

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA NUGET NABATI BERBASIS KACANG ARAB DAN AKAR LOTUS DENGAN VARIASI JENIS *FILLER*

[*PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CHICKPEA AND LOTUS ROOT PLANT-BASED NUGGETS WITH A VARIETY OF FILLER TYPES*]

Lucia C. Soedirga^{1*}, Melanie Cornelia², J. Fernaldo³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: lucia.soedirga@uph.edu

ABSTRACT

Chicken nuggets are the most common type of meat-based product that is commonly sold in the market; however, chicken nuggets are not suitable for vegetarian groups. Therefore, it is necessary to find another raw material as an alternative in the making of plant-based nuggets. However, the selection of raw materials in the making of plant-based products often does not emphasize the diversification aspect. Food diversification needs to be improved as an effort to encourage people to diversify their food so that they do not focus on only one type. Chickpeas and lotus root, as well as local starch sources such as tapioca, sago, and corn-starch, are examples of alternative materials that can be used to enhance the diversification aspect in the making of plant-based nuggets. The aim of this study was to determine the selected ratio of chickpea paste and lotus slices along with other types of fillers to make plant-based nuggets based on the physicochemical characteristics. The results showed chickpea paste and sliced lotus root at a ratio of 75:25 with corn-starch as a filler produced plant-based nuggets with physicochemical characteristics: hardness 165.21 ± 7.82 g.force; springiness 0.37 ± 0.01 mm; cohesiveness 0.59 ± 0.03 kg.sec., lightness of 52.71 ± 2.11 and a frying loss of $8.21 \pm 2.15\%$. The moisture, fat, protein, ash, carbohydrate (by difference), and fiber content of selected formulation of nuggets were $40.20 \pm 0.42\%$, $6.73 \pm 0.04\%$; $7.38 \pm 0.15\%$, $3.44 \pm 0.02\%$, $42.16 \pm 0.54\%$, 8.49% ; respectively.

Keywords: *chickpea; corn-starch; diversification; lotus root; plant-based nugget*

ABSTRAK

Nugget ayam merupakan jenis olahan daging yang banyak dijual di pasaran namun tidak cocok untuk dikonsumsi oleh kelompok *vegetarian*. Hal ini mendorong adanya alternatif mencari bahan baku lain dalam pembuatan produk nugget nabati, tetapi, pemilihan alternatif bahan pada produk non-daging seringkali tidak memperhatikan aspek diversifikasi. Diversifikasi pangan perlu ditingkatkan sebagai upaya untuk mendorong masyarakat dalam memvariasikan makanan agar tidak terfokus pada satu jenis saja. Kacang arab dan akar lotus serta sumber pati lokal seperti tepung tapioka, tepung sago, dan tepung maizena merupakan contoh alternatif bahan yang dapat digunakan sekaligus meningkatkan aspek diversifikasi dari pembuatan nugget nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rasio pasta kacang arab dan irisan lotus serta jenis *filler* terpilih dalam pembuatan nugget nabati berdasarkan karakteristik fisikokimianya. Hasil penelitian menunjukkan pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 75:25 dengan tepung maizena sebagai *filler* menghasilkan nugget nabati dengan karakteristik fisikokimia, yakni *hardness* $165,21 \pm 7,82$ g.force; *springiness* $0,37 \pm 0,01$ mm; *cohesiveness* $0,59 \pm 0,03$ kg.sec., *lightness* $52,71 \pm 2,11$ dan *frying loss* $8,21 \pm 2,15\%$. Kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar abu, kadar karbohidrat (*by difference*), dan kadar serat pangan nugget nabati formulasi terpilih masing-masing sebesar $40,20 \pm 0,42\%$; $6,73 \pm 0,04\%$; $7,36 \pm 0,02\%$, $3,44 \pm 0,02\%$, $42,24 \pm 0,54\%$, $8,49\%$.

Kata kunci: akar lotus; diversifikasi; kacang arab; maizena; nuget nabati

PENDAHULUAN

Nuget adalah produk olahan yang dibuat dari campuran daging ayam dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diizinkan, dicetak (kukus cetak atau beku cetak), diberi bahan pelapis, dengan atau tanpa digoreng dan dibekukan (BSN, 2014). Umumnya bagian dada ayam yang banyak digunakan dalam pembuatan nuget karena kandungan lemak yang rendah, serabut daging yang seragam, dan warna daging yang terang. Nuget merupakan makanan siap saji yang banyak dikonsumsi masyarakat di Indonesia karena rasanya yang enak, praktis, dan tinggi akan protein.

Nuget berbahan dasar daging tersebut tidak bisa dikonsumsi masyarakat *vegetarian* sehingga perlu adanya bahan baku alternatif dalam pembuatan nuget. Kacang-kacangan, seperti kedelai merupakan salah satu bahan baku yang umumnya digunakan sebagai alternatif dalam membuat produk-produk non-daging, namun pemilihan alternatif bahan baku pada produk non-daging seringkali tidak memperhatikan aspek diversifikasi. Diversifikasi pangan perlu ditingkatkan sebagai upaya untuk mendorong masyarakat dalam memvariasikan makanan agar tidak terfokus pada satu

jenis saja (Waha *et al.*, 2018). Salah satu bahan nabati yang belum banyak dimanfaatkan, khususnya dalam pembuatan nuget adalah kacang arab dan akar lotus.

Kacang arab (*Cicer arietinum* L.) merupakan kacang-kacangan yang berasal dari famili *Leguminosae* dan sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Kacang arab merupakan kacang-kacangan yang tinggi protein (16-21 g/100 g), serat (4-8 g/100g), mineral (fosfor, kalsium, magnesium, besi dan *zinc*), dan asam lemak tidak jenuh (Singh *et al.*, 2014 dan Wallace *et al.*, 2016).

Akar lotus (*Nelumbo nucifera*) adalah tanaman air yang berasal dari famili *Nelumbonaceae* yang banyak tumbuh di negara-negara Asia. Akar lotus mengandung protein sebesar (2,6 g/100 g), serat (4,9 g/100 g), karbohidrat (17,23 g/100 g). Akar lotus memiliki tekstur yang menyerupai serat daging sehingga dapat digunakan dalam pembuatan nuget nabati (Tsuruta *et al.*, 2012).

