



Rasio Tapioka : Tepung Tulang Ikan Mujahir (*Oreochromis mossambicus*) Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Kerupuk yang Dihasilkan

Gyan Agusta¹, Retnani Rahmiati², Bambang Sigit³, Kejora Handarini⁴

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

DOI : [10.26623/jtphp.v20i2.12144](https://doi.org/10.26623/jtphp.v20i2.12144)

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 6 Juni 2025

Direvisi 10 Agustus 2025

Disetujui 10 Agustus 2025

Keywords:

Crackers; fish bones;
processing; tapioca;
taste test

Abstrak

Kerupuk adalah cemilan bertekstur kering, memiliki rasa yang enak dan renyah sehingga dapat membangkitkan selera makan dan disukai oleh semua lapisan masyarakat. Salah satu alternatif untuk meningkatkan kandungan kalsium pada kerupuk adalah memanfaatkan tepung tulang ikan dalam bentuk produk kerupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tapioka : tepung tulang ikan mujahir terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik kerupuk yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yaitu rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir terdiri dari 4 perlakuan, yaitu P1 10% (80:10 g), P2 20% (70:20 g), P3 30% (60:30 g) dan P4 40% (50:40 g). Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Variabel pengamatan meliputi uji daya serap minyak, daya kembang kerupuk, kadar air, kadar protein, kadar kalsium, organoleptik serta uji efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tapioka : tepung tulang ikan mujahir memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik kerupuk yang dihasilkan. Rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir P2 20% (70:20 g) merupakan perlakuan dengan indeks efektivitas tertinggi dengan jumlah Nilai Hasil (NH) yaitu 0,943 yang memberikan nilai daya serap minyak 56%, daya kembang kerupuk 15,33%, kadar air 7,79%, kadar protein 4,94%, kadar kalsium 223,33 mg/100 g, organoleptik yang disukai panelis dengan nilai warna 3 (cukup suka), rasa 3 (cukup suka), aroma (suka) dan tekstur (cukup suka). Hasil penelitian menunjukkan tepung tulang ikan mujahir dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan kerupuk.

Abstract

Crackers are dry textured snacks, have a delicious and crunchy taste so that they can stimulate appetite and are liked by all levels of society. This study aims to determine the effect of tapioca substitution: mujahir fish bone flour on the physical, chemical and organoleptic properties of the crackers produced. This study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD), namely the ratio of tapioca: mujahir fish bone flour consisting of 4 treatments, namely P1 10% (80:10 g), P2 20% (70:20 g), P3 30% (60:30 g) and P4 40% (50:40 g). The results showed that the substitution of tapioca: mujahir fish bone flour had a significant effect on physical properties, chemical and organoleptic of the crackers produced. The ratio of tapioca: tilapia fish bone flour P2 20% (70:20 g) is the treatment with the highest effectiveness index in producing crackers with the total Yield Value (NH) of 0.943 with an oil absorption capacity of 56%, expansion capacity of 15.33%, water content of 7.79%, protein content of 4.94%, calcium content of 223.33 mg/100 g, organoleptics preferred by panelists with a color value of 3 (quite like), taste of 3 (quite like), aroma (like) and texture (quite like). The results of the study showed that tilapia fish bone flour can be used as a substitute in making crackers.

PENDAHULUAN

Kerupuk adalah cemilan bertekstur kering, memiliki rasa yang enak dan renyah sehingga dapat membangkitkan selera makan dan disukai oleh semua lapisan masyarakat (Lilir dkk., 2021). Berbagai jenis kerupuk telah dikembangkan dan telah dipasarkan secara komersil. Kerupuk tersebut dinamakan berdasarkan komposisi utama bahan penyusunnya seperti kerupuk tapioka, kerupuk ikan, kerupuk udang, kerupuk cumi dan lainnya (Pakpahan dan Nelinda, 2019). Kerupuk yang terbuat dari tapioka memiliki tekstur lebih renyah karena menghasilkan rongga udara pada saat kerupuk digoreng (Rahman dan Dwiani, 2021).

Diversifikasi bahan baku kerupuk terus dikembangkan tidak hanya untuk meningkatkan cita rasa, tetapi juga untuk memperkaya kandungan gizinya, salah satunya dengan penambahan tepung wortel. Sifat mudah rusak dari wortel yang mendasari pembuatan bahan setengah jadi seperti tepung wortel (Frits dkk., 2022). Penggunaan wortel dapat menjadi cara untuk meningkatkan nilai gizi kerupuk (Marlan, 2024). Tepung wortel dapat menambah mutu produk karena memiliki kandungan beta karoten sebagai sumber pewarna alami (Lismawati dkk., 2021). Tepung wortel yang bagus umumnya memiliki karakteristik kadar air yang rendah, serat kasar yang cukup tinggi, warna yang disukai dan mengandung beta karoten (Putranto, 2021).

