

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian parameter penelitian meliputi kadar air, daya ikat air, susut masak, rendemen, dan nilai hedonik bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati dijabarkan sebagai berikut.

4.1 Kadar Air

Hasil pengujian kadar bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi berbeda dicantumkan dalam Tabel 4. Data lengkap hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil analisis statistik uji ANOVA dan uji lanjut DMRT dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4. Kadar Air Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Kadar Air (%)
0	64,67 ± 0,44 ^a
0,3	65,44 ± 0,78 ^{ab}
0,6	65,95 ± 0,28 ^{bc}
0,9	66,56 ± 0,96 ^{bc}
1,2	67,06 ± 1,06 ^c

Keterangan: Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter kadar air bakso ikan nila. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dan 0,3%, antara

konsentrasi 0,3%, 0,6%, dan 0,9%, serta antara konsentrasi 0,6%, 0,9% dan 1,2%. Namun, terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dengan 0,6%, 0,9%, dan 1,2%, serta antara konsentrasi 0,3% dengan 1,2%. Perlakuan penambahan tepung porang pada konsentrasi 1,2% menghasilkan kadar air tertinggi yaitu sebesar 67,06%, sedangkan perlakuan tanpa penambahan tepung porang menghasilkan nilai kadar air terendah yaitu sebesar 64,67%. Hasil pengujian rendemen yang terdapat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan nilai kadar air bakso ikan nila seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung porang yang ditambahkan dalam formulasi bakso ikan nila.

Parameter kadar air pada bakso sangat penting untuk diketahui karena dapat menentukan kualitas dan ketahanan produk. Menurut Zambrano *et al.* (2019), kadar air didefinisikan sebagai jumlah kandungan yang terdapat dalam suatu produk pangan. Kadar air pada produk pangan dapat dipengaruhi oleh kemampuan produk dalam menyerap dan menahan air (Wijayanti *et al.*, 2023; Amalia *et al.*, 2023). Kadar air bakso berkaitan dengan kemampuan matriks bakso dalam mengikat dan menahan air di dalamnya. Hal ini diperkuat oleh Mandasari *et al.* (2024) yang menjelaskan bahwa semakin sedikit air yang terperangkap dalam matriks bakso maka kadar air bakso cenderung semakin rendah.

Kadar air yang rendah pada bakso tanpa penambahan tepung porang diduga karena tidak adanya glukomanan yang dapat membantu mengikat dan menahan air dengan baik dalam matriks produk. Sementara itu, peningkatan kadar air pada bakso ikan nila seiring meningkatnya konsentrasi tepung porang. Hal ini berkaitan

dengan adanya glukomanan dalam tepung porang yang merupakan hidrokoloid sehingga dapat menyerap air secara kuat. Rahmawati *et al.* (2021) menambahkan bahwa glukomanan diketahui mampu menyerap air mencapai 200 kali bobotnya. Kemampuan menyerap air oleh glukomanan juga berkaitan dengan berat molekul glukomanan. Berat molekul glukomanan cukup tinggi yaitu berkisar 200,000–2,000,000 Dalton dimana hal ini yang membuat glukomanan mudah berinteraksi dengan molekul air (Masniawati *et al.*, 2023; Wu *et al.*, 2022). Hasibuan *et al.* (2024) menambahkan bahwa glukomanan juga memiliki viskositas yang cukup tinggi (40000 mPa S), yang menunjukkan kemampuannya dalam menyerap air.

Glukomanan memiliki sejumlah besar gugus hidroksil (-OH) yang berperan dalam pembentukan ikatan hidrogen yang kuat melalui interaksinya dengan molekul air sehingga menjadikan glukomanan bersifat hidrofilik yang mampu menyerap dan mengikat air dengan baik (Kapoor *et al.*, 2024; Jayakody *et al.* 2023). Hal ini menyebabkan glukomanan mampu menurunkan jumlah air bebas dan air terikat lemah dalam suatu matriks produk. Menurut penelitian Wang *et al.* (2023), glukomanan mampu membuat air bebas dan air terikat lemah menjadi air yang lebih terikat kuat karena glukomanan memiliki hidrofilisitas yang kuat dan kapasitas pengikatan air yang tinggi dimana gugus hidroksil pada rantai molekul glukomanan dapat mengurangi mobilitas air melalui pertukaran proton.

Meningkatnya kadar air bakso tidak hanya karena kemampuan glukomanan dalam menyerap air, tetapi juga karena glukomanan mampu mengembang dan membentuk jaringan gel. Glukomanan dalam air dapat mengembang hingga mencapai 138–200% serta dapat membentuk matriks gel saat proses pemanasan

(Amaliyah *et al.*, 2023; Lufiana *et al.*, 2023). Hal tersebut menyebabkan air semakin terperangkap dalam matriks gel bakso dan sulit untuk keluar dari jaringan gel selama pemasakan. Maka dari itu, kandungan air dalam bakso ikan nila yang ditambahkan tepung porang lebih tinggi nilainya jika dibandingkan dengan bakso yang tidak ditambahkan tepung porang. Peningkatan kadar air juga didukung oleh glukomanan yang berkontribusi dalam memperkuat matriks gel bakso melalui interaksinya dengan protein. Glukomanan mampu mengisi ruang pada jaringan gel protein miofibril ikan nila sehingga matriks yang terbentuk lebih kokoh (Jian *et al.*, 2016; Wu *et al.*, 2022). Maka dari itu, bakso yang ditambahkan tepung porang menghasilkan kadar air yang lebih tinggi karena matriks yang dihasilkan lebih kokoh sehingga mampu memerangkap lebih banyak air dalam matriks terutama saat proses termal.

Kemampuan glukomanan dalam mengikat air dan memperkuat jaringan protein juga berkaitan dengan kemampuan matriks gel bakso dalam mempertahankan air di dalamnya ketika mendapatkan perlakuan dari luar, dimana hal ini dapat terlihat dari nilai daya ikat air bakso ikan nila yang juga semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung porang. Berdasarkan SNI 7266:2017, maksimal kadar air bakso ikan adalah 70%. Kadar air bakso ikan nila pada penelitian ini berkisar antara 64,67–67,06% sehingga telah memenuhi standar SNI yang ditetapkan. Hasil kadar air pada penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan penelitian Puspitasari dan Adawyah (2017) yang melaporkan bahwa kadar air bakso ikan nila dengan substitusi tepung labu kuning berkisar antara 54,33–62,22%.

4.2 Daya Ikat Air

Hasil pengujian daya ikat air bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi berbeda tercantum dalam Tabel 5. Data lengkap nilai daya ikat air dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil analisis statistik uji ANOVA dan uji lanjut DMRT dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 5. Daya Ikat Air Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Daya Ikat Air (%)
0	89,19 ± 1,83 ^a
0,3	92,33 ± 0,95 ^b
0,6	93,42 ± 0,90 ^{bc}
0,9	94,12 ± 1,30 ^{bc}
1,2	94,84 ± 1,04 ^c

Keterangan: Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan ANOVA diketahui bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter daya ikat air bakso ikan nila. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dengan seluruh perlakuan lainnya serta antara konsentrasi 0,3% dengan 1,2%. Uji DMRT juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3%, 0,6%, dan 0,9%, serta antara konsentrasi 0,6%, 0,9%, dan 1,2%. Perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 1,2% menghasilkan nilai daya ikat air paling tinggi yaitu sebesar 94,84%, sedangkan perlakuan tanpa penambahan tepung porang menunjukkan nilai paling rendah yaitu sebesar 89,19%. Hasil pengujian daya ikat air pada Tabel 5 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai

daya ikat air pada bakso ikan nila seiring bertambahnya konsentrasi tepung porang dalam formulasi bakso ikan nila.

Daya ikat air merupakan parameter yang dapat menentukan kualitas daging atau produk daging karena berkaitan dengan kemampuan produk dalam mengikat dan menahan air yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Menurut Wijayanti *et al.* (2023), daya ikat air menggambarkan kemampuan matriks produk untuk mempertahankan air di dalamnya. Szmanko *et al.* (2021) menambahkan bahwa daya ikat air menunjukkan seberapa baik daging dalam mempertahankan air dalam jaringannya ketika mendapatkan perlakuan eksternal seperti tekanan. Oleh karena itu, parameter ini dapat menggambarkan keutuhan dan kestabilan struktur akhir produk setelah melalui proses pengolahan. Menurut Barbut (2024), kemampuan daging dalam mempertahankan air di dalamnya memiliki kaitan dengan interaksi yang terjadi antara molekul air dengan protein daging. Besarnya nilai daya ikat air produk menindikasikan semakin besar persentase air mampu yang diikat dan dipertahankan oleh produk (Wariyah dan Riyanto, 2018).

Nilai daya ikat air yang diperoleh pada penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung porang membuat matriks bakso mampu menahan dan memerangkap lebih banyak air ketika mendapatkan tekanan dari luar. Hal ini dapat terjadi karena tepung porang mengandung glukomanan yang dapat mendukung terbentuknya struktur gel yang memiliki kekuatan dan kestabilan tinggi. Glukomanan merupakan polisakarida yang sebagian besar terdiri atas D-glukosa dan D-manosa dengan perbandingan 1:1,6, dimana dalam rantai molekul nya terdapat banyak gugus hidroksil (-OH) yang masing-masing mampu berikatan

dengan molekul air membentuk ikatan hidrogen yang kuat dan membentuk matriks gel yang kokoh (Guo *et al.* 2021; Sun *et al.* 2023). Glukomanan mampu membuat air dalam matriks gel bakso dapat tertahan lebih banyak ketika mendapatkan tekanan. Pernyataan tersebut diperkuat oleh He *et al.* (2020) yang menjelaskan bahwa air yang sebelumnya bebas dan kurang terikat kuat dapat menjadi air yang terikat kuat akibat adanya glukomanan dalam produk.

Kekuatan matriks gel bakso ikan nila dalam menahan air di dalamnya juga dipengaruhi oleh adanya interaksi yang terjadi antara glukomanan dengan protein miofibril dari daging ikan nila. Menurut Jiang *et al.* (2025), protein miofibril pada suhu tinggi akan mengalami denaturasi yang diikuti oleh pembukaan lipatan protein (*unfolding*) dan agregasi menghasilkan jaringan tiga dimensi. Namun, jaringan gel yang terbentuk tersebut cenderung longgar dan tidak beraturan (Jiang *et al.*, 2022). Hal tersebut yang diduga menyebabkan bakso yang tidak ditambahkan tepung porang memiliki nilai daya ikat air yang paling rendah. Sementara itu, adanya penambahan glukomanan dalam fenomena tersebut berperan dalam mendorong terjadinya *unfolding* protein sehingga gugus hidrofobik protein semakin terekspos dan interaksi gugus hidrofobik antar protein semakin meningkat dimana hal tersebut akan menghasilkan jaringan gel tiga dimensi yang lebih kompak (Zhuang *et al.*, 2021). Selain itu, terjadi juga *cross linking* antara gugus-gugus hidroksil pada glukomanan dengan protein membentuk ikatan hidrogen yang dapat meningkatkan stabilitas gel dan kemampuan gel dalam mengikat air (Zhang *et al.*, 2023).

