

**PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT  
FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK  
MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGRAN DAGING AYAM**

**DEVELOPMENT OF ACTIVE AND SMART PACKAGING BASED ON  
ABSORBENT FOOD PAD WITH ESSENTIAL OIL AND INDICATOR LABEL  
TO EXTEND AND MONITOR THE FRESHNESS QUALITY OF CHICKEN  
MEAT**



**MUHAMMAD IQBAL  
G03222002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT  
FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK  
MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGERAN DAGING AYAM**

**MUHAMMAD IQBAL  
G03222002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT  
FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK  
MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGRAN DAGING AYAM**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi pangan

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD IQBAL  
G032222002

kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

TESIS

**PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT  
FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK  
MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGRAN DAGING AYAM**

**MUHAMMAD IQBAL**

**NIM: G032222002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada 15 Mei 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

**Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar**

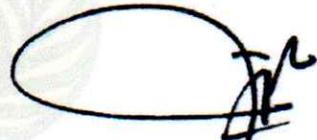
Mengesahkan

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



**Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D.**  
NIP. 19820208 200604 1 003



**Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si.,**  
NIP. 19850427 201504 1 002

**Ketua Program Studi  
Magister Ilmu dan Teknologi Pangan**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin**



**Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si.,**  
NIP. 19770527 200312 1 001



**Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.,**  
NIP. 19560417 198203 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul **“PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGERAN DAGING AYAM”** adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D., sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Muhammad Asfar, STP, M.Si., sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 30 Mei 2024



Muhammad Iqbal  
NIM G032222002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir yang berjudul **“PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF DAN CERDAS BERBASIS ABSORBENT FOOD PAD DENGAN MINYAK ESENSIAL DAN LABEL INDIKATOR UNTUK MEMPERPANJANG DAN MEMONITOR MUTU KESEGERAN DAGING AYAM”** ini dibuat sebagai satu di antara syarat guna meraih gelar Magister Teknologi Pertanian (M.TP) di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh keluarga besar khususnya Ayahanda Muh. Jusdin dan Ibunda Juharti, atas dukungan baik moril, maupun materil, serta doa dan kasih sayang yang tiada hentinya. Penulis juga menyadari bahwa selesainya penulisan tesis ini karena bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Di. Ir. Salengke, M. Sc., selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin beserta Staf Dosen dan Tenaga Kependidikan yang telah memberikan kesempatan dan membantu penulis untuk belajar dan menyelesaikan pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Suhardi, S.TP., M.P., selaku Ketua Departemen Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan arahan.
3. Bapak Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si., selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D., selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan arah, motivasi, serta saran dan masukan dalam penyusunan Tesis ini.
5. Bapak Dr. Muhammad Asfar, STP, M.Si., selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan motivasi, arahan, dan bimbingannya dalam penyusunan Tesis ini.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati Muh. Tahir, M.S., selaku dosen Penguji I yang telah memberikan arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan Tesis ini.
7. Bapak Dr. rer. Nat. Zainal., M.Food.Tech selaku dosen Penguji II yang telah memberikan arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan Tesis ini.
8. Bapak Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si., selaku dosen Penguji III yang telah memberikan arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan Tesis ini.
9. Nurul Ulil Amri, Nur Azizah, dan Muh. Akbar yang telah banyak memberikan dukungan, baik berupa moril maupun materi, serta doa dan motivasi, agar penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
10. Kak Eri Wijaya Hafid, Mutya Hafid, Reni Anggun, Ratu Amalia Awal, Mona Awal, Zulfani Dwi Putri, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi mulai dari awal kuliah sampai penyelesaian tesis ini.
11. Teman-teman mahasiswa magister Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin terimah kasih telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi mulai dari awal kuliah sampai penyelesaian tesis ini.
12. Andi Rahmat Al-Muhajir, Saiful Arianto, Muh. Ali Gusman, Lutfia nurhalisa Irfan, teman teman Ru'mung Katti-kattia, Ruang Literasi Rumi yang telah memberikan

dukungan, semangat dan motivasi mulai dari awal kuliah sampai penyelesaian tesis ini.

13. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tesis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dengan segala keterbukaan dan kelapangan hati untuk hasil yang lebih maksimal. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat dan memberikan kontribusi nyata terhadap ilmu pengetahuan.

Makassar, 27 Mei 2024

Muhammad Iqbal

## ABSTRAK

MUHAMMAD IQBAL. **Development of Active and Smart Packaging Based on Absorbent Food Pad with Essential Oil and Indicator Label to Extend and Monitor the Freshness Quality of Chicken Meat** (dibimbing oleh Andi Dirpan dan Muhammad Asfar).

Kualitas dan perpanjangan masa simpan menjadi perhatian utama dalam pengembangan sistem pengemasan daging. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan label indikator terbaik dari *Phenol Red* (PR), *Methyl Red* (MR), dan *Bromothimol Blue* (BTB), mengetahui efektivitas *absorbent food pad* dalam menghambat aktivitas mikroba (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*), dan mengetahui efektivitas kemasan pintar melalui analisis kualitas daging ayam yang disimpan pada suhu 4°C. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap; yaitu tahap pertama adalah penentuan label indikator menggunakan kertas *Whatman* yang diberi pewarna *Phenol Red* (PR), *Methyl Red* (MR), dan *Bromothimol Blue* (BTB). Perlakuan terbaik didasarkan pada pengujian warna indikator, kemudian tahap kedua penentuan konsentrasi ekstrak minyak esensial kemangi dan serai yang terbaik didasarkan pada pengujian zona daya hambat mikroba. Perlakuan terbaik dari label indikator dan minyak esensial kemudian diaplikasikan pada daging ayam dan diamati setiap 3 x 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil warna label indikator terbaik yaitu pada label indikator *phenol red*. Sementara itu *absorbent food pad* dengan ekstrak minyak esensial *lemongrass* 100% merupakan perlakuan dengan zona daya hambat terbaik. Hasil penelitian menunjukkan kemasan pintar dari *absorbent food pad* dapat mempertahankan kesegaran daging ayam selama 3 hari dan label indikator *phenol red* berubah dari kuning di awal aplikasi menjadi merah selama pembusukan ayam. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu kemasan pintar dari kombinasi *absorbent food pad* sebagai kemasan aktif dan label indikator *phenol red* sebagai kemasan cerdas berpotensi memperpanjang umur simpan ayam dan memantau kondisi daging ayam selama penyimpanan.

Kata Kunci: Kesegaran Daging, Kemasan Pintar, Minyak Esensial.

## ABSTRACT

**MUHAMMAD IQBAL. Development of Absorbent Food Pad Equipped with Indicator Label as Active Packaging and Smart Packaging to Extend and Monitor the Quality of Chicken Meat** (supervised by Andi Dirpan and Muhammad Asfar).

Quality and shelf-life extension are major concerns in the development of meat packaging systems. The aim of this research is to produce the best indicator label from Phenol Red (PR), Methyl Red (MR), and Bromothymol Blue (BTB), to determine the effectiveness of absorbent food pads in inhibiting the activity of microbes (*Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*), and to determine the effectivity of smart packaging pad through the analysis of chicken meat quality storage at 4°C. This research consists of several stages; the first stage is the determination of the indicator label using Whatman paper colored with Phenol Red (PR), Methyl Red (MR), and Bromothymol Blue (BTB). The best treatment is based on indicator color testing, then the second stage is determination of the best concentration of basil and lemongrass essential oil extracts based on microbial inhibition zone testing. The best treatment of indicator labels and essential oil were then applied to chicken meat and observed every 3 x 24 hours. The results showed that the best color profile of the indicator label was with the Phenol Red label. Meanwhile, the best inhibition zone on absorbent food pad was 100% lemongrass essential oil extract. This research found that the application of smart packaging with absorbent food pads can maintain the freshness of chicken meat for 3 days and the Phenol Red indicator label changes from yellow at the beginning of application to red during chicken spoilage. The conclusion of this research is that smart packaging with a combination of absorbent food pads as active packaging and Phenol Red indicator labels as smart packaging has the potential to extend the shelf life of chicken and monitor the condition of chicken meat during storage.

