

Pengaruh Penambahan Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fisikokimia Bakso Daging Ayam selama Penyimpanan Dingin

(The Effect of Moringa Leaf Powder (Moringa oleifera) Addition on the Antioxidant Activity and Physicochemical Characteristics of Chicken Meatballs during Cold Storage)

A. Nurul Mutiah Rasak¹, Hajrawati Hajrawati^{2*}, Fatma Maruddin², Suharyanto Suharyanto³

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

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

³Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu. 38371A

ARTICLE INFO

Received: 23 October 2023

Accepted: 9 December 2023

*Corresponding author
hajrawati@unhas.ac.id

Keywords:
Antioxidant
Chicken meatballs
Moringa leaf powder
Physicochemical
Cold storage

Kata Kunci:
Antioksidan
Bakso daging ayam
Bubuk daun kelor
Fisikokimia
Penyimpanan dingin

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the antioxidant activity and physicochemical characteristics of chicken meatballs with the addition of moringa leaf powder (MLP) during cold storage (4 °C). This research used a Completely Randomized Design in a factorial pattern, with A factor representing the levels of MLP addition namely 0 %, 0.5 %, 1 %, and addition of 0.01 % of Butylated hydroxytoluene (BHT) (w/w), while B factor representing the storage duration namely 0, 6, 12, and 18 days). The measured parameters included antioxidant activity, TBARS value, pH, and color. The research results indicated that the addition of MLP increased antioxidant activity, and the yellowness (b*) color value, inhibited the rate of TBARS increase, decreased the pH value, and influenced the lightness (L*) and redness (a*) color parameters of chicken meatballs during 18-day periods. Chicken meatballs with the addition of 0.5 % MLP exhibited better antioxidant activity compared to meatballs with synthetic antioxidants (BHT 0.01%). Therefore, it is recommended to include 0.5 % MLP in the production of chicken meatballs.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera* Leaf Powder (MLP)) selama 18 hari pada penyimpanan dingin (4°C). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan faktor A level penambahan MLP yaitu: 0 %, 0,5 %, dan 1 %, serta penambahan antioksidan sintetis BHT (*Butylated hydroxytoluene*) 0,01 % (w/w), sedangkan faktor B adalah lama penyimpanan selama 0, 6, 12, dan 18 hari. Parameter yang diukur adalah aktivitas antioksidan, nilai TBARS, pH, dan warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan MLP meningkatkan aktivitas antioksidan, nilai warna *yellowness* (b*), menghambat laju peningkatan TBARS, menurunkan nilai pH, warna *lightness* (L*) dan *redness* (a*) bakso daging ayam selama 18 hari. Bakso daging ayam dengan penambahan MLP 0,5 % memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan bakso dengan penambahan antioksidan sintetis (BHT 0,01 %) sehingga direkomendasikan penambahan MLP pada pembuatan bakso daging ayam sebanyak 0,5 %.

1. Pendahuluan

Bakso adalah salah satu jenis makanan yang populer di Indonesia. Bakso yang ada di pasaran umumnya berasal dari daging ayam dan sapi. Daging ayam mengandung lemak sebesar 1 – 15 %. Kandungan asam lemak tak jenuh daging ayam sekitar 31,44 – 31,48 % yang terdiri dari asam lemak tak jenuh tunggal sebesar 21,77 – 24,15 % dan asam lemak tak jenuh ganda sebesar 42,08 – 45,94 % (Kim *et al.*, 2020). Asam lemak tidak jenuh lebih rentan terhadap oksidasi lemak selama proses produksi dan penyimpanan yang mengakibatkan penurunan kualitas (Domínguez *et al.*, 2019). Kerusakan akibat oksidasi pada akhirnya dapat mengakibatkan perubahan warna, cita rasa, komposisi nutrisi, masa simpan, dan pembentukan senyawa yang berpotensi merugikan bagi kesehatan (Amoli *et al.*, 2021).

Penyimpanan produk bakso pada suhu ruang maupun suhu dingin mudah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh proses oksidasi dan aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan. Oleh karena itu, penghambatan kerusakan pada bakso adalah dengan melakukan pengontrolan dalam proses pembuatan, pengemasan, suhu, dan lama penyimpanan (Hamdani, Harun, & Efendi, 2017). Penghambatan kerusakan dengan mengontrol proses pembuatan salah satunya dapat dilakukan dengan penambahan antioksidan. Penggunaan antioksidan pada produk mampu menghambat laju oksidasi selama proses pembuatan dan penyimpanan (Zainal, Kale, & Malelak, 2021).

Antioksidan dapat bersumber dari bahan alami atau buatan. Salah satu bahan alami berpotensi sebagai antioksidan adalah daun kelor. Menurut Indriati & Yuniarsih (2021) daun kelor mengandung vitamin C sekitar 5,81 – 6,60 mg/g, fenolik sekitar 36,02 – 45,81 mg/g, flavonoid sekitar 15 – 27 mg/g, dan betakaroten sekitar 42,08 µg/g. Abdallah *et al.* (2023); dan Khaled, Al Wardany, & Al Bast (2022) mengemukakan bahwa senyawa antioksidan pada ekstrak kelor adalah flavonoid dan fenolik. Senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, memperpanjang masa simpan (penyimpanan dingin) dan menghambat oksidasi.