Nuget memiliki kualitas baik apabila dapat membentuk struktur daging yang kompak dan saling melekat sehingga diperlukan *filler* untuk dapat membentuk struktur tersebut. *Filler* pada nuget berfungsi untuk meningkatkan elastisitas produk, memberi warna terang,

membentuk tekstur yang padat, memperbaiki stabilitas emulsi, menurunkan penyusutan akibat pemasakan dan menarik air dari adonan. Jenis *filler* yang berbeda juga akan menyebabkan adanya perbedaan kandungan amilosa dan amilopektin sehingga juga dapat memengaruhi tekstur nugget yang dihasilkan (Inarest, 2014). Penggunaan *filler* pada nugget berkaitan dengan kemampuan yang dimilikinya, yakni mampu mengikat sejumlah air dan membentuk gel karena memiliki kadar pati yang tinggi, seperti tepung terigu, tepung tapioka, tepung maizena, dan tepung beras (Sotoodeh dan Soltanizadeh, 2020).

Berdasarkan Komansilan (2015), nugget ayam yang dibuat dengan *filler* dari tepung tapioka dan tepung sagu memiliki daya ikat air, *frying loss*, dan tekstur yang secara umum diterima oleh konsumen, sedangkan Rohaya *et al.*, (2013), menyatakan bahwa *filler* dari tepung sagu dapat menghasilkan nugget berbahan dasar tahu dan tempe yang lebih baik dari segi aroma, tekstur, dan rasa dibandingkan jika menggunakan tepung tapioka sebagai *filler*. Menurut Razzaq (2021), nugget analog jamur tiram putih dengan *filler* tepung maizena menghasilkan tekstur yang lebih baik dan secara keseluruhan lebih disukai panelis dibandingkan dengan menggunakan *filler* tepung sagu dan

tepung tapioka. Hingga saat ini belum ada penelitian pada nugget nabati berbasis kacang arab dan akar lotus pada berbagai rasio dengan variasi jenis *filler* sehingga melalui penelitian ini dapat ditentukan rasio dan jenis *filler* terpilih berdasarkan karakteristik fisikokimianya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan nugget adalah kacang arab dan akar lotus yang diperoleh dari pasar Induk, Tangerang. Kacang arab yang digunakan masih memiliki kulit dengan diameter 8 mm dan berwarna coklat. Akar lotus yang digunakan masih memiliki kulit, memiliki berat 500 gram dengan diameter 6 cm. Selain itu bahan lain yang digunakan adalah garam “Dolphin”, tepung tapioka “Gunung Agung”, tepung sagu “Alini”, tepung maizena “Maizenaku”, gula “Gulaku”, *garlic powder* “Koepoe-koepoe”, lada “Koepoe-koepoe”, *Isolate Soy Protein* (ISP), tepung terigu “Segitiga Biru”, tepung panir, MSG “Ajinomoto”, air “Amidis” dan minyak goreng “Filma”, nugget nabati komersial “Vegood.” Bahan yang digunakan untuk analisis nugget dan bahan baku (pasta kacang arab dan irisan akar lotus) adalah akuades, selenium “Merck”, K₂SO₄ “Merck”, H₂O₂ “Merck”, H₂SO₄ “Merck”, asam borat “Merck”,

NaOH “Merck”, HCl 0,2N “Merck” dan heksana “Merck”.

Alat yang digunakan dalam persiapan bahan baku, pembuatan serta analisis nuget adalah neraca analitik “Ohaus”, termometer “OEM”, blender “Philips”, *deep fat fryer, tray, food processor* “Philips”, pisau, talenan, kompor, *freezer* “Sharp”, panci, oven “Menmert”, desikator “Duran”, labu lemak, alat destilasi, *chromameter* “Konica Minolta CR-300”, cawan penguapan, cawan pengabuan, tanur “Barnstead Thermolyne 62700”, alat-alat gelas “Pyrex”, corong, *heater*, tabung reaksi, kertas saring Whatman, labu Kjeldahl, Soxhlet *extractor, texture analyzer* (TAXT Plus), alat destilasi *kjeldahl* “Buchi”, *rotary evaporator* “Buchi R-210”.

Metode Penelitian

Persiapan Bahan Baku Kacang Arab dan Akar Lotus

Kacang arab dan akar lotus merupakan bahan baku utama dalam pembuatan nuget pada penelitian ini. Kacang arab akan dibuat menjadi dalam bentuk pasta yang bertujuan untuk memberikan tekstur yang kompak dan padat pada *nugget*. Proses pembuatan pasta kacang arab mengacu kepada Herrera dan Gonzales (2021) dengan modifikasi. Pembuatan pasta kacang arab diawali

dengan merendam kacang selama 12 jam di dalam campuran air dan NaHCO₃ 0,5% (1:2) yang bertujuan untuk mengurangi kandungan anti nutrisinya, seperti tripsin inhibitor, asam fitat, dan tannin. Pada sistem pencernaan, keberadaan tripsin inhibitor dapat menurunkan ketersediaan protein makanan (Avilés-Gaxiola *et al.*, 2018). Setelah direndam, kacang arab dipisahkan dari kulitnya, airebus selama 10 menit, ditiriskan kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan *blender* yang disertai penambahan air dengan rasio kacang arab dan air adalah 5:2.

Setelah pembuatan pasta kacang arab, tahap selanjutnya adalah persiapan pembuatan irisan akar lotus. Akar lotus akan dicuci terlebih dahulu kemudian dikupas kulitnya. Setelah itu, akar lotus akan dikukus selama 15 menit yang bertujuan untuk melunakkan teksturnya. Akar lotus yang sudah dikukus kemudian akan diiris melintang dengan ketebalan 0,5 cm. Pengirisan akar lotus bertujuan untuk menyamakan panjang serabut serat dari akar lotus.

