

TESIS

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BAKSO DAGING AYAM DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) SELAMA PENYIMPANAN

Antioxidant Activity and Physicochemical Characteristics of Chicken
Meatballs with the Addition of Moringa Leaf Powder (*Moringa oleifera*)
During Storage

A. NURUL MUTIAH RASAK
I012202024



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA
BAKSO DAGING AYAM DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) SELAMA PENYIMPANAN**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu dan Teknologi Peternakan

Disusun dan diajukan oleh

A. NURUL MUTIAH RASAK
I012202024

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BAKSO DAGING AYAM DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) SELAMA PENYIMPANAN

Disusun dan diajukan oleh

A. NURUL MUTIAH RASAK
1012202024

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Pada tanggal 2 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Hajrawati, S.Pt., M.Si
NIP. 19781005 200501 2 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Fatma Maruddin, S.Pt., MP
NIP. 19750813 200212 2 002

Ketua Program Studi,
Ilmu dan Teknologi Peternakan



Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc. IPU
NIP. 19641231 198903 1 026

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin



Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si
NIP. 19781217 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : A. Nurul Mutiah Rasak
NIM : I012202024
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA
BAKSO DAGING AYAM DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) SELAMA PENYIMPANAN**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2 Februari 2023

Yang menyatakan



A. Nurul Mutiah Rasak

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang telah mengaruniakan berkah dan kasih sayang-Nya, shalawat beserta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fisikokimia Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*) selama Penyimpanan”. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. Hajrawati, S.Pt., M.Si.** sebagai pembimbing utama dan Ibu **Dr. Fatma Maruddin, S.Pt., M.P.** sebagai pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dan mengarahkan penulis baik pada pelaksanaan penelitian hingga selesainya tesis ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc. IPU.**, Bapak **Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc, IPU., ASEAN Eng.** dan ibu **Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc.** selaku dosen pembahas yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses perbaikan tesis ini.
3. Bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si** sebagai Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, beserta jajarannya dan juga kepada Dosen-Dosen pengajar Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
4. Orang tua saya, Ayahanda **H. P. Abd. Rasak** dan Ibunda **Hj. A. Nuraini** atas segala doa sehingga penulis selalu berusaha dengan

semangat dan percaya diri. Kepada kakak dan adik penulis yang baik dan selalu memberikan dukungan.

5. Teman-teman **"ITP angkatan 2020-2"** dan **"BOSS 2016"** yang telah menemani selama kuliah.
6. Kepada teman-teman tim **"Penelitian Bakso"** Andi Nurmasytha As., S.Pt, Aning Ristanti, S.Pt, Yulianti, S.Pt, Norma Novita, S.Pt, Suriani, S.Pt., Nella Triya Amanda, S.Pt dan Nurjannah, S.Pt.

Penyusunan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Sehingga



A. Nurul Mutiah Rasak

ABSTRAK

A. NURUL MUTIAH RASAK. I012202024. Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fisikokimia Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*) selama Penyimpanan. **Dibimbing oleh: Hajrawati dan Fatma Maruddin.**

Oksidasi yang terjadi pada pengolahan bakso dapat dihambat dengan penambahan bubuk daun kelor (BDK) sebagai antioksidan alami. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan, karakteristik fisik dan kimia bakso daging ayam dengan penambahan BDK selama penyimpanan dingin. Tahap pertama membandingkan 4 level BDK (0%, 0,5%, 1% dan 1,5%). Tahap kedua menggunakan 2 level terbaik (0,5% dan 1%) serta kontrol dan *Butylated hydroxytuelene* (BHT) sebagai faktor A dan lama penyimpanan (0, 6, 12 dan 18 hari) sebagai faktor B. Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa penambahan BDK meningkatkan antioksidan, susut masak, warna b^* (kekuningan), dan organoleptik (warna dan aroma daun), serta menurunkan nilai pH, *folding test*, *gel strength*, warna (L^* (kecerahan) dan a^* (kemerahan)) dan organoleptik (aroma daging, kekenyalan, cita rasa dan kesukaan). Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan peningkatan pada betakaroten dan proksimat (kadar abu, protein, lemak dan serat kasar), serta menurunkan kadar air. Selama penyimpanan terjadi penurunan aktivitas antioksidan, nilai pH dan warna (L^* dan a^*), serta peningkatan nilai TBARS dan warna b^* . Bakso dengan penambahan BDK tidak mengalami perubahan fisik hingga 18 hari penyimpanan. Penambahan BDK 0,5% dan 1% lebih baik menghambat oksidasi dibandingkan dengan BHT 0,01%. Penggunaan BDK hingga 1% dapat menghasilkan bakso daging ayam yang berkualitas dan dapat bertahan hingga 18 hari penyimpanan pada suhu 4°C.

Kata kunci: Bakso daging ayam, bubuk daun kelor, lama penyimpanan, oksidasi, fisikokimia

ABSTRACT

A. NURUL MUTIAH RASAK. 1012202024. Antioxidant Activity and Physicochemical Characteristics of Chicken Meatballs with The Addition of Moringa Leaf Powder (*Moringa Oleifera*) During Storage. Supervised by: Hajrawati and Fatma Maruddin.