Pemanfaatan daun kelor pada produk olahan daging, baik dalam bentuk bubuk maupun ekstrak, dapat menghambat oksidasi selama penyimpanan. Madane *et al.* (2019) melaporkan bahwa penambahan ekstrak kelor pada nugget ayam dengan konsentrasi 1 – 2 % mampu menghambat oksidasi selama 20 hari. Penambahan 0,2 – 0,8 % daun dan ekstrak polong kelor secara efektif memperlambat

oksidasi lipid serta menurunkan pertumbuhan mikroba pada bakso babi selama 15 hari penyimpanan dingin (Prasajak, Renumarn, Sriwichai, & Detchewa, 2021) serta MOPE (*Moringa oleifera polyphenol extract*) dan WMOP (whole MO powder), pada konsentrasi 0,5 %, 1 %, dan 2 %, memiliki aktivitas antimikroba yang kuat pada burger ayam yang mampu meningkatkan masa simpan burger ayam hingga 6 hari penyimpanan dalam lemari pendingin pada suhu 4 °C (Alqurashi & Aldossary, 2021). Sejauh ini, beberapa penelitian belum melaporkan tentang kemampuan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera Leaf Powder* (MLP)) dalam menghambat laju oksidasi terutama pada produk bakso daging ayam. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan penambahan MLP pada bakso daging ayam, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan daya tahan produk bakso daging ayam tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan MLP terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia bakso daging ayam selama 18 hari pada penyimpanan dingin (suhu 4 °C).

2. Materi dan Metode

2.1. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan adalah: daging ayam, bubuk daun kelor (*Moringa oleifera Leaf Powder* (MLP)), tepung tapioka, es batu, bawang putih, *Sodium tripolyphosphate* (STPP), garam, merica, dan bahan kimia seperti *Butylated hydroxytoluene* (BHT) (HIMEDIA PCT0803-) sebagai antioksidan sintetis, metanol (Merck, Darmstadt, Hesse Germany), *Profil galat* (PG), *Ethylene diamine tetra acetic acid* (EDTA), HCl, antifoam, dan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) yang diperoleh dari Sigma Aldrich, USA. Alat yang digunakan adalah: *meat grinder* (Panasonic, MK-MG1300), *food processor* (Panasonic, MK-5087), pH meter tipe HI 99163 (Hanna Instruments, Eibar, Spain), color meter (T135) (Test Electrical Electronic Corp. Taipei, Taiwan), pisau, talenan, panci, dan plastik.

2.2. Pembuatan Bakso Daging Ayam

Pembuatan dan formulasi bakso daging ayam mengacu pada metode Rasak, Hajrawati, Ningrum, & Suharyanto (2021). Penggunaan BHT pada penelitian ini mengacu pada Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Antioksidan tentang penggunaan BHT yaitu 0 – 0,3 mg/kg bobot badan berdasarkan BPOM RI (2013) dan Codex (2013) dimana maksimum penggunaan BHT pada produk

olahan daging adalah 200 mg/kg bobot daging. Daging dipotong kecil kemudian digiling bersama garam, es batu dan STPP menggunakan *food processor*. Selanjutnya, ditambahkan tepung tapioka, penyedap rasa, merica, bawang putih, dan MLP sesuai perlakuan yaitu: 0 % (tanpa tambahan MLP), 5 %, 1 % dan penambahan BHT 0,01 % (w/w), lalu digiling kembali hingga homogen. Adonan yang telah homogen dibentuk bulatan dan direbus pada suhu 80 °C selama 20 menit. Bakso daging ayam yang telah dimasak kemudian didinginkan pada suhu ruangan sebelum dikemas dalam kantong polietilena dan disimpan pada suhu 4 °C. Pengujian dilakukan setiap interval 6 hari, selama 18 hari.

2.3. Variabel yang Diamati

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas perangkapan radikal bebas pada bakso diukur dengan menggunakan kemampuan hidrogen untuk memerangkap senyawa DPPH sebagai radikal bebas yang stabil. Sebanyak 0,4 ml ekstrak bakso direaksikan dengan 3,6 ml DPPH (dengan konsentrasi 0,1 Mm). Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Metanol murni digunakan sebagai bahan referensi dalam mengkalibrasi spektrofotometer UV-1800 Vis (Shimadzu, USA MFG INC). Nilai serapan larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan kemudian dihitung sesuai Hajrawati, Nuraini, Arief, & Sajuthi (2019) sebagaimana pada rumus 1.

$$\text{Penghambatan DPPH (\%)} = \frac{\text{Absorbansi DPPH} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi DPPH}} \times 100 \% \quad (1)$$

Beta Karoten

Sampel (MLP dan bakso) masing-masing sebanyak 2 g dilarutkan dengan KOH dalam metanol pada tabung 50 ml, lalu dipanaskan di waterbath (65 °C selama 60 menit), didinginkan pada suhu ± 40 °C. Selanjutnya dimasukkan ke dalam corong pemisah, lalu diekstrak dengan petroleum eter 15 ml sebanyak 3 kali, lalu diuapkan hingga kering. Dilarutkan kembali dengan fase gerak sebanyak 10 ml, disaring dengan membran 0,45 μm ke dalam *vial amber* sebanyak 2 ml dan sampel siap dianalisis dengan HPLC (Lioe, Warnasih, & Sutanto, 2013).