Pembuatan Nuget Nabati

Proses pembuatan nuget nabati mengacu kepada Astawan *et al.*, (2014) dengan modifikasi. Pada penelitian ini, pasta kacang arab dan irisan akar lotus dibuat dalam berbagai rasio yakni 100:0, 75:25, 50:50, dan 25:75. Selain itu, jenis

filler yang berbeda juga akan digunakan dalam pembuatan nuget yakni tepung maizena, tepung tapioka, dan tepung sagu. Formulasi nuget nabati dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan formulasi *battering* nugget nabati dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Formulasi nuget nabati

Bahan	Jumlah (gram)
Pasta kacang arab dan irisan akar lotus sesuai perlakuan *)	100
<i>Binder</i> (ISP)	0.5
Garam	1.5
Gula	0.5
MSG	0.4
Lada	0.3
<i>Garlic Powder</i>	3
<i>Filler</i> sesuai perlakuan **)	17,05

Keterangan: *) rasio pasta kacang arab:irisian akar lotus (100:0, 75:25, 50:50, 25:75)

**) Tepung tapioka, tepung sagu, dan tepung maizena

Sumber: Cornelia dan Kartika (2022) dengan modifikasi

Tabel 2 Formulasi *battering* nuget nabati

Bahan	Jumlah
Tepung terigu	20 gram
Tepung maizena	20 gram
Air	40 ml

Sumber: Pebri *et al.* (2015) dengan modifikasi

Pembuatan nuget diawali dengan pencampuran pasta kacang arab dan irisan akar lotus sesuai dengan perlakuan menggunakan *food processor* hingga lumat dan seragam. Selanjutnya garam, gula, lada, ISP, *filler* sesuai perlakuan, *garlic powder*, dan MSG ditambahkan lalu diaduk dengan *food processor* hingga merata. Adonan yang telah tercampur merata kemudian dicetak menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran 5 cm x 3 cm x 1,5 cm, dikukus selama 20 menit, dan

dibekukan selama 30 menit di dalam *freezer*.

Adonan nuget yang sudah dibekukan kemudian dilapisi dengan *batter*. Adonan *batter* yang digunakan adalah tepung terigu dan tepung maizena. Tepung terigu dapat meningkatkan viskositas sedangkan tepung maizena dapat meningkatkan kerenyahan. Pelapisan nuget dengan *batter* dilakukan dengan cara mencelupkan nuget ke dalam adonan *batter* hingga seluruh permukaan nuget tertutup oleh adonan *battering* (Rahimi and Ngadi, 2014).

Selanjutnya, nuget yang sudah terlapis dengan *batter* akan dilapisi kembali dengan tepung panir. Proses pelapisan dengan tepung panir dilakukan dengan cara menggulingkan nuget tersebut hingga seluruh permukaan nuget tertutup dengan tepung panir. Nuget yang sudah dilapisi dengan tepung panir kemudian dibekukan selama 30 menit di *freezer*, dan digoreng dengan *deep fat fryer* pada suhu 180°C selama 2 menit. Nuget yang dihasilkan kemudian didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit sebelum dilakukan analisis untuk menentukan karakteristik fisikokimianya yang meliputi analisis protein, analisis tekstur, analisis *lightness*, dan *frying loss*.

Analisis kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl

(AOAC, 2005). Analisis tekstur dilakukan dengan menggunakan tekstur *analyzer* TA.XT plus. Parameter yang digunakan untuk pengukuran tekstur nuget nabati adalah kekerasan (*hardness*), kekompakan (*cohesiveness*), dan elastisitas (*springiness*). Jenis *probe* yang digunakan adalah 2 mm *cylinder probe* dengan *setting pre-test speed* (1,0 mm/s), *test speed* (1,0 mm/s), *post-test speed* (1,0 mm/s), *distance* (8 mm), *time pause* (5 s), *time between* (1 s) (Swami *et al.*, 2007; Hack *et al.* (2015).

Analisis *lightness* dilakukan pada bagian dalam nuget karena bagian luar nuget pada setiap formulasi nuget dilapisi dengan tepung panir. Analisis *lightness* dilakukan dengan menggunakan alat *Chromameter* CR-400 (AOAC, 2005). Nilai L yang muncul menunjukkan kecerahan (*lightness*) dengan nilai 0 (hitam) hingga 100 (putih). Analisis *frying loss* pada nuget nabati dilakukan dengan menimbang berat nuget sebelum dan sesudah proses penggorengan (Devadason *et al.*, 2010). Penentuan *frying loss* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Frying loss (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W₀: berat nuget sebelum digoreng (g)

W₁: berat nuget sesudah digoreng (g)

Formulasi terpilih dari nuget nabati serta nuget nabati komersial akan dianalisis kadar proksimatnya yang meliputi kadar air (metode oven), kadar abu (metode gravimetri), kadar lemak (metode Soxhlet), dan kadar karbohidrat (*by difference*) (AOAC, 2005) serta kadar serat pangan (AOAC, 1995). Pengujian kadar serat pangan dilakukan dengan metode enzimatik di PT. Saraswati Indo Genetech, Bogor. Hasil analisis proksimat serta kadar serat pangan dari nuget nabati formulasi terpilih dan nuget nabati komersial “Vegood” akan dibandingkan. Selain itu, hasil analisis proksimat nuget nabati formulasi terpilih dan nuget nabati komersial “Vegood” juga akan dibandingkan dengan nuget kedelai. Hasil analisis proksimat nuget kedelai mengacu kepada Loa (2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Kacang Arab dan Akar Lotus

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa komposisi gizi kacang arab dan akar lotus sudah sejalan dengan USDA (2018), Wallace *et al.* (2016), Polesi *et al.* (2011), dan Hiridyani (2014). Tabel 3 menunjukkan bahwa kacang arab memiliki komposisi gizi dengan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan akar lotus, kecuali pada parameter kadar air

(Tabel 4). Kadar serat pada kacang arab yang lebih tinggi menyebabkan rendahnya kadar air karena serat dapat mengikat air pada produk. Hal ini juga sesuai dengan Soedirga *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa kadar serat dari tepung kembang kol berbanding terbalik dengan kadar airnya.

Hardness Nugget Nabati pada Berbagai Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

Hardness merupakan parameter mekanis berupa gaya yang diberikan untuk mencapai deformasi. Gaya tersebut dibutuhkan untuk menekan zat antara bentuk padat dan bentuk semi-padat (Nishinari *et al.*, 2013). Nilai *hardness* dapat dilihat pada nilai maksimum pada puncak grafik pertama atau penekanan pertama (Tess *et al.*, 2015).

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan adanya interaksi ($p < 0,05$) antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis *filler* terhadap *hardness* nugget nabati seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Seiring dengan bertambahnya rasio irisan akar lotus dan berkurangnya rasio pasta kacang arab yang digunakan, nilai *hardness* nugget nabati semakin menurun. Hal ini dikarenakan perbedaan kadar protein pada kacang arab dan akar lotus. Berdasarkan

Tabel 3 dan Tabel 4, kacang arab memiliki kadar protein yang lebih tinggi (22,85%) dibandingkan akar lotus (1,41%).

Tabel 3 Komposisi gizi kacang arab

Parameter (%)	Kacang Arab *)	Literatur
Kadar air	10,92 ± 0,00	7,68
Kadar abu	2,63 ± 0,01	3
Kadar protein	22,85 ± 0,51	16-21
Kadar lemak	8,32 ± 0,31	3-7
Kadar karbohidrat	55,29 ± 0,83	59-67
Serat pangan	17,65	19-22,7

Keterangan: *) Hasil Analisis; **) Wallace *et al.*, (2016), ***) Polesi *et al.*, (2011), ****) Hirdyani, (2014)

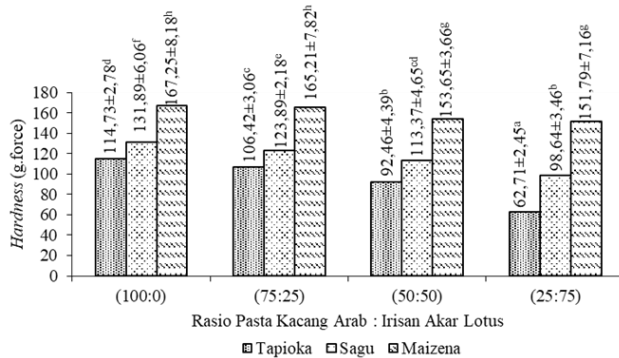
Tabel 4 Komposisi gizi akar lotus

Parameter (%)	Akar Lotus *)	Literatur (USDA, 2018)
Kadar air	85,96 ± 0,00	79,1
Kadar abu	0,86 ± 0,00	0,97
Kadar protein	1,42 ± 0,04	2,6
Kadar lemak	0,14 ± 0,01	0,1
Kadar karbohidrat	11,62 ± 0,05	17,23
Serat pangan	4,88	4,9

Keterangan: *) Hasil analisis

Tingginya kadar protein dalam suatu bahan dapat meningkatkan tekstur produk menjadi lebih keras seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Parwansyah *et al.*, 2017). Protein dan polisakarida akan membentuk suatu interaksi yang dapat mengikat bahan-bahan lain hingga menyatu. Interaksi terjadi pada bagian gugus negatif polisakarida dan gugus positif polipeptida yang terbuka akibat adanya denaturasi oleh panas, seperti proses penggorengan. Pengikatan dan pembukaan rantai polipeptida menyebabkan terjadinya *network* tiga dimensi (Evanuarini, 2010). Menurut Sadaf *et al.* (2013), protein memiliki

kemampuan untuk dapat mengubah bentuk adonan menjadi sulit memerangkap udara sehingga nilai *hardness* produk meningkat.



Gambar 1. *Hardness* nugget nabati pada berbagai rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan variasi jenis *filler*

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 1, nugget dengan *filler* tepung maizena memiliki nilai *hardness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan nugget yang menggunakan *filler* dari tepung sagu atau tepung tapioka. Kadar pati yang tinggi mampu mengikat sejumlah air sehingga memengaruhi kekerasan suatu produk. Pati terdiri atas dua fraksi yaitu fraksi terlarut (amilosa) dan fraksi tidak terlarut (amilopektin). Kandungan amilosa dan amilopektin yang tinggi akan berperan dalam pembentukan tekstur. Amilosa berperan terhadap kekuatan gel, sedangkan amilopektin berperan terhadap kelekatan dan kekenyalan (Tako *et al.*, 2014).

Tepung maizena memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi yaitu 27,4% dibandingkan tepung sagu (23%)

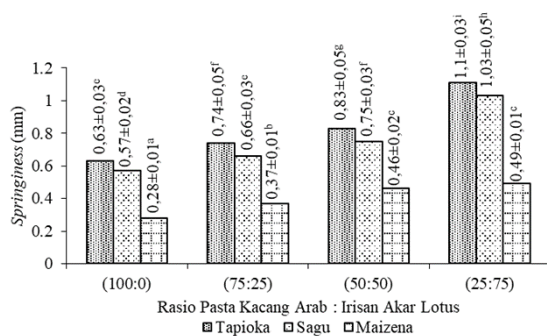
dan tepung tapioka (17,41%) (Richana dan Suarni, 2011; Du *et al.*, 2020; Parinduri *et al.*, 2016, Fajiah *et al.*, 2020). Kandungan amilosa yang tinggi dapat membuat tekstur nugget menjadi kompak dan padat karena amilosa yang terlarut berikatan satu sama lain. Amilosa memiliki ikatan hidrogen yang lebih besar sehingga dapat mengokohkan kekuatan gel. Pengukusan adonan nugget menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi. Adonan nugget yang telah dikukus mengalami proses pendinginan. Proses pendinginan ini akan menyebabkan amilosa mengalami retrogradasi yang menghasilkan tekstur nugget lebih keras (Indrianti *et al.*, 2013).

Springiness Nugget Nabati pada Berbagai Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

Menurut Nishinari *et al.*, (2013) *springiness* atau elastisitas secara fisik merupakan kecepatan dimana kembalinya bahan yang rusak ke kondisi sebelumnya setelah terjadi deformasi (perubahan bentuk). Gambar 2 menunjukkan adanya interaksi ($p < 0,05$) antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis *filler* terhadap *springiness* nugget nabati.

Nugget nabati yang dibuat dengan pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 25:75 dengan jenis *filler* tepung

tapioka memiliki nilai *springiness* tertinggi secara signifikan ($1,1 \pm 0,03$) dibandingkan formulasi lainnya. Formulasi ini menghasilkan nilai *springiness* yang lebih tinggi karena akar lotus memiliki kadar air yang lebih tinggi (85,96%) dibandingkan dengan kacang arab (10,92%). Tingginya kadar air dari bahan yang digunakan akan menyebabkan jumlah air dalam nuget juga akan semakin meningkat, namun jumlah gugus hidroksil dari molekul pati tidak bertambah. Hal ini menyebabkan kemampuan pati dalam mengikat air menjadi semakin berkurang saat proses gelatinisasi. Semakin sedikit jumlah air yang dapat diikat oleh pati akan menyebabkan nilai *springiness* meningkat (Amante *et al.*, 2021).



Gambar 2. *Springiness* nuget nabati pada berbagai rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan variasi jenis filler

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Kandungan amilosa dan amilopektin di dalam tepung memberikan pengaruh terhadap tekstur nuget. Amilopektin yang tinggi dapat membentuk tekstur nuget menjadi lebih kenyal dan

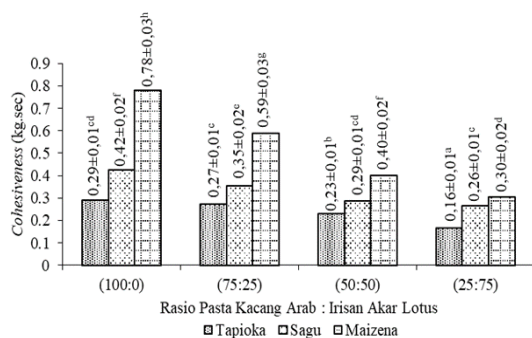
elastis, sedangkan, amilosa yang lebih tinggi menyebabkan tekstur nuget yang terbentuk menjadi lebih keras. Tepung tapioka memiliki kadar amilopektin yang lebih tinggi (83%) dibandingkan dengan tepung sagu (72,6%) dan tepung maizena (74-76%) (Schirmer, 2013). Hal ini menyebabkan nuget dengan filler tepung tapioka memiliki nilai *springiness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan nuget yang dibuat dengan menggunakan filler dari tepung sagu atau tepung maizena seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Cohesiveness Nuget Nabati pada Berbagai Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

Cohesiveness didefinisikan sejauh mana suatu material dapat berubah bentuk sebelum hancur (Nishinari *et al.*, 2013). Menurut Indiarito *et al.*, (2012), *cohesiveness* merupakan rasio area tekanan selama kompresi kedua sampai kompresi pertama. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis filler terhadap *cohesiveness* nuget nabati.

Gambar 3 menunjukkan nuget nabati yang dibuat dengan pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 100:0 dengan filler tepung maizena memberikan nilai *cohesiveness* tertinggi secara

signifikan ($0,78 \pm 0,03$ kg.sec) jika dibandingkan dengan formulasi lainnya. Nilai *cohesiveness* berbanding lurus dengan kadar protein, yakni semakin tinggi kadar proteinnya maka nuget yang dihasilkan akan lebih kompak. Protein memiliki kemampuan untuk dapat mengubah bentuk adonan menjadi sulit memerangkap udara sehingga akan membentuk tekstur nuget yang kokoh dan kompak (Sadaf *et al.*, 2013).



Gambar 3. *Cohesiveness* nuget nabati pada berbagai rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan variasi jenis *filler*

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Pada pembuatan nuget nabati, bahan baku yang memiliki kadar protein tertinggi adalah kacang arab (22,85%) jika dibandingkan dengan akar lotus (1,42%). Oleh sebab itu dapat terlihat pada Gambar 3 seiring dengan berkurangnya rasio pasta kacang arab dalam formulasi nuget nabati, nilai *cohesiveness*nya juga akan semakin menurun.

Tepung maizena yang digunakan sebagai *filler* memberikan nilai kekompakan yang lebih tinggi

dibandingkan jika menggunakan tepung sagu dan tepung tapioka. Hal ini dikarenakan kandungan amilosa pada tepung maizena (27,4%) lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tapioka (17,41%) dan tepung sagu (23%). Kandungan amilosa yang tinggi dapat membuat tekstur nuget menjadi kompak dan padat karena amilosa yang terlarut berikatan sama lain (Indrianti *et al.*, 2013; Fajjah *et al.*, 2020)

Pati yang dipanaskan di dalam air akan mengalami gelatinisasi sehingga pati akan mengikat air dan granula pati mengembang. Maizena memiliki kemampuan membentuk gel yang baik dan kokoh, serta memiliki daya ikat air yang lebih baik dibandingkan dengan tepung tapioka dan tepung sagu. Hal ini yang menyebabkan nuget dengan *filler* tepung maizena memiliki tekstur yang lebih kokoh (Devadason *et al.*, 2010).

Frying Loss Nuget Nabati dengan Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

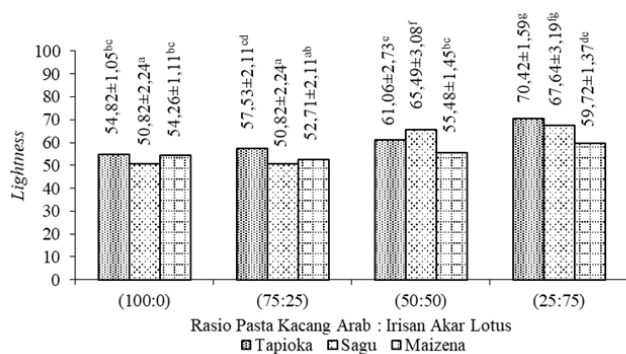
Frying loss adalah salah satu karakteristik pada produk pangan dengan kandungan lemak tinggi seperti nuget. Hal ini dikarenakan penggorengan dapat memengaruhi *juiciness* dari produk tersebut. Kandungan lemak yang tinggi dapat menyebabkan hilangnya kadar air

lebih tinggi selama proses penggorengan dan berdampak pada hilangnya stabilitas emulsi dari interaksi hidrofobik antara lemak dan air (Abdullah *et al.*, 2018).

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis *filler* ($p > 0,05$) terhadap *frying loss*. Selain itu rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus serta jenis *filler* juga masing-masing tidak berpengaruh signifikan terhadap *frying loss* nugget nabati. Nilai *frying loss* nugget nabati berkisar pada $8,13 \pm 0,11\%$ sampai $8,31 \pm 0,21\%$.

Lightness Nugget Nabati dengan Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis *filler* terhadap *lightness* nugget nabati seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Lightness* nugget nabati pada berbagai rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan variasi jenis *filler*

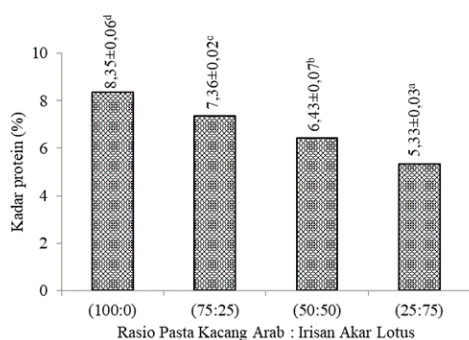
Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya rasio pasta kacang arab dibanding rasio irisan akar lotus, maka akan menurunkan *lightness* dari nugget nabati yang dihasilkan. Kacang arab memiliki kadar protein sebesar 22,85%, sedangkan kadar protein akar lotus adalah 1,42%. Kadar protein yang semakin tinggi dari bahan yang digunakan untuk membuat nugget nabati akan menyebabkan semakin tingginya peluang reaksi *Maillard* atau pencoklatan yang terbentuk. Pencoklatan yang terbentuk akan menyebabkan penurunan tingkat kecerahan dari produk yang dihasilkan.

Selain itu, Gambar 4 juga menunjukkan nugget nabati yang dibuat dengan tepung tapioka sebagai *filler* lebih cerah dibandingkan dengan nugget yang dibuat dari tepung sagu atau tepung maizena sebagai *filler*. Menurut Rahma dan Sutrisno (2017), *nugget* yang menggunakan tepung tapioka sebagai *filler* akan membentuk gel dengan tingkat *lightness* hingga 100%, sedangkan *lightness* dari gel tepung maizena mencapai 91,45%.

Kadar Protein Nugget Nabati dengan Variasi Rasio Pasta Kacang Arab dan Irisan Akar Lotus dengan Variasi Jenis Filler

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus ($p > 0,05$) dengan jenis *filler* terhadap kadar protein nugget nabati. Selain itu, jenis *filler* juga tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$) terhadap kadar protein nugget. Namun, rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar protein nugget nabati seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kadar protein nugget nabati pada berbagai rasio pasta kacang arab dan irisan akar lotus dengan jenis *filler* yang berbeda

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat seiring dengan tingginya rasio pasta kacang arab dibandingkan dengan rasio irisan akar lotus, maka semakin tinggi pula kadar protein nugget nabati. Rasio 100:0

pasta kacang arab dan irisan akar lotus menghasilkan nugget nabati dengan kadar protein tertinggi secara signifikan ($8,35 \pm 0,06\%$) jika dibandingkan dengan formulasi lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh kadar protein dari bahan baku yang digunakan dalam pembuatan nugget nabati. Kacang arab memiliki protein sebesar 20,47%, sedangkan akar lotus memiliki protein sebesar 2,6%.

Perbandingan Nugget Nabati Formulasi Terpilih dengan Nugget Nabati Komersial dan Nugget Kedelai

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 3, nugget yang dibuat dengan pasta kacang arab dan akar lotus pada rasio 75:25 dengan *filler* tepung maizena memiliki nilai kekerasan dan kekompakan yang tinggi. Kekompakan merupakan parameter yang utama dalam nugget. Selain itu, kadar protein nugget nabati pada formulasi terpilih lebih tinggi ($7,36 \pm 0,02\%$) dibandingkan nugget nabati yang dibuat dari pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 25:75 dan 50:50 dengan *filler* tepung sagu, masing-masing sebesar $5,33 \pm 0,03\%$ dan $6,43 \pm 0,07\%$. Oleh sebab itu, pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 75:25 dengan tepung maizena merupakan rasio dan jenis *filler* terpilih dalam pembuatan nugget nabati.

Tabel 5 menunjukkan adanya perbedaan komposisi gizi antara nugget

nabati formulasi terpilih dengan nuget nabati komersial dan nuget kedelai. Nuget nabati formulasi terpilih memiliki kadar protein yang lebih rendah ($7,38 \pm 0,15\%$) dibandingkan dengan nuget nabati komersial ($15,28 \pm 0,32\%$) dan nuget kacang kedelai ($10,39\%$).

Tabel 5. Komposisi nutrisi nuget terpilih, nuget nabati komersial dan nuget kedelai

Komponen (%)	Nuget Nabati Terpilih*)	Nuget Nabati Komersial (Vegood)**)	Nuget Kacang Kedelai*) (Loa, 2012)
Air	$40,20 \pm 0,42$	$36,06 \pm 0,15$	43,96
Abu	$3,44 \pm 0,02$	$2,09 \pm 0,03$	2,80
Protein	$7,36 \pm 0,02$	$15,28 \pm 0,32$	10,39
Lemak	$6,73 \pm 0,04$	$3,01 \pm 0,09$	17,73
Karbohidrat	$42,24 \pm 0,54$	$43,56 \pm 0,11$	25,13
(by difference)			
Serat pangan	8,49	5,23	-

Keterangan: *) dengan *battering*, **) tanpa *battering*

Nuget nabati formulasi terpilih menggunakan bahan baku kacang arab dan akar lotus yang masing-masing memiliki kadar protein sebesar 22,85% dan 1,42%. Kacang kedelai memiliki kadar protein sebesar 36,49% (USDA, 2018), sedangkan nuget nabati komersial “Vegood” menggunakan *Textured Vegetable Protein* (TVP). TVP adalah protein nabati bertekstur dalam bentuk tepung atau konsentrat kedelai yang dihilangkan lemaknya, diproses secara mekanis dengan ekstruksi untuk mendapatkan tekstur kenyal seperti daging ketika dimasak (Hidayat *et al.*, 2018). TVP memiliki kadar protein sebesar 50% (USDA, 2018).

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar lemak nuget dari yang terendah hingga

yang tertinggi secara berurutan adalah nuget nabati komersial “Vegood” ($3,01 \pm 0,09\%$), nuget nabati formulasi terpilih ($6,73 \pm 0,04\%$) dan nuget kedelai ($17,73\%$) (Loa, 2012). TVP memiliki kadar lemak $<1\%$ sehingga sejalan pula dengan rendahnya kadar lemak pada nuget nabati komersial “Vegood” yang menggunakan TVP dalam komposisinya. Kacang kedelai memiliki kadar lemak ($19,94\%$) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kacang arab ($8,32\%$), dan akar lotus ($0,14\%$) sehingga nuget kedelai yang mengacu kepada Loa (2012) memiliki kadar lemak tertinggi dibandingkan dengan nuget lainnya. (USDA, 2018 dan Sharima-Abdullah *et al.*, 2018).

Nuget nabati formulasi terpilih memiliki kadar serat pangan yang lebih tinggi ($8,49\%$) dibandingkan dengan nuget nabati komersial ($5,23\%$). Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan dari bahan baku yang digunakan. Kacang arab dan akar lotus memiliki kadar serat pangan masing-masing sebesar $17,65\%$ dan $4,88\%$, sedangkan TVP memiliki kadar serat sebesar 5% . Nuget nabati formulasi terpilih dapat digolongkan ke dalam produk pangan yang mengandung serat pangan tinggi yaitu di atas $6 \text{ g per } 100 \text{ g}$ (BPOM, 2011).

KESIMPULAN

Nugget nabati yang dibuat dari pasta kacang arab dan irisan akar lotus pada rasio 75:25 dengan tepung maizena sebagai *filler* merupakan nugget nabati terpilih. Nugget nabati formulasi terpilih memiliki karakteristik fisikokimia yang meliputi 40,20±0,42% kadar air; 3,44±0,02% kadar abu; 6,73±0,04% kadar lemak; 7,36±0,02% kadar protein; 42,24±0,54% kadar karbohidrat (*by difference*); 8,49% kadar serat pangan, *hardness*, *springiness*, dan *cohesiveness* masing-masing sebesar 165,21±7,82 *g.force*; 0,37±0,01 mm; 0,59±0,03 *kg.sec*; *lightness* sebesar 52,71±2,11; dan *frying loss* sebesar 8,21±2,15%.

SARAN

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terhadap masa simpan dan perubahan warna nugget nabati. Selain itu, perlu dilakukan pula pengujian sensori untuk mengetahui penerimaan panelis terhadap nugget nabati yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. N., Hassan, C.Z., Norlelawati, A., & Huda-Faujan, N. (2018). Physicochemical properties and consumer preference of imitation chicken nuggets produced from chickpea flour and textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 25(3), 1016-1025.
- Amante, P. R., Santos, E. C. Z., Correia, V. T. D. V., & Fante, C. A. (2021). Benefits and possible food applications of arrowroot (*Maranta Arundinaceae* L.). *Journal of Culinary Science & Technology*, 19(6), 513-521. <https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1791295>
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (1995). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. AOAC International.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. AOAC International.
- Astawan, M., Adiningsih, N. R., & Palupi, N. S. (2014). Evaluasi kualitas nugget tempe dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*, 23(3), 244-255.
- Avilés-Gaxiola, S., Chuck-Hernández, C., & Serna Saldívar, S. O. (2018). Inactivation methods of trypsin inhibitor in legumes: a review. *Journal of Food Science*, 83(1), 17-29. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13985>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2014). *Nugget Ayam (Chicken Nugget)* SNI 6683:2014. Badan Standarisasi Nasional.
- Cornelia, M., & Kartika, N. (2022). Utilization of seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) flour as filler in making tempeh nugget. *Proceeding Global Conference on Innovation in Science Technology Engineering*

- and *Mathematics* (pp. 66-73), Tangerang, Indonesia.
- Devadason, L. P., Anjaneyulu, A. S. R., & Babji, Y. (2010). Effect of different binders on the physic-chemical, textural, histological, and sensory qualities of retort pouched buffalo meat nuggets. *Journal of Food Science*, 75(1), 31-35. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01399.x>
- Du, C., Jiang, F., Jiang, W., Ge, W., & Du, S. K. (2020). Physicochemical and structural properties of sago starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164(3), 1785-1793. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.310>
- Evanuarini, H. (2012). Chicken nuggets quality affected by the egg white addition. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 5(2), 17-22.
- Faijah, F., Fadilah, R., & Nurmila, N. (2020). Perbandingan tepung tapioka dan sagu pada pembuatan briket kulit buah nipah (*Nypafruticans*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(2), 201-210.
- Hack, Y. K., Kim, K. J., Lee, J.W, Kim, G.W., Choe, J.H., Kim, H.W., Yoon, Y., & Kim, C.J. (2015). Quality evaluation of chicken nugget formulated with various contents of chicken skin and wheat fibre mixture. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(1), 19-26. <https://doi.org/10.5851/2Fkosfa.2015.35.1.19>
- Herrera A. C., & Gonzalez de Mejia, E. (2021). Feasibility of commercial breadmaking using chickpea as an ingredient: functional properties and potential health benefits. *Journal of Food Science*, 86(6), 2208-2224. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15759>
- Hidayat, B. T., Wea, A., & Andriati, N. (2018). Physicochemical, sensory attributes and protein profile by sds-page of beef sausage substituted with texturized vegetable protein. *Food Research*, 2(1), 20-31. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(1\).106](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(1).106)
- Hirayani, H. (2014). Nutritional composition of chickpea (*Cicerarietinum-L*) and value-added products-a review. *Indian Journal of Community Health*, 26(2), 102-106.
- Inarest, A. (2014). Pengaruh penggunaan jenis sumber protein dan jenis filler yang berbeda dalam pembuatan nugget ampas tahu. *Food Science and Culinary Education Journal*, 3(1), 56-62.
- Indiarto, R., Nurhadi, B., & Subroto, E. (2012). Kajian karakteristik tekstur (*texture profile analysis*) dan organoleptik daging ayam asap berbasis teknologi asap cair tempurung kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 106-116.
- Indrianti, N., Kumalasari, R., Ekafitri, R., & Darmajana, D.A. (2013). Pengaruh penggunaan pati ganyong, tapioka, dan mocaf sebagai bahan substitusi terhadap sifat fisik mie jagung instan. *Agritech*, 33(4), 391-398.
- Komansilan, S. (2015). Pengaruh penggunaan beberapa jenis *filler* terhadap sifat fisik *chicken nugget* ayam petelur afkir. *Jurnal Zootek*, 35(1), 106-116. <https://doi.org/10.35792/zot.35.1.20>

[15.7107](#)

- Loa, W. M. (2012). *Pengaruh jenis filler, binder, dan batter terhadap karakteristik nugget kedelai* (Undergraduate Thesis). Universitas Pelita Harapan, Food Technology Study Program, Tangerang, Indonesia.
- Nishinari, K., Kohyama, K., Kumagai, H., Funami, T., & Bourne, M. C. (2013). Parameters of texture profile analysis. *Food Science and Technology Research*, 19(3), 519-521.
<https://doi.org/10.3136/fstr.19.519>
- Parinduri, M., Rusmarilin, H. & Limbong, L. N. (2016). Pengaruh perbandingan tepung kedelai germinasi dengan tapioka dan perbandingan daging ayam dengan bubur rebung terhadap mutu nugget rebung. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(3), 341-350.
- Parwansyah, Tamrin, & Hermanto. (2017). Pengaruh formulasi tepung sagu (*Metroxylonsp.*) dan tepung ubi kayu terfermentasi terhadap penilaian organoleptik dan nilai gizi bakso daging sapi. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 2(4), 716-728.
- Pebri, A., Sukmiwati, M., & Dahlia. (2015). Pengaruh penambahan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap penerimaan konsumen produk nugget udang rebon (*Acetes erythraeus*) kering. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 2(2), 1-13.
- Polesi, L. F., Sarmiento, S. B. S., & Anjos, C. B. P. (2011). Composition and characterization of pea and chickpea starches. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(1), 74-81.
- Rahimi, J., & Ngadi, M. O. (2014). Effect of batter formulation and pre-drying time on oil distribution fractions in fried batter. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 820-826.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.038>
- Rahma, P., & Sutrisno, A. (2017). Sosis analog berbasis tempe kedelai hitam (*Glycine soja*) (perbedaan persentase gel glukomanan dan jenis pati). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), 74-84.
- Razzaq, A. R. A., Kadir, S. S. S. A., Ahmad, C. N. N. A. C., Rahman, A. W. A. R. A., Harun, H., Rohiat, M. A., & Ismail, R. M. F. H. R. (2021). Processed food innovation using oyster mushroom. *Research and Innovation in Technical and Vocational Education and Training*, 1(2), 197-202.
- Richana, N., & Suarni. (2011). *Teknologi Pengolahan Jagung*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor.
- Rohaya, S., El Husna, N., & Bariah, K. (2013). Penggunaan bahan pengisi terhadap mutu nugget vegetarian berbahan dasar tahu dan tempe. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(1), 7-16.
- Sadaf, J., Bibi, A., Raza, S., Waseem, K., Jilani, M. S., & Ullah, G. (2013). Peanut butter incorporation as substitute for shortening in biscuits: composition and acceptability studies. *International Food Research Journal*, 20(5), 3243-4247.
- Schirmer, M., Höchstötter, A., Jekle, M., Arendt, E., & Becker, T. (2013). Physicochemical and morphological characterization of different starches with variable

- amylose/amylopectin ratio. *Food Hydrocolloids*, 32(1), 52-63. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.11.032>
- Singh, M., Bisht, I. S., & Dutta, M. (2014). *Broadening the Genetic Base of Grain Legumes*. Springer.
- Sharima-Abdullah, N., Hassan, C. Z., Arifin, N., & Huda-Faujan, N. (2018). Physicochemical properties and consumer preference of imitation chicken nuggets produced from chickpea flour and textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 25(3), 1016-1025.
- Soedirga, L. C., Matita, I. C., & Wijaya, T. E. (2020). Karakteristik fisikokimia tepung kembang kol hasil pengeringan dengan pengering kabinet dan oven. *FaST- Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 4(2), 57-68.
- Sotoodeh, M. S., & Soltanizadeh, N. (2020). Evaluation the role of breadding particle size and soy protein isolate on physicochemical properties of chicken nugget. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(5), 629-641. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i5.82491>
- Swami, S. B., Das, S. K., & Maiti, B. (2007). Texture profile analysis of cooked sun-dried nuggets (Bori) prepared with different levels of moisture content and percent air incorporation in its batter. *International Journal of Food Engineering*, 3(5), 1-15. <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1155>
- Tako, M., Tamaki, Y., Teruya, T., & Takeda, Y. (2014). The principles of starch gelatinization and retrogradation. *Food and Nutrition Sciences*, 5(3), 280-291. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.53035>
- Tess, E. C., Cooper, R. F., & Goldsby, D. L. (2015). The constant-hardness creep compliance of polycrystalline ice. *Geophysical Research Letters*, 42(15), 6261-6268. <https://doi.org/10.1002/2015GL064666>
- Tsuruta, Y., Nagao, K., Shirouchi, B., Nomura, S., Tsuge, K., Koganemaru, K., & Yanagita, T. (2012). Effects of lotus root (the edible rhizome of *Nelumbo nucifera*) on the development of non-alcoholic fatty liver disease in obese diabetic db/db mice. *Bioscience, Biotechnology & Biochemistry*, 76(3), 462-466. <https://doi.org/10.1271/bbb.110745>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2018). *Lotus Root, Raw*. Retrieved November 22, 2022 from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169250/nutrients>
- Waha, K., Van Wijk, M. T., Fritz, S., See, L., Thornton, P. K., Wichern, J., & Herrero, M. (2018). Agricultural diversification as an important strategy for achieving food security in Africa. *Global Change Biology*, 24(8), 3390-3400. <https://doi.org/10.1111/gcb.14158>
- Wallace, T., Murray, R., & Zelman, K. M. (2016). The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. *Nutrients*, 8(12), 1-10. <https://doi.org/10.3390/nu8120766>