Moringa leaf powder can function as a natural antioxidant in meatballs due to oxidation during processing. The purpose of this study was to evaluate the antioxidant activity, physical and chemical properties of chicken meatballs added with MLF during cold storage. The first stage was to compare 4 levels of MLF (0%, 0,5%, 1% and 1,5%). The second stage of the study was using 2 factors, there are factors A and B. Factor A used the 2 best levels (0,5% and 1%) from the first stage, also used control and Butylated hydroxytoluene (BHT). Factor B was used storage time (0, 6, 12 and 18 days). The first stage was resulted that MLF addition in meatball, there are was increased antioxidants, cooking losses, b* (yellowish) color, and organoleptic (leaf color and aroma), as well as decreased pH, folding test, gel strength, color (L* (brightness), a* (reddish) and organoleptic values (meat aroma, suppleness, taste and preference). The second phase of the study was obtained an increase in beta-carotene and proximate (ash, protein, fat and crude fiber content), whereas was decrease in water content. During storage, there was a decrease in antioxidant activity, pH value and color (L* and a*), otherwise an increase in TBARS value and b* color. Meatballs with MLF addition did not changes on the physical properties up to 18 days of storage. The addition of 0,5% and 1% MLF was better than 0,01% BHT at inhibiting oxidation. The use of MLF up to 1% produce quality chicken meatballs and selflife last up to 18 days of storage at 4°C.

Keywords: Chicken meatballs, moringa leaf powder, during storage, physico-chemistry

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| PRAKATA | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 4 |
| C. Tujuan Penelitian | 4 |
| D. Kegunaan Penelitian | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| A. Karakteristik Bakso | 6 |
| B. Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>) | 9 |
| C. Lama Penyimpanan Bakso | 11 |
| D. Bahan Tambahan Pangan | 17 |
| E. Antioksidan Sintetis | 18 |
| F. Hipotesis | 20 |
| G. Kerangka Pikir | 21 |

| | |
|---|----|
| III. METODE PENELITIAN | 22 |
| A. Waktu dan Tempat | 22 |
| B. Materi Penelitian | 22 |
| C. Metode Pelaksanaan | 23 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 28 |
| Karakteristik Bubuk Daun Kelor | 28 |
| PENELITIAN TAHAP I | 29 |
| A. Aktivitas Antioksidan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 29 |
| B. Nilai pH dan Susut Masak Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 33 |
| C. <i>Folding Test</i> dan <i>Gel Strength</i> Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 36 |
| D. Warna L*, a* dan b* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 39 |
| E. Organoleptik Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 41 |
| PENELITIAN TAHAP II | 49 |
| A. Aktivitas Antioksidan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 49 |
| B. Nilai TBARS Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 51 |
| C. Proksimat Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 54 |
| D. Nilai pH Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 61 |
| E. Warna L*, a* dan b* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 63 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 70 |

| | |
|----------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA | 72 |
| LAMPIRAN | 83 |
| RIWAYAT HIDUP | 118 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Halaman |
|---|---------|
| 1. Syarat Mutu Bakso Daging | 6 |
| 2. Komposisi Adonan Bakso | 23 |
| 3. Karakteristik Bubuk Daun Kelor | 28 |
| 4. Nilai pH dan susut masak bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 33 |
| 5. <i>Folding test</i> dan <i>gel strength</i> bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 36 |
| 6. Nilai warna L*, a*, b* bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 39 |
| 7. Nilai organoleptik bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 42 |
| 8. Nilai DPPH bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 49 |
| 9. Nilai TBARS bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 52 |
| 10. Proksimat bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 55 |
| 11. Nilai pH bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 61 |
| 12. Nilai warna L* bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 64 |
| 13. Nilai warna a* bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 66 |
| 14. Nilai warna b* bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor selama penyimpanan | 68 |
| 15. Betakaroten bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor | 86 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Halaman |
|---|---------|
| 1. Mekanisme Umum Oksidasi Lemak pada Sistem Pangan | 13 |
| 2. Reaksi antara Antioksidan dan Molekul DPPH | 16 |
| 3. Kerangka Pikir Penelitian | 21 |
| 4. Diagram Alir Pembuatan Bakso | 25 |
| 5. Bubuk Daun Kelor | 29 |
| 6. Aktivitas Antioksidan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Halaman |
|---|---------|
| 1. Parameter yang Diukur | 83 |
| 2. Kuisisioner Uji Organoleptik Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 87 |
| 3. Analisis Ragam Aktivitas Antioksidan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 88 |
| 4. Kandungan Betakaroten Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 89 |
| 5. Analisis Ragam Nilai pH Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 90 |
| 6. Analisis Ragam Susut Masak Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 91 |
| 7. Analisis Ragam <i>Folding Test</i> Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 92 |
| 8. Analisis Ragam <i>Gel Strength</i> Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 93 |
| 9. Analisis Ragam Warna L* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 94 |
| 10. Analisis Ragam Warna a* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 95 |
| 11. Analisis Ragam Warna b* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 96 |
| 12. Analisis Ragam Uji Organoleptik Warna Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 97 |
| 13. Analisis Ragam Uji Organoleptik Aroma Daging Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 98 |
| 14. Analisis Ragam Uji Organoleptik Aroma Daun Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 99 |

| | |
|--|-----|
| 15. Analisis Ragam Uji Organoleptik Kekenyalan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 100 |
| 16. Analisis Ragam Uji Organoleptik Rasa Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 101 |
| 17. Analisis Ragam Uji Organoleptik Kesukaan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 102 |
| 18. Analisis Ragam Aktivitas Antioksidan Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 103 |
| 19. Analisis Ragam Nilai TBARS Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 104 |
| 20. Analisis Ragam Proksimat Kadar Air Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 106 |
| 21. Analisis Ragam Proksimat Kadar Abu Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 107 |
| 22. Analisis Ragam Proksimat Protein Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 108 |
| 23. Analisis Ragam Proksimat Lemak Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 109 |
| 24. Analisis Ragam Proksimat Serat Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor | 110 |
| 25. Analisis Ragam Nilai pH Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 111 |
| 26. Analisis Ragam Warna L* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 112 |
| 27. Analisis Ragam Warna a* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 113 |
| 28. Analisis Ragam Warna b* Bakso Daging Ayam dengan Penambahan Bubuk Daun Kelor selama Penyimpanan | 114 |
| 29. Dokumentasi Penelitian | 115 |