Selain wortel yang berperan dalam peningkatan nilai gizi dan warna, penggunaan tepung tulang ikan juga banyak diteliti sebagai upaya fortifikasi gizi, khususnya dalam untuk peningkatan Kalsium pada produk pangana seperti kerupuk. Penambahan 12% tepung tulang ikan gabus dalam tapioka pada pembuatan kerupuk merupakan perlakuan yang disukai panelis untuk atribut warna dan rasa, serta menghasilkan kadar air 3,20%, kalsium 0,14% dan daya kembang 16,38% (Yuliani dkk., 2018). Syah dkk (2018) mengungkapkan penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk rambak tapioka yang memberikan kadar kalsium tertinggi yaitu proporsi tepung tulang ikan 20% sebesar 5,62%, kadar air 11,83%, protein 2,29%, daya kembang 51,76% serta organoleptik yang disukai panelis. Belum adanya penelitian pembuatan kerupuk tulang ikan dengan substitusi tulang ikan mujahir sebagai sumber kalsium. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dimaksudkan dengan tujuan mengetahui pengaruh substitusi tapioka dan tepung tulang ikan mujahir terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik kerupuk yang dihasilkan.

METODE

Bahan

Bahan dasar pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir meliputi tepung tulang ikan mujahir, tapioka, tepung wortel, bawang putih, gula, garam, MSG, minyak goreng, air, serta daun pisang. Bahan analisis kimia meliputi tissue (Passeo), kertas kue (Le Bakers), aqua gelas, HCl 0,1 N (Indo Reagent), CuSO₄ (Terusi), NaOH 0,1 N (Merck), H₂SO₄ pekat (Merck), indikator fenolftalein 1% (Supelco), baku kalsium CaCl₂·2H₂O (Merck KGaA), etanol 96% p.a (Merck KGaA), mureksid p.a (Merck KGaA), ammonium oksalat (Merck), dan aquades (Brataco).

Alat

Alat yang digunakan meliputi blender (Cosmos Blenz CB-802), food dehydrator (Wirastar Fdh-16), autoklaf (All American), ayakan 80 mesh (Futake), baskom, nampan plastik, pisau, sendok, garpu, cowek uleg, timbangan dapur (SF 400), panci dandang, telenan, kulkas. Alat untuk analisis meliputi oven laboratorium (Faithful), neraca analitik (Fujitsu FS-AR), desikator (Duran), cawan petri (petri dish), buret 50 mL (Pyrex), labu destilasi (pyrex), kondensor (Liebig), erlenmeyer 250 mL (Iwaki), pipet ukur (5, 10 & 15 mL, Pyrex), lampu spiritus, labu ukur 250 & 500 mL (Iwaki), beaker glass 100, 250 & 500 mL (Herma), statif, klem, gelas ukur 100 mL (Iwaki), Spektrofotometri

Ultraviolet Visibel (Optizen), tabung reaksi (Pyrex), labu ukur (Pyrex), pipet volume (Pyrex), corong (Pyrex), pipet tetes (Pyrex), kertas saring (Whatman).

Pembuatan tepung tulang ikan mujahir

Pembuatan tepung tulang ikan mengikuti prosedur Kondolele dkk., (2022) yang dimodifikasi. Proses dimulai dengan menyiapkan tulang ikan mujahir meliputi bagian tulang badan, tulang sirip dorsal dan anal, tulang sirip perut, tulang sirip renang dan ekor, tengkorak. Dilakukan pencucian hingga bersih, ditiriskan, direbus selama 30 menit untuk menghilangkan sisa daging, darah dan lemak, lakukan pencucian kembali hingga bersih dan tiriskan. Lakukan perebusan kedua, cuci dan tiriskan. Presto tulang dengan autoklaf untuk melunakkan tulang suhu 121°C selama 15 menit tekanan 1 atmosfer, lakukan pengeringan di food dehidrator selama 48 jam suhu 75±5°C. Haluskan tulang ikan dengan blender kecepatan high, pengayakan ukuran 80 mesh, didapatkan tepung tulang ikan mujahir.

Pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir

Pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir mengikuti prosedur Mahdalena dkk, (2021) yang dimodifikasi. Proses pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir dimulai dari persiapan bahan meliputi tepung tulang ikan, tapioka : tepung wortel menyesuaikan proporsi, bawang putih kupas 8 g, gula 8 g, garam 8 g, MSG 1 sdt (5 g), sedikit minyak goreng sebagai pelumas alas daun pisang, daun pisang 6 lembar 15 x 8 cm, air 5 liter. Dilakukan pencampuran bumbu (gula, garam, MSG, bawang putih) pada cobek dan tambah air 30 mL, tuang tapioka tepung wortel tepung tulang ikan dan bumbu dalam baskom, tambah air 40 mL. Adonan diaduk hingga kalis, dilakukan pencetakan, pengukusan 100 ±2°C selama 20 menit, pendinginan selama 12 jam atau semalam, pemotongan adonan kerupuk 1-2 mm, pengeringan menggunakan dehydrator suhu 80 ±5°C selama 18 jam, penggorengan kerupuk.