Ikatan hidrogen yang terjadi antara glukomanan dan protein menyebabkan glukomanan dapat terdistribusi merata pada jaringan tiga dimensi. Glukomanan

yang tersebar merata pada jaringan tiga dimensi protein yang berbentuk seperti struktur spons, akan mengembang dan mengisi rongga-rongga pada jaringan tersebut menghasilkan rongga dengan berukuran kecil dan seragam sehingga tekstur bakso yang diperoleh menjadi lebih kompak dan padat (Mandasari *et al.*, 2024; Sujata *et al.* 2025). Oleh karena itu, bakso yang ditambahkan tepung porang akan menghasilkan matriks bakso yang lebih kokoh dan kompak sehingga daya ikat air nya lebih tinggi. Hal ini diperkuat oleh Anggraini *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa kandungan glukomanan yang tinggi pada tepung porang dapat membentuk dan menstabilkan struktur gel dalam bakso sehingga memiliki daya ikat yang lebih tinggi. Matriks gel bakso yang semakin kokoh dan kompak mencerminkan kemampuan matriks gel bakso dalam mencegah keluarnya air dari matriks selama pemasakan, dimana hal ini berkaitan dengan nilai susut masak bakso ikan nila yang juga semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung porang.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai daya ikat air bakso ikan nila sebesar 89,19–94,84% dengan nilai yang meningkat seiring penambahan konsentrasi tepung porang dalam formulasi bakso ikan nila. Hasil daya ikat air pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Silva *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa bakso ikan nila yang ditambahkan ekstrak bawang putih memiliki nilai daya ikat air berkisar antara 52,56–89,88%. Hal ini menunjukkan bahwa daya ikat air bakso pada penelitian ini memiliki nilai daya ikat air yang lebih tinggi yaitu mencapai 94,84%. Penelitian Jian *et al.* (2016) juga menunjukkan bahwa penggunaan konjak glukomanan secara signifikan dapat meningkatkan nilai daya ikat air pada gel protein miofibril ikan nila.

4.3 Susut Masak

Berdasarkan pengujian susut masak yang telah dilakukan, diperoleh data susut masak bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati dengan konsentrasi berbeda yang disajikan dalam Tabel 6. Data lengkap hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisis statistik uji ANOVA dan uji lanjut DMRT dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 6. Susut Masak Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Susut Masak (%)
0	$6,07 \pm 0,61^c$
0,3	$4,73 \pm 0,64^b$
0,6	$4,21 \pm 0,86^{ab}$
0,9	$3,32 \pm 1,08^a$
1,2	$3,14 \pm 0,95^a$

Keterangan: Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan ANOVA dapat diketahui bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai susut masak bakso ikan nila sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil analisis lanjut dengan uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dengan seluruh perlakuan lainnya serta antara konsentrasi 0,3% dengan 0,9% dan 1,2%. Namun, tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% dan 0,6%, serta antara 0,6%, 0,9%, dan 1,2%. Perlakuan dengan nilai susut masak tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan tepung porang yaitu sebesar 6,07%, sedangkan perlakuan dengan nilai susut masak terendah terdapat pada perlakuan penambahan

tepung porang pada konsentrasi 1,2% yaitu sebesar 3,14%. Nilai rendemen yang tercantum dalam Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai susut masak mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi tepung porang, yang ditambahkan. Hal ini menandakan bahwa tepung porang yang ditambahkan dalam adonan bakso mampu mengurangi bobot produk yang hilang selama pemasakan.

Susut masak menjadi salah satu indikator untuk menentukan mutu produk daging dengan cara mengukur besar bobot yang hilang dari suatu produk akibat proses pemanasan. Menurut Purslow *et al.* (2016), proses pemanasan menyebabkan terjadinya penurunan berat pada produk pangan daging akibat keluarnya cairan dari produk tersebut. Produk daging dengan nilai susut masak lebih rendah umumnya mengindikasikan produk memiliki mutu yang lebih baik. Rendahnya nilai susut masak produk menunjukkan kehilangan nutrisi pada produk akibat proses termal seperti pemanasan juga lebih rendah. (Harsita *et al.* 2024). Selain itu, produk dengan susut masak yang lebih rendah menunjukkan produk memiliki kualitas organoleptik yang lebih baik dan nilai ekonomisnya lebih tinggi (Santriyono *et al.* 2018)

Susut masak pada bakso umumnya terjadi karena protein ikan mengalami denaturasi saat proses perebusan. Menurut Ma *et al.* (2023), proses termal menyebabkan protein pada daging terdenaturasi sehingga struktur daging menyusut dan mengeluarkan cairan dari matriks produk. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian Liu *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa denaturasi protein menyebabkan protein miofibril berkontraksi sehingga interaksi antara protein dan air mengalami perubahan. Perubahan interaksi tersebut yaitu terjadi penyempitan

jarak antar filamen protein sehingga air yang sebelumnya berada di antara filamen protein tersebut akan terdorong keluar dari matriks produk, serta ketika terjadi denaturasi menyebabkan gugus fungsional dalam protein seperti gugus hidrofobik dan gugus sulfhidril terekspos ke permukaan karena lipatan protein terbuka sehingga struktur protein berubah (Vaskoska *et al.* 2021; Ran dan Yang, 2022). Perubahan ini menyebabkan kemampuan protein dalam mengikat air menurun dan air menjadi lebih mudah keluar dari matriks bakso saat pemasakan.

Protein juga membentuk gel tiga dimensi melalui proses agregasi. Protein yang telah terdenaturasi juga membentuk gel tiga dimensi dimana gugus hidrofobik dan gugus sulfhidril yang terekspos akan berinteraksi dan menyebabkan ikatan silang atau agregasi protein, yang akan membentuk jaringan tiga dimensi dengan kemampuan memerangkap air (Tolano-Villaverde *et al.*, 2016; Ran dan Yang, 2022). Namun, jaringan tiga dimensi yang terbentuk pada proses agregasi memiliki struktur yang lebih longgar dengan pori-pori yang cenderung besar sehingga mengurangi kemampuan produk dalam menahan air (Zhu *et al.* 2022). Kondisi tersebut yang dapat menyebabkan bakso dengan perlakuan tanpa penambahan tepung porang memiliki kemampuan mengikat air yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang memiliki nilai susut masak tertinggi yaitu sebesar 6,07% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa bakso tanpa penambahan tepung porang mengalami kehilangan cairan yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya yang diduga karena tidak adanya glukomanan yang memperkuat matriks bakso. Nilai susut

masak selanjutnya menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung porang hingga mencapai nilai terendah yaitu sebesar 3,14% pada perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 1,2%. Hal tersebut menandakan bahwa penambahan tepung porang pada bakso ikan nila mampu menurunkan nilai susut masak bakso ikan nila. Nilai susut masak bakso berkaitan dengan kekuatan dan kestabilan gel dalam bakso selama proses termal. Menurut Jommark *et al.* (2021), matriks gel yang stabil menyebabkan lebih sedikit air yang keluar dari produk. Hal ini juga didukung oleh Daulay (2023) yang menyatakan bahwa produk yang memiliki nilai susut masak rendah cenderung mengalami kehilangan air yang lebih sedikit selama pemasakan.

Penambahan tepung porang pada bakso ikan nila mampu menurunkan susut masak karena adanya glukomanan yang mampu memperkuat matriks bakso melalui pembentukan jaringan gel tiga dimensi yang stabil selama proses termal sehingga dapat mengurangi cairan yang keluar dari produk. Menurut Hasibuan *et al.* (2024), glukomanan memiliki sifat hidrofilik sehingga mampu mengikat banyak air dan komponen lain seperti protein, serta mampu menghasilkan gel dengan struktur yang kuat dan stabil. Hal ini juga didukung oleh Hong *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa banyaknya gugus hidroksil pada glukomanan dapat berinteraksi dengan air membentuk ikatan hidrogen yang kuat sehingga berkontribusi dalam memperkuat matriks produk. Glukomanan berperan dalam memperkuat matriks gel bakso melalui interaksi yang terjadi antara glukomanan dengan protein. Glukomanan mampu mengisi rongga-rongga pada matriks protein sehingga rongga tersebut dapat menjadi lebih kecil dan seragam (Sujata *et al.* 2025). Hal tersebut

menyebabkan bakso dengan penambahan tepung porang mampu menghasilkan nilai susut yang lebih rendah karena adanya matriks bakso yang lebih kuat dan kompak.

Hasil susut masak bakso pada penelitian ini sejalan dengan peningkatan nilai rendemen bakso ikan nila. Penambahan tepung porang mampu membuat matriks gel bakso lebih kokoh dan kompak sehingga cairan yang keluar dari produk selama pemasakan dapat dikurangi dan bobot akhir produk yang dihasilkan dapat lebih tinggi. Nilai susut masak pada penelitian ini berkisar antara 3,14–6,07% dengan nilai yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung porang. Hasil susut masak pada penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan penelitian Silva *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa bakso ikan nila yang ditambahkan ekstrak bawang putih memiliki nilai susut masak berkisar antara 7,48–27,44%.

4.4 Rendemen

Hasil pengujian rendemen bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati dengan konsentrasi berbeda disajikan pada Tabel 7. Data lengkap hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil analisis statistik uji ANOVA dan uji lanjut DMRT dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 7. Rendemen Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Rendemen (%)
0	95,65 ± 1,04 ^a
0,3	96,78 ± 0,90 ^{ab}
0,6	97,18 ± 1,02 ^b
0,9	98,03 ± 1,16 ^{bc}
1,2	98,87 ± 0,59 ^c

Keterangan: Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter rendemen bakso ikan nila. Hasil analisis lanjut dengan uji DMRT menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dan 0,3%, antara konsentrasi 0,3%, 0,6%, dan 0,9%, serta antara konsentrasi 0,9% dan 1,2%. Namun, hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% dengan 0,6%, 0,9%, dan 1,2%. Selain itu, perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% dan 0,6% juga berbeda nyata dengan konsentrasi 1,2%. Bakso ikan nila yang ditambahkan tepung porang dengan konsentrasi 1,2% memperoleh rendemen tertinggi yaitu sebesar 98,87%, sedangkan bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang memperoleh nilai terendah yaitu sebesar 95,65%. Nilai rendemen yang dimuat dalam Tabel 7 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan nilai rendemen bakso ikan nila seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung porang yang ditambahkan.

Rendemen merupakan parameter yang merepresentasikan jumlah produk akhir yang diperoleh dari suatu proses pengolahan. Rendemen bakso diperoleh dengan membandingkan berat bakso setelah matang dengan berat adonan bakso yang dinyatakan dalam bentuk persentase (Grasso *et al.*, 2019). Semakin tinggi nilai rendemen produk menunjukkan bahwa semakin efisien proses produksi yang dilakukan dan pemanfaatan bahan baku produk juga semakin optimal Menurut Huang *et al.* (2023), parameter rendemen digunakan sebagai indikator untuk menilai kinerja pemasakan secara keseluruhan oleh konsumen dan industri dimana rendemen yang tinggi mengindikasikan kualitas pemasakan yang baik.