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bakso merupakan produk olahan daging yang telah dihaluskan dengan tepung dan bumbu, selanjutnya dibentuk seperti bola-bola kecil. Bakso sangat digemari masyarakat karena memiliki gizi yang tinggi dan merupakan sumber protein hewani yang harganya relatif terjangkau. Namun produk olahan daging ini mudah mengalami kerusakan bila disimpan pada suhu ruang. Kerusakan bakso dapat dicegah dengan penambahan antioksidan, baik antioksidan sintetis maupun antioksidan alami. Penggunaan antioksidan sintetis yang tidak terkontrol memberikan efek negatif pada tubuh. Oleh karena itu, perlu mengkaji beberapa sumber antioksidan alami yang berfungsi mencegah atau menghambat oksidasi pada produk bakso. Antioksidan alami yang dapat digunakan yaitu daun kelor. Pemanfaatan daun kelor selain sebagai bahan sayur belum banyak laporkan. Daun kelor dapat dimanfaatkan dalam bentuk ekstrak maupun dalam bentuk bubuk.

Bakso memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, pH mendekati netral, kadar air dan A_w yang tinggi, menyebabkan masa simpannya relatif singkat, sehingga banyak produsen atau pedagang yang menggunakan bahan pengawet untuk meningkatkan umur simpan. Selain penggunaan bahan pengawet, untuk memperpanjang umur simpan bakso juga dapat dilakukan dengan cara penyimpanan pada suhu rendah.

Salah satu penyebab kerusakan pada produk bakso yakni oksidasi, baik oksidasi lemak maupun oksidasi protein. Oksidasi dapat terjadi selama pengolahan, pemasakan maupun penyimpanan. Faktor yang mempercepat oksidasi lemak yaitu jumlah asam lemak tidak jenuh, logam dan panas (Hidayat, 2019). Efek dari oksidasi lemak pada daging dapat menurunkan kualitas daging, seperti terjadinya ketengikan. Pro-oksidan juga akan mempengaruhi terjadinya oksidasi protein karena beberapa faktor seperti lemak yang teroksidasi, radikal bebas dan enzim oksidatif. Salah satu substrat yang bereaksi dengan turunan protein yaitu malonaldehid dengan membentuk karbonil (keton dan aldehida). Menurut Wariyah dan Riyanto (2018), asam lemak penyusun trigliserida ayam ras sebagian besar adalah asam lemak tidak jenuh yaitu sebanyak 58,23-63,86% dan dari jumlah tersebut sekitar 35,20% merupakan *poly-unsaturated fatty acid* (PUFA) seperti asam alfa-linolenat (ALA), asam arakidonat, asam dokosapentaenoat (DPA) dan asam adrenat. Cara menghambat oksidasi dapat dilakukan dengan penambahan antioksidan alami atau sintetis.

Pemanfaatan antioksidan alami pada produk olahan daging telah banyak dilaporkan diantaranya penambahan bayam pada sosis daging ayam (Syuhairah, dkk., 2016), penambahan daun cemba pada produk *patties* (Hajrawati dkk., 2019), dan penambahan daun kangkung pada bakso daging sapi (Vebrianty dkk., 2021).

Daun kelor merupakan salah satu bahan alami yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Kemampuan daun kelor menghambat kerusakan oksidatif berkaitan dengan keberadaan senyawa antioksidan pada daun kelor seperti alkaloid, flavonoid, tannin dan steroid (Apriantini dkk., 2022). Selanjutnya, Udofia, dkk. (2020) dan Lukaszewska dkk. (2020) mengemukakan kandungan bioaktif yang terdapat dalam daun kelor antara lain quersetin, kaempferol, dan rutin. Kemampuan aktivitas antioksidan polifenol terutama karena sifat redoksnya, yang mampu menyerap dan menetralsir radikal bebas, memerangkap oksigen singlet atau menguraikan peroksida sehingga menghambat pembentukan nilai TBARS pada produk olahan daging (Jayawardana dkk., 2015).

Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa penambahan daun kelor pada produk olahan daging mampu meningkatkan aktivitas antioksidan (mengambat oksidasi). Nisar dkk. (2020) melaporkan penambahan ekstrak daun kelor sebanyak 0,3 % pada bakso daging ayam mampu menghambat oksidasi sama dengan antioksidan sintetis *Butylated hydroxyanisole* (BHA). Hal yang sama juga di laporkan oleh Das dkk. (2012), penambahan ekstrak daun kelor sebanyak 0,1 % lebih efektif menghambat pembentukan nilai TBARS dibanding *Butylated hydroxyanisole* (BHA) pada *patties* kambing yang disimpan pada suhu 4°C selama penyimpanan 15 hari. Penambahan bubuk daun kelor pada bakso daging sapi sebanyak 0,5%, 1% dan 1,5% dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan nilai gizi bakso, namun tidak mengubah nilai pH

dan kemampuan mengikat air bakso (Rasak dkk., 2021). Nahak dkk. (2021) melaporkan bahwa bakso daging puyuh dengan penambahan tepung daun kelor sebanyak 15 g memberikan warna yang lebih hijau, menurunkan kekenyalan (kurang kenyal), aroma dan rasa kelor yang khas serta kurang disukai panelis.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penelitian ini mengkaji penambahan tepung daun kelor pada bakso daging ayam. Penambahan tepung daun kelor diharapkan mampu menghambat oksidasi selama penyimpanan pada suhu dingin tanpa menurunkan sifat fisik dan kimia bakso sehingga diharapkan disukai oleh konsumen.