Nilai Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS)

Analisis TBARS pada bakso dilakukan dengan metode destilasi seperti yang dilaporkan sebelumnya oleh Manihuruk, Suryati, & Arief (2017). Sampel 10 g dicampur dengan 50 ml akuades dan ditambahkan dengan PG dan EDTA. Homogenisasi sampel ditambahkan dengan 2,5 ml HCl 4 N dan 5 tetes antibuih (*antifoam*). Campuran tersebut didistilasi dan 50 ml distilat dikumpulkan. Distilat 5 ml ditambahkan dengan 0,02 M asam 2-thiobarbiturat (TBA) dan diinkubasi pada suhu 100 °C selama 40 menit. Absorbansi diukur dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Kurva 1,1,3,3-tetraetoksipropana (TEP) digunakan sebagai standar.

Nilai pH

Nilai pH bakso diukur mengikuti petunjuk penggunaan pH meter dengan cara menusuk bakso dengan elektroda dari pH meter.

Uji Warna L^* (Lightness), a^* (Redness), b^* (Yellowness)

Warna yang diukur adalah tingkat L^* (0 = hitam, 100 = putih), a^* (a = hijau, $+a$ = merah) dan b^* (b = biru, $+b$ = kuning) pada sampel bakso yang dilakukan dengan menggunakan color meter (T135). Nilai pengukuran warna merupakan rata-rata dari tiga kali pengukuran (Mena *et al.*, 2020).

2.4. Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) dengan prosedur general linear models (GLM) dalam perangkat lunak SAS versi 9.0. Data yang diperoleh diolah secara statistik berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial (Gaspersz, 1991).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan pada bakso daging ayam dengan penambahan MLP selama masa penyimpanan diukur berdasarkan penghambatan terhadap DPPH, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan MLP pada bakso

daging ayam menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P<0,05$) terhadap aktivitas antioksidan bakso daging ayam. Aktivitas antioksidan bakso daging ayam masing-masing mengalami peningkatan sebesar 7,95 % dan

8,55 % pada penambahan MLP 0,5 % dan 1 %. Peningkatan ini lebih besar dibandingkan dengan penambahan BHT 0,01 %, yang hanya menghasilkan peningkatan sebesar 2,29 % dibandingkan kontrol (MPL 0 %).

Tabel 1. Persentase penghambatan terhadap DPPH bakso daging ayam dengan penambahan MLP selama 18 hari penyimpanan dingin (4 °C)

Perlakuan	Persen penghambatan terhadap DPPH (%)				Rataan
	0	6	12	18	
MLP 0 %	34,67±1,98	34,61±2,11	33,69±0,44	32,03±1,48	33,75±1,50 ^c
MLP 0,5 %	43,28±2,72	41,79±2,06	41,38±3,23	40,34±2,09	41,70±2,52 ^a
MLP 1,0 %	47,58±5,81	40,93±3,05	40,2±0,09	40,19±2,10	42,30±2,76 ^a
BHT 0,01 %	38,32±1,72	37,04±1,87	36,00±2,19	32,80±2,03	36,04±1,95 ^b
Rataan	40,96±3,06 ^a	38,59±2,27 ^b	37,90±1,48 ^{bc}	36,34±1,93 ^c	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). MLP = bubuk daun kelor; BHT = *butylated hydroxytoluene*.

Aktivitas antioksidan meningkat pada bakso disebabkan adanya senyawa fenolik, flavonoid, asam askorbat, dan beta karoten pada daun kelor. Hal ini didukung oleh data betakaroten daun kelor yang digunakan yakni sebesar 94,89 mg/kg (Tabel 2). Bakso daging ayam yang ditambahkan MLP 0,5 % dan 1 %, mengandung betakaroten sebesar 0,32 mg/kg dan 0,49 mg/kg, namun tidak terdapat senyawa beta karoten dalam bakso tanpa penambahan MLP (Tabel 2). Keberadaan betakaroten pada bakso MLP 0,5 % dan MLP 1 % karena kontribusi dari daun kelor yang ditambahkan. Kemampuan aktivitas antioksidan bakso dengan penambahan MLP 0,5% lebih tinggi dari BHT 0,01%. Menurut Shagti & Setia (2019) bahwa penambahan daun kelor berkolerasi positif dengan jumlah betakaroten yang terdapat pada bakso ayam. Kandungan betakaroten MLP dan bakso daging ayam disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan betakaroten MLP dan bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor

Perlakuan	Betakaroten (mg/kg)
MLP 0 %	0,00
MLP 0,5 %	0,32
MLP 1,0 %	0,49
BHT 0,01%	0,00
Bubuk daun kelor	94,89

Sumber: Data primer hasil penelitian (2022).