Penyiapan sampel (penggorengan kerupuk)

Proses penggorengan kerupuk dimulai dengan menyiapkan sampel kerupuk mentah serta minyak goreng, peralatan menggoreng meliputi wajan diameter 40 cm, kompor dan elpiji, spatula, piring saji, air minum serta tisu. Panaskan minyak goreng ±500 ml ke dalam wajan selama ±5 menit dengan api sedang hingga minyak goreng cukup panas dengan beberapa ciri - ciri seperti permukaan minyak tampak beriak dan bergetar, di celupkan sumpit kayu muncul gelembung halus di sekitarnya, dan aroma khas minyak mulai tercium. Minyak goreng yang digunakan cukup banyak agar kerupuk mengembang sempurna. Apabila minyak goreng sudah cukup panas, masukkan kerupuk sedikit demi sedikit, jangan langsung banyak agar ruang pengembangan cukup. Goreng kerupuk selama ± 10 - 15 detik hingga mengembang penuh dan matang yang ditandai dengan tidak muncul lagi gelembung minyak dari dasar wajan, suara desisan minyak mulai hilang, serta warna kerupuk mulai mencoklat akibat reaksi maillard (terutama bila kandungan tepung tulang ikan mujahir tinggi). Setelah dirasa matang, segera angkat dan tiriskan kerupuk dengan saringan spatula, diamkan selama beberapa menit ±5 - 10 menit. Hidangkan kerupuk pada piring saji yang dilapisi tisu (untuk menyerap minyak berlebih). Lakukan penilaian uji organoleptik (kondisi kerupuk matang), uji daya serap minyak dan daya kembang kerupuk (kondisi kerupuk sebelum dan sesudah digoreng).

Prosedur analisis daya serap minyak

Proses pembuatan Daya serap minyak merupakan kemampuan kerupuk di dalam menyerap minyak setelah digoreng. Daya serap minyak diukur dengan membandingkan berat kerupuk mentah (W1) dan berat kerupuk setelah digoreng (W2) (Kusumaningrum, 2009).

$$\% \text{ Daya serap minyak} = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100\%$$

Prosedur analisis daya kembang kerupuk

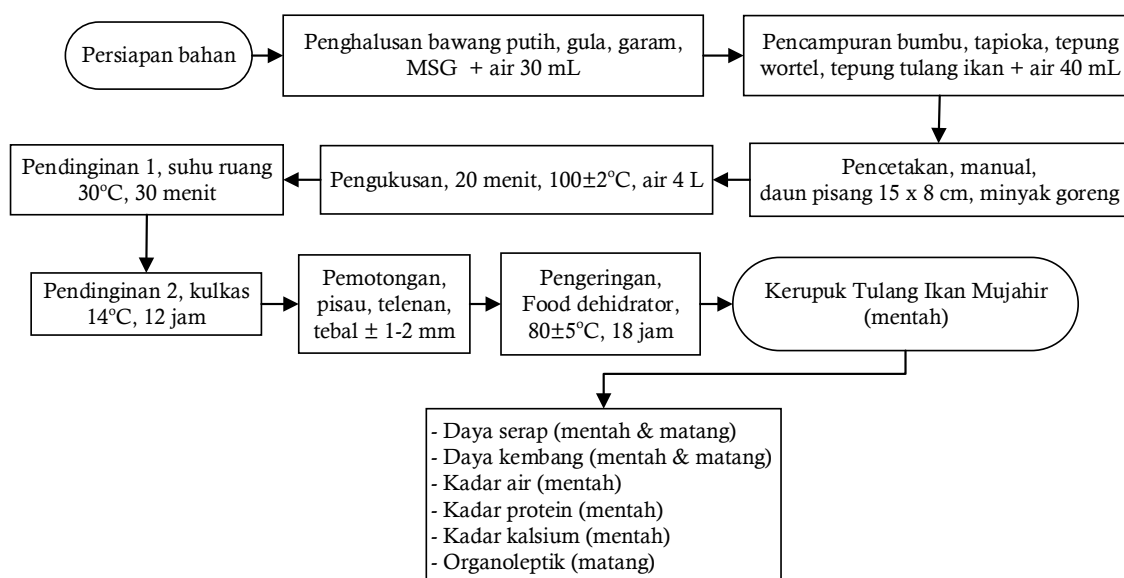
Cara mengukur daya kembang kerupuk adalah dengan menyiapkan alat ukur berupa benang dan penggaris. Kerupuk mentah diukur kelilingnya menggunakan benang. Selanjutnya mengukur kembali keliling kerupuk setelah digoreng untuk mengetahui besarnya daya kembang kerupuk (Murib dan Kartikawati, 2022). Daya kembang kerupuk diukur dengan membandingkan keliling kerupuk mentah (V_m) dan kerupuk yang telah digoreng (V_g). Rumus perhitungan daya kembang mengadopsi dari Kusumaningrum (2009).

$$\% \text{ Daya kembang kerupuk} = \frac{V_g - V_m}{V_m} \times 100\%$$

Prosedur uji organoleptik

Penilaian sifat organoleptik kerupuk dilakukan dengan pengamatan warna, rasa, aroma serta tekstur produk. Penilaian oleh panelis terlatih sejumlah 30 orang dengan standar tingkat kesukaan sampel yang digunakan adalah 1-2-3-4-5 (sangat tidak suka hingga sangat suka) (Juliana dkk., 2020). Pengukuran uji organoleptik dilakukan setelah penggorengan kerupuk (Wiyono dkk., 2023).