Bakso ikan nila yang tidak ditambahkan tepung porang dalam formulasinya menunjukkan hasil rendemen dengan nilai terendah yaitu sebesar 95,65%. Hal ini diduga karena kemampuan matriks bakso dalam menahan komponen penyusunnya masih terbatas akibat tidak adanya komponen glukomanan di dalamnya. Rendemen bakso umumnya dipengaruhi oleh kemampuan matriks produk dalam mempertahankan komponen-komponen yang berada di dalamnya selama proses pemasakan. Bahwan *et al.* (2023) menjelaskan bahwa selama proses pemasakan akan terjadi kehilangan cairan dan zat terlarut dari daging dimana komponen utama yang akan hilang adalah air. Nilai rendemen yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa penambahan tepung porang mulai terlihat pada penambahan tepung porang pada konsentrasi 0,6% hingga 1,2%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tepung porang mampu meningkatkan rendemen bakso ikan nila seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung porang serta menunjukkan bahwa tepung porang berpengaruh terhadap kemampuan matriks

bakso dalam mempertahankan komponen penyusunnya terutama air. Hal ini sejalan dengan oleh Amalia *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa bahan pembentuk gel dapat meningkatkan rendemen bakso melalui kemampuannya dalam memerangkap air di dalam matriks bakso.

Peningkatan rendemen bakso ikan nila berkaitan erat dengan kandungan glukomanan dalam tepung porang yang bersifat hidrofilik akibat banyaknya gugus hidroksil (-OH) sehingga mampu mengikat dan mempertahankan air dalam matriks adonan dengan sangat baik. Glukomanan mampu mengikat air secara efektif sehingga kandungan air dalam produk dapat dipertahankan selama proses termal (Guo *et al.*, 2022). Peningkatan konsentrasi tepung porang menyebabkan semakin banyak air yang terikat oleh glukomanan sehingga rendemen meningkat. Hal ini sejalan dengan Sujata *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa molekul-molekul pada glukomanan memiliki kemampuan membentuk jaringan gel tiga dimensi jika berinteraksi dengan air sehingga dapat mengikat air dalam jumlah besar dan pemisahan fase air dalam adonan bakso selama proses pemasakan dapat dikurangi.

Protein dalam daging ikan nila juga berkontribusi dalam peningkatan rendemen bakso ikan nila. Menurut Wei *et al.* (2022) pemanasan daging mampu menyebabkan terjadinya denaturasi dan agregasi molekul protein miofibril sehingga molekul protein akan saling berinteraksi dan membentuk jaringan gel tiga dimensi. Jaringan gel tersebut merupakan struktur utama bakso ikan. Keberadaan glukomanan dalam adonan bakso berperan untuk memperkuat jaringan gel protein selama pemasakan sehingga dihasilkan matriks bakso yang lebih kuat dan stabil, serta hasil susut masaknya lebih rendah. Pernyataan tersebut didukung oleh Sujata

et al. (2025) yang menyatakan bahwa jaringan gel yang stabil akan mengurangi kehilangan komponen bakso selama pemasakan. Semakin kompak struktur gel yang terbentuk dalam bakso maka kemungkinan bakso kehilangan bobotnya selama pemasakan akan semakin kecil sehingga produk akhir yang tertinggal (rendemen) semakin tinggi.

Matriks gel bakso yang kokoh dan kompak tidak hanya dapat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, tetapi juga berdampak pada karakteristik tekstur yang dihasilkan. Hasil rendemen bakso ikan nila pada penelitian ini berkisar antara 95,65–98,87% dimana terjadi peningkatan rendemen seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung porang yang digunakan. Hasil rendemen yang didapatkan dalam penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Anand *et al.* (2025) yang menambahkan yeast β -glucan pada bakso ikan patin menunjukkan nilai berkisar antara 91,59–94,76%. Penelitian Shi *et al.* (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan konjak glukomanan pada konsentrasi yang tepat dapat membentuk jaringan yang stabil dan rendemen yang tinggi.

4.5 Profil Tekstur

Hasil pengujian profil tekstur bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati dengan konsentrasi berbeda disajikan pada Tabel 8. Data lengkap hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil analisis statistik uji ANOVA dan uji lanjut DMRT dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 8. Profil Tekstur Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Profil Tekstur			
	<i>Hardness</i> (g)	<i>Cohesiveness</i> ^{ns}	<i>Springiness</i> ⁿ (mm)	<i>Chewiness</i> (mJ)
0	532,55 ± 77,73 ^a	0,83 ± 0,10	4,42 ± 0,38	19,23 ± 4,82 ^a
0,3	1128,30 ± 178,47 ^c	0,85 ± 0,04	4,15 ± 0,18	39,28 ± 7,79 ^b
0,6	938,90 ± 108,25 ^b	0,89 ± 0,04	4,54 ± 0,11	37,35 ± 5,34 ^b
0,9	1409,15 ± 132,24 ^d	0,92 ± 0,03	4,51 ± 0,08	57,34 ± 4,61 ^c
1,2	1527,25 ± 78,39 ^d	0,91 ± 0,03	4,41 ± 0,06	60,21 ± 4,94 ^c

Keterangan: ^{ns} menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($p \geq 0,05$)

Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Tekstur menjadi salah satu parameter penting yang dapat menilai mutu bakso serta menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Tekstur bakso yang baik umumnya memiliki karakteristik yang kompak, elastis, kenyal tetapi tidak membal, tidak lembek, tidak basah, tidak berair, serta tidak rapuh (Asri dan Faridah, 2021). Hasil analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter tekstur *hardness* dan *chewiness*, namun tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap parameter *cohesiveness* dan *springiness* bakso ikan nila.

Hardness atau kekerasan merupakan beban maksimum yang dibutuhkan untuk mencapai deformasi yang telah ditentukan pada siklus pertama (Paredes *et al.*, 2022). Uji DMRT menunjukkan bahwa nilai *hardness* bakso ikan nila berbeda nyata antar perlakuan kecuali antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,9% dan 1,2%. Nilai *hardness* bakso ikan nila pada penelitian ini berkisar antara 532,55–1527,25 g dimana terjadi peningkatan signifikan pada perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3%, namun nilainya menurun pada konsentrasi 0,6%, dan pada konsentrasi 0,9% kembali meningkat hingga

memperoleh nilai tertinggi pada konsentrasi 1,2%. Penurunan nilai *hardness* yang terjadi pada perlakuan penambahan tepung porang pada konsentrasi 0,6% diduga karena tepung porang pada konsentrasi tersebut belum optimal dalam membentuk matriks bakso yang kuat. Hal ini didukung oleh Ran *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa produk bakso berbasis protein nabati dengan penambahan konjak glukomanan pada konsentrasi rendah menghasilkan struktur gel yang cenderung longgar dan lemah.

Nilai *hardness* yang diperoleh pada bakso tanpa penambahan tepung porang menunjukkan nilai terendah, sedangkan bakso dengan perlakuan penambahan tepung porang 1,2% menunjukkan nilai *hardness* tertinggi. Kandungan glukomanan pada tepung porang berkontribusi dalam pembentukan matriks gel bakso yang kuat dan kokoh. Matriks gel tersebut terbentuk karena adanya interaksi antara glukomanan, air, dan protein melalui ikatan hidrogen dimana glukomanan juga berperan dalam mengisi rongga-rongga pada jaringan protein sehingga menghasilkan matriks gel produk yang lebih kokoh, yang akan membuat nilai *hardness* produk meningkat (Cao *et al.*, 2023; Yao *et al.*, 2023). Hal tersebut juga diperkuat oleh Sujata *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa glukomanan mampu membentuk gel yang akan membuat matriks bakso lebih padat. Matriks gel bakso yang lebih kokoh dan padat memerlukan beban yang lebih besar untuk dideformasi sehingga nilai *hardness* lebih tinggi.

Nilai *hardness* pada penelitian ini semakin tinggi, sedangkan kadar air yang diperoleh juga semakin tinggi. Hal ini dapat terjadi diduga karena kandungan air yang terdapat dalam bakso didominasi oleh air terikat akibat adanya glukomanan,

yang ditunjukkan juga dengan nilai daya ikat air yang semakin meningkat. Oleh karena itu, kadar air yang semakin tinggi dalam penelitian ini tidak menyebabkan terjadinya penurunan nilai *hardness* pada bakso. Hasil penelitian ini sejalan dengan Wati *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa bakso ikan gabus dengan penggunaan tepung tulang ikan dan tepung porang menunjukkan bahwa kekerasan bakso semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah tepung porang yang digunakan dengan nilai *hardness* berkisar antara 12,43–22,51 N, dimana nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan nilai *hardness* bakso nila pada penelitian ini.

Cohesiveness atau kekompakan merupakan parameter yang mengukur kekuatan internal produk (Rosenthal dan Thompson, 2021). Perbedaan konsentrasi tepung porang yang ditambahkan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai *cohesiveness* bakso ikan nila. Nilai *cohesiveness* terendah ditemukan pada bakso tanpa penambahan tepung porang dengan nilai sebesar 0,83, sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada bakso dengan penambahan tepung porang konsentrasi 0,9%, dengan nilai sebesar 0,92. Menurut Paredes *et al.* (2022), produk dengan nilai *cohesiveness* mendekati 1 menandakan bahwa produk mampu mempertahankan strukturnya pada kompresi pertama, sedangkan nilai yang mendekati 0 menandakan bahwa struktur produk mengalami kerusakan. Nilai *cohesiveness* bakso ikan nila berkisar antara 0,83–0,92 yang mengindikasikan bahwa produk memiliki kekuatan internal yang baik. Kekuatan internal tersebut dapat berasal dari jaringan gel protein ikan yang secara alami terbentuk dengan baik alami selama pemanasan (Wang *et al.*, 2021). Nilai *cohesiveness* pada penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Khotimah *et al.* (2024) yang menambahkan

tepung ubi kelapa pada bakso ikan lele dengan hasil *cohesiveness* berkisar 0,68–0,78.

Penambahan tepung porang tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap nilai *cohesiveness* bakso ikan nila pada penelitian ini. Hal ini diduga karena konsentrasi tepung porang yang digunakan pada penelitian ini cenderung rendah sehingga glukomanan belum cukup mampu untuk memberikan kekompakan dan kekuatan internal yang signifikan pada bakso ikan nila. Menurut Ma *et al.* (2020), larutan glukomanan dengan konsentrasi yang rendah cenderung mengalami pelunakan regangan sehingga struktur yang terbentuk belum cukup kuat ketika diberikan deformasi besar. Hasil pengujian parameter *cohesiveness* yang didapatkan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Huang *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa pengganti lemak yang terbuat dari 1% ISP dan berbagai konsentrasi konjak glukomanan memiliki nilai *cohesiveness* 0,78–0,81 dimana hasil peningkatan konsentrasi konjak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produk pengganti lemak tersebut.

