

**PEMBUATAN *INTELLIGENT-ACTIVE PACKAGING* DENGAN EKSTRAK BUNGA
TELANG (*Clitoria ternatea*) DAN BUAH PALA (*Myristica fragrans*) DALAM
MEMONITOR DAN MEMPERPANJANG MASA SIMPAN DAGING AYAM**

*Manufacturing Intelligent-Active Packaging from Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea*)
And Nutmeg (*Myristica fragrans*) Extract in Their Application for Monitoring and
Extending Chicken Meat Shelf Life*

OLEH

**INSAN PURNAMA HASIBUAN
G031 19 1041**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Tanggal
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Pembuatan *Intelligent-Active Packaging* dengan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) dan Buah Pala (*Myristica Fragrans*) dalam Memonitor dan Memperpanjang Masa Simpan Daging Ayam

Nama : INSAN PURNAMA HASIBUAN

Stambuk : G031 19 1041

Menyetujui ;

Dr. Ir. Rindam Latief, MS
Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS
Pembimbing II

Mengetahui,



Dr. Febuadi Bastian, STP., M.Si
Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : INSAN PURNAMA HASIBUAN
NIM : G031 19 1041
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Meyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“PEMBUATAN *INTELLIGENT-ACTIVE PACKAGING* DENGAN EKSTRAK BUNGA
TELANG (*Clitoria ternatea*) DAN BUAH PALA (*Myristica fragrans*) DALAM
MEMONITOR DAN MEMPERPANJANG MASA SIMPAN DAGING AYAM”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, Mei 2023



Insan Purnama Hasibuan

ABSTRAK

INSAN PURNAMA HASIBUAN (NIM. G031191041). PEMBUATAN *INTELLIGENT-ACTIVE PACKAGING* DENGAN EKSTRAK BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) DAN BUAH PALA (*Myristica fragrans*) DALAM MEMONITOR DAN MEMPERPANJANG MASA SIMPAN DAGING AYAM. Dibimbing oleh RINDAM LATIEF DAN JUMRIAH LANGKONG.

Latar belakang *Intelligent-active packaging* merupakan suatu sistem pengemasan yang mengkombinasikan antara senyawa yang dapat memonitor kualitas selama penyimpanan dengan senyawa aktif yang dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan salah satunya pada daging ayam. Dalam pembuatan *intelligent packaging* dapat memanfaatkan pigmen alami berupa antosianin yang terdapat pada bunga telang, serta *active packaging* dapat menggunakan ekstrak minyak atsiri buah pala sebagai senyawa antimikroba. **Tujuan** dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan *intelligent-active packaging* terhadap kualitas daging, konsentrasi terbaik ekstrak buah pala pada *active packaging*, serta konsentrasi terbaik ekstrak bunga telang pada *intelligent packaging* dalam memonitor kualitas daging ayam. **Metode** yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dilakukan ekstraksi bunga telang dan buah pala, yang akan digunakan dalam pembuatan *intelligent-active packaging*, lalu kemasan yang dibuat diaplikasikan pada daging ayam yang disimpan selama 12 hari. Setiap interval 3 hari dilakukan pengujian kualitas daging berupa uji organoleptik, derajat keasaman (pH), TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*), TVBN (*Total volatile basic nitrogen*), kadar air daging ayam dan TPC (*total plate count*) pada daging ayam, serta dilakukan uji kolorimetri pada indikator pH. **Hasil** yang diperoleh yaitu penggunaan *active packaging* dengan ekstrak buah pala 20% dapat mempertahankan kualitas daging ayam hingga hari ke-6 yang ditunjukkan dari hasil parameter yang masih memenuhi batas konsumsi daging ayam, seperti berwarna putih, beraroma netral, tekstur sedikit kompak, nilai pH sebesar 6.06, nilai TVBN sebesar 13.53 mgN/100 g, nilai TBARS sebesar 0.08 mg MDA/kg, serta nilai TPC mencapai 5.86 log CFU/mL, serta *intelligent packaging* dengan menggunakan ekstrak bunga telang 15% mampu memonitor dan memberikan informasi terkait indikasi kerusakan pada daging ayam dengan penurunan nilai Hue dari 322.895 pada penyimpanan hari ke-0 menjadi 142.59 pada penyimpanan hari ke-12 dan perubahan warna dari ungu ke hijau seiring dengan lama penyimpanan. **Kesimpulan** yang diperoleh dari penelitian, yaitu ekstrak bunga telang pada *intelligent packaging* dapat memonitor kerusakan daging ayam dengan perubahan warna dari keunguan hingga hijau muda, ekstrak buah pala pada *active packaging* mampu memperpanjang masa simpan daging ayam, konsentrasi terbaik ekstrak buah pala pada *active packaging* dalam memperpanjang masa simpan daging ayam, yaitu ekstrak buah pala dengan konsentrasi 20%, serta konsentrasi terbaik ekstrak bunga telang pada *intelligent packaging* dalam memonitor kualitas daging ayam, yaitu ekstrak bunga telang dengan konsentrasi 15%.