Keterangan: MLP = bubuk daun kelor; BHT = *butylated hydroxytoluene*.

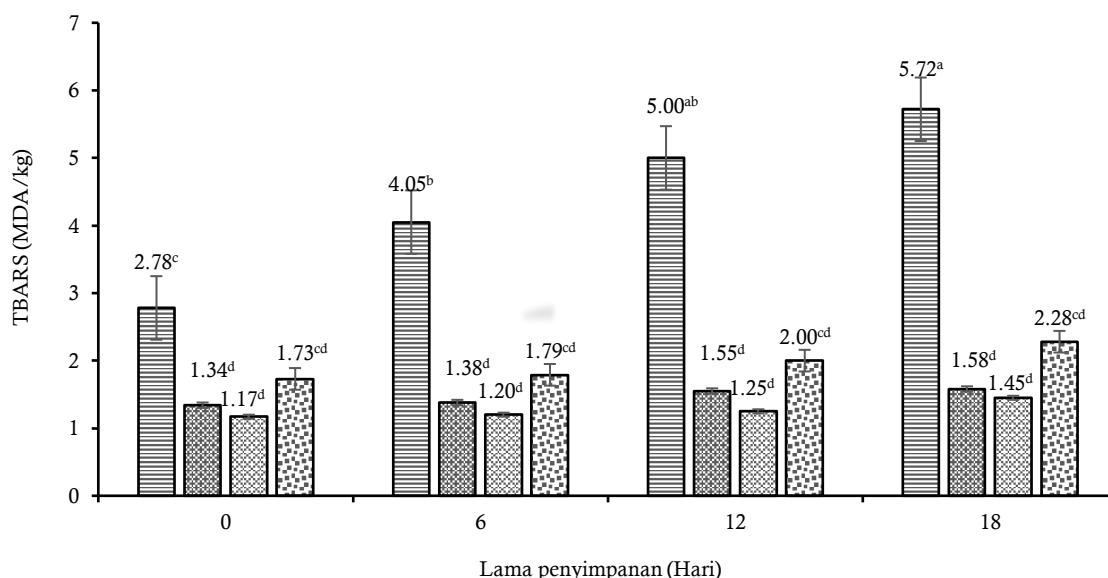
Lama penyimpanan juga memberikan pengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap aktivitas

antioksidan bakso daging ayam dengan penambahan MLP (Tabel 1). Aktivitas antioksidan bakso daging ayam masing-masing mengalami penurunan selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Prasajak et al. (2021) bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan bakso daging babi dengan penambahan ekstrak daun kelor dan aktivitas antioksidan menurun seiring bertambahnya lama penyimpanan sampai 15 hari. Namun, pada penelitian ini tidak ada interaksi yang signifikan antara faktor penambahan MLP dan faktor lama penyimpanan (Tabel 1).

3.2. Nilai Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)

TBARS adalah metode pengukuran produk oksidasi sekunder pada daging dan olahan daging (Chikwanha et al., 2019). Nilai TBARS bakso daging ayam dengan penambahan MLP dapat dilihat pada Gambar 1.

Interaksi antara penambahan MLP dan lama penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan ($P<0,05$) terhadap nilai TBARS pada bakso. Nilai TBARS pada bakso dengan penambahan MLP lebih rendah dibandingkan nilai TBARS bakso tanpa penambahan MLP dan bakso dengan penambahan BHT 0,01 %. Penambahan MLP pada level 0,5 – 1 % memiliki kemampuan dalam menghambat radikal bebas dibandingkan dengan penggunaan BHT 0,01 % yang dapat dilihat dengan nilai TBARS yang rendah.



Gambar 1. Nilai TBARS bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor. Superskrip yang berbeda di atas bar yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). (■) = 0 %; (■) = 0,5 %; (■) = 1 %; (■) = BHT 0,01 %.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Verma, Rajkumar, Kumar, & Jayant (2020) dan Jayawardana, Liyanage, Lalantha, Iddamaloda, & Weththasinghe (2015) bahwa penambahan ekstrak buah kelor pada nugget daging kambing dan sosis ayam mampu menghambat peningkatan nilai TBARS selama masa penyimpanan. Mashau, Munandi, & Ramashia (2021) melaporkan bahwa daun kelor merupakan sumber yang kaya akan senyawa polifenol, senyawa phenolic seperti flavonoid, karotenoid, protein, dan antioksidan dengan aktivitas yang tinggi. Oleh karena itu daun kelor mampu menggantikan bahan pengawet sintetis.