B. Rumusan Masalah

Daging ayam banyak digunakan sebagai bakso yang diolah melalui proses penggilingan daging dan perebusan, sehingga dapat memicu terjadinya oksidasi lemak. Oleh sebab itu, diperlukan antioksidan untuk menghambat oksidasi. Bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor diharapkan dapat meningkatkan daya konsumsi konsumen terhadap sayuran. Penambahan level bubuk daun kelor mampu mempengaruhi sifat fisik (pH, susut masak, warna dan WHC) dan diharapkan mampu meningkatkan aktivitas antioksidan bakso selama penyimpanan.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia (pH, susut masak, *folding test*,

warna, *gel strength*, kandungan gizi dan betakaroten, serta organoleptik) bakso daging ayam dengan penambahan bubuk daun kelor yang disimpan pada suhu dingin selama 18 hari.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini sebagai sumber informasi ilmiah dalam pengolahan daging ayam menjadi bakso dengan penambahan bubuk daun kelor yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan umur simpan bakso sehingga diharapkan disukai oleh konsumen.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Bakso

Bakso daging merupakan produk olahan daging yang dibuat dari daging hewan ternak. Bahan-bahan yang berupa pati dicampur dengan bumbu-bumbu, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lainnya, dan atau bahan tambahan pangan yang diizinkan, yang berbentuk bulat atau bentuk lainnya (SNI 3818: 2014).

Tabel 1. Syarat Mutu Bakso Daging

| No. | Kriteria Uji | Satuan | Persyaratan | |
|-----|--------------------------|---------|---------------------|------------------------|
| | | | Bakso Daging | Bakso Daging Kombinasi |
| 1 | Keadaan | | | |
| | Bau | - | Normal, khas daging | Normal, khas daging |
| | Rasa | - | Normal, khas bakso | Normal, khas bakso |
| | Warna | - | Normal | Normal |
| | Tekstur | - | Kenyal | Kenyal |
| 2 | Kadar Air | % (b/b) | Maks 70,0 | Maks 70,0 |
| 3 | Kadar Abu | % (b/b) | Maks 3,0 | Maks 3,0 |
| 4 | Kadar Protein (N x 6,25) | % (b/b) | Min 11,0 | Min 8,0 |
| 5 | Kadar Lemak | % (b/b) | Maks 10 | Maks 10 |

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2014.

Bakso dapat dibuat dari berbagai jenis daging misalnya daging sapi, kerbau, daging ayam dan daging ikan. Sebelumnya masyarakat hanya mengenal bakso yang terbuat dari daging sapi saja, tetapi daging ayam juga sudah banyak diolah menjadi bakso ayam. Daging ayam digunakan karena memiliki nilai ekonomis lebih murah. Bakso ayam dibuat dengan bahan utama daging ayam lalu ditambahkan bumbu bumbu

tertentu. Dalam pembuatan bakso biasanya ditambahkan tepung misalnya tepung tapioka (Nullah dkk .,2016).

Berdasarkan SNI 01-3818-1995 penggunaan bahan pengisi dalam pembuatan bakso adalah maksimal 50% dari berat daging. Penelitian Ahmadi dkk. (2007) penambahan tapioka sebesar 20% memberikan komposisi ideal pada kadar air dan tekstur dibandingkan dengan penambahan tapioka 40%.

Tepung tapioka memiliki kandungan pati tinggi yang berfungsi untuk mengikat air dan menstabilkan emulsi lemak Bahan pengisi yang berupa tepung berfungsi menstabilkan emulsi, daya mengikat air, memperkecil penyusutan, dan menambah berat produk (Usmiati dan Miskiyah, 2006).

Kandungan gizi, nilai pH, serta kadar air yang tinggi pada daging menyebabkan produk bakso memiliki masa simpan yang relatif singkat, umumnya umur simpan bakso hanya mencapai 12 jam atau maksimal 1 hari selama penyimpanan di suhu ruang. Produsen sering menambahkan boraks dan formalin sebagai pengawet untuk memperpanjang umur simpan, namun berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.722/Menkes/Per/IX/1998 serta perubahannya dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.1168/Menkes/Per/X/1999 kedua jenis pengawet ini merupakan bahan pengawet yang dilarang untuk digunakan pada makanan (Rakhmawati dan Handayani, 2020). Salah satu cara untuk

memperpanjang umur simpan bakso tanpa menggunakan pengawet yang berbahaya adalah dengan bahan sintetis dan bahan alami.

Mutu bakso dapat dilihat dari kualitas fisik, kimia dan mikrobiologi. Sifat fisik pada bakso meliputi pH, WHC, warna dan uji organoleptik. Nilai pH pangan menurut Standar Nasional Indonesia berkisar antara 6 sampai 7. Nilai pH adalah sebuah indikator penting kualitas daging dengan memperhatikan kualitas teknologi dan pengaruh kualitas daging segar. Pengamatan terhadap pH penting dilakukan karena perubahan pH berpengaruh terhadap kualitas bakso yang dihasilkan (Montolalu dkk., 2013). Purnomo dan Swasono (2020) menyatakan bahwa pH dipengaruhi oleh kadar air pada produk, bahwa kadar air suatu bahan berbanding lurus dengan pH, dimana semakin menurun kadar air maka pH pun akan semakin rendah.

Susut masak dipengaruhi oleh daya mengikat air. Penurunan dan kenaikan nilai susut masak yang terjadi dipengaruhi oleh hilangnya air selama pemasakan, keadaan ini dipengaruhi oleh protein yang dapat mengikat air, semakin banyak air yang ditahan oleh protein maka semakin sedikit air yang keluar sehingga susut masak berkurang (Irawati dkk., 2016). Santriyono dkk. (2018) menyatakan bahwa daging dengan susut masak yang lebih rendah mempunyai kualitas yang relatif lebih baik daripada daging dengan susut masak yang lebih besar karena kehilangan nutrisinya selama pemasakan akan lebih sedikit.

