



Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka dengan Tepung Uwi Ungu terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Fisikokimia Bakso Daging Ayam selama Penyimpanan Suhu Dingin

(Effect of Substituting Tapioca Flour with Purple Yam Flour on the Antioxidant Activity and Physicochemical Properties of Chicken Meatballs during Cold Storage)

Andi Nurmasyth¹, Hajrawati Hajrawati^{2*}, Ratmawati Malaka²

¹ Alumni Pascasarjana Ilmu dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar, Sulawesi Selatan 90245

² Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, Sulawesi Selatan 90245

* Penulis Korespondensi (hajrawati@unhas.ac.id)

Dikirim (*received*): 25 Oktober 2023; dinyatakan diterima (*accepted*): 24 November 2023; terbit (*published*): 30 November 2023. Artikel ini dipublikasi secara daring pada https://ejournal.unib.ac.id/index.php/buletin_pt/index

ABSTRACT

Meatball is a processed meat product that has a relatively short shelf life (prone to spoilage). One of the causes of spoilage in meatballs is oxidation, especially during storage. Natural antioxidant compounds found in purple sweet potato flour are capable of inhibiting oxidation and improving the physicochemical properties of meatballs. This research aimed to evaluate the influence of substituting tapioca flour with purple sweet potato flour on the antioxidant activity and physicochemical properties of chicken meatballs during refrigerated storage (4°C). The substitution treatments of purple sweet potato flour were 0%, 25%, 50%, and BHT 0.01%, with storage durations of 0, 6, 12, and 18 days. The parameters tested included antioxidant activity (DPPH), pH value, color (L*, a*, and b*), and TBARS value. The results showed that substituting tapioca flour with purple sweet potato flour significantly affected the DPPH value, L*, a*, b*, and TBARS, but did not significantly impact the pH value of the meatballs. Based on the research findings, it can be concluded that substituting tapioca flour with purple sweet potato flour can enhance the antioxidant activity, physicochemical properties, and shelf life of chicken meatballs for up to 18 days at 4°C. Purple sweet potato flour also shows potential to replace the use of synthetic antioxidants (BHT 0.01%) in meatball production.

Keywords: antioxidant activity, physicochemical properties, meatballs, purple yam flour.

ABSTRAK

Bakso merupakan produk olahan daging yang memiliki masa simpan yang relatif singkat (mudah rusak). Kerusakan pada bakso salah satunya akibat oksidasi terutama selama masa penyimpanan. Senyawa antioksidan alami yang dimiliki tepung uwi ungu mampu menghambat oksidasi dan memperbaiki sifat fisikokimia pada bakso. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu terhadap aktivitas antioksidan dan sifat fisikokimia bakso daging ayam selama penyimpanan suhu dingin (4°C). Perlakuan substitusi tepung uwi ungu yaitu 0%, 25%, 50% dan BHT 0,01% dengan lama penyimpanan 0, 6, 12, dan 18 hari. Parameter yang diuji yaitu aktivitas antioksidan (DPPH), nilai pH, warna (L*, a* dan b*) dan nilai TBARS. Hasil penelitian menunjukkan substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu secara signifikan berpengaruh pada nilai DPPH, L*, a*, b* dan TBARS, tetapi tidak memberikan pengaruh signifikan pada nilai pH bakso. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, sifat fisikokimia dan masa simpan bakso daging ayam hingga 18

hari pada suhu 4°C. Tepung uwi ungu juga berpotensi menggantikan penggunaan antioksidan sintetis (BHT 0,01%) pada pembuatan bakso.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, sifat fisikokimia, bakso daging ayam, tepung uwi ungu

PENDAHULUAN

Bakso merupakan produk olahan daging yang dapat dibuat dari daging sapi, ayam, ikan, atau udang (Akhilesh *et al.*, 2016). Namun, bakso daging ayam banyak diminati konsumen karena relatif murah dan mudah didapatkan (Bithi *et al.*, 2020). Wariyah dan Riyanto (2018) menyatakan bahwa daging ayam memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang berkisar 58,23 – 63,86% dengan pH 6,0 – 6,5 sehingga masa simpannya pada suhu ruang maksimal hanya 1 hari (12 – 24 jam). Kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi pada daging ayam menyebabkan bakso rentan terhadap kerusakan oksidasi. Oksidasi lemak dapat menurunkan kualitas rasa, tekstur, warna, dan gizi bakso selama proses produksi dan penyimpanan (Zwolan *et al.*, 2020). Upaya yang dilakukan untuk menghambat laju oksidasi lemak pada bakso yakni dengan menambahkan bahan pengawet sintetis, seperti *butylated hydroxyl anysole* (BHA), *butylated hydroxyl toluene* (BHT) dan *propyl gallate* (PG) (Gallego *et al.*, 2015). Penambahan antioksidan sintetis pada produk pangan dalam jangka waktu lama dan jumlah berlebihan memberikan efek negatif bagi kesehatan, antara lain kerusakan hati dan bersifat toksik (Mihaylova dan Schalow, 2013). Permasalahan tersebut bisa diatasi dengan mengganti penggunaan antioksidan sintetis dengan antioksidan alami. Antioksidan alami yang pernah ditambahkan pada bakso salah satunya berasal dari umbi-umbian, seperti umbi talas (Melia *et al.*, 2010), ubi jalar (Aprita *et al.*, 2020), dan umbi porang (Rahmi *et al.*, 2021).