Flowchart pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir



Gambar 1. Flowchart pembuatan kerupuk tulang ikan mujahir

Metode analisa

Analisis yang dilakukan yaitu uji fisik dan kimia, uji organoleptik serta uji efektivitas. Uji fisik meliputi uji daya serap minyak dan daya kembang kerupuk metode Kusumaningrum (2009). Uji kimia meliputi uji kadar air dan kadar protein metode AOAC 2019, kadar kalsium metode SNI 2354.1.2010. Uji organoleptik meliputi penilaian warna, rasa, aroma dan tekstur dengan lima skala numerik menurut tingkat kesukaan dengan panelis terlatih sejumlah 30 orang (Juliana dkk., 2020), serta uji efektivitas untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan hasil paling memuaskan dari keseluruhan uji.

Statistik analisa

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yaitu rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu:

TPW : TTIM = 80 + (10 g) : 10 g (P1 10%)

TPW : TTIM = 70 + (10 g) : 20 g (P2 20%)

TPW : TTIM = 60 + (10 g) : 30 g (P3 30%)

TPW : TTIM = 50 + (10 g) : 40 g (P4 40%)

Keterangan: TPW = Tapioka (50 - 80 g) + Tepung wortel (10 g)

TTIM = Tepung tulang ikan mujahir (10 - 40 g)

Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *ANOVA* dan dilanjut uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% bila terdapat perbedaan yang nyata pada analisis fisik dan kimia, serta uji *Kruskal Wallis* dan dilanjut uji *Mann-Witney* taraf kepercayaan 95% bila terdapat perbedaan yang nyata pada analisis organoleptik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya serap minyak

Hasil uji *ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata perlakuan rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir terhadap daya serap minyak kerupuk ($p\text{ value}=,000 < 0,05$). Hasil uji *Duncan* tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Daya Serap Minyak

Tapioka :	Daya Serap Minyak (%)
Tepung Tulang Ikan	
P1 10% (80 : 10 g)	64,33±1,528 ^a
P2 20% (70 : 20 g)	56,00±1,000 ^b
P3 30% (60 : 30 g)	48,00±1,000 ^c
P4 40% (50 : 40 g)	42,67±1,528 ^d

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan* daya serap minyak kerupuk tulang ikan mujahir tertinggi diperoleh pada P1 yaitu 64,33% dan terendah diperoleh pada P4 yaitu 42,67%. Daya serap minyak pada kerupuk semakin tinggi seiring bertambahnya rasio tapioka. Hal ini disebabkan daya serap minyak kerupuk dipengaruhi oleh amilopektin pada tapioka yang membentuk struktur berpori dan menyediakan ruang untuk minyak masuk selama penggorengan, sedangkan tepung tulang ikan umumnya tidak mengandung pati, hal ini berarti yang mana makin tinggi tapioka yang ditambahkan makin tinggi juga daya serap minyak yang dihasilkan. Sesuai dengan pernyataan Suranto dkk (2023) yang melaporkan bahwa daya serap minyak kerupuk meningkat dengan seiring bertambahnya tapioka yang digunakan pada pembuatan kerupuk umbut kelapa sawit. Daya serap minyak pada kerupuk semakin rendah seiring bertambahnya rasio tepung tulang ikan. Hal ini karena tepung tulang ikan mengandung protein yang bisa mengambat amilopektin dalam menyerap minyak. Sejalan dengan laporan Asikin dkk (2024) yang mengungkapkan bahwa makin tinggi penambahan tulang ikan bandeng, daya serap kerupuk yang dihasilkan semakin menurun.

Daya kembang kerupuk

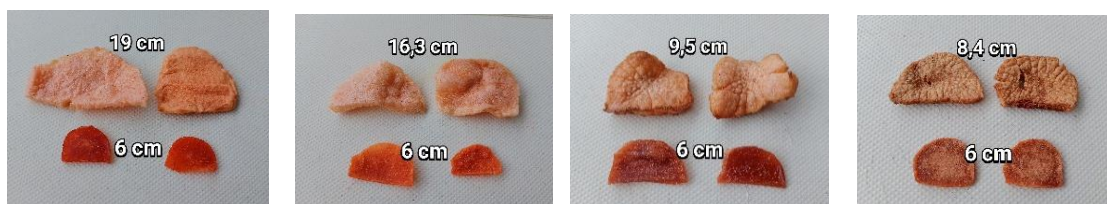
Berdasarkan hasil uji *ANOVA* diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir terhadap daya kembang kerupuk ($p\text{ value}=,000 < 0,05$). Hasil uji *Duncan* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Daya Kembang Kerupuk

Tapioka :	
Tepung Tulang Ikan	Daya Kembang (%)
P1 10% (80 : 10 g)	18,667±0,577 ^a
P2 20% (70 : 20 g)	15,333±0,577 ^b
P3 30% (60 : 30 g)	8,533±0,057 ^c
P4 40% (50 : 40 g)	7,300±0,1000 ^d

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Uji lanjut *Duncan* menunjukkan daya kembang kerupuk tulang ikan mujahir tertinggi yaitu P1 18,67% dan terendah yaitu P4 7,3%. Daya kembang pada kerupuk dipengaruhi oleh rasio tapioka yang digunakan, yang mana makin banyak tapioka yang ditambahkan makin tinggi daya kembang kerupuk yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan Dewi (2020) yang menyatakan bahwa adanya kandungan pati pada pembuatan kerupuk akan membentuk kantung udara sebab adanya kandungan air pada bahan kerupuk saat proses gelatinisasi pati, sehingga kerupuk mekar saat digoreng. Daya kembang kerupuk menurun seiring bertambahnya rasio tepung tulang ikan mujahir. Hal ini terjadi karena makin banyaknya penambahan tepung tulang ikan mujahir sedangkan rasio tapioka yang digunakan menurun menyebabkan amilopektin kalah jumlah sehingga daya kembang yang dihasilkan tidak maksimal. Sejalan dengan pendapat Disyacitta dkk (2024) yang mengungkapkan bahwa pengembangan kerupuk saat penggorengan makin kecil bila dalam adonan terdapat penambahan bahan bukan pati dalam jumlah banyak. Perbedaan daya kembang tiap perlakuan pada kerupuk yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2.**