Warna makanan memiliki peranan utama dalam penampilan makanan, meskipun makanan tersebut lezat, tetapi bila penampilan tidak menarik waktu disajikan akan mengakibatkan selera orang yang akan memakannya menjadi hilang. Semakin banyak daun kelor yang dicampurkan ke dalam adonan, maka warna sosis akan semakin hijau. Hal ini karena daun kelor mengandung klorofil yang merupakan zat hijau (Nurlaila dkk., 2018).

Hasil uji lipat berkaitan langsung dengan tekstur gel, terutama kekuatan gel. Semakin tinggi nilai uji lipat semakin baik daya gel produk tersebut (Karim dan Aspari, 2015). Tekstur yang kompak dan kenyal akan menghasilkan nilai uji lipat yang tinggi tanpa keretakan, semakin tinggi nilai kekuatan gel maka semakin tinggi juga nilai uji lipat (Dewi dkk., 2020).

B. Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Tanaman kelor berupa pohon dengan tinggi dapat mencapai 12 m dengan diameter 30 cm. Daun tanaman kelor memiliki karakteristik bersirip tak sempurna, kecil, berbentuk telur, sebesar ujung jari. Helai anak daun memiliki warna hijau sampai hijau kecokelatan, bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik, panjang 1-3 cm, lebar 4 mm sampai 1 cm, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata. Tanaman kelor dapat tumbuh baik sampai dengan ketinggian 1.000 mdpl pada semua jenis tanah kecuali tanah berlempung berat dengan pH tanah netral sampai sedikit asam (Isnain dan Nurhaedah, 2017).

Zat aktif yang terkandung dalam daun kelor yang berpotensi sebagai antioksidan adalah berbagai jenis vitamin (A, C, E, K, B1, B2, B3, B6), flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid. Senyawa yang bermanfaat dan diketahui tersebut merupakan antioksidan alami yang sebagian besar mudah larut dalam air (Yuliani dkk., 2015). Selain itu, ekstrak daun kelor memiliki total fenolik (3mg/100mg), total flavonoid (9,6 mg/100g) dan kuarsetin (0,0648 mg/g).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) juga mengandung senyawa fitokimia diantaranya: flavonoid (15-27 mg/g), saponin, tannin, dan beberapa senyawa fenolik lainnya yang memiliki aktivitas antimikroba dan sebagai antioksidan

Hasil penelitian Alqurashi dan Aldossary (2021) tentang penambahan daun kelor pada burger ayam menunjukkan bahwa MO (*Moringa oleifera*) merupakan sumber polifenol yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain itu, hasil menunjukkan bahwa MOPE (MO *polyphenol extract*) dan WMOP (*whole MO powder*), pada konsentrasi 1% dan 2%, memiliki aktivitas antimikroba yang kuat pada burger ayam yang meningkatkan umur simpan burger ayam hingga 6 hari penyimpanan pendingin pada 4°C. WMOP dapat digunakan sebagai pengawet makanan alami dalam burger ayam dan mungkin memainkan peran penting dalam memperpanjang umur simpan produk daging lainnya.

Penambahan ekstrak bunga kelor 1% dan 2% mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada nugget ayam pada suhu 4°C

selama penyimpanan 20 hari. Lebih lanjut dengan penambahan tersebut mampu meningkatkan stabilitas oksidatif dan skor bau dengan mengurangi oksidasi lipid selama waktu penyimpanan. Atribut sensorik nugget penambahan ekstrak bunga kelor tidak mempengaruhi daya terima produk (Madane dkk., 2019).

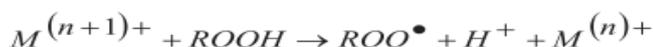
Penelitian Prasajak dkk. (2021) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun dan biji/polong kelor pada bakso daging babi meningkatkan umur simpan produk dan pada penyimpanan dingin mampu bertahan sampai 15 hari. Ekstrak daun dan biji kelor juga memiliki sifat antioksidan dan antimikroba yang bisa diaplikasikan pada produk daging. Penambahan ekstrak sebanyak 0,8% mampu menghambat oksidasi lipid, yang menunjukkan bahwa kelor dapat digunakan sebagai pengawet alami yang mampu menjaga kualitas produk.

C. Lama Penyimpanan Bakso

Penyimpanan merupakan salah satu cara untuk mengawetkan dan mengamankan daging dan produk daging. Tujuan penyimpanan adalah untuk mengamankan daging dan produk daging dari kerusakan atau pembusukan yang diakibatkan oleh mikroorganisme juga bertujuan untuk memperpanjang umur simpan. Temperatur penyimpanan terbagi menjadi tiga jenis, yaitu penyimpanan beku (-20 sampai -30°C), penyimpanan dingin (-2 sampai 10°C) dan 3) penyimpanan pada suhu kamar (sekitar 27°C) (Aulawi dan Ninsix, 2009).

Bakso yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan kerusakan seperti timbulnya lendir dan bau busuk pada masa simpan 18 jam. Oleh karena itu diperlukan modifikasi suhu, metode pengemasan dan lama simpan yang tepat dalam mengurangi ataupun menghambat terjadinya kerusakan pada karakteristik bakso. Lama simpan merupakan jangka waktu bahan pangan tersebut dianggap tetap aman dan layak untuk dikonsumsi. Lama simpan bakso dipengaruhi oleh beberapa faktor yang akan berubah kualitasnya selama penyimpanan sampai mencapai batas terakhir yang masih dapat dikonsumsi. Penurunan kualitas bakso yang terjadi selama penyimpanan pada suhu ruang dapat diamati dari munculnya lendir, aroma yang menyimpang dan timbulnya gas. Selama penyimpanan, bakso akan mengalami sineresis yaitu keluarnya air dari dalam gel, perubahan flavor, rasa dan penurunan zat gizi akibat oksidasi lemak yang disebabkan karena adanya kontak dengan oksigen, tetapi jika makanan tidak kontak dengan oksigen selama penyimpanan, maka kualitas makanan dapat terjaga lebih lama (Hamdani dkk., 2017).