Uwi ungu (*Dioscorea alata*, L.) merupakan jenis umbi-umbian yang memiliki kandungan antosianin (31 mg/100 g) dan senyawa fenolik (478 mg/100 g) yang berfungsi sebagai antioksidan alami (Fang *et al.*, 2011). Hapsari (2014) menyatakan bahwa kandungan

antioksidan uwi ungu setara atau lebih tinggi dari 100 µg BHA (*butylhydroxyanisole*) dan α-tokoferol. Uwi ungu juga mengandung senyawa bioaktif seperti mucin, dioscin, allantoin, discorin dan vitamins (Zhang *et al.*, 2018). Selain sebagai sumber antioksidan alami, uwi ungu juga merupakan sumber karbohidrat yang terdiri dari amilosa (17,59%) dan amilopektin (68,60%) (Winarti dan Saputro, 2013). Kadar amilosa dan amilopektin uwi ungu yang hampir sama dengan tepung tapioka dapat digunakan sebagai filler pada bakso. Penggunaan filler pada bakso memiliki manfaat dalam memperbaiki tekstur, meningkatkan kemampuan mengikat air, menurunkan penyusutan akibat pemasakan serta meningkatkan elastisitas produk bakso (Wariso *et al.*, 2021).

Pemanfaatan tepung uwi ungu masih terbatas pada produk pangan seperti mie (Suharman *et al.*, 2020), bolu kukus (Lestari *et al.*, 2019), roti (Tamaroh dan Sudrajat, 2021) dan es krim (Awaliah *et al.*, 2018). Namun hanya ada satu studi tentang penggunaan tepung uwi ungu pada produk daging (Nurmasytha *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya menjelaskan mengenai kualitas fisik dan aktivitas antioksidan. Namun, pada penelitian kali ini mengevaluasi lebih lanjut aktivitas antioksidan, sifat fisikokimia, dan kemampuan tepung uwi ungu menghambat oksidasi pada bakso selama penyimpanan di suhu 4°C.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan pembuatan bakso yaitu daging ayam, tepung uwi ungu, tepung tapioka,

Tabel 1. Formulasi bahan adonan bakso

Bahan	Komposisi (%)	Substitusi Tepung Uwi Ungu			
		0%	25%	50%	BHT
Daging Ayam(g)		250	250	250	250
Tepung tapioka (g)	20	50	37,5	25	50
Tepung uwi ungu (g)		0	12,5	25	
Es batu (g)	30	75	75	75	75
Garam (g)	1,8	4,5	4,5	4,5	4,5
Bawang putih (g)	4	10	10	10	10
Merica (g)	0,7	1,75	1,75	1,75	1,75
Penyedap rasa (g)	1	2,5	2,5	2,5	2,5
STPP (g)	0,3	0,75	0,75	0,75	0,75
Minyak zaitun (g)	1				2,5
BHT (g)	0,01				0,04

Sumber: Hajrawati et al. (2022)

natrium tripolifosfat (STPP), bawang putih, es batu, garam, dan merica. Bahan kimia yang digunakan adalah methanol (Merck, Darmstadt, Hesse Germany), *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) yang diperoleh dari Sigma Aldrich, USA, *thiorbarbituric acid* (TBA), *chloride acid* (HCl), PG, *ethylene diamine tetra-acetic acid* (EDTA), anti buih (+).

Proses Pembuatan Bakso

Pembuatan dan formulasi bakso daging ayam mengacu pada metode yang dilakukan Hajrawati et al. (2022). Daging ayam dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dan digiling. Penggilingan daging dibagi dua. Penggilingan pertama, daging giling dicampur dengan garam (1,8%), es batu (30%), dan fosfat (0,3%) kemudian dihomogenkan menggunakan *food processor*. Penggilingan kedua ditambahkan penyedap rasa (1%), merica (0,7%), bawang putih (4%), minyak zaitun (1%), dan substitusi tepung tapioka dan tepung uwi ungu ditambahkan sesuai perlakuan (0%, 25%, 50% dan BHT 0,01 % sebagai faktor I) kemudian digiling kembali. Emulsi dibentuk menjadi bulat dan direbus pada suhu 80°C selama 20 menit. Bakso yang telah dimasak didinginkan lalu dikemas dan disimpan di suhu 4°C. Pengujian aktivitas antioksidan dan sifat fisikokimia bakso dilakukan pada hari ke-0, 6, 12 dan 18 masa penyimpanan sebagai faktor II. Formulasi bahan adonan bakso daging ayam ditunjukkan pada Tabel 1.