Springiness atau elastisitas merupakan parameter untuk mengukur kemampuan sampel untuk kembali ke kondisi semula setelah gaya deformasi dihilangkan (Majumdar *et al.*, 2017). Hasil pengujian parameter *springiness* pada penelitian ini berkisar 4,15–4,54 mm dimana nilai terendah ditemukan pada perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3%, sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan konsentrasi 0,6%. Penambahan tepung porang dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai *springiness* bakso ikan nila. Hal tersebut diduga karena sifat elastisitas bakso pada

penelitian ini lebih dipengaruhi oleh jaringan protein yang terbentuk. Penambahan tepung porang dengan konsentrasi rendah (0,3–1,2%) pada penelitian ini diduga belum cukup kuat untuk memberikan perubahan nyata terhadap sifat elastis dari jaringan protein tersebut. Menurut Huang *et al.* (2023), protein miofibril merupakan komponen utama untuk membentuk gel dengan tekstur yang elastis. Zhang *et al.* (2023) menambahkan bahwa protein miofibril membentuk matriks gel viskoelastik tiga dimensi melalui proses *unfolding*, agregasi, dan pembentukan jaringan yang saling mengunci.

Hasil pengujian *springiness* dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian Rachma *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa penambahan hidrokoloid berupa tepung porang dengan konsentrasi 1–2,5% tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap nilai *springiness* bakso bebek dengan nilai berkisar 2,6–2,7 mm. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai *springiness* bakso ikan nila pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Marliana *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa bakso ikan patin yang disubstitusi rebung betung menunjukkan nilai *springiness* sebesar 2,28–2,65 mm.

Chewiness merupakan usaha atau energi yang dibutuhkan untuk mengunyah makanan padat hingga siap ditelan (Zheng *et al.*, 2023). Nilai *chewiness* merupakan hasil perkalian dari nilai *hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness* (Yang *et al.*, 2025). Oleh karena itu, peningkatan nilai *chewiness* pada penelitian ini sejalan dengan peningkatan nilai *hardness*. Produk dengan nilai *hardness* dan *springiness* lebih tinggi membutuhkan jumlah kunyahan yang lebih besar. Penambahan tepung porang dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap nilai

chewiness bakso ikan nila. Uji DMRT menunjukkan bahwa nilai *chewiness* pada perlakuan tanpa penambahan tepung porang berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% dan 0,6% berbeda nyata dengan konsentrasi 0,9% dan 1,2%. Namun, uji DMRT juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% dan 0,6% serta antara konsentrasi 0,9% dan 1,2%.

Nilai *chewiness* bakso ikan nila yang diperoleh berkisar antara 19,23–60,21 mJ dimana perlakuan tanpa penambahan tepung porang menunjukkan nilai paling rendah, sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan penambahan tepung porang 1,2%. Hasil *chewiness* pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung porang, meskipun terjadi penurunan pada perlakuan penambahan tepung porang pada konsentrasi 0,6%. Peningkatan nilai *chewiness* tersebut berkaitan dengan penambahan tepung porang yang dapat meningkatkan tekstur produk karena kandungan glukomanan di dalamnya. Menurut Zhang *et al.* (2023), glukomanan memiliki banyak gugus hidroksil sehingga mampu membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul air. Melalui interaksi tersebut, glukomanan berperan dalam menstabilkan struktur protein dan meningkatkan retensi air sehingga membentuk struktur gel yang padat, kompak, dan elastis. Hal ini juga dapat terlihat dari nilai daya ikat air dan rendemen bakso ikan nila yang semakin meningkat, dan nilai susut masak yang semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi tepung porang yang digunakan.

Pembentukan struktur gel yang padat, kompak, dan elastis membuat bakso dengan penambahan tepung porang memerlukan energi yang lebih besar untuk dikunyah sehingga nilai *chewiness* nya meningkat. Sujata *et al.* (2025) menambahkan bahwa glukomanan mampu membentuk gel yang memperkuat interaksi antar komponen dalam bakso sehingga kekenyalan, kerekatan, dan kekerasan bakso dapat meningkat. Sementara itu, penurunan nilai *chewiness* yang terjadi pada perlakuan penambahan tepung porang pada konsentrasi 0,6% sejalan dengan penurunan nilai *hardness* yang juga terjadi pada perlakuan tersebut. Penurunan tersebut dapat terjadi karena tepung porang pada konsentrasi tersebut belum optimal dalam membentuk matriks bakso yang kuat. Interaksi yang terjadi antara glukomanan, air, dan protein belum mampu membentuk matriks gel secara maksimal pada perlakuan penambahan tepung porang 0,6%. Hal ini didukung oleh Ran *et al.* (2022) yang menyampaikan bahwa penambahan konjak glukomanan pada konsentrasi rendah menghasilkan jaringan gel dengan pori-pori yang lebih banyak dan besar. Jaringan gel dengan kondisi tersebut dapat menurunkan nilai *chewiness* produk.

Hasil pengujian parameter *chewiness* pada penelitian ini sejalan Ran *et al.* (2022) yang menjelaskan bahwa penambahan konjak glukomanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *chewiness* bakso berbasis protein nabati dimana terjadi peningkatan nilai *chewiness* seiring bertambahnya konsentrasi konjak glukomanan yang digunakan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai *chewiness* bakso ikan nila pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian

Fitriyani *et al.* (2017) yang melaporkan bakso ikan dengan penggunaan tepung ubi jalar menunjukkan nilai *chewiness* sebesar 24,69–42,96 mJ.

Tekstur bakso ikan nila pada penelitian ini juga berkaitan dengan nilai daya ikat air, susut masak, dan kadar air yang diperoleh. Nilai daya ikat air yang semakin meningkat dan nilai susut masak semakin menurun seiring penambahan konsentrasi tepung porang berkaitan dengan nilai *hardness* dan *chewiness* yang cenderung meningkat. Susut masak yang semakin menurun menunjukkan produk semakin baik dalam mengikat air. Menurut Zhang *et al.* (2019), produk dengan kemampuan mengikat air yang tinggi dapat menjebak air dalam jaringannya sehingga air bebas dapat berubah menjadi air yang tidak dapat bergerak, dimana hal tersebut menyebabkan terbentuknya tekstur produk yang kompak, kokoh, dan kenyal. Tarigan *et al.* (2020) juga menambahkan bahwa produk daging yang mengeluarkan banyak air cenderung memiliki tekstur yang lembek dan basah. Hal tersebut juga berkaitan dengan kecenderungan peningkatan nilai *hardness* dan *chewiness* bakso ikan nila meskipun nilai kadar air nya semakin meningkat seiring penambahan tepung porang, yang dapat terjadi karena kandungan air dalam bakso merupakan air yang sudah terikat dalam matriks gel sehingga berkontribusi meningkatkan nilai *hardness* dan *chewiness* produk.

4.6 Nilai Hedonik

Data hasil pengujian hedonik bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada konsentrasi berbeda, meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan *overall*. Hasil pengujian hedonik disajikan dalam Tabel 9.

Formulir pengujian hedonik dicantumkan pada Lampiran 11. Data lengkap hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 12. Hasil analisis statistik uji *Kruskal-Wallis* dapat dilihat pada Lampiran 13. dan uji lanjut *Mann-Whitney* dapat dilihat pada Lampiran 14. Penilaian dilakukan menggunakan skala 1-5 yang meliputi sangat tidak suka (1), tidak suka (2), agak suka (3), suka (4), dan sangat suka (5).

Tabel 9. Nilai Hedonik Bakso Ikan Nila dengan Penambahan Tepung Porang

Konsentrasi Tepung Porang (%)	Atribut				
	Warna ^{ns}	Aroma ^{ns}	Tekstur	Rasa ^{ns}	Overall ^{ns}
0	3,72 ± 0,94	3,76 ± 0,66	2,72 ± 0,98 ^a	3,48 ± 0,82	3,44 ± 0,92
0,3	3,80 ± 0,82	3,64 ± 0,95	3,36 ± 1,00 ^b	3,76 ± 1,05	3,60 ± 0,87
0,6	3,84 ± 0,75	3,72 ± 0,89	3,48 ± 0,92 ^b	3,48 ± 0,92	3,56 ± 0,82
0,9	3,48 ± 0,71	3,64 ± 1,00	3,44 ± 0,71 ^b	3,64 ± 0,81	3,60 ± 0,65
1,2	3,68 ± 0,56	3,80 ± 1,00	3,52 ± 0,92 ^b	3,56 ± 0,92	3,64 ± 0,81

Keterangan: ^{ns} menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($p \geq 0,05$)

Nilai dengan superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Warna merupakan kesan pertama yang dinilai oleh panelis. Berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis* diketahui bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna bakso ikan nila ($p \geq 0,05$). Nilai rata-rata penilaian kesukaan warna berkisar antara 3,48–3,84 dimana nilai tersebut berada pada kategori agak suka hingga suka. Hal ini mengindikasikan bahwa bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang memiliki warna produk yang masih dapat diterima oleh panelis. Bakso ikan nila dengan perlakuan penambahan tepung porang 0,9% memperoleh nilai terendah yaitu sebesar 3,48, sedangkan bakso ikan nila dengan perlakuan penambahan tepung porang 0,6% memperoleh nilai tertinggi yaitu sebesar 3,84. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Rachma *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa penambahan

tepung porang tidak memberikan pengaruh nyata pada tingkat kesukaan warna bakso bebek.

Tepung porang tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna bakso ikan nila dapat terjadi karena tepung porang yang digunakan relatif sedikit jumlahnya dan memiliki warna cenderung putih. Selain itu, kandungan glukomanan pada tepung porang juga diduga tidak berkontribusi secara signifikan terhadap perubahan warna pada bakso selama proses pengolahan terutama saat perebusan. Bakso ikan nila pada penelitian ini memiliki warna putih keabu-abuan. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan produk akan mempengaruhi warna produk akhir yang dihasilkan (Ramadhani dan Murtini, 2017). Warna bakso ikan nila pada penelitian ini salah satunya dipengaruhi oleh penggunaan daging ikan nila dan tepung tapioka. Daging ikan nila yang digunakan dalam pembuatan bakso memiliki warna putih sedikit kemerahan, sedangkan tepung tapioka berwarna putih. Kedua warna bahan tersebut berkontribusi terhadap warna akhir produk bakso ikan nila. Selain itu, proses perebusan juga mempengaruhi warna bakso ikan nila yang berwarna putih keabu-abuan dan sedikit pucat. Proses termal menyebabkan terjadinya denaturasi protein dimana hal tersebut dapat menyebabkan warna daging menjadi lebih gelap dan pucat (Jiang *et al.*, 2022; Suman *et al.*, 2016).

Aroma merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi selera makan konsumen karena aroma makanan yang menyimpang dapat menyebabkan penurunan selera makan konsumen. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan aroma bakso ikan nila ($p \geq 0,05$). Nilai rata-rata

penilaian kesukaan aroma berkisar antara 3,64–3,80. Nilai tersebut berada pada kategori suka. Tingkat kesukaan pada atribut aroma yang terendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung porang 0,3% dan 0,9% dengan nilai yang sama yaitu sebesar 3,64, sedangkan tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan tepung porang 1,2% yaitu sebesar 3,80. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tambulon *et al.* (2024) yang melaporkan bahwa penambahan tepung porang tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan aroma bakso ikan lele.