Oksidasi lipid merupakan salah satu indikator penurunan kualitas produk daging. Radikal bebas yang dihasilkan selama pemrosesan produk daging mengoksidasi asam lemak, terutama asam lemak tak jenuh ganda melalui reaksi berantai radikal (Min dan Ahn, 2005). Oksidasi lipid menyebabkan pengembangan rasa tidak enak, bau tengik, penurunan umur simpan, hilangnya nilai nutrisi dan pembentukan senyawa toksik pada produk daging (Falowo dkk., 2014).

Inisiasi**Propagasi****Terminasi****Initiasi tahap kedua****Initiasi yang diinduksi oleh logam**

Gambar 1. Mekanisme Umum Oksidasi Lemak pada Sistem Pangan (Budijanto dan Sitanggang, 2010).

Pada proses oksidasi ini, periode induksi akan berjangka lebih lama dibandingkan dengan minyak selama proses penggorengan. Periode induksi (*induction period*, IP) adalah waktu dimana hanya perubahan kecil yang terjadi pada minyak/lemak terkait dengan proses oksidasi. Setelah IP inilah kerusakan minyak/lemak akibat oksidasi terjadi lebih cepat dan besar. Beberapa komponen yang mempersingkat IP telah disebutkan diatas seperti cahaya, logam, prooksidan, suhu. Selama proses penggorengan, terjadinya peningkatan suhu mengakibatkan pembentukan radikal bebas akan cepat terjadi sehingga proses autooksidasi akan cepat terjadi serta mempersingkat IP. Pada tahap awal oksidasi minyak/lemak akan menghasilkan produk primer oksidasi berupa hidroperoksida yang bersifat labil mudah terdekomposisi akan tetapi tidak menyebabkan bau yang menyimpang. Hasil dekomposisi hidroperoksida akan menghasilkan

produk oksidasi sekunder seperti aldehida, keton, asam, alkohol, komponen hidroksi, lakton, hidrokarbon, dienal, epoksida dan polimer. Produk dekomposisi inilah yang menyebabkan off flavour dari minyak/lemak walaupun pada konsentrasi yang sangat kecil yaitu pada hitungan bagian per milyaran (*part per billion*, ppb) (Budijanto dan Sitanggang, 2010).

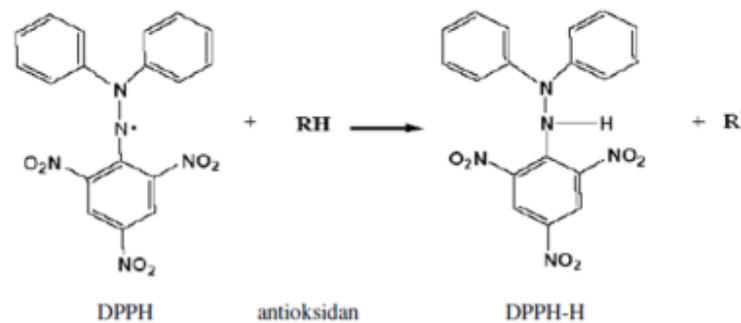
Oksidasi lemak diawali dengan hidrolisis trigliserida menghasilkan asam lemak dan gliserol. Selanjutnya asam lemak tidak jenuh teroksidasi menghasilkan hidroperoksida, kemudian aldehid, keton dan puncaknya adalah terbentuknya malonaldehid. Oksidasi dapat dipicu adanya panas, sinar, logam dan oksigen menghasilkan ROS (*Reactive Oxygen Spesies*) seperti aldehid, peroksida, kolesterol oksida. Oksidasi lipid dapat berlanjut selama pemasakan (Wariyah dan Riyanto, 2018).

Antioksidan mempunyai dua fungsi, pertama merupakan fungsi utama dari antioksidan yaitu sebagai pemberi atom hidrogen. Antioksidan mengandung Hidrogen (AH) yang mempunyai fungsi utama tersebut sering disebut sebagai antioksidan primer. Senyawa ini dapat memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (R^{\cdot} , ROO^{\cdot}) atau mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil, sementara turunan radikal antioksidan (A^{\cdot}) tersebut memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal lipida. Fungsi kedua merupakan fungsi sekunder antioksidan, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme di luar

mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan perubahan radikal lipida ke bentuk yang lebih stabil (Salimi, 2021).

Senyawa hasil autooksidasi yang mengakibatkan tengik adalah hidroperoksida yang mengalami pemecahan menjadi aldehid dan keton, sebagai puncaknya akan terbentuk malonaldehid, dan hidroksi alkenal seperti 4-hidroksi-2nonenal (HNE) yang diturunkan dari oksidasi ω -6 PUFA dan 4-hidroksi-2- heksenal (HNE) produk dari peroksidasi oksidasi ω -3 PUFA (Tao, 2015). 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.

Lipid oksidasi salah satu masalah dalam menjaga kualitas daging. Penambahan antioksidan dapat mengatasi masalah oksidasi daging. Penggunaan pengawet alami merupakan teknologi yang menjanjikan untuk meningkatkan umur simpan daging dan produk daging. Pengawet alami termasuk rempah-rempah, buah-buahan, dan sayuran bubuk atau ekstrak memiliki sifat antimikroba dan antioksidan. *Moringa oleifera* adalah salah satu antioksidan alami yang diperkaya protein, amino esensial, asam seperti sistin, triptofan, metionin dan lisin, mineral (terutama zat besi) dan provitamin A, vitamin B dan C, serta adanya zat bioaktif seperti, flavonoid, asam askorbat, karotenoid, dan fenolat (Nisar dkk., 2020).