Aktivitas Antioksidan (DPPH)

Aktivitas antioksidan bakso ditentukan dengan metode DPPH mengacu pada Hajrawati et al. (2021). Ekstrak bakso sebanyak 0,4 mL (1 g bakso dalam 5 mL metanol) ditambah larutan DPPH 0,06 mM dan dihomogenkan selama 10 detik. Larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, kemudian penentuan absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, USA MFG INC) dengan panjang gelombang 517 nm. Selanjutnya aktivitas antioksidan (persen penghambatan) dihitung sebagai persentase perbedaan absorbansi antara kontrol dan sampel terhadap kontrol.

$$\text{Penghambatan DPPH (\%)} = \frac{\text{DPPH-Sampel}}{\text{DPPH}} \times 100$$

Nilai pH

Pengukuran pH mengacu pada metode Nurmasytha et al. (2023), nilai pH bakso diukur menggunakan pH meter tipe "HI 99163, Hanna Instruments, Eibar, Spain" yang telah dikalibrasi kemudian sampel bakso ditusuk dan diulang sebanyak empat kali.

Pengukuran Warna

Analisis warna pada bakso diukur menggunakan kolorimeter (T135) (Test

Tabel 2. Aktivitas antioksidan bakso substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu selama penyimpanan

Perlakuan	Nilai DPPH Bakso (%) selama Penyimpanan (Hari)				Rata-Rata
	0	6	12	18	
0%	36,45±1,63	35,97±1,01	35,28±0,91	33,99±1,91	35,42±1,37 ^c
25%	57,82±1,87	55,34±3,56	55,22±4,42	54,23±3,81	55,65±3,42 ^b
50%	76,62±2,89	74,07±2,85	72,87±2,94	72,81±2,96	74,09±2,91 ^a
BHT 0,01%	39,18±0,26	38,49±0,94	37,38±0,42	34,50±5,27	37,39±1,72 ^c
Rata-Rata	52,52±1,66	50,96±2,09	50,19±2,17	48,88±3,49	

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$)

Electrical Electronic Corp. Taipei, Taiwan) dan dilakukan sebanyak empat ulangan pada setiap sampel. Parameter nilai warna terdiri dari *lightness* (L^*), *redness* (a^*) dan *yellowness* (b^*).

Nilai TBARS

Pengujian TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*) dilakukan dengan metode destilasi mengikuti prosedur Sorensen dan Jorgensen (1996). Sampel bakso yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam beker gelas. Kemudian tambahkan 50 ml H_2O mengandung 0,1% PG dan 0,1% EDTA lalu dihomogenkan. Larutan dipindahkan secara kuantitatif ke dalam tabung destilasi dengan ditambahkan 47,5 ml larutan PG dan EDTA. Kemudian ditambahkan HCl 4 N sebanyak 2,5 ml dan 5 tetes 22 antibuih (*antifoaming agent*). Selanjutnya didestilasi hingga diperoleh 50 ml distilat. Untuk pengujian TBARS 5 ml distilat direaksikan dengan 5 ml TBARS 0,02 M, lalu diinkubasi dalam *waterbath* pada suhu $100^\circ C$ selama 40 menit. Setelah itu, didinginkan di air mengalir. Penentuan nilai TBARS dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Kurva kalibrasi dibuat dari larutan stok 1,1,3,3-tetraetioksiopropana (TEP) 0,002 M dibuat secara seri dari kisaran 2×10^6 hingga 10×10^6 direaksikan dengan larutan TBA dan diperlakukan sama dengan sampel. Nilai TBARS dihitung berdasarkan kurva standar.

Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dua arah dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Ranget Test (DMRT) pada tingkat signifikansi 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan

Pengujian DPPH dilakukan untuk mengetahui kemampuan antioksidan tepung uwi ungu yang digunakan sebagai filler pada pembuatan bakso. Aktivitas antioksidan (nilai DPPH) bakso daging ayam substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu selama masa penyimpanan disajikan pada Tabel 2.

Substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu (Tabel 2) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($P > 0,05$) pada lama waktu penyimpanan terhadap penghambatan DPPH. Namun, peningkatan level substitusi tepung uwi ungu berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada penghambatan DPPH. Penghambatan terhadap DPPH tertinggi (74,09%) diperoleh pada bakso dengan substitusi tepung uwi ungu sebanyak 50%. Hal ini disebabkan adanya senyawa antosianin pada tepung uwi ungu yang berfungsi sebagai antioksidan sehingga mampu

Tabel 3. Nilai pH bakso daging ayam substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu selama penyimpanan

Perlakuan	Nilai pH selama Penyimpanan (Hari)				Rata-Rata
	0	6	12	18	
0%	6,17±0,01	6,14±0,04	6,11±0,03	6,06±0,02	6,12±0,01
25%	6,15±0,03	6,13±0,02	6,12±0,01	6,05±0,02	6,11±0,01
50%	6,15±0,01	6,12±0,04	6,10±0,02	6,04±0,04	6,10±0,02
BHT 0,01%	6,16±0,01	6,13±0,01	6,11±0,04	6,08±0,02	6,12±0,01
Rata-Rata	6,16±0,01 ^a	6,13±0,01 ^b	6,11±0,04 ^b	6,07±0,02 ^c	

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$)

menghambat radikal bebas. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Tamaroh *et al.* (2018) bahwa kemampuan tepung uwi ungu menghambat DPPH (radikal bebas) sebesar 83,68% erat kaitannya dengan adanya kandungan antosianin pada tepung uwi ungu. Kadar antosianin tepung uwi ungu yang digunakan pada penelitian ini sebesar 71,95 mg/kg. Komponen antosianin sebagai antioksidan alami dapat menunda autooksidasi dengan cara menghambat pembentukan radikal bebas atau memutus reaksi berantai autooksidatif (Tomović *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2), juga terlihat aktivitas antioksidan (penghambatan DPPH) bakso dengan substitusi tepung uwi ungu sebanyak 25% dan 50% lebih tinggi dibandingkan bakso dengan penambahan antioksidan sintesis (BHT 0,01%).

Nilai pH

Pengukuran pH bakso berguna untuk mengetahui sifat asam, netral atau basa pada bakso. Hasil pengukuran pH pada bakso daging ayam dengan substitusi tepung uwi ungu dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil pengukuran pH bakso (Tabel 3), terlihat bahwa substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu sebanyak 25% dan 50% tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap nilai pH bakso daging ayam. Namun, lama penyimpanan berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap nilai pH bakso. Nilai pH bakso daging ayam menurun seiring lama penyimpanan (0 hingga 18 hari) meskipun penurunannya relatif kecil. Hal ini berkaitan dengan reaksi

enzimatik akibat aktivitas mikroorganisme yang relatif terhambat pada suhu rendah (4°C). Suhu penyimpanan rendah mampu menghambat penurunan pH bakso sapi (Ismail *et al.* 2016). Beberapa peneliti juga melaporkan penurunan nilai pH produk olahan daging selama masa penyimpanan yaitu burger daging domba (Martínez-zamora *et al.*, 2020) dan bakso daging sapi (Aulawi dan Ninsix 2009).

Nilai pH bakso daging ayam baik yang disubstitusi tepung uwi ungu maupun tanpa substitusi (0%) dan yang ditambahkan BHT 0,01% selama 18 hari penyimpanan pada suhu 4°C rata-rata berkisar 6,1. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian Montolalu *et al.* (2017) bahwa nilai pH bakso berkisar 6 sampai 7.

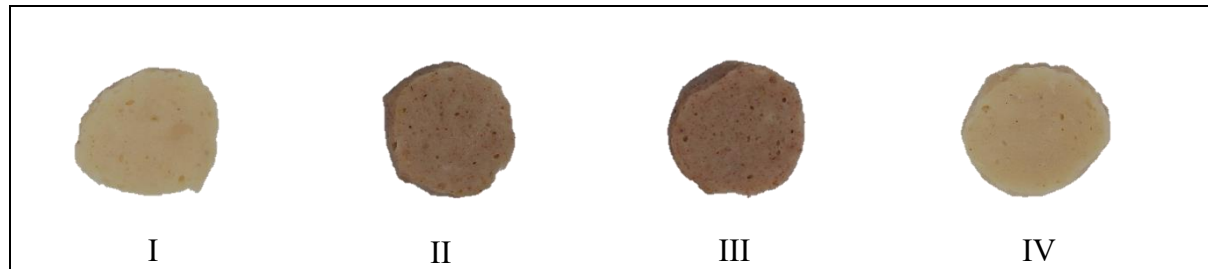
Pengukuran Warna

Warna produk daging merupakan parameter fisik yang mempengaruhi preferensi konsumen, yaitu daya terima dan karakteristik mutu (Rahayu *et al.*, 2020). Warna produk daging olahan tergantung pada komposisi bahan baku, bahan tambahan pangan, dan proses pengolahan. Nilai warna L^* (kecerahan) = 0 (hitam) – 100 (putih), a^* (Kemerahan) ($a=0 - 80$ untuk warna merah, $a=0 - (-80)$ untuk warna hijau), dan b^* (Kekuningan) ($b=0 - 80$ untuk warna kuning, $b=0 - (-80)$ untuk warna biru (Imran *et al.*, 2016). Nilai L^* , a^* dan b^* yang dihasilkan oleh bakso

Tabel 4. Nilai Warna L*, a* dan b* bakso daging ayam substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu selama penyimpanan