Kemampuan MLP dalam mengurangi oksidasi pada bakso dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenolat, flavonoid, dan beta karoten (Peñalver, Martínez-zamora, Lorenzo, Ros, & Nieto, 2022; Razzak, Roy, Sadia, & Zzaman,

2022). Hasil penelitian Peñalver et al. (2022) menunjukkan bahwa bubuk daun kelor memiliki kapasitas antioksidan yang tinggi sebagaimana yang diperoleh melalui metode FRAP, ABTS, dan ORAC. Tingginya kapasitas antioksidan ini terkait langsung dengan kandungan senyawa fenolik yang ada di dalam daun kelor (Hassan et al., 2021). Oleh karenanya, daun kelor dapat dicampurkan ke dalam *diet* sebagai bahan fungsional atau penguat pada berbagai jenis pangan (Peñalver et al., 2022).

3.3. Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter yang menjadi penanda kualitas bakso. Data hasil pengukuran pH pada bakso daging ayam yang mengandung MLP selama masa penyimpanan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH bakso daging ayam dengan penambahan MLP selama 18 hari penyimpanan dingin (4 °C)

Perlakuan	Lama penyimpanan (Hari)				Rataan
	0	6	12	18	
MLP 0%	6,15±0,05	6,12±0,06	6,10±0,06	6,04±0,07	6,10±0,06
MLP 0,5%	6,12±0,08	6,10±0,07	6,09±0,04	6,04±0,05	6,09±0,06
MLP 1,0%	6,11±0,04	6,10±0,02	6,07±0,01	6,02±0,03	6,07±0,02
BHT 0,01%	6,17±0,02	6,15±0,04	6,11±0,06	6,08±0,07	6,13±0,05
Rataan	6,14±0,05 ^a	6,12±0,05 ^{ab}	6,09±0,04 ^b	6,05±0,05 ^c	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). MLP = bubuk daun kelor; BHT = *butylated hydroxytoluene*.

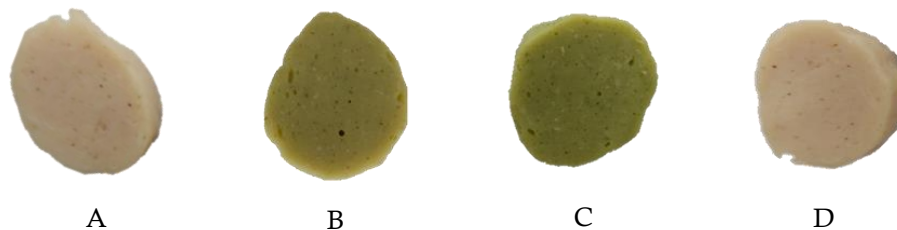
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara faktor penambahan MLP dengan faktor lama penyimpanan ($P > 0,05$). Penambahan MLP pada bakso daging ayam tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap nilai pH (Tabel 3).

Nilai pH yang tidak berbeda antar perlakuan diduga karena penambahan hingga 1 % MLP belum menyebabkan berpengaruhnya MLP pada pH produk yang ditambah MLP. Namun lama penyimpanan memberikan pengaruh ($P < 0,05$) terhadap nilai pH bakso. Nilai pH bakso daging

ayam mengalami penurunan setelah penyimpanan hari ke-12 dan ke-18, meskipun penurunan nilai pH relatif kecil. Nilai pH dari MLP yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5,37. Penurunan nilai pH pada produk olahan daging selama masa penyimpanan adalah sebuah fenomena yang umum, sebagaimana yang telah dilaporkan oleh peneliti lain sebelumnya (Martínez-zamora, Ros, & Nieto, 2020). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh reaksi enzimatis atau aktivitas mikroorganisme. Montolalu, Lontaan, Sakul, & Mirah (2013) melaporkan bahwa nilai pH bakso berada dalam kisaran pH antara 6 hingga 7.

3.4. Uji Warna Lightness (L^*), Redness (a^*), Yellowness (b^*)

Kualitas visual memiliki peran yang sangat signifikan karena dapat memengaruhi preferensi konsumen terhadap suatu produk. Parameter warna terdiri dari L^* , yang diukur dalam rentang angka dari 0 (warna hitam) hingga 100 (warna putih). Parameter a^* diukur dalam rentang angka dari 0 hingga 80, nilai positif menunjukkan tingkat merah yang lebih tinggi, sementara nilai negatif menunjukkan tingkat hijau yang lebih tinggi. Parameter b^* diukur dalam rentang angka dari 0 hingga 70 untuk warna kuning, dan dari 0 hingga -70 untuk warna biru. Warna kemerahan dan kekuningan pada produk olahan daging berkaitan dengan jumlah mioglobin yang terkandung dalamnya, sementara tingkat kecerahan terkait dengan karakteristik struktural otot (Hughes, Clarke, Purslow, & Warner, 2020). Warna bakso daging ayam dengan penambahan MLP dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor. A = tanpa MLP; B = MLP 0,5 %; C = MLP 1 %; D = BHT 0,01 %. MLP = bubuk daun kelor; BHT = *butylated hydroxytoluene*.