Penambahan tepung porang porang pada bakso ikan nila tidak memberikan pengaruh nyata terhadap atribut aroma salah satunya karena tepung porang cenderung tidak memiliki aroma khas. Hal ini didukung oleh Rahayu *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa tepung porang tidak memiliki aroma yang tajam dan kandungan glukomanan di dalamnya juga tidak beraroma sehingga apabila ditambahkan ke dalam adonan bakso maka tidak memberikan perubahan aroma pada produk bakso terutama jika konsentrasi tepung porang yang digunakan relatif kecil. Aroma bakso ikan nila dipengaruhi oleh bahan baku ikan nila dan bumbu-bumbu yang digunakan dalam pembuatan bakso. Menurut Asri dan Faridah (2021), aroma bakso ikan nila yang baik dipengaruhi oleh daging ikan yang digunakan karena dapat menghasilkan aroma khas ikan pada bakso serta dipengaruhi juga oleh aroma dari bumbu-bumbu yang ditambahkan dalam adonan. Anindyajati *et al.*, (2022) menambahkan bahwa aroma khas bakso dapat terbentuk karena senyawa volatil yang terdapat pada bahan baku dan bumbu yang digunakan menguap saat perebusan.

Tekstur merupakan atribut yang dipertimbangkan konsumen dalam menilai tingkat kesukaan dan penerimaan terhadap suatu produk. Tekstur makanan dapat dinilai ketika digigit, dikunyah, dan ditelan, serta dapat dinilai melalui perabaan menggunakan jari (Asri dan Faridah, 2021). Berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis*, diketahui bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada bakso ikan nila memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur bakso ikan nila ($p < 0,05$). Hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0% berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Namun, perlakuan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3%, 0,6%, 0,9%, dan 1,2% tidak terdapat perbedaan nyata. Nilai rata-rata penilaian kesukaan tekstur berkisar antara 2,72–3,52. Nilai tersebut berada pada kategori agak suka hingga suka. Tingkat kesukaan pada atribut tekstur dengan nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa penambahan tepung porang dengan nilai 2,72, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung porang 1,2% yaitu sebesar 3,52.

Bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang memiliki nilai kesukaan tekstur terendah dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena bakso ikan nila yang dibuat tanpa penambahan tepung porang menyebabkan kemampuan bakso dalam membentuk gel masih terbatas dan mengakibatkan matriks bakso yang terbentuk cenderung kurang kompak. Sementara itu, perlakuan penambahan tepung porang 1,2% memperoleh nilai kesukaan tekstur paling tinggi diduga karena bakso pada perlakuan ini memiliki tekstur yang lebih kompak dibandingkan perlakuan lain. Menurut Amaliyah *et al.*,

(2023), glukomanan yang terkandung dalam tepung porang mampu memerangkap air dalam matriks gel sehingga dapat menghasilkan bakso dengan tekstur yang lebih kompak dan kenyal, Tong *et al.* (2018) juga menambahkan bahwa glukomanan merupakan hidrokoloid yang memiliki kapasitas penahan air yang tinggi serta mampu mengembang dan mengisi rongga-rongga dalam matriks produk sehingga penambahan glukomanan pada produk daging dapat menghasilkan tekstur yang lebih kompak dan kenyal.

Nilai kesukaan tekstur pada penelitian ini sejalan dengan Faridah *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa bakso ikan nila tanpa penambahan karagenan memiliki nilai kesukaan tekstur paling rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lain yang menggunakan penambahan karagenan. Amaliyah *et al.*, (2023) juga melaporkan bahwa bakso ayam broiler yang ditambahkan tepung porang cenderung lebih kenyal sehingga lebih disukai konsumen, dimana hal ini terjadi karena glukomanan mampu membuat air terperangkap dalam matriks gel.

Rasa merupakan atribut sensori yang sangat penting karena menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Produk makanan dengan rasa yang tidak disukai oleh konsumen akan mengurangi penerimaan konsumen terhadap produk makanan tersebut. Berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis* diketahui bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan rasa bakso ikan nila ($p \geq 0,05$). Nilai rata-rata penilaian kesukaan rasa berkisar antara 3,48–3,76 dimana nilai ini masuk dalam kategori agak suka hingga suka. Hal ini mengindikasikan bahwa bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang memiliki rasa yang masih diterima oleh panelis.

Bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang 0% dan 0,6% memperoleh nilai terendah pada atribut rasa yaitu sebesar 3,48, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada bakso ikan nila dengan perlakuan penambahan tepung porang 0,3% yaitu sebesar 3,76. Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian Rahayu *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa penambahan tepung porang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rasa bakso ikan kurisi.

Penambahan tepung porang tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan rasa bakso ikan nila yang dapat terjadi karena tepung porang yang ditambahkan relatif sedikit jumlahnya dan tidak memiliki rasa spesifik sehingga tidak menyebabkan perubahan rasa yang signifikan pada bakso ikan nila. Hal ini didukung oleh Mandasari *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa tepung porang memiliki rasa yang netral sehingga penambahan tepung porang dengan konsentrasi berbeda pada bakso menghasilkan rasa bakso yang cenderung sama antar perlakuan. Bakso ikan memiliki rasa khas daging ikan serta rasa gurih dari bumbu-bumbu yang digunakan. Rasa dari suatu produk makanan merupakan gabungan berbagai rasa yang dimiliki oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan produk makanan tersebut (Junianto *et al.*, 2024). Selain itu, rasa pada bakso ikan nila juga dipengaruhi oleh proses pemanasan pada tahap perebusan. Menurut Sunardi *et al.* (2018), proses pemasakan menyebabkan keluarnya senyawa-senyawa bersifat volatil yang mempengaruhi rasa dari suatu produk makanan.

Penilaian keseluruhan atau *overall* merupakan penilaian atribut sensori secara keseluruhan pada produk yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Penilaian ini dapat memberikan gambaran tingkat penerimaan secara umum panelis

terhadap bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan *overall* bakso ikan nila ($p \geq 0,05$). Nilai rata-rata tingkat kesukaan *overall* berkisar antara 3,44–3,64 dimana nilai ini berada dalam kategori agak suka hingga suka. Bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang memperoleh nilai terendah pada tingkat kesukaan *overall*, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung porang 1,2%. Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian Rachma *et al.*, (2025) yang melaporkan bahwa penambahan tepung porang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian *overall* bakso bebek.

Bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang memiliki nilai *overall* terendah, hal ini dapat disebabkan karena tekstur bakso yang cenderung kurang disukai oleh panelis. Bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang juga memiliki nilai terendah pada atribut tekstur. Hal ini diduga karena bakso tanpa penambahan tepung porang memiliki tekstur yang lebih lembek dibandingkan bakso perlakuan lainnya sehingga mempengaruhi penilaian *overall* oleh panelis. Sementara itu, nilai *overall* tertinggi terdapat pada bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang 1,2% dimana pada perlakuan tersebut juga memiliki nilai tertinggi pada atribut aroma dan tekstur. Hal ini sejalan dengan penelitian Anindyajati *et al.*, (2022) yang melaporkan bahwa produk dengan nilai *overall* tertinggi memiliki nilai tertinggi pada atribut aroma dan tekstur. Tekstur dan aroma merupakan atribut yang dapat menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk sehingga dapat mempengaruhi penilaian keseluruhan yang diberikan

panelis. Tekstur bakso yang umumnya disukai oleh konsumen yaitu bakso yang kenyal, tidak keras, dan tidak lembek, sedangkan aroma bakso yang disukai yaitu memiliki aroma khas ikan dan aroma bumbu, serta tidak amis (Mandasari *et al.*, 2024; Asri dan Faridah, 2021).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung porang sebagai hidrokoloid nabati pada bakso ikan nila dapat meningkatkan nilai kadar air, daya ikat air, dan rendemen, serta menurunkan nilai susut masak bakso ikan nila. Penambahan tepung porang juga meningkatkan profil tekstur bakso ikan nila yaitu pada parameter *hardness* dan *chewiness*, serta nilai hedonik pada atribut tekstur dibandingkan dengan bakso ikan nila tanpa penambahan tepung porang. Hasil terbaik bakso ikan nila diperoleh pada bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% dikarenakan pada konsentrasi tersebut sudah mampu meningkatkan nilai hedonik pada atribut tekstur secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan tepung porang dan nilainya tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Selain itu, penambahan tepung porang konsentrasi 0,3% juga sudah mampu meningkatkan nilai rendemen secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan tepung porang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan penggunaan tepung porang sebesar 0,3% dalam formulasi bakso ikan nila sebagai hasil terbaik dalam penelitian ini. Penelitian lebih lanjut mengenai penambahan tepung porang dengan konsentrasi

yang lebih tinggi pada bakso ikan nila perlu dilakukan supaya dapat diketahui pengaruhnya terhadap karakteristik fisikokimia dan nilai hedonik bakso ikan nila. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian proksimat pada bakso ikan nila dengan penambahan tepung porang supaya dapat diketahui kandungan gizi pada produk secara lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, U., Aziz, F. N., dan Hasniah, N. 2025. Effects of carrageenan and isolated soy protein addition on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Journal of Applied Food Technology*, 12(1), 52–56. <http://dx.doi.org/10.17728/jaft.26987>
- Alam, M., Kaur, S., Dar, B. N., dan Nanda, V. 2025. Classification, techno-functional properties, and applications of diverse hydrocolloids in fruits-based products: A concise review. *Journal of Food Science*, 90(3), e70119. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70119>
- Amalia, L., Velita, Mardiah, dan Kusumaningrum, J. 2023. Pengaruh penambahan berbagai pengenyal terhadap karakteristik kimia dan sensori bakso MDM (*Mechanically Deboned Meat*) ayam. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(2), 91–101. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i2.10645>
- Amaliyah, H. R., Maharani, N., Wicaksono, D. A., Wilujeng, N. S. R., dan Laksanawati, T. A. 2023. Uji fisikokimia dan organoleptik bakso daging ayam broiler dengan penambahan bahan pengikat tepung porang. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(8), 967–979. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i8.3707>
- Anand, S., Pati, B. K., Mehta, N. K., Patel, A. B., Gaurav, K., Singh, A., Singh, N. S., Nath, H., Singh, B. K., dan Priyadarshini, M. B. 2025. Influence of yeast β glucan on the quality of pangasius fish mince balls. *ACS Omega*, 10, 63125–63137. <https://doi.org/10.1021/acsomega.5c09317>
- Anggraini, P. N., Susanti, S. dan Bintoro, V. P. 2017. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik bakso itik dengan tepung porang sebagai pengenyal. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(1), 155–160.
- Anindyajati, M. P., Dwiloka, B., dan Al-Baarri, A. N. 2022. Kekenyalan, kadar lemak, kadar protein dan mutu hedonik bakso daging kalkun (*Meleagris gallopavo*) berdasarkan potongan komersial karkas. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 42–48. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.30119>
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists
- Asikin, A. N., Kusumaningrum, I., Kartika, dan Diachanty, S. 2023. Karakteristik kimia bakso ikan barakuda (*Sphyræna genie*) dengan penambahan

- karaginan. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(4), 289–298. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i4.20718>
- Asri, R. F. dan Faridah, A. 2021. Analisis kualitas bakso ikan nila yang dihasilkan dari penambahan rumput laut sebagai bahan pengental. *Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi*, 2(3), 228–234. <https://doi.org/10.24036/10.2403/80sr299.00>
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 7266-2017 Bakso Ikan. Jakarta.
- Bahwan, M., Baba, W. N., Adiamo, O., Hassan, H. M., Roobab, U., Abayomi, O. O., dan Maqsood, S. 2023. Exploring the impact of various cooking techniques on the physicochemical and quality characteristics of camel meat product. *Animal Bioscience*, 36(11), 1747–1756. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0238>
- Barbut, S. 2024. Measuring water holding capacity in poultry meat. *Poultry Science*, 103(5), 103577. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103577>
- Cao, Y., Zhao, L., dan Li, H. 2023. Effects of combining high pressure processing treatments and konjac glucomannan and sodium caseinate on gel properties of myosin protein. *Foods*, 12(4), 691. <https://doi.org/10.3390/foods12040691>
- Chalisty, V. D., Nuraeni, N., Qohar, A. F., dan Fajri, A. 2023. Sifat fisik dan sensorik bakso yang dibuat dari daging kelinci yang berbeda. *Jurnal Sains Peternakan Nusantara*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.53863/jspn.v3i01.884>
- Daulay, K. U. 2023. Evaluasi kualitas fisik daging ayam kampung yang dimarinasi dengan ekstrak buah andaliman. *Jurnal ilmu teknologi ternak unggul*, 2(2), 13–19. <https://doi.org/10.58432/jittu.v2i2.1016>
- Diah, H. T. dan Taufiq, A. 2022. Pengaruh *expired date* dan tekstur produk terhadap keputusan pembelian produk di PT lestari alam segar Kawasan Industri Medan (KIM) II Medan. *Jurnal Economic Management and Business*, 1(2), 176–186. <https://doi.org/10.46576/jfeb.v1i2.2838>
- Diana, T. R., Priyanti, E., dan Handayani, I. 2024. Pelatihan diversifikasi olahan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) bagi tim penggerak PKK kecamatan di Kota Semarang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 6–13. <https://doi.org/10.69697/abdikarya.v1i2.129>
- Estinur, Zuraída, I., Asikin, A. N., Irawan, I., dan Pamungkas, B. F. 2024. Karakteristik fisikokimia dan penerimaan konsumen terhadap sosis ikan

- layang (*Decapterus russelli*) dengan penambahan tepung sagu (*Metroxylon* sp.). Media Teknologi Hasil Perikanan, 12(3), 194–205. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.3.2024.48543>
- Fadly dan Henggu, K. U. 2021. Evaluasi laju pertumbuhan dan sintasan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidaya dalam ember (Budikdamber). Marinade, 4(2), 70 – 75. <https://doi.org/10.31629/marinade.v4i02.3870>
- Faridah, A., Utami, R. G., Rosel, R. F., dan Zhari, M. S. M. 2023. Whole tilapia fish balls: Texture, calcium, and phosphorus. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1228, 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1228/1/012011>
- Fauziah, M., Lili, W., Rosidah, Herawati, T., dan Suryadi. I. B. B. 2018. Effectiveness of comercial probiotics on maintenance media against survival and growth of red tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*). Global Scientific Journals, 6(7), 1011–1018.
- Fauziyah, L. N., Yulia, C., dan Nikmawati, E. E. 2022. Daya terima bakso ikan nila dengan substitusi tepung talas. Jurnal Gizi Dietetik, 1(3), 210–215. <https://doi.org/10.25182/jigd.2022.1.3.210-215>
- Finarti, Renol, Wahyudi, D., Akbar, M., dan Ula, R. 2018. Rendemen dan ph gelatin kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang direndam pada berbagai kosentrasi HCL. Jurnal Pengolahan Pangan, 3(1), 22–27. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.9>
- Firmansyah, W., Agustien, G. S., dan Fadilah, N. N. 2023. Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan masker gel peel-off ekstrak etanol umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai antioksidan. Jurnal Ilmu Kesehatan dan Kedokteran, 1(4), 40–59. <https://doi.org/10.59680/anestesi.v1i4.510>
- Fitriyani, E., Nuraenah, N., dan Nofreena, A. 2017. Tepung ubi jalar sebagai bahan filler pembentuk tekstur bakso ikan. Jurnal Galung Tropika, 6(1), 19–32. <https://doi.org/10.31850/jgt.v6i1.197>
- Gao, Y., Liu, R., dan Liang, H. 2024. Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Applications. Foods, 13(7), 1077. <https://doi.org/10.3390/foods13071077>
- Goes, E. S. D. R., Lara, J. A. F. D., Gasparino, E., Goes, M. D., Zuanazzi, J. S. G., Lopera-Barrero, N. M., Rodriguez, M. D. P. R., Castro, P. L. D., dan Ribeiro,

- R. P. 2017. Effects of transportation stress on quality and sensory profiles of Nile tilapia fillets. *Food Science and Technology*, 75(4), 321–328. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0387>
- Grasso, S., Smith, G., Bowers, S., Ajayi, O. M., dan Swainson, M. 2019. Effect of texturised soy protein and yeast on the instrumental and sensory quality of hybrid beef meatballs. *Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 3126–3135. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3552-9>
- Guo, L., Yokoyama, W., Chen, L., Liu, F., Chen, M., dan Zhong, F. 2021. Characterization and physicochemical properties analysis of konjac glucomannan: Implications for structure-properties relationships. *Food Hydrocolloids*, 120, 106818. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106818>
- Guo, Y., Wu, M., Li, R., Cai, Z., dan Zhang, H. 2022. Thermostable physically crosslinked cryogel from carboxymethylated konjac glucomannan fabricated by freeze-thawing. *Food Hydrocolloids*, 122, 107103. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107103>
- Gurram, S. 2022. Role of hydrocolloids in food systems. *The Pharma Innovation Journal*, 11(8), 1748–1755.
- Hafid, H., Sari, A. S., Fitrianiingsih, dan Ananda, S. H. 2024. Pengaruh penambahan kikil terhadap kualitas fisik bakso daging sapi. *Jurnal Triton*, 15(2), 361–369. <https://doi.org/10.47687/jt.v15i2.773>
- Hafid, H., Nasiru, F., Nita, Nuraini, dan Sani, L. O. A. 2021. Daya ikat air, kekenyalan, dan rendemen bakso ayam menggunakan bahan agar komersial dengan level berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 8(1), 37–42. <http://dx.doi.org/10.33772/jitro.v7i3.12174>
- Harsita, P. A., Herlina, dan Najah, S. 2024. Daya ikat air, keempukan, kadar abu, dan susut masak naget ayam KUB dengan penambahan tepung daun kelor. *Jurnal Peternakan*, 21(2), 224–237. <https://doi.org/10.24014/jupet.v21i2.31832>
- Hasibuan, S. N., Rosida, dan Rahmawati. 2024. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik sosis tempe siap makan dengan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 9(6), 8013–8028. <https://doi.org/10.63071/n9hq1068>

- Hawa, L. C., Agatha, I. R., dan Lutfi, M. 2019. Perubahan struktur mikro dan warna irisan stroberi kering dengan pre-treatment dehidrasi osmosis dan pelapisan sodium alginat. *Jurnal Teknotan*, 13(2), 61–67. <https://doi.org/10.24198/jt.vol13n2.5>
- He, Y., Guo, J., Ren, G., Cui, G., Han, S., dan Liu, J. 2020. Effects of konjac glucomannan on the water distribution of frozen dough and corresponding steamed bread quality. *Food Chemistry*, 330, 127243. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127243>
- Herawati, H. 2018. Potensi hidrokoloid sebagai bahan tambahan pada produk pangan dan nonpangan bermutu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17–25.
- Herlambang, F. P., Lastriyanto, A., dan Ahmad, A. M. 2019. Karakteristik fisik dan uji organoleptik produk bakso tepung singkong sebagai substitusi tepung tapioka. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(3), 253–258. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2019.007.03.05>
- Hong, W., Wang, Z., Zhang, Q., Lei, X., Zhang, H., Wang, J., Jia, Z., Cai, Y., Sun, Y., dan Pang, J. 2026. Construction of konjac glucomannan-based packaging films loaded with API@CD-MOF for blackberry preservation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 729, 138937. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2025.138937>
- Huang, J., Kong, X., Chen, Y., dan Chen, J. 2023. Assessment of flavor characteristics in snakehead (*Ophiocephalus argus* Cantor) surimi gels affected by atmospheric cold plasma treatment using GC-IMS. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1086426. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1086426>
- Huang, L., Ren, Y., Li, H., Zhang, Q., Wang, Y., Cao, J., dan Liu, X. 2022. Create fat substitute from soybean protein isolate/konjac glucomannan: The impact of the protein and polysaccharide concentrations formulations. *Frontiers in Nutrition*, 9, 843832. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.843832>
- Indrawati, Y. dan Amoryna, D. 2023. Inovasi *centrifuge* alternatif dari motor kipas angin untuk preparasi pengujian berbagai sampel di laboratorium. *Jurnal Laboratory*, 6(2), 106–113. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.84988>
- Irfansyah, R., Wibowo, A., Haris, M. I., dan Anindyasari, D. 2024. Karakteristik fisikokimia bakso daging sapi dengan penambahan tepung ubi jalar ungu

- (*Ipomoea batatas* L.) sebagai substitusi tepung tapioka. Jurnal Nukleus Peternakan, 11(2), 83–92. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v11i2.17505>
- Jayakody, M. M., Kaushani, K. G., Vanniarachchy, M. P. G., dan Wijesekara, I. 2023. Hydrocolloid and water-soluble polymers used in the food industry and their functional properties: a review. Polymer Bulletin, 80, 3585–3610. <https://doi.org/10.1007/s00289-022-04264-5>
- Jian, W., Wua, H., Wua, L., Wu, Y., Jia, L., Pang, J., dan Sun, Y. M. 2016. Effect of molecular characteristics of konjac glucomannan on gelling and rheological properties of tilapia myofibrillar protein. Carbohydrate Polymers, 150, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.001>
- Jiang, Q., Wu, W., Han, J., Chung, H. Y., Gao, P., Yu, D., Yu, P., Xu, Y., dan Xia, W. 2022. Characteristics of silver carp surimi gel under high temperature (≥ 100 °C): quality changes, water distribution and protein pattern. International Journal of Food Science and Technology, 57(7), 4613–4627. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15799>
- Jiang, T., Zhao, Y., Huang, M., Zhang, Z., Mao, Y., dan Zuo, H. 2025. Influence of interactions between drawing soy protein and myofibrillar proteins on gel properties. Foods, 14 (6), 1064. <https://doi.org/10.3390/foods14061064>
- Jommark, N., Chantarathethimakul, S., dan Ratana-arporn, P. 2021. Effect of phosphates substitution with carboxymethyl cellulose and konjac glucomannan on quality characteristics of low-fat emulsion sausage. Journal of Food Processing and Preservation, 46(21), e16256. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16256>
- Junianto, Jaya, P., Himmati, A. dan Suripto, A. 2024. Tingkat kesukaan bakso udang pada berbagai imbalan formulasi tepung tapioka dan terigu. Jurnal Kolaboratif Sains, 7(7), 2258 – 2267. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i7.5454>
- Kapoor, D. U., Sharma, H., Maheshwari, R., Pareek, A., Gaur, M., Prajapati, B. G., Castro, G. R., Thanawuth, K., Suttiruengwong, S., dan Sriamornsak, P. 2024. Konjac glucomannan: A comprehensive review of its extraction, health benefits, and pharmaceutical applications. Carbohydrate Polymers, 339, 122266. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122266>
- Kembuan, J. M. M., Katili, D. Y., dan Maabuat, P. V. 2019. Pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada berbagai padat penebaran yang

- dipelihara dalam wadah terkontrol. *Jurnal Ilmiah Sains*, 19(2), 111–117.
<https://doi.org/10.35799/jis.19.2.2019.23931>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Data Produksi Perikanan Budi Daya Pembesaran Nila.
- Khotimah, K., Kusumaningrum, I., dan Afiah, R. N. 2024. Profil tekstur dan uji hedonik bakso ikan lele dengan penambahan tepung ubi kelapa (*Dioscorea alata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8), 693–705.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.50811>
- Konno, K. 2017. Myosin denaturation study for the quality evaluation of fish muscle-based products. *Food Science and Technology Research*, 23(1), 9–21.
<https://doi.org/10.3136/fstr.23.9>
- Kurnia, A. M., Wulansari, P. D., dan Frasiska, N. 2024. uji kadar air dan organoleptik nugget daging kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) dengan penambahan tepung wijen (*Sesamum Indicum L*). *Jurnal Sains Peternakan Nusantara*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.53863/jspn.v4i01.1265>
- Lee, M., Ha, D. G., Lee, H. G., Lee, J., dan Chol, M. J. 2025. Plant-based protein emulsions with soy protein isolate and gluten improve freeze-thaw stability and shelf life of pork meatballs. *Meat Science*, 219, 109680.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109680>
- Lenzun, T., Sompie, M., dan Siswosubroto, S. E. 2021. Pengaruh penambahan gelatin terhadap susut masak, daya mengikat air, keempukan dan nilai pH sosis daging sapi. *Jurnal Zootec*, 41(2), 340–347.
[10.19087/jveteriner.2019.20.4.548](https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.4.548)
- Liu, Y., Gu, Q., Huang, M., Zhao, Y., Guo, Z., Zuo, H., Zhu, L., dan Zhang, Y. 2025. Investigating the effects of protein thermal denaturation on the water-holding capacity of beef: insights from structural dynamics. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(1).
<https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf076>
- Lufiana, B., Mokoolang, S., Korompot, I., Fahrullah, F., dan Amin, M. 2023. Penggunaan tepung porang sebagai substitusi tepung tapioka terhadap karakteristik fisik dan hedonik bakso ayam. *Jurnal Peternakan Lokal*, 5(1), 8–15. <https://doi.org/10.46918/peternakan.v5i1.1626>

- Ma, Y., Su, D., Wang, Y., Li, D., dan Wang, L. 2020. Effects of concentration and NaCl on rheological behaviors of konjac glucomannan solution under large amplitude oscillatory shear (LAOS). *Food Science and Technology*, 128, 109466. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109466>
- Ma, Y., Wang, Y., Wang, Z., Chen, B., Xie, Y., Tang, C., Li, C., Zhou, K., Zhou, H., dan Xu, B. 2023. Mechanism of textural properties changes of cooked chicken in early postmortem: Effect of protein degradation induced by calpain on heating shrinkage. *Food Chemistry*, 417, 135901. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135901>
- Majumdar, R. K., Roy, D., dan Saha, A. 2017. Textural and sensory characteristics of retort-processed freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in curry medium. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2487–2498. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1242139>
- Mandasari, F., Yasa, I. W. S., dan Nofrida, R. 2024. Pengaruh penambahan tepung porang sebagai bahan pengenyal terhadap mutu bakso belut (*Monopterus albus*). *Jurnal Edukasi Pangan*, 2(1), 20–34.
- Marliana, D., Astuti, S., Suroso, E., dan Herdiana, N. 2025. Sifat kimia, fisik dan sensori bakso ikan patin yang disubstitusi rebung betung. *Jurnal agroindustri berkelanjutan*, 4(1), 190–201.
- Masniawati, A., Johannes, E., Magfira, dan Tuwo, M. 2023. Analisis glukomanan umbi porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) dari beberapa daerah di Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(2), 1–10. <https://doi.org/10.70561/jal.v14i2.27897>
- Masruroh, H., Masruroh, U. D., Nugraheni, F. S., dan Paramita, V. 2018. Analisa kadar lemak dalam susu perah sapi menggunakan gaya sentrifugasi. *Jurnal Metana*, 14(1), 25–30. <https://doi.org/10.14710/metana.v14i1.19172>
- Medina-López, S.V., Zuluaga-Domínguez, C.M., Fernández-Trujillo, J.P., dan Hernández-Gómez, M.S. 2022. Nonconventional hydrocolloids' technological and functional potential for food applications. *Foods*, 11 (3), 401. <https://doi.org/10.3390/foods11030401>
- Mikhaelin, D dan Haris, M. I. 2024. Pemanfaatan tepung jagaq (*Setaria italica*) sebagai subsitusi tepung tapioka terhadap kualitas fisik dan organoleptik bakso sapi, *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 7(1): 28–36. <http://dx.doi.org/10.30872/jpltrop.v7i1.14450>

- Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., dan Shukla, V. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 2997–3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
- Munawaroh, S., Kanetro, B., dan Slamet, A. 2024. Potensi alternatif pengganti pengenyal bakso bandeng dengan isolat kacang lokal serta komposisi peptida bioaktif. *Jurnal Fisheries Science and Technology*, 20(1), 12–19. <https://doi.org/10.14710/ijfst.20.1.12-19>
- Ndumuye, E., Langi, T. M., dan Taroreh, M. I. R. 2022. Chemical characteristics of muate flour (*Pteridophyta filicinae*) as traditional food for the community of Kimaam Island. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(2), 261–268. <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44440>
- Nuraini, V., Rahmawati, L. D., dan Karyantina, M. 2024. Identifikasi kerusakan ikan nila merah strain janti (Larasati) (*Oreochromis niloticus*) dengan marinasi bubuk bawang putih (*Allium sativum*) selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(1), 65–74. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.1.2024.51873>
- Nurwanto dan Suswantinah, A. 2021. Metode pengeringan sari pandan (*Pandanus amaryllifolius*) untuk meningkatkan kualitas bubuk sari pandan. *Jurnal Laboratory*, 4(3), 116–123. <https://doi.org/10.22146/ijl.v4i3.70158>
- Nuryanto, N., Afifah, D. N., Sulchan, M., Martosuyono, P., Ihsani, K., dan Kurniastuti, P. L. 2022. Potential of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as an alternative complementary food ingredient for stunting children. *Jurnal Medical Sciences*, 10, 1170–1177. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.9650>
- Pang, B., Bowker, B., Zhuang, H., Yang, Y., dan Zhang, J. 2020. Comparison of 3 methods used for estimating cook loss in broiler breast meat. *Poultry Science*, 99(11), 6287–6290. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.038>
- Pamungkas, I. D., Nurhayati, T., Bustami, Abdullah, A., dan Nurjanah. 2022. Pengaruh penambahan tripsin terhadap karakteristik surimi ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(2), 243–258. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i2.33622>
- Paredes, J., Cortizo-Lacalle, D., Imaz, A. M., Aldazabal, J., dan Vila, M. 2022. Application of texture analysis methods for the characterization of cultured

- meat. *Scientific Reports*, 12, 3898. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07785-1>
- Primadini, V., Vatria, B., dan Novalina, K. 2021. Pengaruh jenis olahan bahan baku dan penambahan tepung tapioka yang berbeda terhadap karakteristik bakso ikan nila. *Manfish Journal*, 2(1), 8–15. <https://doi.org/10.31573/manfish.v2i01.357>
- Purslow, P. P., Oiseth, S., Hughes, J., dan Warner, R.D. 2016. The structural basis of cooking loss in beef: Variations with temperature and ageing. *Food Research International*, 89, 739–748. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.010>
- Puspitasari, F. dan Adawyah, R. 2017. Pengaruh Substitusi Labu Kuning (*Curcubitamoshcata*) terhadap Kualitas Bakso Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 7(2), 151–158. <https://doi.org/10.20527/fishscientiae.v7i2.119>
- Putri, R. M. S. dan Mardesci, H. 2018. Uji hedonik biskuit cangkang kerang simping (*Placuna placenta*) dari perairan indragiri hilir. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(2), 19-29. <https://doi.org/10.32520/jtp.v7i2.279>
- Rachma, Y. A, Legowo, A. M., Setiani, B. E., Nuryanto, Albaari, A. N., dan Susanti, S. 2025. Porang flour functions as a plant-based hydrocolloid to improve technofunctional and sensory properties in duck meatball processing. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 15(6), 778–782.
- Rahayu, N., Zainuri, Prarudiyanto, A., dan Wardani, M. K. 2023. Penambahan tepung porang sebagai alternatif pengganti bahan pengental sintetis pada produk bakso ikan kurisi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(1), 46–57.
- Rahmawati, S. H., Utari, D. S., Herdiana, N., dan Inke, L. A. 2021. Pengaruh penambahan tepung porang pada proses pembuatan mi ikan patin sebagai *gelling agent*. *Fisheries of Wallacea*, 2(2), 70–78. <https://doi.org/10.55113/fwj.v2i2.791>
- Rahmi, N., Salim, R., Khairiah, N., Yuliati, F., Hidayati, S., Rufida, Lestari, R. Y., dan Amaliyah, D. M. 2021. Pemanfaatan dan pengolahan tepung glukomannan umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai bahan pengental produk olahan bakso. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 348–361. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i2.7131>

- Ramadhani, F. dan Murtini, E. S. 2017. Pengaruh jenis tepung dan penambahan perenyah terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik kue telur gabus keju. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1), 38–47.
- Ran, X., Lou, X., Zheng, H., Gu, Q., dan Yang, H. 2022. Improving the texture and rheological qualities of a plant-based fishball analogue by using konjac glucomannan to enhance crosslinks with soy protein. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102910. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102910>
- Ran, X. dan Yang, H. 2022. Promoted strain-hardening and crystallinity of a soy protein-konjac glucomannan complex gel by konjac glucomannan. *Food Hydrocolloids*, 133, 107959. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107959>
- Rosenthal, A. J. dan Thompson, P. 2021. What is cohesiveness? A linguistic exploration of the food texture testing literature. *Journal of Texture Studies*, 52(3), 294–302. <http://doi.org/10.1111/jtxs.12586>
- Safaci, F., Abhari, K., Khosroshahi, N. K., Hosseini, H., dan Jafari, M. 2019. Optimisation of functional sausage formulation with konjac and inulin: using D-Optimal mixture design. *Foods and Raw Materials*, 7(1), 177–184. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-177-184>
- Santriyono, Jurhadi, M., dan Nurhaeda. 2018. Kandungan kadar garam dan susut masak bakso daging ayam broiler pada penambahan putih telur sebagai bahan pengenyal pada konsentrasi yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Bionature*, 19(2), 134–139. <https://doi.org/10.35580/bionature.v19i2.9731>
- Sari, D. P., Ngatirah, dan Widyasaputra, R. 2024. Karakteristik mi kering glukomanan dengan variasi konsentrasi glukomanan dan jumlah penambahan air kapur sirih. *Jurnal Agroteknika*, 7(3), 385-402. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i3.215>
- Shi, H., Zhang, M., Liu, X., Yao, X., Wang, W., Zheng, J., Tomasevic, I., dan Sun, W. 2024. Improved qualities of salt-reduced tilapia surimi by adding konjac glucomannan: Insight into the edible traits, gel properties and anti-freezing ability. *Food Hydrocolloids*, 153, 109971. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109971>
- Silva, A. R. D., Costa, J. F., Castro, J. S. D., Bitu, L. A., Menezes, M. L. A. D., Rodrigues, J. A. G., Silva, L. M. R. D., Farias, A. C. D. S., Andrade, A. P. C. D., dan Fernandes, I. 2025. Development, proximate composition, and

- oxidative stability of mechanically separated tilapia meatballs added with garlic extract. *Journal of Nutrition and Health Surveillance*, 12, E15710. <https://doi.org/10.52521/nutrivisa.v12i1.15710>
- Strzelczak, A., Balejko, J., Szymczak, M., dan Witczak, A. 2021. Effect of protein denaturation temperature on rheological properties of baltic herring (*Clupea harengus membras*) muscle tissue. *Foods*, 10(4), 829. <https://doi.org/10.3390/foods10040829>
- Suirta, I. W., Asih, I. A. R. A., Purniami, D. A. A. T., dan Dwityanti, D. A. B. 2026. Analisis kadar glukomanan dan kalsium oksalat pada umbi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Kimia*, 20(1), 80–84. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2026.v20.i01.p10>
- Sujata, N. N., Widarta, I. W. R., dan Arihantana, N. M. I. H. 2025. Aplikasi konjak glukomanan termodifikasi oktenil suksinat anhidrat (KGOS) sebagai *fat replacer* pada pembuatan bakso babi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 14(4), 683–704. <https://doi.org/10.24843/itepa.2025.v14.i04.p03>
- Sukma, M., Suryati, Meriatna, Za, N., Jalaluddin, dan Sulhatun. 2022. Pengaruh kondisi ekstraksi glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri blume*). *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(1), 114–123 <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i1.6427>
- Suman, S. P., Nair, M. N., Joseph, P., dan Hunt, M. C. 2016. Factors influencing internal color of cooked meats. *Meat Science*, 120, 133–144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.006>
- Sun, Y., Xu, X., Zhang, Q., Zhang, D., Xie, X., Zhou, H., Wu, Z., Liu, R., dan Pang, J. 2023. Review of konjac glucomannan structure, properties, gelation mechanism, and application in medical biology. *Polymers*, 15(8), 1852. <https://doi.org/10.3390/polym15081852>
- Sunardi, Johan, V. S., dan Zalfiatri, Y. 2018. Pemanfaatan rebung betung dalam pembuatan bakso ikan toman. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(2), 6–13. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v10i2.11100>
- Szmanko, T., Lesiow, T., dan Gorecka, J. 2021. The water-holding capacity of meat: A reference analytical method. *Food Chemistry*, 357, 129727. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129727>
- Tambulon, D., Anggriawin, M., Puteri, N. E., Maryati, S., dan Anggraeni, L. 2024. Penambahan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus* Blume) pada

- bakso ikan lele (*Clarias gariepinus*). Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian, 6(2), 38–44.
- Tarigan, M. M. B, Wibowo, A., dan Ardhani, F. 2020. Pengamatan perubahan sifat fisik otot *Semitendinosus* sapi pasca penyembelihan selama masa simpan dingin. Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis, 3(2), 84-93. <http://dx.doi.org/10.30872/jpltrop.v3i2.6555>
- Tian, A., Tolangara, A., dan Suparman. 2023. Uji kandungan senyawa dan organoleptik buah mangrove untuk dijadikan sirup dan minuman serbuk mangrove. Jurnal Bioedukasi, 6(1), 205–214. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v6i1.5900>
- Tolano-Villaverde, I. J., Torres-Arreola, W., Ocaño-Higuera V. M., dan Marquez-Rios, E. 2016. Thermal gelation of myofibrillar proteins from aquatic organisms. CyTA - Journal of Food, 14(3), 502–508. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1116024>
- Tong, Q., Chen, L., Wang, W., Zhang, Z., Yu, X., dan Ren, F. 2018. Effects of konjac glucomannan and acetylated distarch phosphate on the gel properties of pork meat myofibrillar proteins. Food Scientists and Technologists, 55, 2899–2909. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3208-9>
- U.S. Departement of Agriculture. 2024. FoodData Central: Fish, tilapia, farm raised, raw.
- Vaskoska, R., Ha, M., Ong, L., Chen, G., White, J., Gras, S., dan Warner, R. 2021. Myosin sensitivity to thermal denaturation explains differences in water loss and shrinkage during cooking in muscles of distinct fibre types. Meat Science, 179, 108521. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108521>
- Wang, S., He, J., Huang, S., dan Li, B. 2023. Application of konjac glucomannan with chitosan coating in yellow alkaline noodles. Foods, 12(19), 3569. <https://doi.org/10.3390/foods12193569>
- Wang, Y., Wang, X., Lin, C., Yu, M., Chen, S., Guo, J, Rao, P., Miao, S., dan Liu, S. 2021. Heat-induced structural changes in fish muscle collagen related to texture development in fish balls: using eel ball as a study model. Food Science & Nutrition, 10(2), 329–341. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2462>

- Wangiyana, I. G. A. S. dan Triandini, I. G. A. A. H. 2022. Uji hedonik teh herbal daun tanaman pohon menggunakan berbagai pendekatan statistik. *Journal of Agritech*, 2(2), 43–53.
- Waraczewski, R., Muszynski, S., dan Sołowiej, B.G. 2022. An analysis of the plant- and animal-based hydrocolloids as byproducts of the food industry. *Molecules*, 27(4), 8686. <https://doi.org/10.3390/molecules27248686>
- Wardani, N. E., Subaidah, W. A, dan Muliasari, H. 2021. Ekstraksi dan penetapan kadar glukomanan dari umbi porang (*amorphophallus muelleri blume*) menggunakan metode DNS. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(3), 383–391.
- Wariyah, C. dan Riyanto. 2018. Efek antioksidatif dan akseptabilitas bakso daging ayam ras dengan penambahan gel lidah buaya. *Agritech*, 38(2), 125–132. <https://doi.org/10.22146/agritech.31850>
- Wati, R. I., Basuki, E., dan Yasa, I. W. S. 2025. Kajian penggunaan tepung tulang ikan dan tepung porang (*Amorphophallus muelleri*) dalam pembuatan bakso ikan gabus. *Jurnal Edukasi Pangan*, 3(4), 104–117.
- Wei, S., Xu, Y., Kong, B., Wang, M., Zhang, J., Liu, Q., dan Yang, Y. 2022. Effect of microwave heating time on the gel properties of chicken myofibrillar proteins and their formation mechanism. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(8), 5024–5035. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15810>
- Wijayanti, A., Emilysari, D., Rahmawati, S. H., dan Qulubi, M. H. 2023. Karakteristik dan uji organoleptik bakso ikan gabus (*Channa striata*) dengan penambahan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan Indonesia*, 5(1), 73-82. <https://doi.org/10.36526/lemuru.v5i1.2526>
- Wijayanti, A., Rahmawati, S. H., dan Emilyasari, D. 2024. Karakteristik kimiawi bakso ikan patin (*Pangasius* sp.) melalui pemberian tepung konjak (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan Indonesia*, 6(1), 15–29. <https://doi.org/10.36526/jl.v6i1.3500>
- Wu, W., Que, F., Li, X., Shi, L., Deng, W., Fu, X., Xiong, G., Sun, J., Wang, L., dan Xiong, S. 2022. Effects of enzymatic konjac glucomannan hydrolysates on textural properties, microstructure, and water distribution of grass carp surimi gels. *Foods*, 11(5), 750. <https://doi.org/10.3390/foods11050750>

- Yang, J., Chen, S., Tong, T., dan Yu, C. 2025. Assessment of frozen stored silver carp surimi gel quality using synthetic data-driven machine learning (SDDML) model. *Gels*, 11(10), 810. <https://doi.org/10.3390/gels11100810>
- Yanuar, V. 2020. Analisis tingkat kesukaan konsumen terhadap jenis ikan yang berbeda pada kerupuk stik ikan. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(3), 370–377. <https://dx.doi.org/10.31602/zmip.v45i3.3471>
- Yao, Y., He, W., dan Xu, B. 2023. Physiochemical characteristics and sensory properties of plant protein isolates– konjac glucomannan compound gels. *Food Science & Nutrition*, 11(9), 5063–5077. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3471>
- Zambrano, M. V., Dutta, B., Mercer, D. G., MacLean, H. L., dan Touchie, M. F. 2019. Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 484–496. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.006>
- Zhang, H., Xiong, Y., Bakrya, A. M., Xiong, S., Yin, T., Zhang, B., Huang, J., Liu, Z., dan Huang, Q. 2019. Effect of yeast β -glucan on gel properties, spatial structure and sensory characteristics of silver carp surimi. *Food Hydrocolloids*, 88, 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.010>
- Zhang, T., Chen, S., Xu, X., Zhuang, X., Chen, Y., Xue, Y., Xue, C., dan Jiang, N. 2023. Effects of konjac glucomannan on physical properties and microstructure of fish myofibrillar protein gel: Phase behaviours involved. *Food Hydrocolloids*, 134, 108034. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108034>
- Zhang, Y., Bai, G., Wang, J., Wang, Y., Jin, G., Teng, W., Geng, F., dan Cao, J. 2023. Myofibrillar protein denaturation/oxidation in freezing-thawing impair the heat-induced gelation: Mechanisms and control technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 138, 655–670. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.06.035>
- Zheng, L., Regenstein, J. M., Zhou, L., Mokhtar, S. M., dan Wang, Z. 2023. Gel properties and structural characteristics of composite gels of soy protein isolate and silver carp protein. *Gels*, 9 (5), 420. <https://doi.org/10.3390/gels9050420>

- Zhu, X., Shi, X., Liu, S., Gu, Y., Liu, J., Fu, Q., dan Wang, R. 2022. Physicochemical properties and gel-forming ability changes of duck myofibrillar protein induced by hydroxyl radical oxidizing systems. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1029116. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1029116>
- Zhuang, X., Wang, L., Jiang, X., Chen, Y., dan Zhou, G. 2021. Insight into the mechanism of myofibrillar protein gel influenced by konjac glucomannan: Moisture stability and phase separation behavior. *Food Chemistry*, 339, 127941. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127941>