Daya kembang P1, P2, P3 dan P4 (kiri ke kanan)

Kadar air (AOAC, 2019)

Analisis *ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir terhadap kadar air kerupuk tulang ikan mujahir ($p\text{ value} = 0,000 < 0,05$). Hasil uji *Duncan* tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kadar Air Kerupuk

Tapioka :	
Tepung Tulang Ikan	Kadar Air (%)
P1 10% (80 : 10 g)	7,3867±0,180 ^a
P2 20% (70 : 20 g)	7,7933±0,083 ^{ab}
P3 30% (60 : 30 g)	8,0267±0,142 ^b
P4 40% (50 : 40 g)	11,1967±0,593 ^c

SNI 8272:2016
Maks. 12%

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan kadar air kerupuk tulang ikan mujahir tertinggi diperoleh pada P4 yaitu 11,20% sedangkan kadar air terendah diperoleh pada P1 yaitu 7,39%. Kadar air kerupuk sudah sesuai dengan SNI 8272:2016 mengenai kerupuk ikan yaitu maksimal 12%. Pengeringan dilakukan menggunakan alat food dehidrator merk *Wirastar*. Proses pengeringan kerupuk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Proses pengeringan kerupuk

Perbedaan rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir menyebabkan kadar air yang dihasilkan juga berbeda. Kadar air kerupuk menurun seiring berkurangnya rasio tapioka. Hal ini dikarenakan tapioka memiliki kemampuan mengikat air, yang mana makin rendah rasio tapioka yang ditambahkan, air yang terserap pada kerupuk mentah juga rendah. Sejalan dengan Umanahu dkk (2023) bahwa kadar air makin rendah seiring berkurangnya konsentrasi tapioka pada kerupuk tapioka. Konsentrasi tapioka yang tinggi memungkinkan pengikatan air juga lebih banyak. Kadar air kerupuk meningkat seiring bertambahnya tepung tulang ikan mujahir. Hal ini dikarenakan tepung tulang ikan memiliki kemampuan mengikat air sehingga makin tinggi rasio tepung tulang ikan, makin tinggi juga air yang diikat. Sesuai pendapat Andayani dkk (2022) bahwa tepung tulang ikan tongkol dapat mengikat air pada pembuatan cookies non gluten.

Kadar protein (AOAC, 2019)

Hasil analisis statistik *ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata perlakuan pemberian variasi proporsi tepung tulang ikan mujahir terhadap kadar protein kerupuk ($p\text{ value}=,000 < 0,05$). Hasil uji *Duncan* tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Kadar Protein Kerupuk

Tapioka :	Kadar Protein	
	(%)	
Tepung Tulang Ikan		
P1 10% (80 : 10 g)	4,8100±0,165 ^a	SNI 8272:2016 Min. 5% (Grade III)
P2 20% (70 : 20 g)	4,9433±0,230 ^a	
P3 30% (60 : 30 g)	5,3033±0,080 ^b	
P4 40% (50 : 40 g)	5,4600±0,052 ^b	
Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji <i>Duncan</i> taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.		

Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan kadar protein kerupuk tulang ikan mujahir tertinggi diperoleh pada P4 yaitu 5,46% sedangkan kadar protein terendah diperoleh pada P1 yaitu 4,81%. Rasio tepung tulang ikan yang meningkat membuat kadar protein kerupuk yang dihasilkan ikut meningkat, hal ini dikarenakan tepung tulang ikan sendiri memiliki kandungan protein. Sesuai dengan laporan Putra dkk (2015) yang menyatakan bahwa perlakuan penambahan tepung tulang ikan gabus yang semakin tinggi berpengaruh nyata dan memberikan peningkatan terhadap kadar protein kerupuk yang dihasilkan. Yuliani dkk (2018) menuturkan bahwa kandungan protein yang dihasilkan tinggi seiring penambahan tepung tulang ikan gabus pada pembuatan kerupuk tulang ikan.