Warna yang dihasilkan oleh MLP yang digunakan dalam bakso menunjukkan nilai warna L^* yang lebih rendah (gelap), nilai warna a^* yang menunjukkan kecenderungan warna hijau, dan nilai warna b^* yang menunjukkan kecenderungan warna kuning. Menurut Yanti, Prisma, & Mikhratunnisa (2020), sifat fisik dari serbuk daun kelor adalah memiliki warna yang tampak cenderung hijau kekuningan. Warna yang mengarah ke hijau cerah ini disebabkan oleh proses penjemuran yang dilakukan pada suhu ruangan, sehingga tidak menginduksi reaksi enzimatis yang berlebihan. Selanjutnya, menurut Khanifah, Chabibah, & Setyaningsih (2017), tingginya kandungan klorofil dalam daun kelor adalah penyebab utama dari intensitas pewarnaan yang kuat dalam produk makanan yang difortifikasi dengan daun kelor, meskipun nilai rasa mungkin kurang. Informasi mengenai warna L^* , a^* , dan b^* pada bakso daging ayam dengan penambahan MLP dapat dilihat pada Tabel 4.

Penambahan MLP pada bakso daging ayam menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap parameter warna L^* pada bakso.

Adanya penambahan MLP menyebabkan penurunan nilai warna L^* , sehingga warna menjadi semakin gelap. Nilai warna L^* dari MLP yang digunakan dalam penelitian ini adalah 46,90. Setiaboma *et al.* (2021) menyatakan bahwa bakso ikan manyung dengan penambahan daun kelor segar menghasilkan warna hijau gelap yang disebabkan perubahan warna klorofil akibat pemanasan.

Warna a^* pada bakso daging ayam yang ditambahkan dengan MLP menunjukkan perubahan warna kehijauan yang signifikan ($P < 0,05$) sebagai akibat dari penambahan MLP, namun tidak dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Penurunan nilai warna a^* jika dibandingkan dengan bakso tanpa MLP dan bakso dengan penambahan BHT 0,01 %, dan perubahan ini disebabkan oleh penggunaan MLP dengan nilai a^* sebesar -11,74 (hijau). Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan penelitian (Al-Juhaimi, Ghafoor, Hawashin, Alsawmahi, & Babiker (2016), bahwa patty daging sapi yang mengandung biji kelor mengalami penurunan nilai warna a^* pada level penambahan 2%, 4%, dan 6 %.

Tabel 4. Warna L*, a*, b* bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama 18 hari penyimpanan dingin (4 °C)

Perlakuan	Lama penyimpanan (Hari)				Rataan
	0	6	12	18	
L* (<i>Lightness</i>)					
MLP 0 %	66,12±1,20	65,14±1,71	61,16±0,47	58,82±1,48	62,95±1,22 ^b
MLP 0,5 %	61,76±1,84	60,23±1,78	56,26±3,89	53,99±3,73	58,06±2,81 ^c
MLP 1 %	58,79±0,98	58,77±2,38	55,23±2,41	49,09±0,99	55,47±1,69 ^d
BHT 0,01 %	69,60±2,10	67,48±1,35	63,04±3,35	56,45±1,59	64,14±2,10 ^a
Rataan	64,20±1,53 ^a	62,91±1,81 ^a	58,92±2,53 ^b	54,59±1,95 ^c	
a* (<i>Redness</i>)					
MLP 0 %	0,42±0,10	0,39±1,26	0,28±0,82	0,18±0,91	0,32±0,77 ^a
MLP 0,5 %	-6,56±0,39	-6,67±0,42	-7,04±0,10	-7,12±0,17	-6,85±0,27 ^b
MLP 1 %	-9,06±0,92	-9,20±0,34	-9,24±0,36	-9,35±0,61	-9,21±0,56 ^c
BHT 0,01 %	0,48±0,20	0,40±1,19	0,26±0,49	0,17±0,99	0,33±0,72 ^a
Rataan	-3,68±0,40	-3,77±0,81	-3,94±0,44	-4,03±0,67	
b* (<i>Yellowness</i>)					
MLP 0 %	9,14±0,45	9,22±0,34	9,27±0,41	9,45±0,48	9,27±0,42 ^c
MLP 0,5 %	16,37±0,63	16,82±0,57	16,88±0,57	16,96±0,56	16,76±0,58 ^b
MLP 1 %	20,10±0,54	20,07±0,64	20,44±0,64	20,85±0,55	20,37±0,59 ^a
BHT 0,01 %	9,35±0,61	9,41±0,30	9,47±0,36	9,49±0,45	9,43±0,43 ^c
Rataan	13,74±0,56	13,88±0,46	14,02±0,50	14,19±0,51	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). MLP = bubuk daun kelor; BHT = *butylated hydroxytoluene*.

Nilai warna b* meningkat seiring dengan peningkatan level penambahan MLP pada bakso daging, namun tidak dipengaruhi oleh lama penyimpanan bakso. Peningkatan nilai parameter b* disebabkan oleh adanya karotenoid yang terdapat dalam daun kelor. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Satriyani (2021) bahwa daun kelor mengandung betakaroten yang berkontribusi terhadap pigmen warna merah, oranye, dan kuning.

4. Kesimpulan

Penambahan MLP sebanyak 0,5 % pada bakso daging ayam terbukti mampu menghambat oksidasi, serta menghasilkan perubahan dalam nilai warna L* dan a* pada bakso daging ayam. Bakso daging ayam dengan penambahan MLP 0,5 % menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih baik daripada bakso yang ditambahkan dengan antioksidan sintesis (BHT 0,01 %). Oleh karena itu, disarankan untuk menambahkan MLP sebanyak 0,5 % dalam pembuatan bakso daging ayam.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi di Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Republik Indonesia atas dukungan pendanaan

yang diberikan dalam rangka kegiatan penelitian sebagaimana tercantum dalam surat keputusan nomor 090/E5/PG.02.00/PT/2022 dan surat perjanjian/kontrak nomor 1268/UN4.22/PT. 01.03/2022. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin yang telah menyediakan fasilitas penelitian yang diperlukan.

Daftar Pustaka

- Abdallah, R., Mostafa, N. Y., Kirrella, G. A. K., Gaballah, I., Imre, K., Morar, A., ... Elshebrawy, H. A. (2023). Antimicrobial effect of *Moringa oleifera* leaves extract on foodborne pathogens in ground beef. *Foods*, 12(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods12040766>
- Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K., Hawashin, M. D., Alsawmahi, O. N., & Babiker, E. E. (2016). Effects of different levels of *Moringa (Moringa oleifera)* seed flour on quality attributes of beef burgers. *CYTA - Journal of Food*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1034784>
- Alqurashi, R. M., & Aldossary, H. M. (2021). In vitro antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa oleifera* leaf as a natural food preservative in chicken burgers. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(6), 450–457. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021>

v33.i6.2711

- Amoli, P. I., Hadidi, M., Hasiri, Z., Rouhafza, A., Jelyani, A. Z., Hadian, Z., ... Lorenzo, J. M. (2021). Incorporation of low molecular weight chitosan in a low-fat beef burger: Assessment of technological quality and oxidative stability. *Foods*, 10(8), 1–8. <https://doi.org/10.3390/foods10081959>
- BPOM RI. (2013). Peraturan No. 38 Tahun 2013 tentang batas maksimum penggunaan bahan tambahan pangan antioksidan. *Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia*, hal. 1–37. BPOM RI.
- Chikwanha, O. C., Moelich, E., Gouws, P., Muchenje, V., Nolte, J. V. E., Dugan, M. E. R., & Mapiye, C. (2019). Effects of feeding increasing levels of grape (*Vitis vinifera* cv. Pinotage) pomace on lamb shelf-life and eating quality. *Meat Science*, 157(November 2019), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107887>
- Codex. (2013). *Codex General Standard for Food Additives*. hal. 1–332. Codex Alimentarius.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 1–31. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Gaspersz, V. (1991). *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung: Armico.
- Hajrawati, H., Nuraini, H., Arief, I. I., & Sajuthi, D. (2019). Lipid oxidation and antimicrobial activity of cooked beef patties as influenced by leaf extracts of “Cemba” (*Albizia lebeckoides* [DC.] Benth). *Buletin Peternakan*, 43(1), 38–45. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v43i1.38517>
- Hamdani, R. R., Harun, N., & Efendi, R. (2017). Karakteristik bakso jantung pisang dan ikan patin dengan metode pengemasan vakum dan non-vakum pada suhu dingin. *JOM Fakultas Pertanian*, 4(2), 1–14.
- Hassan, M. A., Xu, T., Tian, Y., Zhong, Y., Ali, F. A. Z., Yang, X., & Lu, B. (2021). Health benefits and phenolic compounds of *Moringa oleifera* leaves: A comprehensive review. *Phytomedicine*, 93(December 2021), 153771. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153771>
- Hughes, J. M., Clarke, F. M., Purslow, P. P., & Warner, R. D. (2020). Meat color is determined not only by chromatic heme pigments but also by the physical structure and achromatic light scattering properties of the muscle. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 44–63. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12509>
- Indriati, M., & Yuniarsih, E. (2021). Pengaruh penambahan tepung daun kelor pada ransum terhadap kandungan nutrisi dan fisik telur itik. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(1), 42–48. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.1.42-48>
- Jayawardana, B. C., Liyanage, R., Lalantha, N., Iddamalgoda, S., & Weththasinghe, P. (2015). Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1204–1208. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.028>
- Khaled, S., Al Wardany, H., & Al Bast, W. (2022). Lebanese consumer perception towards moringa oleifera: Sensory evaluation of *Moringa Oleifera* fortified labneh. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(sp2), 3057–3062. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10isp2.3057-3062.5649>
- Khanifah, M., Chabibah, N., & Setyaningsih, P. (2017). Analisa proximat dan uji coba rasa produk fortifikasi bubuk daun kelor (*Moringa Oleifera*) dalam susu kedelai. *The 6th University Research Colloquium 2017 (Urecol)*, 6(3), 365–370. Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Kim, H. J., Kim, H. J., Jeon, J. J., Nam, K. C., Shim, K. S., Jung, J. H., ... Jang, A. (2020). Comparison of the quality characteristics of chicken breast meat from conventional and animal welfare farms under refrigerated storage. *Poultry science*, 99(3), 1788–1796. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.009>
- Lioe, H. N., Warnasih, S., & Sutanto. (2013). Validasi metode analisis beta karoten dengan HPLC-MWD pada matris sampel minyak sawit. In J. M. Munandar, M. Nakhjib, D. Saputra, I. Suleman, & Elviana (Ed.), *Prosiding Seminar Tahunan MAKSI: Penguatan Penelitian dan Pengembangan Industri Kelapa Sawit yang Berkelanjutan* (hal. 179–188).
- Madane, P., Das, A. K., Pateiro, M., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., ... Lorenzo, J. M. (2019). Drumstick (*Moringa*

- oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. *Foods*, 8(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/foods8080307>
- Manihuruk, F. M., Suryati, T., & Arief, I. I. (2017). Effectiveness of the red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel extract as the colorant, antioxidant, and antimicrobial on beef sausage. *Media Peternakan*, 40(1), 47–54. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.47>
- Martínez-zamora, L., Ros, G., & Nieto, G. (2020). Synthetic vs. natural hydroxytyrosol for clean label lamb burgers. *Antioxidants*, 9(9), 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox9090851>
- Mashau, M. E., Munandi, M., & Ramashia, S. E. (2021). Exploring the influence of *Moringa oleifera* leaves extract on the nutritional properties and shelf life of mutton patties during refrigerated storage. *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 389–398. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1910732>
- Mena, B., Fang, Z., Ashman, H., Hutchings, S., Ha, M., Shand, P. J., & Warner, R. D. (2020). Influence of cooking method, fat content and food additives on physicochemical and nutritional properties of beef meatballs fortified with sugarcane fibre. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(6), 2381–2390. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14482>
- Montolalu, S., Lontaan, N., Sakul, S., & Mirah, A. D. (2013). Sifat fisiko-kimia dan mutu organoleptik bakso broiler dengan menggunakan tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L). *Zootec*, 32(5), 1–13. <https://doi.org/10.35792/zot.32.5.2013.986>
- Peñalver, R., Martínez-zamora, L., Lorenzo, J. M., Ros, G., & Nieto, G. (2022). Nutritional and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaves in functional food. *Foods*, 11(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods11081107>
- Prasajak, P., Renumarn, P., Sriwichai, W., & Detchewa, P. (2021). Antioxidant and antimicrobial properties of *Moringa oleifera* leaves and pods extracts in pork meatballs during cold storage. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 20(2), 1–14. <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2021.033>
- Rasak, A. N. M., Hajrawati, H., Ningrum, E. M., & Suharyanto. (2021). Physical characteristic and antioxidant activity of beef meatballs with addition of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves powder. *IOP Conference Series (Earth and Environmental Science): The 3rd International Conference of Animal Science and Technology*, 788(012111), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012111>
- Razzak, A., Roy, K. R., Sadia, U., & Zzaman, W. (2022). Effect of thermal processing on physicochemical and antioxidant properties of raw and cooked *Moringa oleifera* Lam. Pods. *International Journal of Food Science*, 2022(1502857), 1–5. <https://doi.org/10.1155/2022/1502857>
- Satriyani, D. P. P. (2021). Review artikel: Aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 31–43. <https://doi.org/10.33024/jfm.v4i1.4263>
- Setiaboma, W., Desnilasari, D., Iwansyah, A. C., Putri, D. P., Agustina, W., Sholichah, E., & Herminiati, A. (2021). Karakterisasi kimia dan uji organoleptik bakso ikan manyung (*Arius thalassinus*, Ruppell) dengan penambahan daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) segar dan kukus. *Biopropal Industri*, 12(1), 9–18. <https://doi.org/10.36974/jbi.v12i1.6372>
- Shagti, I., & Setia, A. (2019). Pengaruh penambahan daun kelor (*Moringa Oleifera* Lamk) dan jagung (*Zea Mays*) terhadap nilai gizi, kadar air, kadar β karoten dan mutu organoleptik bakso ayam (*Gallus domesticus*). *Prosiding Semnas Sanitasi*, hal. 258–267.
- Verma, A. K., Rajkumar, V., Kumar, M. S., & Jayant, S. K. (2020). Antioxidative effect of drumstick (*Moringa oleifera* L.) flower on the quality and stability of goat meat nuggets. *Nutrition and Food Science*, 50(1), 84–95. <https://doi.org/10.1108/NFS-12-2018-0348>
- Yanti, S., Prisla, E., & Mikhratunnisa. (2020). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap karakteristik organoleptik produk donat. *Food and Agro-Industry Journal*, 1(1), 1–9.
- Zainal, T. R., Kale, P. R., & Malelak, G. E. M. (2021). Kualitas daging se'i sapi yang diproses menggunakan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) kering

matahari. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*,
16(2), 194–201. [https://doi.org/10.31186/
jspi.id.16.2.194-201](https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.2.194-201)