Gambar 2. Reaksi Antara Antioksidan dan Molekul DPPH (Rizkayanti dkk., 2017).

Mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas dari lemak yang teroksidasi dapat disebabkan oleh empat macam mekanisme reaksi, yaitu pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, adisi lemak ke dalam cincin aromatik pada antioksidan, dan pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan (Puspitasari dkk., 2016).

Penyimpanan bakso ayam pada suhu 10°C meningkatkan angka tiobarbiturat (TBA) dari 0 hari sebanyak 0,31±0,2 mg MDA/kg menjadi 0,63±0,21 mg MDA/kg pada penyimpanan 7 hari yang berarti telah terjadi oksidasi lemak selama pengolahan maupun penyimpanan. Asam lemak sangat mudah mengalami oksidasi yang dapat mengakibatkan kerusakan oksidatif dan menurunkan nilai gizi, timbulnya off-flavor (rasa, bau rancid), dan zat yang bersifat toksik. Oleh sebab itu, penting dilakukan penambahan antioksidan pada pembuatan bakso untuk menghambat peroksidasi lemak (Wariyah dan Riyanto, 2018).

D. Bahan Tambahan Pangan

Penggunaan es atau air es berfungsi meningkatkan air ke dalam adonan kering selama pembentukan adonan maupun selama perebusan dan dapat membantu memperbaiki tekstur bakso. Es atau air es juga dapat membantu mempertahankan suhu agar tetap rendah sehingga protein tidak terdenaturasi akibat gerakan mesin penggiling dan ekstraksi protein berjalan dengan baik. Adonan bakso dapat ditambahkan es atau air es sebanyak 5-20% atau bahkan 30% dari berat daging (Ayustaningwarno dkk., 2014).

Garam berfungsi untuk meningkatkan daya ikat air dari protein, dan pembentukan emulsi, pemberi rasa, pelarut protein aktin dan miosin sehingga dapat menstabilkan emulsi daging dan sebagai pengawet karena dapat mencegah pertumbuhan mikroba. Garam juga berperan dalam menentukan tekstur produk dengan cara meningkatkan kelarutan protein (Zurriyati, 2011). Penggunaan garam sebanyak 2% dari berat daging (Wahab dkk., 2013).

Merica atau lada sering ditambahkan dalam bahan pangan sebagai penyedap masakan dan memperpanjang daya awet makanan (Arief dkk., 2012). Menurut Wahab dkk. (2013) penggunaan merica sebanyak 1% dari berat daging.

Bawang putih berfungsi sebagai penambah aroma serta untuk meningkatkan cita rasa produk, meningkatkan selera makan serta meningkatkan daya awet bahan makanan (Arief dkk., 2012). Bawang putih

yang digunakan pada penelitian Widati dkk. (2011) sebanyak 3,8% dari berat daging dan pada penelitian Rahmah dan Choiriyah (2021) sebanyak 4%.

Penambahan *Sodium tripolifosfat* (STPP) pada proses pengolahan bakso juga mempengaruhi kekenyalan produk. STPP dapat meningkatkan daya mengikat air dan pH daging sehingga meningkatkan kekenyalan produk daging olahan. *Sodium tripolifosfat* umum digunakan dalam pengolahan daging (Zurriyati, 2011). Penggunaan STPP maksimal adalah 0,5% Penggunaan STPP pada pembuatan bakso sebanyak 0,3% dari berat daging (Aulawi dan Ninsix, 2009).

Menurut Hasrati dan Rusnawati (2011) bahan penyedap rasa yang sering digunakan sebagai penguat rasa produk pangan adalah Mono Sodium Glutamat (MSG), atau yang sering disebut sebagai “*moto*” atau “*vetsin*”. MSG ini adalah garam natrium dari asam glutamat, yang merupakan senyawa cita rasa. Penyedap rasa atau MSG pada pembuatan bakso sebanyak 1% dari berat daging (Arief dkk., 2012).

E. Antioksidan Sintetis

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus, antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Antioksidan dapat menghambat proses ketengikan karena antioksidan lebih reaktif dari oksigen. Terdapat 2 macam antioksidan yaitu antioksidan sintesis dan

antioksidan alami. Antioksidan sintesis yang sengaja ditambahkan untuk menghambat proses oksidasi lemak misalnya *Butylated hydroxyanisole* (BHA), *Butylated hydroxytoluene* (BHT), *Propylgallate* (PG), dan *Tertierbutyl hydroquinone* (TBHQ). Sedangkan antioksidan alamiah dalam minyak adalah Tokopherol, Betakaroten, polifenol, gossypol atau turunan dari anthosianin dan flavones (Purwaningsih, 2015). Antioksidan sintetis sebagai asupan antioksidan eksogen dapat berperan ganda, selain sebagai antioksidan juga berpotensi untuk menjadi senyawa karsinogen. Antioksidan alami dapat menghindari efek samping yang disebabkan oleh antioksidan sintetis (Lukiati, 2014).