Kadar kalsium (SNI 2354.1:2010)

Berdasarkan hasil uji *ANOVA* diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata perlakuan rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir terhadap kadar kalsium oleh kerupuk ($p\text{ value}=,000<0,05$). Hasil uji *Duncan* tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Kadar Kalsium Kerupuk

Tapioka :	Kadar Kalsium (%)
Tepung Tulang Ikan	
P1 10% (80 : 10 g)	176,33±10,214 ^a
P2 20% (70 : 20 g)	223,33±12,423 ^b
P3 30% (60 : 30 g)	244,67±1,155 ^c
P4 40% (50 : 40 g)	449,67±12,055 ^d

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Uji lanjut *Duncan* menunjukkan kadar kalsium kerupuk tulang ikan mujahir tertinggi diperoleh pada P4 yaitu 449,67 mg/100g sedangkan kadar kalsium terendah diperoleh pada P1 yaitu 176,33 mg/100g. Berdasarkan data analisis terlihat bahwa seiring penambahan tepung tulang ikan maka bertambah pula kandungan kalsium pada kerupuk tulang ikan mujahir, hal ini sejalan dengan laporan Disyacitta dkk (2024) yang menyatakan bahwa fortifikasi tepung tulang ikan tenggiri yang lebih banyak menyebabkan kadar kalsium kerupuk pangsit yang dihasilkan tinggi. Deborah dkk (2016) juga mengungkapkan bahwa makin tinggi penambahan tepung tulang ikan julung makin bertambah pula kandungan kalsium pada kerupuk yang dihasilkan. Syah dkk (2018) juga menuturkan bahwa semakin tinggi jumlah konsentrasi penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng pada kerupuk mampu meningkatkan kandungan kalsium pada kerupuk rambak tapioka.

Organoleptik**Warna**

Hasil uji *Kruskal Wallis* mendapat nilai Asymp. Sig. 0,00 < 0,05 memberikan pengaruh nyata terhadap warna kerupuk yang dihasilkan. Hasil uji *Mann-Whitney* tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Organoleptik Warna

Tapioka :	Warna
Tepung Tulang Ikan	
P1 10% (80 : 10 g)	5 ^a (sangat suka)
P2 20% (70 : 20 g)	3 ^b (netral)
P3 30% (60 : 30 g)	2 ^c (tidak suka)
P4 40% (50 : 40 g)	2 ^c (tidak suka)

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Perbedaan rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir yang ditambahkan menyebabkan warna kerupuk yang dihasilkan berbeda, hal ini karena tepung tulang ikan sendiri mengalami reaksi pencoklatan saat penggorengan berlangsung, ditambah rasio yang makin banyak sehingga warna kerupuk yang dihasilkan juga makin gelap. Sejalan dengan Putra dan Anna (2017) yang menyatakan bahwa saat penggorengan terjadi reaksi antara gula reduksi dengan asam amino dari tepung tulang

ikan bandeng yang disebut reaksi browning non enzimatis (reaksi Maillard) yang menyebabkan perubahan warna pencoklatan terhadap hasil kerupuk tulang ikan bandeng. Yuliani dkk (2018) menyebutkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung tulang ikan gabus memberikan kenaikan kadar kalsium dan protein kerupuk yang memberikan efek pada menurunnya kecerahan warna kerupuk.

Rasa

Berdasarkan hasil uji *Kruskal Wallis* mendapat nilai Asymp. Sig. $0,00 < 0,05$ memberikan pengaruh nyata terhadap rasa kerupuk yang dihasilkan. Hasil uji *Mann-Whitney* tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Organoleptik Rasa

Tapioka :	
	Rasa
Tepung Tulang Ikan	
P1 10% (80 : 10 g)	5 ^a (sangat suka)
P2 20% (70 : 20 g)	3 ^b (netral)
P3 30% (60 : 30 g)	2 ^c (tidak suka)
P4 40% (50 : 40 g)	2 ^c (tidak suka)

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Rasio tapioka : tepung tulang ikan yang berbeda pada 4 perlakuan memberikan rasa yang berbeda pula pada kerupuk yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan tepung tulang ikan, rasa yang dihasilkan lebih pahit dan tajam khas tulang ikan. Pernyataan ini sejalan dengan laporan Putra dan Anna (2017) bahwa tepung tulang ikan bandeng memiliki karakteristik rasa yang khas, sehingga makin tinggi komposisi tepung tulang ikan, makin tajam rasa gurih yang ada pada kerupuk. Yuliani dkk (2018) mengungkapkan bahwa substitusi tepung tulang ikan gabus yang tinggi menyebabkan rasa gurih dari kerupuk menurun namun cita rasa tulang ikan gabus jadi dominan.

Aroma

Hasil uji *Kruskal Wallis* mendapat nilai Asymp. Sig. $0,00 < 0,05$ memberikan pengaruh nyata terhadap aroma kerupuk yang dihasilkan. Hasil uji *Mann-Whitney* tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Organoleptik Aroma

Tapioka :	
	Aroma
Tepung Tulang Ikan	
P1 10% (80 : 10 g)	4 ^a (suka)
P2 20% (70 : 20 g)	4 ^b (suka)
P3 30% (60 : 30 g)	2 ^c (tidak suka)
P4 40% (50 : 40 g)	2 ^c (tidak suka)

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Rasio tapioka : tepung tulang ikan yang berbeda pada 4 perlakuan memberikan aroma yang berbeda pula pada kerupuk yang dihasilkan, ini dikarenakan semakin banyak penambahan tepung tulang ikan, aroma kerupuk yang dihasilkan amis menyengat dan langu sehingga kurang disukai panelis, pernyataan ini sejalan dengan Putra dan Anna (2017) bahwa produk makanan yang menggunakan bahan baku utama berupa tepung tulang ikan akan menghasilkan aroma yang cukup kuat. Lantu dkk (2024) mengungkapkan bahwa penambahan limbah perikanan (tulang dan kulit ikan) pada adonan cenderung membuat kerupuk yang dihasilkan memiliki aroma ikan yang cukup kuat.