Perlakuan	Lama Penyimpanan (Hari)				Rata-Rata
	0	6	12	18	
L* (Lightness)					
0%	70,07±1,22	68,79±1,46	65,26±1,43	61,19±1,29	66,35±1,35 ^a
25%	56,24±0,44	55,56±0,50	53,27±2,83	50,72±2,94	53,95±1,68 ^b
50%	55,84±0,44	54,36±0,29	50,45±2,99	48,37±1,86	52,25±1,40 ^c
BHT 0,01%	69,63±0,98	68,50±0,48	65,95±0,81	61,52±1,81	66,40±1,02 ^a
Rata-Rata	62,95±0,77 ^a	61,80±0,68 ^a	58,73±2,02 ^b	55,45±1,98 ^c	
a* (Redness)					
0%	0,41± 0,12 ^f	0,58± 0,16 ^{ef}	0,60± 0,34 ^{ef}	0,94± 0,22 ^e	0,63±0,21
25%	4,06± 0,05 ^c	3,90±0,40 ^c	3,25± 0,23 ^d	3,11± 0,09 ^d	3,58±0,19
50%	6,30± 0,16 ^a	6,06± 0,21 ^a	6,02± 0,07 ^a	5,50± 0,26 ^b	5,97±0,17
BHT 0,01%	0,33± 0,26 ^f	0,68± 0,17 ^{ef}	0,73± 0,24 ^{ef}	0,85± 0,49 ^e	0,65±0,29
Rata-Rata	2,77±0,15	2,80±0,23	2,65±0,22	2,60±0,26	
b* (Yellowness)					
0%	8,36±0,07	8,13±0,76	7,67±0,39	7,17±0,13	7,83±0,34 ^c
25%	8,73±0,32	8,36±0,36	8,04±0,26	7,92±0,14	8,26±0,27 ^b
50%	9,62±0,19	9,41±0,54	8,75±0,15	7,94±0,25	8,93±0,28 ^a
BHT 0,01%	8,56±0,12	8,26±0,91	7,91±0,39	7,45±0,38	8,05±0,45 ^{bc}
Rata-Rata	8,82±0,18 ^a	8,54±0,64 ^a	8,09±0,30 ^b	7,62±0,22 ^c	

Keterangan: superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$)



Gambar 1. Warna bakso daging ayam. I = 0% tepung uwi ungu, II = 25% tepung uwi ungu, III = 50% tepung uwi ungu, IV = BHT 0,01%

daging ayam dengan substitusi tepung uwi ungu selama 18 hari penyimpanan di suhu 4°C disajikan pada Tabel 4, sementara warna bakso daging ayam hasil penelitian pada Gambar 1.

Substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap nilai L* (kecerahan) bakso daging ayam. Nilai L* (kecerahan) bakso daging ayam dengan substitusi tepung uwi ungu sebanyak 25% dan 50% lebih rendah (lebih gelap) dibandingkan tanpa substitusi tepung uwi ungu (0%) BHT 0,01% (Tabel 4 dan Gambar 1). Bakso tanpa tepung uwi ungu (0%) dan bakso dengan

penambahan BHT 0,01% memiliki rata-rata nilai L* 66,35 dan 66,40. Sedangkan bakso dengan substitusi tepung uwi ungu sebanyak 25% dan 50% memiliki rata-rata nilai L* masing-masing 53,95 dan 52,25. Penurunan nilai L* (kecerahan) pada bakso yang ditambahkan tepung uwi ungu disebabkan adanya kandungan antosianin uwi ungu yang mempengaruhi tingkatan warna cerah bakso. Nurmasytha et al. (2023) menyatakan bahwa perubahan nilai L* pada bakso disebabkan oleh kandungan antosianin atau zat pewarna alami yang terdapat pada uwi ungu. Nilai

L* (kecerahan) bakso daging ayam juga mengalami penurunan seiring lama waktu penyimpanan terutama setelah 12 dan 18 hari penyimpanan.

Intensitas warna a* (kemerahan) bakso daging ayam dengan penambahan tepung uwi ungu selama 18 hari penyimpanan pada suhu 4°C lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan tanpa penambahan tepung uwi ungu (0%) dan penambahan BHT 0,01% (Tabel 4). Warna a* bakso daging ayam meningkat seiring bertambahnya tepung uwi ungu yang ditambahkan pada bakso. Menurut Widati *et al.* (2022) nilai a* produk bakso dipengaruhi oleh jenis daging yang digunakan, jenis tepung dan bahan tambahan pangan yang ditambahkan.

Penurunan nilai a* (kemerahan) bakso daging ayam selama penyimpanan disebabkan oleh interaksi antara perlakuan (substitusi tepung uwi ungu) dan lama penyimpanan. Warna a* (kemerahan) bakso daging ayam dipengaruhi oleh kandungan antosianin tepung uwi ungu yang ditambahkan pada bakso dan nilai pH bakso selama penyimpanan. Menurut Roy dan Rhim (2020), bahwa penurunan intensitas warna kemerahan pada bakso dipengaruhi oleh pigmen antosianin. Antosianin sangat dipengaruhi oleh struktur, pH, suhu, enzim, radiasi UV, kopigmentasi, dan keberadaan oksigen.

Berdasarkan hasil pengukuran (Tabel 4), warna b* (kekuningan) bakso daging ayam yang ditambahkan tepung uwi ungu sebanyak 25% dan 50% lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan tanpa penambahan tepung uwi ungu (0%) dan penambahan BHT 0,01%. Perbedaan warna b* pada bakso disebabkan oleh adanya komponen antosianin dan senyawa fenol yang terkandung dalam uwi ungu (Tamaroh dan Sudrajat, 2021). Aziz *et al.* (2018) juga menyatakan perubahan nilai warna dalam berbagai penambahan tepung uwi ungu berkaitan dengan degradasi antosianin pada saat pengolahan dan pemanggangan.

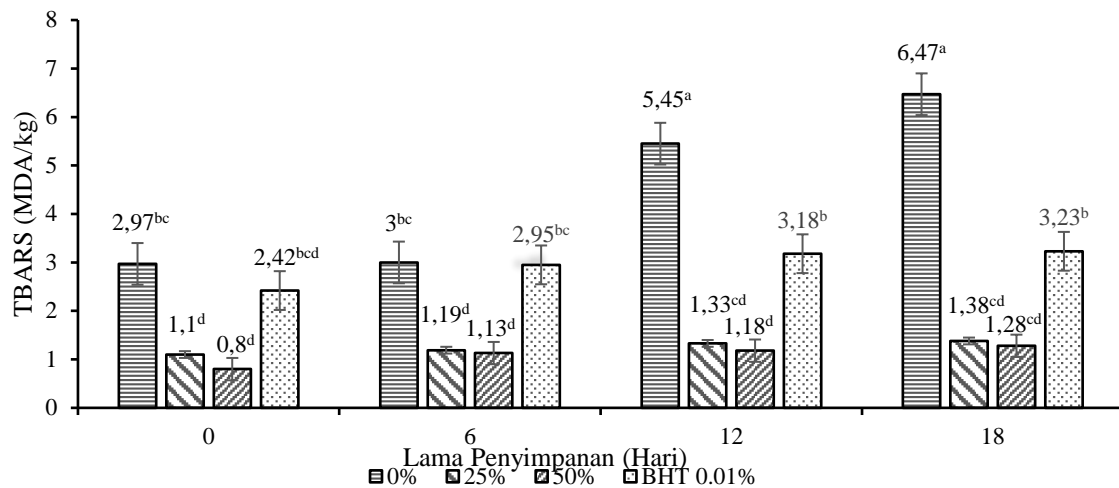
Lama penyimpanan juga berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap intensitas warna b* bakso daging ayam. Warna b* bakso menurun seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Hal serupa juga dilaporkan oleh Suharyanto *et al.* (2019) bahwa lama penyimpanan berpengaruh pada penurunan warna b* (derajat kekuningan) bakso.

Nilai TBARS

Uji TBARS merupakan uji yang spesifik untuk hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh. Malonaldehid merupakan hasil pemecahan peroksida yang dapat diidentifikasi dengan analisis TBA. Semakin tinggi angka TBA, maka malonaldehid semakin banyak atau berarti oksidasi lemak semakin tinggi. Malonaldehid dapat mengakibatkan tengik atau *rancid* (Wariyah dan Riyanto, 2018). Nilai TBARS bakso daging ayam dengan penambahan tepung uwi ungu selama penyimpanan suhu dingin (4°C) ditunjukkan pada Gambar 2.

Penambahan tepung uwi ungu pada bakso daging ayam berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai TBARS bakso selama penyimpanan dingin. Nilai TBARS bakso daging ayam tanpa penambahan tepung uwi ungu (0%) berkisar 2,97 – 6,47 mg MDA/kg dan lebih tinggi dibandingkan nilai TBARS bakso dengan penambahan tepung uwi ungu (25% dan 50%) dan BHT 0,01%. Hal ini disebabkan tepung uwi ungu dan BHT mengandung senyawa antioksidan yang dapat menghambat terjadinya oksidasi. Menurut Santoso (2021), antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat oksidasi lipid dengan menghentikan reaksi berantai radikal bebas.

Interaksi antara formula bakso dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai TBARS bakso. Nilai



Gambar 2. Nilai TBARS bakso daging ayam dengan penambahan tepung uwi ungu selama penyimpanan dingin (4°C). Notasi yang berbeda di atas bar pada lama penyimpanan yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

TBARS bakso daging ayam dengan penambahan tepung uwi ungu (25% dan 50%) selama 18 hari penyimpanan di suhu dingin (4°C) lebih rendah dibandingkan nilai TBARS bakso daging ayam kontrol (0%) dan bakso dengan penambahan BHT 0,01%. Rendahnya nilai TBARS pada bakso dengan penambahan tepung uwi ungu dipengaruhi oleh adanya kandungan antioksidan pada tepung uwi ungu. Hubungan nilai TBARS dengan aktivitas antioksidan berbanding terbalik, jika nilai TBARS rendah maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya (Karseno *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil pengujian, kandungan senyawa antosianin tepung uwi ungu yang digunakan pada penelitian ini sebesar 71,95 mg/kg.

Selama penyimpanan, senyawa antosianin tepung uwi ungu berikatan dengan senyawa peroksida yang dihasilkan dari proses oksidasi lemak sehingga senyawa hidroperoksida yang menyebabkan ketengikan pada bakso daging ayam dapat dihambat. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya angka TBA (Roy dan Rhim, 2020).

KESIMPULAN

Substitusi tepung tapioka dengan tepung uwi ungu pada perlakuan 50% merupakan perlakuan terbaik dan mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, sifat fisikokimia dan

masa simpan bakso daging ayam hingga 18 hari di suhu 4°C serta dapat menggantikan penggunaan antioksidan sintesis (BHT 0,01%) pada pembuatan bakso.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dana hibah penelitian tesis magister berdasarkan surat keputusan dengan nomor 090/E5/PG.02.00/PT/2022 dan nomor kontrak 1268/UN4.22/PT.01.03/2022. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi pelaksanaan selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aprita, I.R., Irhami, C. Anwar, dan R. Salima. 2020. Diversifikasi pembuatan bakso daging ayam dengan penambahan ubi jalar (*Ipomea batatas*

- L.). Jurnal Peternakan Sriwijaya, 9(1): 7–15.
- Aulawi, T., dan R. Ninsix. 2009. Sifat fisik bakso daging sapi dengan bahan pengental dan lama penyimpanan yang berbeda. Jurnal Peternakan, 6(2): 44–52.
- Awaliah, R., Ansharullah, dan Mashuni. 2018. Pengaruh penambahan pasta uwi ungu (*Discorea alata L*) terhadap kualitas organoleptik dan fisiko kimia es krim. J. Sains dan Teknologi Pangan, 3(1): 1018–1026. DOI: 10.33772/jstp.v3i1.3974.
- Aziz, A. A., A.M. Padzil, dan I.I. Muhamad. 2018. Effect of incorporating purple-fleshed sweet potato in biscuit on antioxidant content, antioxidant capacity and colour characteristics. Malaysian Journal of Analytical Sciences, 22(4): 667–675. DOI: 10.17576/mjas-2018-2204-13.
- Bitih, M.A.A., M.A. Hossain, S.M.E. Rahman, M.M. Rahman, dan M.A. Hashem. 2020. Sensory, nutritive, antioxidant and antimicrobial activity of telakucha (*Coccinia cordifolia*) leaves extract in broiler meatballs. Journal of Meat Science and Technology, 8(2): 23–31.
- Fang, Z., D. Wu, D. Yü, X. Ye, D. Liu, dan J. Chen. 2011. Phenolic compounds in chinese purple yam and changes during vacuum frying. Food Chemistry, 128(4): 943–948. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.03.123.
- Gallego, M.G., M.H. Gordon, F.J. Segovia, dan M.P. Almajano. 2015. Caesalpinia decapetala Extracts as Inhibitors of Lipid Oxidation in Beef Patties. Molecules, 20(8): 13913–26. DOI: 10.3390/molecules200813913.
- Hajrawati, H., R. Malaka, K.I. Prahesti, T.S.M. Arifin, dan Y.A.A. Rani. 2021. Evaluation of physico-chemical properties and antioxidant activity of bali beef meatballs added cemba (*Albizia lebbeckoides* [DC.] Benth). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 788(1).
- Hajrawati, H., R. Malaka, F. Fatma, M.R. Hakim, N. Novita, dan S. Suharyanto. 2022. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of chicken meatballs by substitution of tapioca flour with purple sweet potato. International Conference on Improving Tropical Animal Production for Food Security (ITAPS 2021) (pp. 349-355). Atlantis Press.
- Hapsari, R.T. 2014. Prospek uwi sebagai pangan fungsional dan bahan diversifikasi pangan. Buletin Palawija, 38(27): 26–38.
- Imran, Herpandi, dan S. Lestari. 2016. Karakteristik sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan bubuk bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*). Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, 5(2): 157–166. DOI: 10.36706/fishtech.v5i2.3943.
- Ismail, M., R. Kautsar, P. Sembada, S. Aslimah, dan I.I. Arief. 2016. Kualitas fisik dan mikrobiologis bakso daging sapi pada penyimpanan suhu yang berbeda. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan 4(3): 372–374. DOI: 10.29244/jipthp.4.3.372-374
- Karseno, I., R. Handayani, Setyawati. 2013. Aktivitas dan stabilitas antioksidan ekstrak pigmen alga *Oscillatoria sp.* Agritech, 33(4): 371–376. DOI: 10.22146/agritech.9531.
- Lestari, C.D.A., H. Mas'ud, dan S. Rauf. 2019. Daya terima dan kandungan serat bolu kukus dengan penambahan tepung uwi ungu sebagai jajanan tinggi serat. Media Gizi Pangan, 26(1): 53–60. DOI: 10.32382/mgp.v26i1.436.
- Melia, S., I. Juliyarsi, A. Rosya. 2010. Peningkatan kualitas bakso ayam dengan penambahan tepung talas sebagai substitusi tepung tapioka. Jurnal Peternakan, 7(2): 62–69. DOI: 10.24014/jupet.v7i2.460.
- Mihaylova, D., dan S. Schalow. 2013. Antioxidant and stabilization activity of a quercetin-containing flavonoid extract obtained from bulgarian sophora japonica L. *Braz Arch Biol*

- Techn.*, 56(3): 431–438. DOI: 10.1590/S1516-89132013000300011.
- Nurmasytha, A., H. Hajrawati, R. Malaka. 2023. Substitution of tapioca flour with purple yam flour on chicken meatball physical characteristics and antioxidant activity. AIP Conference Proceedings, 2628(1), 1–5.
- Priyanto, A.D., dan S. Djajati. 2019. Formulasi dari kerrang hijau dan tepung tempe dengan variasi konsentrasi air dan agar-alginat. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 7(4): 1–11. DOI: 10.21776/ub.jpa.2019.007.04.1.
- Rahayu, P.I.S., I.N.S. Miwada, dan I.A. Okarini. 2020. Efek marinasi ekstrak tepung batang kecombrang terhadap sifat fisik dan organoleptik daging broiler. Majalah Ilmiah Peternakan, 23(3): 118–123. DOI: 10.24843/MIP.2020.v23.i03.p04.
- Rahmi, N., R. Salim, N. Kahiriah, F. Yuliati, S. Hidayati, Rufida, R.Y. Lestari, dan D.M. Amaliyah. 2021. Pemanfaatan dan pengolahan tepung glukomannan umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai bahan pengental produk olahan bakso. Jurnal Riset Teknologi Industri, 15(2): 348–361. DOI: 10.26578/jrti.v15i2.7131.
- Roy, S., dan J.W. Rhim. 2020. Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 61(14): 1–29. DOI: 10.1080/10408398.2020.1776211.
- Santoso U. 2021. *Antioksidan Pangan*. Gadjra Mada University Press, Yogyakarta.
- Sorensen, G., dan S.S. Jorgensen. 1996. A critical examination of some experimental variables in the 2-Thiobarbituric Acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 202(3): 205–210. DOI: 10.1007/BF01263541.
- Suharman, S. Wahyuni, dan M. Syukri. 2020. Analisis organoleptik dan nilai gizi mie substitusi uwi ungu (*Dioscorea alata L.*). Indonesian Journal of Agricultural and Food Research, 2(1): 33 – 48.
- Suharyanto, H. Nuraini, T. Suryati, I.I. Arief, dan D. Sajuthi. 2019. Potensi ekstrak daun senduduk (*Melastoma malabathricum*) sebagai food additive pada sosis daging sapi. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 8(1): 1–12. DOI: 10.17728/jatp.3147.
- Tamaroh, S., S. Raharjo, A. Murdiati, dan S. Anggrahini. 2018. Perubahan antosianin dan aktivitas antioksidan tepung uwi ungu selama penyimpanan. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 7(1): 31–36. DOI: 10.17728/jatp.2224.
- Tamaroh, S., dan A. Sudrajat. 2021. Antioxidative characteristics and sensory acceptability of bread substituted with purple yam (*Dioscorea alata L.*). International Journal of Food Science, 1–9. DOI: 10.1155/2021/5586316.
- Tomović, V., M. Jakanović, B. Šojić, S. Škaljac, dan M. Ivić. 2017. Plants as natural antioxidants for meat products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 85(1): 1–9.
- Verma, A.K., V. Pathak, V.P. Singh, dan P. Umaraw. 2016. Storage study of chicken meatballs incorporated with green cabbage (*Brassica oleracea*) at refrigeration temperature ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) under aerobic packaging. Journal of Applied Animal Research, 44(1): 409–414. DOI: 10.1080/09712119.2015.1091328.
- Wariso, J.K. G.M. Sipahelut, dan B. Sabtu. 2021. Karakteristik bakso daging sapi yang ditambahkan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris L*) sebagai substitusi sebagian tepung tapioka. Jurnal Peternakan Lahan Kering, 3(1): 1285–1281. DOI: 10.57089/jplk.v3i1.584.
- Wariyah, C., dan Riyanto. 2018. Efek antioksidatif dan akseptabilitas bakso daging ayam ras dengan penambahan gel lidah buaya. Agritech, 38(2): 125–132. DOI: 10.22146/agritech.31850.

- Widati, A.S., Mustakim, E.S. Widyastuti, H. Evanuarini, D. Amertaningtyas, dan M.W. Apriliyani. 2022. The effect of the use of different types and levels of tapioca flour on the physical quality of rabbit meatballs. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 17(1): 27–33. DOI: 10.21776/ub.jitek.2022.017.01.4.
- Winarti, S., dan E.A. Saputro. 2013. Karakteristik tepung prebiotik umbi uwi (*Dioscorea Spp*). *Jurnal Teknik Kimia*, 8(1): 17–21. DOI: 10.33005/tekkim.v8i1.709.
- Zhang, J., H. Tian, P. Zhan, F. Du, A. Zong, dan T. Xu. 2018. Isolation and identification of phenolic compounds in Chinese purple yam and evaluation of antioxidant activity. *LWT*, 96, 161–165. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.05.019.
- Zwolan, A., D. Pietrzak, L. Adamczak, M. Chmiel, S. Kalisz, M. Wirkowska-Wojdyła, T. Florowski, dan J. Oszmiański. 2020. Effects of *Nigella sativa L.* seed extracts on lipid oxidation and color of chicken meatballs during refrigerated storage. *LWT*, 130, 109718. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109718.