Keywords: Meat Freshness, Smart Packaging, Essential Oils.

## DAFTAR ISI

<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB 2. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>4</b>
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	4
2.2 Alat dan Bahan .....	4
2.3 Desain Penelitian .....	4
2.4 Tahapan Penelitian .....	4
2.5 Aplikasi Pengemasan Cerdas Pada Daging Ayam .....	5
2.6 Parameter pengamatan .....	6
2.7 Tingkat Hubungan (Korelasi) antar Parameter Uji .....	8
2.8 Analisis data.....	8
<b>BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Penentuan Label Indikator (Kemasan Pintar) .....	10
3.2 Penentuan <i>Absorbent Food Pad</i> Berdasarkan Uji Daya Hambat Mikroba ....	13
3.3 Respon Perubahan Warna Label Indikator Kemasan Cerdas.....	14
3.4 Hasil Pengamatan Nilai Total mikroba (Metode TPC).....	16
3.5 Analisis nilai pH daging ayam .....	17
3.6 Analisis nilai <i>Total Volatile Basic Nitrogen</i> (TVBN) pada daging ayam .....	18
3.7 Analisis nilai <i>Thiobarbituric Acid</i> (TBA) pada daging ayam .....	19
3.8 Tingkat Korelasi Respon Sensor Label Indikator Cerdas Dengan Berbagai Parameter Penurunan Kualitas Daging Ayam. ....	21
<b>BAB 4. PENUTUP .....</b>	<b>23</b>
4.1 Kesimpulan .....	23
4.2 Saran .....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>24</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>28</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Desain Kemasan cerdas yang diaplikasikan pada daging ayam.....	6
Gambar 2. Diagram alir penelitian .....	9
Gambar 3. Perubahan warna label indikator Methyl red yang diaplikasikan pada daging ayam .....	10
Gambar 4. Perubahan warna label indikator Bromothymol blue yang diaplikasikan pada daging ayam.....	11
Gambar 5. Perubahan warna label indikator Phenol red yang diaplikasikan pada daging ayam.....	11
Gambar 6. Nilai Delta E dari perubahan warna label indikator yang diaplikasikan pada daging ayam.....	12
Gambar 7. Perubahan warna label indikator yang diaplikasikan pada daging ayam yang dikombinasikan dengan kemasan aktif .....	15
Gambar 8. Jumlah total bakteri (metode TPC) pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan .....	16
Gambar 9. Nilai pH pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan.....	17
Gambar 10. Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN) pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan .....	18
Gambar 11 Nilai nilai Tiobarbituric Acid (TBA) pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan .....	20
Gambar 12. Tingkat korelasi respon sensor label indikator cerdas dengan berbagai parameter penurunan kualitas daging ayam .....	21
Gambar 13 Korelasi Hubungan antara parameter total mikroba dan total volatile basic nitrogen .....	22

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Zona daya hambat mikroba dari kemasan aktif <i>absorbent food pad</i> yang dikombinasikan dengan minyak esensial lemongrass dan basil .....	13
--	----

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Daging ayam merupakan salah satu komoditas unggulan nasional yang berperan sebagai sumber protein, selain telur dan ikan. Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS) periode 2017-2021, rata-rata produksi daging ayam di Indonesia mencapai 3,35 juta ton per tahun, sedangkan konsumsi daging ayam masih tergolong rendah (baru mencapai rata-rata 1,71 juta ton per tahun). Hal ini menyebabkan terjadinya surplus atau kelebihan produksi, surplus daging ayam di Indonesia mencapai rata-rata 1,64 juta ton per tahun (PKH, 2021).

Daging ayam merupakan salah satu daging yang paling diminati karena harganya yang murah dan nilai gizi yang baik karena adanya protein berkualitas tinggi, jumlah lemak yang rendah, jumlah asam lemak tak jenuh yang tinggi, dan asam lemak jenuh yang relatif lebih sedikit (Gurunathan, Tahseen and Manyam, 2022).

Daging ayam dan produk turunannya sangat mudah rusak. Oleh karena itu, perpanjangan umur simpan daging mentah dalam kemasan ritel menjadi perhatian utama. Meskipun banyak sistem pengemasan canggih yang tersedia, biaya sistem pengemasan canggih ini tidak cocok untuk pemasaran eceran daging (Sadaka *et al.*, 2014).

Kualitas dan perpanjangan umur simpan menjadi perhatian utama dalam mengembangkan sistem pengemasan untuk daging (Sadaka *et al.*, 2014; Mohan *et al.*, 2019). Salah satu cara pengendalian mutu dan keamanan pangan adalah penerapan sistem pengemasan baru, yang meliputi pengemasan aktif dan pengemasan cerdas.

Pengemasan dan pengendalian mikroba untuk tujuan pengawetan makanan umumnya masih dilakukan dengan cara konvensional seperti pengemasan menggunakan plastik, pengeringan, pendinginan, pembekuan, penggunaan suhu tinggi atau dengan penambahan bahan kimia seperti natrium benzoat, kalium sulfit, dan nitrit (lin, Sugiarto and Fahma, 2021; Sakinah, N., Rialita and Subroto, 2021).

Kemasan pintar dan kemasan aktif adalah jenis kemasan pangan yang peka terhadap perubahan yang terjadi selama penyimpanan pangan dan respon terhadap perubahan tersebut. Kemasan aktif dan pintar telah dibuka khusus tempat di antara penelitian baru di industri kemasan (Pirsa and Shamusy, 2019).

Pengemasan aktif adalah teknologi baru yang dirancang untuk menggabungkan komponen bahan dalam kemasan yang melepaskan atau menyerap zat dari atau ke dalam makanan yang dikemas atau lingkungan sekitarnya untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan atau memperbaiki kondisi makanan yang dikemas (Bolumar, Andersen and Orlie, 2011).

Pengemasan aktif dapat dirancang untuk secara sengaja memasukkan komponen yang akan melepaskan atau menyerap zat ke dalam atau dari makanan yang dikemas atau lingkungan sekitar makanan untuk meningkatkan pengawetan makanan. Pengemasan aktif dapat dirancang untuk secara sengaja memasukkan komponen yang akan melepaskan atau menyerap zat ke dalam atau dari makanan yang dikemas atau lingkungan sekitar makanan untuk meningkatkan pengawetan makanan (Llana-Ruiz-Cabello *et al.*, 2018).

Zat-zat yang dimasukkan kedalam dapat berupa senyawa aktif yang akan dilepaskan ke atmosfer pengemas atau makanan yang dikemas (yaitu antimikroba atau antioksidan) atau komponen yang dapat menyerap zat yang tidak diinginkan dari ruang kepala pengemas (pemulung). Di antara senyawa antioksidan alami, minyak atsiri telah dipelajari secara ekstensif untuk mengembangkan film aktif (Ribeiro-Santos *et al.*, 2017).

*Absorbent food pad* yang berada pada industri daging masih terbatas pada penyerap cairan yang keluar pada produk daging. *Absorbent food pad* ditambahkan kombinasi minyak esensial kemangi and serai sangat potensial untuk diaplikasikan pada produk daging ayam karena diduga mampu mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan dengan cara melakukan penghambatan terhadap aktivitas mikroba patogen (*Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*).

Saat ini, kemasan produk memiliki kekurangan pendeteksi kerusakan makanan *real-time* pada makanan dalam kemasan (Mohammadian, Alizadeh-Sani and Jafari, 2020). Tuntutan saat ini perlu adanya inovasi dalam teknologi untuk mengembangkan kemasan cerdas yang dapat memenuhi kebutuhan pasar (Goulden, 2014). inovasi kemasan cerdas diharapkan dapat memberikan penilaian kualitas produk makanan yang terdapat pada makanan secara cepat dan tepat (Singh *et al.*, 2018). Penggunaan kemasan cerdas pada produk daging mampu melacak kesegaran daging di setiap rantai pasokan, yang dapat memastikan keamanan pada konsumen (Amit *et al.*, 2020).

Kemasan pintar adalah pengembangan dari kemasan konvensional yang dapat memantau kesegaran makanan secara *real-time* dan memberikan informasi tentang kualitas, keamanan, dan kesegarannya. Bahan-bahan yang ditambahkan pada kemasan dapat mendeteksi perubahan sifat seperti pH, kelembapan, kadar oksigen, atau kontaminasi mikroba (Cheng *et al.*, 2022). Pada beberapa penelitian, bahan yang digunakan untuk membawa bahan pendeteksi kerusakan pada daging yang dikemas adalah kertas whatman, dan mampu mendeteksi kerusakan yang terjadi pada produk yang dikemas seperti daging. (Hidayat *et al.*, 2019; Yanti *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, akan menggunakan kertas whatman sebagai media membawa *Bromothymol blue* (BTB), *Phenol Red* (PR), dan *Methyl Red* (MR) sebagai bahan yang diharapkan dapat mendeteksi kerusakan yang terjadi pada daging ayam yang dikemas.

Berbagai penelitian tentang *absorbent food pad* yang telah dilakukan seperti kombinasi *absorbent food pad* dengan minyak jintan hitam pada fillet ikan (Kilinc and Altas, 2016), penggunaan senyawa N-alanin pada *absorbent food pad* (Ren *et al.*, 2018), pemanfaatan bakteriofag yang dimasukkan pada *absorbent food pad* (Gouvêa *et al.*, 2016), pemanfaatan asam l-wulinat dan natrium dodesil sulfat yang gabungan dengan *absorbent food pad* (Wang *et al.*, 2022). Namun, belum ada yang melaporkan penelitian tentang *absorbent food pad* yang dikombinasikan dengan minyak esensial kemangi dan serai pada penyimpanan daging ayam.

Pada penelitian ini, akan menggunakan *absorbent food pad* sebagai pembawa bahan aktif yang diharapkan dapat memperpanjang umur simpan daging ayam dan mempertahankan kualitasnya, serta dikombinasikan dengan kemasan cerdas yaitu kertas whatman yang telah diberikan *Bromothymol blue* (BTB), *Phenol Red* (PR), dan

*Methyl Red* (MR) yang dapat memberikan informasi kualitas daging ayam secara *real-time*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah kertas pintar yang terbuat dari larutan indikator *methyl red*, *bromothymol blue*, dan *phenol red* dapat dijadikan kertas pintar untuk memonitor kualitas daging ayam?
2. Bagaimana efektivitas *absorbent food pad* antimikroba dengan kandungan minyak esensial kemangi dan serai dalam menghambat aktivitas mikroba (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*) melalui parameter daya hambat antimikroba?
3. Bagaimana mutu daging ayam setelah pengaplikasian kemasan aktif antimikroba *absorbent food pad* dan profil perubahan indikator kemasan cerdas selama penyimpanan suhu 4°C?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan label indikator terbaik dari larutan indikator *methyl red*, *bromothymol blue*, dan *phenol red* yang dapat digunakan untuk memonitor kualitas daging ayam pada penyimpanan.
2. Mengetahui efektivitas *absorbent food pad* antimikroba dengan kandungan minyak esensial kemangi dan serai dalam menghambat aktivitas mikroba (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*) melalui parameter daya hambat antimikroba.
3. Mengetahui mutu daging ayam setelah pengaplikasian kemasan aktif antimikroba *absorbent food pad* dan kemasan cerdas dan profil perubahan indikator kemasan cerdas selama penyimpanan suhu 4°C.