Tekstur

Hasil uji *Kruskal Wallis* mendapat nilai Asymp. Sig. $0,00 < 0,05$ memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur kerupuk yang dihasilkan. Hasil uji *Mann-Whitney* tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Organoleptik Tekstur

Tapioka :	
Tepung Tulang Ikan	Tekstur
P1 10% (80 : 10 g)	4 ^a (suka)
P2 20% (70 : 20 g)	3 ^b (netral)
P3 30% (60 : 30 g)	2 ^c (tidak suka)
P4 40% (50 : 40 g)	2 ^c (tidak suka)

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan terdapat perbedaan diantara perlakuan dengan Uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% dengan ulangan tiap perlakuan sebanyak 3 kali.

Tekstur merupakan atribut yang penting dalam makanan renyah seperti kerupuk. Setiap makanan memiliki tekstur serta tingkat kesukaan panelis yang beragam, Tampilan organoleptik tekstur kerupuk yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Visual Tekstur Kerupuk P1, P2, P3 dan P4 (kiri ke kanan)

Rasio tapioka : tepung tulang ikan yang berbeda pada 4 perlakuan memberikan tekstur yang berbeda pula pada kerupuk yang dihasilkan, ini dikarenakan kalsium punya kemampuan meningkatkan kekakuan dan kerapuhan produk, sehingga makin banyak tepung tulang ikan yang ditambahkan, permukaan kerupuk juga makin nampak pecah saat digoreng. Hal ini sejalan dengan penelitian Lantu dkk (2024) bahwa penambahan hasil samping tulang ikan berpengaruh terhadap tekstur terutama kerenyahan dari kerupuk dikarenakan tepung tulang ikan tuna menambah kepadatan adonan kerupuk sehingga memengaruhi kerenyahan kerupuk. Mutu dkk (2024) mengungkapkan konsentrasi tepung tulang ikan kembung yang sedikit membuat tekstur kerupuk lebih renyah dan banyak disukai panelis.

Hasil keseluruhan

Berdasarkan hasil uji efektivitas yang telah dilakukan pada seluruh parameter yang terdiri atas uji fisik dan kimia dan organoleptik, dinyatakan bahwa perlakuan P2 20% (70 : 20 g) merupakan perlakuan dengan indeks aktivitas tertinggi dalam menghasilkan kerupuk tulang ikan mujahir dengan nilai hasil (NH) tertinggi, yaitu 0,943 sebagaimana tertera pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Hasil Uji Efektivitas Kerupuk

Parameter Uji	Nilai Hasil Perlakuan			
	P1 10%	P2 20%	P3 30%	P4 40%
Kadar kalsium	0	0,018	0,027	0
Warna	0,11	0,027	0	0
Rasa	0,11	0,036	0	0
Kadar air	0,1	0,089	0,083	0
Daya kembang	0,1	0,07	0,01	0
Kadar protein	0	0,018	0,067	0,09
Kerenyahan	0,1	0,045	0	0
Daya serap	0,09	0,55	0,022	0
Aroma	0,09	0,09	0	0
Jumlah	0,7	0,943*	0,2095	0,09

Keterangan: * = Perlakuan dengan indeks aktivitas tertinggi

Tabel di atas menunjukkan bahwa rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir 20% merupakan perlakuan dengan indeks efektivitas tertinggi dengan jumlah Nilai Hasil (NH) yaitu 0,943 yang memberikan nilai daya kembang sebesar 15,33%, daya serap minyak 56%, kadar air 7,79% (memenuhi syarat SNI), kadar protein 4,94% (mendekati SNI syarat Grade III), kadar kalsium 223,33 mg/100 g, serta nilai organoleptik yang disukai panelis.

KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa substitusi tapioka : tepung tulang ikan mujahir memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas kerupuk yang dihasilkan berdasarkan seluruh parameter yang diuji yaitu daya serap minyak, daya kembang kerupuk, kadar air, kadar protein, kadar kalsium serta uji organoleptik. Rasio tapioka : tepung tulang ikan mujahir perlakuan P2 20% (70 : 20 g) merupakan perlakuan dengan indeks efektivitas tertinggi dengan jumlah Nilai Hasil (NH) tertinggi yaitu 0,943 dalam menghasilkan kerupuk dengan perolehan daya serap minyak 56%, daya kembang kerupuk 15,33%, kadar air 7,79%, kadar protein 4,94%, kadar kalsium 223,33 mg/100 g, organoleptik yang disukai panelis dengan nilai warna 3 (cukup suka), rasa 3 (cukup suka), aroma (suka) dan tekstur (cukup suka). Hasil menunjukkan tepung tulang ikan mujahir dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan kerupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2019. *Official Methods of Analysis*. AOAC International. Arlington USA.
- Andayani, SN., Br Sitepu, GS., Budiarta, IN dan Damayanti. 2022. Karakterisasi kimia dan sensori cookies non-gluten dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol (*euthynnus affinis*) sebagai alternatif makanan ringan penderita celiac. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*. 11(2): 257-266.
- Asikin, AN., Diachanty, S dan Rusdi, I. 2024. Karakteristik fisik dan kimia kerupuk produk ukm kabupaten kutai kartanegara. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 27(5): 362-376.
- Deborah, T., Afrianto, E dan Pratama, RI. 2016. Fortifikasi tepung tulang julung julung sebagai sumber kalsium terhadap tingkat kesukaan kerupuk. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7(1): 48-53.
- Dewi, YK. 2020. Karakteristik fisik dan kimia kerupuk sabrang (*Coleus tuberosus*) pada variasi pemberian umbi sabrang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 8(4): 226-233.
- Disyacitta, C., Astuti, S., Susilawati, S dan Koesoemawardani, D. 2024. Sifat kimia, fisik dan sensori kerupuk pangsit pada berbagai konsentrasi tepung tulang ikan tenggiri. *Edufortech*. 9(1): 1-10.
- Frits, CE., Tangkere, T dan Rogahang, S. 2022. Pengembangan *daucus carota* L untuk olahan. *Jurnal Gearbox Pendidikan Teknik Mesin*. 4(1): 22-34.
- Kondolele, SL., Asikin, AN., Kusumaningrum, I., Diachanty, S dan Zuraida, I. 2022. Pengaruh suhu perebusan terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung tulang ikan tenggiri (*scomberomorus commerson*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 10(3): 177-184.