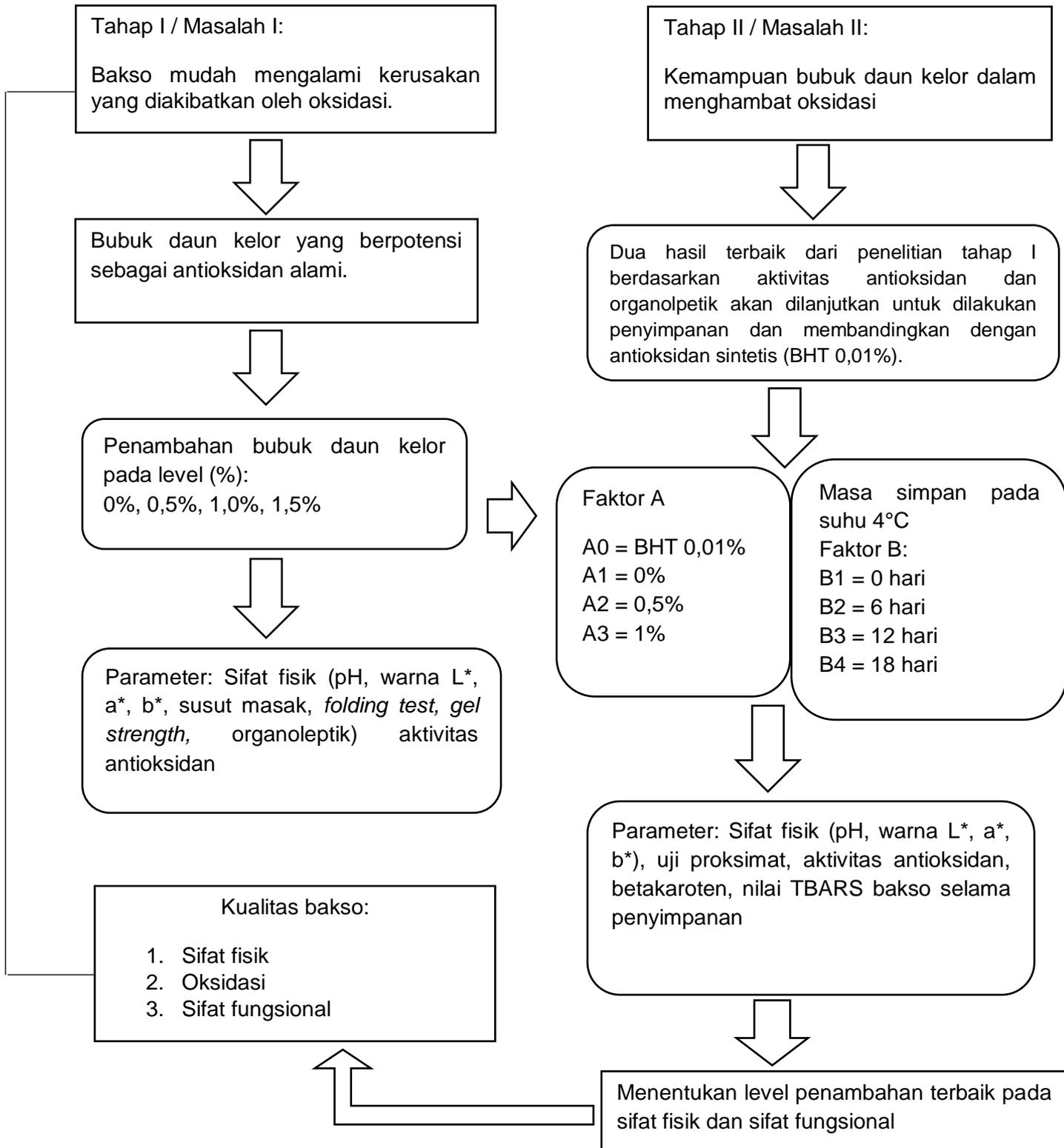
Penggunaan bahan pengawet dan antioksidan sintetis tidak direkomendasikan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), karena diduga dapat menimbulkan penyakit kanker (*carcinogen agent*). Kondisi ini tentunya sangat dilematis, karena disatu sisi produsen tidak ingin menanggung resiko kerugian akibat rusaknya produk yang dihasilkan, disisi lainnya perlu mempertimbangkan keamanan produk yang dihasilkan bagi konsumen. Olehnya itu, perlu dicari alternatif untuk mengatasi masalah ini, berupa penggunaan bahan pengawet dan antioksidan alami yang bersumber dari bahan alami yang tidak berbahaya bagi manusia, citarasa produk yang dihasilkan disukai oleh konsumen serta meminimalisir resiko kerugian berupa kerusakan produk bagi produsen (Syam, 2017).

BHT sebagai *food additive*, biasa digunakan untuk mencegah kerusakan bahan pangan. Semakin lama penyimpanan semakin banyak asam lemak yang dibebaskan dari ikatan trigliserida, sebagian asam lemak yang jenuh dibebaskan tidak bereaksi dengan BHT, sehingga asam lemak teroksidasi dan kehilangan ikatan rangkap (Rusdi dkk., 2005). BHT sebagai pembanding karena BHT memiliki keefektifan sebagai antioksidan yang paling tinggi walaupun memiliki satu gugus hidroksi (-OH) dan jumlah resonansi yang sama dengan eugenol tetapi lebih bersifat nonpolar dibanding senyawa lainnya karena adanya gugus alkil yang lebih tersubstitusi yaitu t-butil (-C(CH₃)₃) (Aini dkk., 2007). Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) RI No. 38 Tahun 2013 tentang batas maksimum penggunaan Bahan Tambahan Pangan Antioksidan yaitu penggunaan BHT sebanyak 0,3 mg/kg berat badan, BHA 0,5 mg/kg berat badan, TBHQ 0,7 mg/kg berat badan.

F. Hipotesis

Bakso dengan penambahan bubuk daun kelor mampu meningkatkan sifat fisik bakso, meningkatkan aktivitas antioksidan dan menghambat oksidasi.

G. Kerangka Pikir



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian