalam nugget tidak hanya memberikan manfaat gizi untuk perkembangan tulang dan gigi yang lebih baik tetapi juga menjadi solusi untuk mengurangi limbah dari industri perikanan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan tepung cangkang kepiting rajungan dengan proporsi yang tepat (0%, 3%, 6%, dan 9%) dalam pembuatan nugget agar dapat menghasilkan produk yang lebih bergizi, lebih ekonomis, dan dapat diterima oleh konsumen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Nilai hasil uji organoleptik, hedonik dan kadar kalsium pada nugget dengan penambahan tepung cangkang kepiting ditampilkan pada Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Uji Organoleptik (rasa, tekstur, aroma) Nugget yang Telah ditambahkan Tepung Cangkang Kepiting Rajungan

| Perlakuan | Rasa                    | Tekstur                 | Aroma                   |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| P0        | 3.00±0.272 <sup>a</sup> | 2.55±0.191 <sup>a</sup> | 2.55±0.191 <sup>a</sup> |
| P1        | 3.13±0.261 <sup>a</sup> | 3.18±0.257 <sup>b</sup> | 3.18±0.257 <sup>b</sup> |
| P2        | 3.97±0.38 <sup>b</sup>  | 3.97±0.067 <sup>c</sup> | 3.97±0.67 <sup>c</sup>  |
| P3        | 3.97±0.38 <sup>b</sup>  | 3.20±0.349 <sup>b</sup> | 3.20±0.174 <sup>b</sup> |

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan ± standar deviasi (n=3). Huruf berbeda dibelakang

rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 1, penambahan tepung cangkang kepiting rajungan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap atribut rasa, tekstur, dan aroma nugget ayam ( $P<0,01$ ). Pada parameter rasa, nilai rata-rata meningkat dari 3,00 pada P0 menjadi 3,97 pada P2 dan P3. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang kepiting hingga 6% (P2) memberikan kontribusi pada rasa gurih alami, yang disukai panelis. Kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan senyawa bioaktif lainnya dalam cangkang kepiting dapat berinteraksi dengan protein dan lemak selama pengolahan, memperkuat sensasi umami melalui peningkatan intensitas rasa (Kurniawati et al., 2021).

Tekstur nugget juga mengalami perubahan signifikan. Nilai terendah terdapat pada P0 (2,55), sedangkan nilai tertinggi dicapai pada P2 (3,97). Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang dilepaskan dari kalsium karbonat selama pemanasan berperan dalam pembentukan jembatan silang antar molekul protein, menghasilkan struktur gel yang lebih kompak dan elastis (Santoso et al., 2020). Tekstur paling disukai berada pada P2, sedangkan P3 justru menurun karena kemungkinan struktur menjadi terlalu keras akibat penambahan tepung yang berlebihan. Pada parameter aroma, pola yang sama terlihat. P0 memiliki skor terendah (2,55), sedangkan P2 memiliki skor tertinggi (3,97). Aroma yang lebih disukai pada P2 mungkin berasal dari senyawa volatil hasil reaksi Maillard selama proses pemanasan yang diperkaya oleh kandungan mineral dan protein dalam tepung cangkang kepiting. Namun, pada P3 skor menurun karena kemungkinan munculnya aroma amis atau bau khas laut yang lebih kuat jika konsentrasi tepung terlalu tinggi, meskipun sudah mengalami proses pengolahan awal (Rahman & Yuliana, 2018).

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Nugget yang Telah ditambahkan Tepung Cangkang Kepiting Rajungan

| Perlakuan | Hedonik               |
|-----------|-----------------------|
| P0        | $3.68 \pm 0.269^c$    |
| P1        | $3.22 \pm 0.184^{ab}$ |
| P2        | $3.47 \pm 0.317^{bc}$ |
| P3        | $3.00 \pm 0.272^a$    |

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan  $\pm$  standar deviasi ( $n=3$ ). Huruf berbeda dibelakang rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Tabel 2. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada uji hedonik, dengan nilai tertinggi pada P0 (3,68), disusul oleh P2 (3,47), P1 (3,22), dan terendah pada P3 (3,00). Menariknya, meskipun P0 memiliki nilai tertinggi, perlakuan ini adalah kontrol tanpa fortifikasi. P2 tetap dianggap sebagai formulasi optimal dengan kandungan tambahan, karena mampu mempertahankan kesukaan panelis pada tingkat tinggi (mendekati P0) dengan tambahan manfaat gizi.

Penurunan nilai hedonik pada P3 mengindikasikan bahwa penambahan tepung cangkang kepiting dalam jumlah berlebih dapat menurunkan penerimaan sensori akibat perubahan tekstur dan aroma yang lebih mencolok., menurut Santoso et al. (2020) dan Wang et al. (2021), penambahan mineral seperti  $\text{CaCO}_3$  dalam jumlah tinggi dapat mengubah profil mikrostruktur protein, menyebabkan tekstur yang terlalu kompak dan menurunkan sensasi empuk yang biasanya diharapkan dalam produk nugget dan Menurut Rahman & Yuliana (2018) dan Zhao et al. (2022), senyawa volatil dari bahan laut perlu dikendalikan melalui proses deodorizing (penghilangan bau) atau dengan menyesuaikan dosis agar tidak memengaruhi aroma akhir produk secara negatif. Pengolahan tidak maksimal bisa menyebabkan senyawa-senyawa tersebut tetap aktif dan dominan dalam produk jadi. Hal ini sesuai dengan temuan Putri & Hidayat (2017), yang menyatakan bahwa formulasi aditif pangan harus seimbang agar tidak mengganggu karakteristik

produk utama.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Uji Kalsium Nugget yang Telah ditambahkan Tepung Cangkang Kepiting Rajungan

| Perlakuan | Hedonik                            |
|-----------|------------------------------------|
| P0        | 172.0675±89.74401 <sup>a</sup>     |
| P1        | 3329.5500±1811.61276 <sup>b</sup>  |
| P2        | 4031.7775±2144.18007 <sup>b</sup>  |
| P3        | 10091.9025±4026.08185 <sup>c</sup> |

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan  $\pm$  standar deviasi (n=3). Huruf berbeda dibelakang rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3, terjadi peningkatan kandungan kalsium secara signifikan pada semua perlakuan yang menggunakan tepung cangkang kepiting. Kandungan kalsium meningkat dari 172,07  $\mu\text{g/g}$  (P0) menjadi 10.091,90  $\mu\text{g/g}$  (P3). Ini menunjukkan bahwa tepung cangkang kepiting sangat efektif dalam meningkatkan nilai gizi mikro, khususnya kalsium.

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang terkandung dalam cangkang kepiting merupakan sumber utama kalsium yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Selama proses pemanasan dan pencampuran, sebagian  $\text{CaCO}_3$  dapat terdispersi ke dalam matriks protein dan menjadi ion kalsium bebas ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang lebih mudah diserap tubuh Zhao et al., (2022). Kandungan tinggi kalsium ini menjadikan nugget sebagai produk pangan fungsional, yang tidak hanya lezat, tetapi juga dapat membantu mengatasi masalah kekurangan kalsium, terutama bagi anak-anak, remaja, ibu hamil, dan lansia.

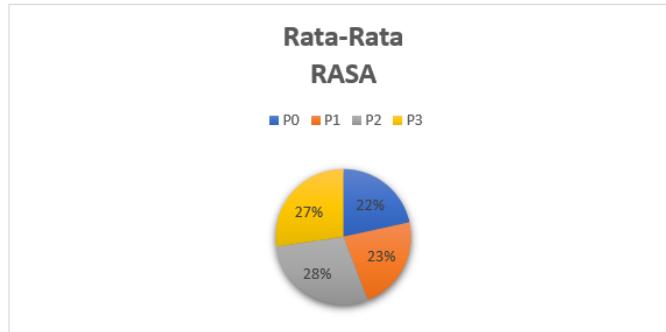
Namun, meskipun P3 memiliki kandungan kalsium tertinggi, nilai hedoniknya justru paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi optimal perlu mempertimbangkan keseimbangan antara nilai gizi dan mutu sensori, di mana P2 menjadi pilihan terbaik dalam studi ini.

## Pembahasan

### Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah metode penilaian yang menggunakan indera manusia untuk mengevaluasi kualitas sensoris suatu produk pangan. Pada penelitian ini, aspek yang diamati meliputi rasa, tekstur dan aroma nugget yang diformulasikan dengan berbagai tingkat penambahan tepung cangkang kepiting.

#### 1) Rasa



Gambar 4. Rasa Nugget Deteksi Para Panelis Dengan Penambahan Tepung Cangkang Kepiting Dalam Bentuk Persentase

Rasa merupakan salah satu parameter penting dalam uji organoleptik karena sangat menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan

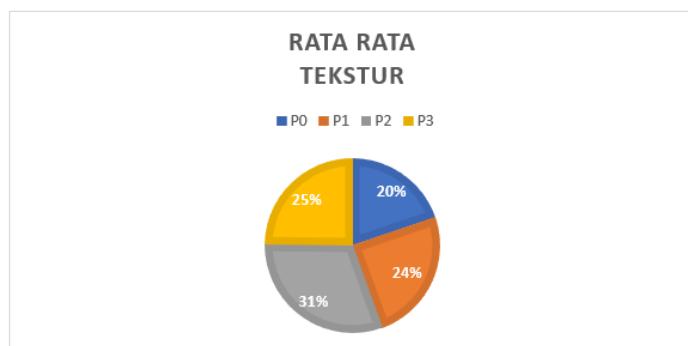
hasil uji organoleptik, terdapat peningkatan skor rata-rata seiring bertambahnya konsentrasi tepung cangkang kepiting. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. Dalam penelitian ini, penambahan tepung cangkang kepiting menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ( $P<0,01$ ) terhadap rasa nugget ayam. Dari gambar tersebut dapat dinyatakan bahwa perlakuan P2 merupakan hasil terbaik dari segi rasa, di mana penilaian panelis menyatakan rasa nugget paling gurih di antara perlakuan lainnya, yaitu sebesar 28%.

Peningkatan konsentrasi tepung cangkang kepiting hingga 6% memberikan perubahan rasa yang dapat dirasakan oleh panelis. Nugget dengan penambahan tepung cangkang kepiting cenderung memiliki rasa khas mineral atau sedikit getir yang berasal dari kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan senyawa anorganik lainnya seperti magnesium, fosfat, dan protein kitin dalam cangkang. Namun, jika proses penghalusan partikel dilakukan dengan baik, rasa getir tersebut dapat diminimalisir sehingga nugget tetap dapat diterima oleh panelis. Secara mekanisme, senyawa mineral seperti kalsium karbonat tidak secara langsung menghasilkan rasa, tetapi memiliki efek pada modulasi persepsi rasa di lidah.

Kehadiran kalsium dapat mempengaruhi reseptor umami dan asin, serta memperkuat sensasi gurih ketika dikombinasikan dengan asam amino seperti glutamat dan inosinat yang sudah terdapat secara alami dalam daging ayam. Penelitian oleh Nurhayati et al. (2022) menunjukkan bahwa ion kalsium mampu meningkatkan persepsi rasa umami melalui peningkatan aktivitas reseptor T1R1/T1R3 di lidah manusia. Selain itu, reaksi Maillard yang terjadi selama proses penggorengan nugget berperan besar dalam pembentukan senyawa rasa gurih. Reaksi ini terjadi antara gugus amino bebas (dari protein ayam) dengan gugus karbonil (dari karbohidrat atau gula pereduksi) menghasilkan senyawa seperti pyrazine, furfural, dan strecker aldehydes yang memberikan rasa dan aroma gurih-karamel yang khas. Kehadiran kalsium dari cangkang kepiting dapat meningkatkan laju reaksi Maillard karena memengaruhi pH dan kestabilan termal selama pemanasan Zhao et al., (2021). Dukungan dari penelitian lain juga menunjukkan hasil yang sejalan. Penelitian oleh Nafsiah (2020) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang rajungan pada tortilla chips meningkatkan cita rasa gurih dan meningkatkan kesukaan panelis pada konsentrasi 10%.

Penelitian oleh Beybidanin (2016) juga memperlihatkan bahwa penambahan tepung cangkang kepiting sebesar 5% pada stik keju dapat meningkatkan rasa gurih tanpa menimbulkan aftertaste getir, asalkan tepung dihaluskan dengan baik. Lebih lanjut, studi oleh Kim et al. (2023) mengungkap bahwa senyawa mineral seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dalam jumlah moderat dapat berfungsi sebagai flavor enhancer alami, terutama ketika digunakan dalam matriks makanan berprotein tinggi seperti nugget ayam. Ion-ion ini bekerja dengan menstabilkan struktur protein selama pemasakan, sehingga menghasilkan pelepasan asam amino bebas yang memperkuat rasa umami.

## 2) Tekstur



**Gambar 5.Tekstur Nugget Deteksi Para Panelis Dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Dalam Bentuk Persetase**

Tekstur merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu organoleptik produk nugget, khususnya yang berkaitan dengan kekenyalan, kepadatan, dan kerapatan saat dikunyah. Berdasarkan hasil uji organoleptik yang ditunjukkan pada Gambar 5, penelitian ini mehasilkan pengaruh sangat nyata ( $P<0,01$ ) rata-rata skor tekstur mengalami peningkatan sebesar 31% seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung cangkang kepiting hingga 6%. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tekstur nugget ayam yang lebih kenyal dan padat. Peningkatan karakteristik tekstur ini berkaitan erat dengan kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang tinggi dalam tepung cangkang kepiting.

Kalsium karbonat berperan sebagai agen pengikat alami yang mampu memperkuat jaringan protein dalam adonan. Selama proses pemanasan, protein daging mengalami denaturasi dan membentuk jaringan gel. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  dari kalsium karbonat membantu membentuk ikatan silang (cross-linking) antar molekul protein, khususnya pada gugus karboksilat dari asam amino seperti glutamat dan aspartat. Ikatan ini memperkuat struktur gel dan meningkatkan integritas jaringan, sehingga menghasilkan tekstur nugget yang lebih padat, elastis, dan stabil Zhao et al.,(2021). Selain itu, ukuran partikel tepung yang dihaluskan secara optimal juga memengaruhi tekstur.

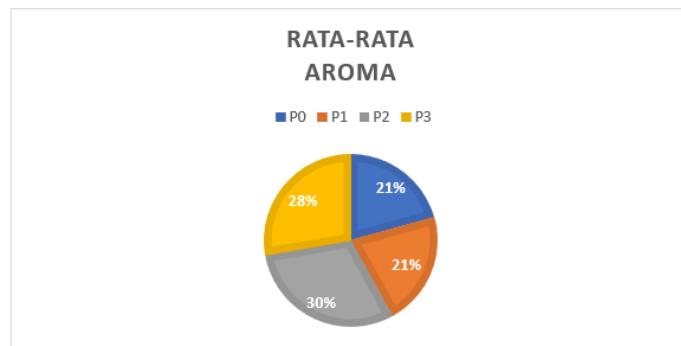
Partikel mikro dari tepung cangkang kepiting dapat terdistribusi merata dalam adonan dan berperan sebagai filler, yaitu pengisi mikro yang mengurangi porositas dan meningkatkan kerapatan struktur nugget. Hasil penelitian oleh Mustofa dan Suyanto (2011) menyatakan bahwa penggunaan tepung cangkang rajungan pada kerupuk onggok dapat meningkatkan kerapatan dan kerenyahan produk, tergantung pada ukuran partikel dan konsentrasi yang digunakan. Pada penelitian ini penggunaan ayakan 80 mesh dalam proses pengolahan tepung cangkang kepiting rajungan bertujuan untuk mendapatkan ukuran partikel yang halus dan seragam, sehingga tidak mengganggu karakteristik sensori dari produk nugget ayam. Ayakan 80 mesh memiliki ukuran bukaan sekitar 180 mikron ( $\mu\text{m}$ ), yang berarti partikel yang lolos memiliki diameter lebih kecil dari 180  $\mu\text{m}$ . Semakin tinggi angka mesh, semakin kecil ukuran lubang ayakan, sehingga partikel yang lolos akan semakin halus. Sebagai contoh, ayakan 20 mesh memiliki bukaan sekitar 841 mikrometer ( $\mu\text{m}$ ), cocok untuk menyaring bahan yang bertekstur kasar seperti garam meja. Sementara itu, ayakan 80 mesh memiliki bukaan sekitar 180  $\mu\text{m}$  dan biasa digunakan untuk menghasilkan tepung yang sangat halus, seperti dalam pembuatan produk pangan olahan yang memerlukan tekstur lembut, contohnya nugget atau biskuit. Ayakan dengan ukuran lebih tinggi seperti 100 mesh (149  $\mu\text{m}$ ) hingga 200 mesh (74  $\mu\text{m}$ ) digunakan untuk keperluan yang lebih spesifik, seperti fortifikasi mikro atau suplemen, karena dapat menghasilkan partikel yang sangat halus.

Pemilihan ukuran ayakan sangat penting dalam industri pangan karena memengaruhi tekstur, kekenyalan, dan keseragaman produk akhir. Partikel yang lebih halus akan lebih mudah tercampur merata dalam adonan, memperluas permukaan kontak, dan mempercepat reaksi seperti reaksi Maillard selama proses pemanasan. Namun, jika ukuran partikel terlalu halus, risiko penggumpalan dapat meningkat. Sebaliknya, partikel yang terlalu kasar dapat menimbulkan sensasi berpasir saat dikonsumsi. Oleh karena itu, penggunaan ayakan 80 mesh dengan ukuran rata-rata partikel sekitar 120–140  $\mu\text{m}$  menjadi pilihan optimal untuk menghasilkan produk nugget ayam yang bertekstur halus, tidak mengganggu sensasi mulut, serta tetap mampu memberikan kandungan gizi tambahan seperti kalsium dari tepung cangkang kepiting rajungan. Penambahan kalsium juga memengaruhi kemampuan mengikat air (water holding capacity) dalam matriks protein. Ion kalsium mendorong pembentukan jaringan yang lebih kompak dan mampu

mempertahankan kelembapan selama penggorengan, sehingga tekstur nugget tidak menjadi terlalu keras atau kering. Hal ini sejalan dengan temuan Damayanti dan Sari (2020) yang menunjukkan bahwa fortifikasi tepung cangkang telur pada produk olahan dapat meningkatkan tekstur secara signifikan apabila proses penghalusan dilakukan dengan baik. Penelitian terbaru oleh Xu et al. (2023) menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang laut yang dikalsinasi dalam bentuk mikro mampu memperbaiki karakteristik tekstur pada produk berbasis daging melalui peningkatan interaksi ionik dan penguatan jaringan protein.

Penambahan tepung cangkang kepiting hingga 6% memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan tekstur nugget ayam. Hal ini disebabkan oleh interaksi ionik antara  $\text{Ca}^{2+}$  dan protein, serta distribusi partikel tepung yang mendukung pembentukan struktur adonan yang padat dan elastis. Nugget dengan tekstur seperti ini dinilai lebih disukai oleh panelis dan memiliki karakteristik mutu yang lebih tinggi.

### 3) Aroma



Gambar 6. Aroma Nugget Deteksi Para Panelis Dengan Penambahan Tepung Cangkang Kepiting Dalam Bentuk Persentase

Aroma merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian organoleptik karena berperan besar dalam membentuk persepsi awal konsumen terhadap mutu dan kelayakan konsumsi suatu produk pangan. Dalam penelitian ini, penambahan tepung cangkang kepiting menunjukkan pengaruh terhadap aroma nugget ayam, terutama pada tingkat konsentrasi tertentu. Berdasarkan Gambar 6, perlakuan P2 memperoleh skor tertinggi dalam aspek aroma, yaitu sebesar 30%. Ini menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang kepiting hingga konsentrasi 6% berpengaruh sangat nyata ( $P<0,01$ ) dan masih menghasilkan aroma yang dapat diterima oleh panelis.

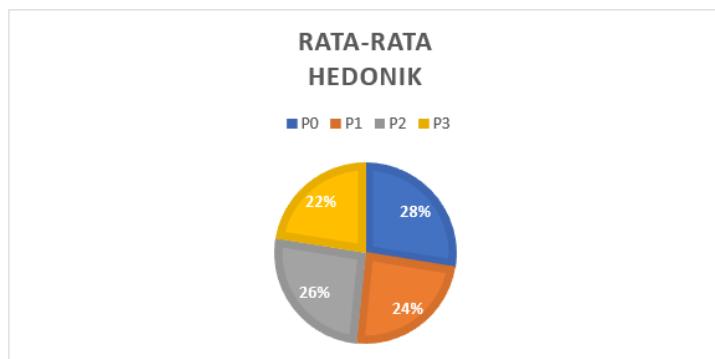
Aroma khas laut atau amis yang secara alami berasal dari bahan hewani seperti kepiting umumnya disebabkan oleh senyawa volatil seperti trimetilamina (TMA), dimetilsulfida (DMS), dan senyawa aldehida berantai pendek. Senyawa-senyawa ini bersifat mudah menguap dan cenderung menghasilkan bau menyengat jika tidak diolah dengan benar. Namun, proses pengolahan seperti pencucian, perebusan, pengeringan, dan penghalusan dapat menurunkan konsentrasi senyawa volatil tersebut secara signifikan. Meskipun tepung cangkang kepiting mengandung residu senyawa laut, ketika diolah secara optimal, senyawa tersebut tidak menimbulkan aroma tak sedap. Justru, penambahan tepung ini dalam jumlah terbatas dapat memperkaya aroma produk. Hal ini terjadi karena mineral seperti kalsium serta senyawa organik sisa seperti protein kitin, asam amino, dan senyawa peptida berperan dalam memperkuat reaksi Maillard selama proses penggorengan.

Reaksi Maillard ini menghasilkan berbagai senyawa volatil penyumbang aroma khas daging olahan, seperti pyrazines, aldehydes, dan furan yang dikenal memberikan aroma gurih dan caramel. Selain itu, senyawa asam glutamat bebas yang terdapat dalam daging

ayam dan diperkuat oleh peptida dari cangkang kepiting juga mendukung peningkatan aroma umami yang khas. Keberadaan mineral laut dalam jumlah moderat mampu meningkatkan sensitivitas reseptor aroma dan rasa di rongga hidung dan mulut, menghasilkan sinergi antara bau dan rasa yang memperkuat pengalaman konsumsi Xu et al., (2023). Penelitian oleh Nafsiah (2020) mengenai fortifikasi tepung cangkang rajungan pada camilan tortilla chips juga menunjukkan bahwa aroma tetap dapat diterima hingga tingkat penambahan 10%, asalkan proses deodorisasi dan pengolahan awal bahan dilakukan secara maksimal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa pada tingkat penambahan 6% berpengaruh sangat nyata ( $P<0,01$ ), nugget masih diterima baik oleh panelis dalam aspek aroma.

Penambahan tepung cangkang kepiting hingga 6% tidak menyebabkan penurunan mutu aroma pada nugget ayam. Aroma tetap diterima oleh panelis dan bahkan cenderung memperkuat kesan gurih dan khas, terutama jika partikel tepung diolah secara halus dan dicampurkan secara merata dalam adonan. Kehadiran senyawa penyumbang aroma hasil reaksi Maillard serta pengurangan senyawa amis melalui proses pengolahan menjadi faktor penting dalam menjaga kualitas aroma produk.

### **Uji Hedonik**



Gambar 7. Tingkat Kesukaan (Hedonik) Nugget Deteksi Para Panelis Dengan Penambahan Tepung Cangkang Kepiting

Uji hedonik merupakan salah satu metode evaluasi sensori yang digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk pangan secara keseluruhan. Dalam penelitian ini, nugget ayam dengan penambahan tepung cangkang kepiting sebanyak 6% memperoleh skor tertinggi pada uji hedonik, yang berarti produk tersebut paling disukai oleh panelis dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tingginya tingkat kesukaan ini mencerminkan penerimaan panelis terhadap kombinasi seluruh karakteristik sensori utama termasuk rasa, tekstur, dan aroma yang dinilai secara terpadu.

Tingginya skor hedonik pada perlakuan 6% erat kaitannya dengan keseimbangan formulasi antara bahan utama (daging ayam) dan bahan tambahan (tepung cangkang kepiting). Penambahan tepung cangkang dalam jumlah ini memberikan kontribusi nyata terhadap tekstur yang lebih padat dan kenyal, rasa gurih yang khas, serta aroma yang tetap natural dan tidak mengganggu. Senyawa yang berperan penting dalam hal ini adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), yang mendukung pembentukan struktur protein selama proses pemanasan, menghasilkan tekstur yang kompak namun tetap empuk.

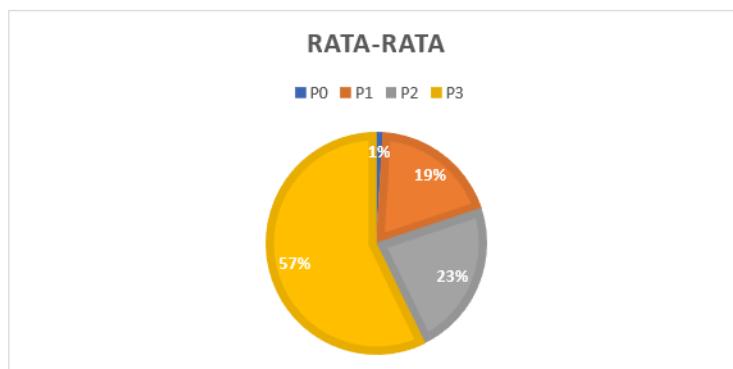
Proses pemanasan selama penggorengan juga memicu reaksi Maillard antara asam amino dan gula pereduksi yang ada dalam adonan nugget. Kehadiran ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dari cangkang kepiting diketahui dapat bertindak sebagai katalis yang memperkuat reaksi ini. Reaksi Maillard tersebut menghasilkan senyawa volatil seperti pyrazines, furan, dan aldehydes, yang memberikan kontribusi pada aroma dan rasa gurih yang kompleks dan disukai Hwang et al., (2021). Selain itu, senyawa bioaktif yang terdapat dalam limbah laut

seperti kitin, kitosan, dan peptida hasil hidrolisis protein pada cangkang kepiting juga diketahui dapat meningkatkan cita rasa, khususnya sensasi umami. Menurut Kurniawati et al. (2021), senyawa ini secara alami memperkaya rasa tanpa menimbulkan rasa asing atau tidak familiar, asalkan digunakan dalam dosis yang tepat.

Aroma juga menjadi faktor penting dalam penilaian hedonik. Perlakuan 6% menunjukkan bahwa aroma khas dari bahan tambahan hewani seperti cangkang kepiting tidak muncul secara menyengat, tetapi justru berkontribusi pada kesan gurih. Hal ini disebabkan oleh proses deodorisasi alami selama perebusan dan pengeringan cangkang sebelum menjadi tepung, serta reaksi termal selama penggorengan. Seperti dijelaskan oleh Rahman dan Yuliana (2018), perlakuan termal pada bahan hewani dapat menghasilkan aroma kompleks yang mendukung profil sensori produk, selama formulasi dilakukan dengan takaran optimal.

Penurunan skor hedonik pada perlakuan di bawah atau di atas 6% menunjukkan pentingnya kadar optimal dalam formulasi. Penambahan <6% belum memberikan efek sensori yang cukup menonjol, sedangkan >6% cenderung menyebabkan tekstur menjadi terlalu keras atau aftertaste mineral yang kurang disukai oleh panelis. Putri dan Hidayat (2017) menyatakan bahwa keseimbangan bahan tambahan menjadi kunci dalam meningkatkan kesukaan terhadap produk pangan, di mana interaksi bahan harus harmonis agar tidak mendominasi atau mengganggu elemen sensori lain. Dengan demikian, penambahan 6% tepung cangkang kepiting dapat disimpulkan sebagai formulasi paling ideal dalam pengolahan nugget ayam berbasis bahan lokal. Kombinasi antara manfaat gizi, kesesuaian sensori, dan penerimaan panelis menjadikan formulasi ini berpotensi tinggi untuk dikembangkan menjadi produk komersial yang diterima luas oleh konsumen.

### Kadar Kalsium



Gambar 8. Kadar Kalsium Nugget Dengan Penambahan Tepung Cangkang Kepiting

Penambahan tepung cangkang kepiting ke dalam produk nugget ayam berperan penting dalam meningkatkan kandungan mineral, terutama kalsium. Cangkang kepiting diketahui mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam jumlah tinggi, yaitu sekitar 30–40% dari berat keringnya Santoso et al., (2020). Pada gambar 8 menunjukkan, penambahan tepung cangkang kepiting sebanyak 6% menunjukkan peningkatan signifikan terhadap kadar kalsium dalam produk nugget ayam dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan atau dengan konsentrasi lebih rendah.

Secara kimia, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) merupakan bentuk kalsium yang tidak larut dalam air, namun dapat mengalami dekomposisi parsial atau transformasi selama proses pemanasan menjadi bentuk yang lebih tersedia secara biologis, seperti ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Ion ini dapat berikatan dengan gugus karboksilat dari protein selama pemanasan (penggorengan), membentuk struktur gel yang padat dan berkontribusi terhadap peningkatan nilai gizi dan tekstur produk. Selain itu, ukuran partikel tepung yang telah dihaluskan dengan baik dapat

mempermudah distribusi mineral secara merata dalam matriks nugget ayam.

Kalsium sendiri memiliki peran fisiologis penting dalam tubuh manusia, terutama dalam menjaga kepadatan tulang dan gigi, fungsi kontraksi otot, serta penghantaran impuls saraf. Oleh karena itu, fortifikasi produk pangan dengan sumber kalsium alami seperti cangkang kepiting memiliki manfaat kesehatan yang besar, terutama bagi kelompok konsumen rentan kekurangan kalsium, seperti anak-anak, ibu hamil, dan lansia.

Mekanisme peningkatan kandungan kalsium dalam nugget ayam terjadi melalui beberapa tahapan Pencampuran partikel  $\text{CaCO}_3$  ke dalam adonan nugget secara homogen. Distribusi mineral ke seluruh jaringan protein selama pencetakan dan pengolahan termal, Transformasi sebagian  $\text{CaCO}_3$  menjadi ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang terikat dalam matriks protein, yang meningkatkan ketersediaan hayati (bioavailabilitas).

Penelitian oleh Zhao et al. (2022) menunjukkan bahwa fortifikasi dengan nano-partikel  $\text{CaCO}_3$  dari limbah laut memberikan ketersediaan hayati kalsium yang lebih tinggi dibandingkan suplemen kalsium komersial, karena afinitas ion kalsium terhadap protein pangan lebih besar dalam ukuran partikel mikro atau nano. Selain itu, Zhou et al. (2023) menemukan bahwa produk daging analog yang difortifikasi dengan nano- $\text{CaCO}_3$  dari cangkang kepiting memiliki peningkatan nilai gizi tanpa menurunkan kualitas tekstur dan rasa secara signifikan.

Namun demikian, penting untuk memperhatikan batas optimal penambahan. Berdasarkan temuan Putri dan Hidayat (2017), penambahan tepung cangkang melebihi batas tertentu dapat menyebabkan tekstur menjadi keras dan menimbulkan rasa getir atau aroma yang kurang disukai konsumen. Dalam konteks penelitian ini, penambahan sebesar 6% terbukti menjadi titik optimal, karena mampu meningkatkan kandungan kalsium tanpa menurunkan kualitas sensori secara signifikan.

Dengan demikian, penambahan tepung cangkang kepiting sebanyak 6% ke dalam nugget ayam tidak hanya berperan dalam peningkatan nilai gizi, khususnya mineral kalsium, tetapi juga mendukung pengembangan produk olahan daging yang fungsional dan berkelanjutan. Pemanfaatan limbah cangkang perikanan menjadi bahan pangan bernilai tambah dapat menjadi solusi inovatif dalam pengolahan pangan modern.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan penyuluhan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

Penambahan tepung cangkang kepiting rajungan sebesar 6% pada nugget ayam terbukti meningkatkan kualitas fisik dan kadar kalsium produk secara signifikan. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa nugget dengan konsentrasi tersebut paling disukai dari segi rasa, tekstur, dan aroma. Ini membuktikan bahwa limbah cangkang kepiting berpotensi sebagai sumber kalsium untuk fortifikasi pangan. Selain itu, kegiatan penyuluhan kepada KWT Desa Tamasaju juga efektif meningkatkan kapasitas masyarakat. Peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap terlihat dari hasil pre-test dan post-test, dengan efektivitas penyuluhan mencapai 62,4%. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan nilai gizi produk, tetapi juga memberdayakan masyarakat dalam memanfaatkan limbah menjadi produk bernilai ekonomi.

## Saran

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar tepung cangkang kepiting digunakan pada konsentrasi optimal (sekitar 6%) dalam produksi nugget ayam untuk menjaga keseimbangan antara cita rasa dan nilai gizi, khususnya kandungan kalsium.
2. Bagi masyarakat dan kelompok wanita tani, diharapkan terus mengembangkan kemampuan pengolahan pangan fungsional berbasis sumber daya lokal agar dapat

- membuka peluang usaha baru dan meningkatkan ketahanan ekonomi rumah tangga.
3. Bagi pemerintah daerah dan instansi terkait, sebaiknya memberikan dukungan berupa pelatihan lanjutan, bantuan alat produksi, serta akses pemasaran untuk mendorong komersialisasi produk olahan berbasis limbah perikanan yang ramah lingkungan dan bernilai tambah.

## DAFTAR PUSAKA

- Akbarsyah, T. M. I., & Permadi, A. (2021). Produksi Tepung Kepiting dari Hasil Samping Usaha Budidaya Kepiting Soka. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 15(1), 57-68.
- Al Rivan Marsyah Dzikri, N. P. M. (2022). Optimasi Formula Kwetiau Tepung Komposit (Tepung Beras Hitam, Tepung Cangkang Kepiting Rajungan, Tepung Wortel) Menggunakan Design Expert Metode Mixture D-Optimal Dan Pendugaan Umur Simpannya (Doctoral Dissertation, Perpustakaan Pascasarjana).
- Aprilia, P. (2020). Pemanfaatan Cangkang Rajungan Pada Pembuatan Pizza Dengan Topping Daging Rajungan Sambal Balacan (crabby pizza) Sebagai One Dish Meal Kaya Protein dan Kalsium. Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana, 15(1).
- Cahyono, E., Wodi, S. I. M., & Tondais, J. (2020). Karakterisasi Chitosan dan Chitosan Polymer Medium dari Cangkang Kepiting Batu. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 6(1), 14-20.
- Damayanti, R., & Sari, N. P. (2020). Pengaruh fortifikasi tepung cangkang terhadap kualitas organoleptik dan nilai gizi nugget ayam. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*, 13(1), 33–40.
- Fajri, F., Thaib, A., & Handayani, L. (2019). Penambahan Mineral Kalsium Dari Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Depik*, 8(3), 185-192.
- fatsecret Platform API diakses pada tanggal 26 desember 2024
- Handayani, L., Zuhrayani, R., Thaib, A., & Raihanum, R. (2019, December). Karakteristik Kimia Tepung Cangkang Kepiting. In Prosiding SEMDI-UNAYA (Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu UNAYA) (Vol. 3, No. 1, pp. 112-116).
- Hayati, R., Mayani, N., Husna, R., & Sulaiman, I. (2023). Pengolahan Nugget Ayam dan Penerimanya Melalui Uji Organoleptik di Desa Krueng Lam Kareung Kecamatan Indrapuri Aceh Besar. *Jurnal Pengabdian Mahakarya Masyarakat Indonesia*, 1(1), 19-24.
- Hendraswari, C. A., Pramatirta, A. Y., Sahiratmadja, E., Susanti, A. I., & Purnamaningrum, Y. E. (2024). Dampak Suplementasi Mikronutrien Ibu Hamil Terhadap Luaran Kehamilan: A Literature Review. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 34(3), 513-526. <https://sosek.info/wp-content/uploads/2023/02/Rilis-Data-Kelautan-dan-Perikanan-Triwulan-I-Tahun-2022-1.pdf> diakses pada tanggal 26 desember 2024
- Ismanto, A., Ramadani, F. I., & Wibowo, A. (2024). Pengaruh Penambahan Karagenan (Euchema Cottoni) pada Taraf yang Berbeda Terhadap Kualitas Fisik Dan Kualitas Kimia Nugget Ayam. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 7(2), 1-6.
- Kasumi, E., Lestari, R. B., & Heraini, D. (2023) Kualitas Fisik dan Organoleptik Nugget Ayam Broiler dengan Penambahan Tepung Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*). *Jurnal Peternakan Borneo: Livestock Borneo Research*, 2(1), 31-37.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 38 Tahun 2018 tentang Penyuluhan Pertanian. Kementerian
- Kurniawati, R., Supriyadi, & Lestari, D. (2021). Pemanfaatan limbah perairan sebagai bahan tambahan pangan: Potensi dan tantangannya. *Jurnal Pangan Fungsional*, 8(2), 67–75.
- Lamusu, D. (2018). Uji Organoleptik Jalangkote Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*) Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 9-15.
- Lenaini, I. (2021). Teknik Pengambilan Sampel Purposive dan Snowball Sampling. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1), 33-39.
- Lestari, D. P., Cokrowati, N., & Mukhlis, A. (2023). Tepung Cangkang Kepiting Sebagai Penguat Rasa Alami Dalam Pembuatan Kerupuk. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 3(3), 302-304.
- Malau, N. D., & Azzahra, S. F. (2020). Pengaruh Waktu Kalsinasi Terhadap Karakteristik Kristal

- Cao Dari Limbah Cangkang Kepiting. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 5(1), 83-92.
- Mustofa, A., & Suyanto, H. (2011). Pemanfaatan tepung cangkang rajungan (Portunus pelagicus) sebagai sumber kalsium dalam pembuatan kerupuk onggok. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 118–124.
- Nafsiah, I. (2022). Karakteristik Sensori dan Kimia Tortilla Chips Dengan Penambahan Tepung Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus)
- Nur, F. A., & Faradila, S. (2024). Pengaruh Pemberian Tepung Cangkang Kepiting Rajungan (Portunus pelagicus) dengan Penambahan Jeruk Nipis (Citrus x aurantiifolia) Dalam Ransum Terhadap Berat Karkas dan Lemak Abdominal Broiler. *Jurnal Agrisistem*, 20(1), 37-43.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia.
- Permana, D., Lamid, M., & Mulyati, S. (2014). Perbedaan Potensi Pemberian Bahan Substitusi Tepung Limbah Udang Dan Cangkang Kepiting Terhadap Berat Telur dan Kerabang Telur Itik. *Jurnal Agro Veteriner*, 2(2), 81-88.
- Putri, A. S., & Hidayat, T. (2017). Pengaruh penambahan bahan pengisi alami terhadap karakteristik organoleptik nugget ayam. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*, 12(1), 45–52.
- Qorip, N. A. U. S., Despita, R., & Hariri, A. (2024). Evaluasi Penyuluhan Pembuatan Teh Kompos Limbah Buah Jeruk dengan Penambahan Kotoran Sapi di Desa Tawangargo. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 21(2), 170-185.
- Rahman, A., & Yuliana, N. D. (2018). Karakteristik fisik dan kimia daging olahan dengan penambahan kalsium dari limbah cangkang laut. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(3), 89–97.
- Rahmawati, N., & Irawan, A. C. (2021). Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Merah Terhadap Mutu Organoleptik, Fisik Dan Kimia Nugget Ayam Kampung. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 6(1), 46-53.
- Ramadhana, Y. D., & Subekti, S. (2021). Pemanfaatan Metode Penyuluhan Pertanian Oleh Petani Cabai Merah. *Jurnal Kirana*, 2(2), 113-133.
- Rohmah, N., Widayastuti, Y., & Santoso, U. (2021). Pengaruh penambahan sumber mineral terhadap kualitas sensoris dan nilai gizi nugget ayam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 16(2), 77–85.
- Rokhayati, U. A. (2023). Pelatihan Pembuatan Nugget Ayam Di Desa Wongkaditi Timur Gorontalo. *Jurnal Abdimas Gorontalo (JAG)*, 6(1), 20-25.
- Rukka, H. 2019. Diktat Media Penyuluhan Pertanian. Badan Pengembangan SDM Pertanian. Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Gowa. Pertanian Republik Indonesia.
- Rukka, H., Hamzah, P., & Rusdi, A. S. (2023). Evaluasi Pendapatan Petani Milenial Terhadap Pemberian Dana Hibah Kompetitif Program YESS (Youth Entrepreneurship and Employment Support Service). *Jurnal Agrisistem: Seri Sosek dan Penyuluhan*, 19(2), 126-132.
- Safitri, E., Rahmawati, N., & Fithri, N. (2019). Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium Susu Kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (3), 123-130.
- Santoso, B., Anggraeni, R., & Widodo, R. (2020). Pemanfaatan cangkang kepiting sebagai sumber kalsium pada produk olahan daging ayam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 15(1), 12–20.
- Sekar, K. (2023). Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Tepung Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus) dan Bubuk Jahe Terhadap Karakteristik Sensori Dan Kimia Cookies.
- Sularsah, S. (2022). Pengaruh Kitosan Terhadap Aktivitas Mikroba Pada Pakan Lobster Sebagai Sumber Belajar Biologi (Doctoral Dissertation, UIN Mataram).
- Syaiful, F. L., & Utami, Y. S. (2020). Pelatihan Pembuatan Nugget Ayam di Ophir Nagari Koto Baru Kecamatan Luhak Nan Duo Kabupaten Pasaman Barat. *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*, 3(4), 382-389.
- Taus, A. L., Tahuk, P. K., & Kia, K. W. (2022). Pengaruh Penggunaan Bahan Pengikat Yang Berbeda Terhadap Daya Ikat Air, Kadar Air dan Kandungan Serat Kasar Nugget Ayam. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 4(1), 74-81.
- Vintarno dkk, J., Sugandi, Y. S., & Adiwisastra, J. 2019. Perkembangan Penyuluhan Pertanian

- Dalam Mendukung Pertumbuhan Pertanian Diindonesia. Responsive, 1(3), 90-9
- Yanuar, V. (2013). Tepung Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus) Sebagai Sumber Kalsium (Ca). Juristek, 2(1), 185-194.
- Zulhar, R. H., & Pratama, C. W. (2025). Gizi Optimal untuk Lansia: Menjaga Kesehatan dan Kualitas Hidup di Usia Emas. Journal of Knowledge and Collaboration, 2(1), 460-467