- Kusumaningrum, I. 2009. Analisis Faktor Daya Kembang dan Daya Serap Kerupuk Rumput Laut pada Variasi Proporsi Rumput Laut (*Eucheumacottoni*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(2):63-68.
- Lantu, LS., Ahmad, IG dan Manteu, SH. 2024. Jurnal pengolahan perikanan tropis peningkatan nilai tambah hasil samping ikan tuna (*thunnus sp.*) sebagai bahan baku kerupuk. *Jurnal Pengolahan Perikanan Tropis*. 3(2): 126-132.
- Lilir, FB., Palar, CKM dan Lontaan, N. 2021. Pengaruh lama pengeringan terhadap proses pengolahan kerupuk kulit sapi. *Zootec*. 41(1): 214-222.
- Lismawati., Tutik dan Nofita. 2021. Kandungan beta karoten dan aktivitas antioksidan terhadap ekstrak buah labu kuning (*cucurbita moschata*). *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*. 7(2): 263-273.
- Mahdalena, R., Sumardianto dan Fahmi, AS. 2021. Mutu kerupuk ikan tenggiri dengan penggunaan jenis pasir yang berbeda sebagai media penyangraian. *Jurnal Fishtech*. 10(2): 109-119.
- Marlan, Quddus, AA dan Mardiana. 2024. Karakteristik kimia dan akseptabilitas kerupuk beras merah dengan penambahan tepung wortel substandar. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 14(2): 32-42.
- Mutu, MD., Husain, R dan Nento, WR. 2024. Karakteristik mutu kerupuk tepung singkong (*manihot sp*) yang difortifikasi tepung tulang ikan kembung (*rastrelliger sp*). *Jurnal Kajian Ilmiah Multidisipliner*. 8(8): 124-139.
- Pakpahan, N dan Nelinda. 2019. Studi karakteristik kerupuk: pengaruh komposisi dan proses pengolahan. *Teknologi Pengolahan Pertanian*. 1(1): 28-38.
- Putra, BH dan Anna, C. 2017. Pengaruh proporsi tepung tulang ikan bandeng (*Chanos Chanos*) terhadap sifat organoleptik kerupuk bawang. *E-Journal Boga*. 5(3): 100-108.
- Putra, MRA., Nopianti, R dan Herpandi. 2015. Fortifikasi tepung tulang ikan gabus (*channa striata*) pada kerupuk sebagai sumber kalsium. *Fishtech-Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 4(2): 128-139.
- Putranto, K. 2021. Pengaruh suhu dan jangka waktu pengeringan wortel terhadap beberapa karakteristik tepung wortel. *AGRITEKH (Jurnal Agribisnis Dan Teknologi Pangan)*. 2(1): 52-63.
- Rahman, S dan Dwiani, A. 2021. Pengaruh substitusi tepung tapioka dan tepung terigu serta lama waktu pengukusan terhadap mutu kerupuk sape. *Jurnal Triton*. 12(1): 45-57.
- Suranto, ISA., Widyasaputra, R dan Hastuti, S. 2023. Pembuatan kerupuk berbasis perbandingan tepung umbut kelapa sawit dengan tapioka dan penambahan tepung tempe. *Agroforetech*. 1(6): 420-436.
- Syah, DR., Sumardianto dan Rianingsih, L. 2018. Pengaruh penambahan tepung kalsium tulang ikan bandeng (*chanos chanos*) terhadap karakteristik kerupuk rambak tapioka. *J. Peng & Biotek. Hasil Pi*. 3(2): 91-102.
- Simanungkalit, LS., Subekti, S dan A.S. Nurani. 2018. Uji penerimaan produk cookies berbahan dasar tepung ketan hitam. *Media Pendidikan, Gizi dan Kuliner*. 7(2): 31-43.
- Untailawan, R dan Wijaya, J. 2021. Studi kandungan kalsium dalam tepung tulang ikan. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*. 11(1): 55-60.
- Yuliani., Marwati., Wardana, H., Emmawati, A dan Candra, KP. 2018. Karakteristik kerupuk ikan dengan substitusi tepung tulang ikan gabus (*channa striata*) sebagai fortifikan kalsium. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 258-265.