Kata Kunci: *Intelligent-active packaging*, daging ayam, pala, bunga telang, masa simpan

ABSTRACT

INSAN PURNAMA HASIBUAN (NIM. G031191041). MANUFACTURING INTELLIGENT-ACTIVE PACKAGING FROM BUTTERFLY PEA FLOWER (*Clitoria ternatea*) AND NUTMEG (*Myristica fragrans*) EXTRACT IN THEIR APPLICATION FOR MONITORING AND EXTENDING CHICKEN MEAT SHELF LIFE. Supervised by RINDAM LATIEF AND JUMRIAH LANGKONG.

Background Intelligent-active packaging is a packaging system that combines compounds that can monitor quality during storage with active compounds that can extend the shelf life of food ingredients, one of which is chicken meat. In intelligent packaging, natural pigments in anthocyanins can be used from butterfly pea flowers (*Myristica fragrans*). Active packaging can utilize nutmeg (*Clitoria ternatea*) essential oil extract as an antimicrobial compound. **The study aimed** to determine the effect of using intelligent-active packaging on meat quality, the best concentration of nutmeg extract in active packaging, and the best concentration of butterfly pea flower extract in intelligent packaging for monitoring the quality of chicken meat during storage at 4 °C. **The method** used in this research was the extraction of butterfly pea flowers and nutmeg, which were used in the manufacture of intelligent-active packaging, The packaging was then applied to chicken meat, and stored for 12 days at 4 °C. Every 3-day interval, chicken meat quality tests were carried out in the form of organoleptic tests, degree of acidity (pH), TBARS (thiobarbituric acid reactive substance), TVBN (total volatile basic nitrogen), the water content in chicken meat, and TPC (total plate count) in chicken meat, as well as a colorimetric test on the pH indicator. **The results** obtained are that the use of active packaging with 20% nutmeg extract can maintain the quality of chicken meat until the 6th day as shown by the parameters that still meet the limits for consumption, such as white color, neutral aroma, slightly compact texture, pH value of 6.06, the TVBN value was 13.53 mgN/100 g, the TBARS value was 0.08 mg MDA/kg, and the TPC value reached 5.86 logs CFU/mL, as well as intelligent packaging using 15% butterfly pea flower extract capable of monitoring and providing information regarding indications of deteriorating chicken meat with a decrease in Hue value from 322.895 on day 0 of storage to 142.59 on day 12th of storage and a change in color from purple to green along with storage time. **The conclusions** obtained from the research are that the butterfly pea flower extract in intelligent packaging was able to monitor chicken meat degradation with a color change from purplish to light green, nutmeg extract in active packaging can extend the shelf life of chicken meat; the best concentration of nutmeg extract in active packaging is to extend the shelf life of chicken meat, namely nutmeg fruit extract with a concentration of 20%. The best concentration of butterfly pea flower extract in intelligent packaging was found at a concentration of 15%.

Key Words: *Intelligent-active packaging*, chicken meat, nutmeg (*Myristica fragrans*), butterfly pea flower (*Clitoria ternatea*), shelf life

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhabahu Wa ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) pada program strata satu (S1) yang berjudul “Pembuatan *Intelligent-Active Packaging* dengan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) dan Buah Pala (*Myristica Fragrans*) dalam Memonitor dan Memperpanjang Masa Simpan Daging Ayam”.

Melalui kesempatan yang berharga ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhabahu Wa ta'ala atas segala rahmat, karunia, serta pertolongannya yang memberikan kesehatan, kekuatan, dan kelancaran segala aktivitas peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Teristimewa kepada orang tua penulis tercinta Papa Alm. Pandapotan Hasibuan yang selalu mengharapakan keberhasilan dan kebahagiaan selalu menyertai penulis, serta yang selalu menyayangi dan masih memikirkan cara agar penulis dapat mencapai cita-cita sesuai yang diharapkan hingga titik terakhir Papa, dan juga kepada Uma Tiasmina Lubis terima kasih menjadi pendukung pertama penulis dalam menghadapi setiap keadaan, yang selalu berjuang dengan sekuat tenaga agar penulis dapat mencapai puncak dengan cara apapun, selalu mendoakan dan memberi semangat kepada penulis disetiap kegiatan yang dilakukan, serta menjadi salah satu tujuan utama penulis hingga saat ini untuk mencapai keberhasilan, sehingga dapat memberikan kebahagiaan kepada Uma, dan dapat menikmati hidup tanpa harus memikirkan hal yang rumit lagi.
3. Bapak Dr. Ir. Rindam Latief, MS dan ibu Prof. Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak dan Ibu sebagai dosen penguji penulis yang telah memberikan banyak saran dan masukan kepada skripsi penulis.
5. Bapak Prof. Suhardi, S.TP., MP selaku Ketua Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
7. Segenap dosen dan staf akademik serta teknisi laboratorium yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini mulai dari awal penelitian hingga skripsi ini diselesaikan.
8. Saudara-Saudara penulis yang terkasih (Akkang Der, Abang Guslan, Abang Gunalan, Akkang Anggraeni, Akkang Jahri, Abang Ari, Abang Bangun, Akkang Nora, Akkang Riska dan Abang Nasrul) yang menjadi *support system* terbesar bagi penulis selama ini baik dari segi moral maupun material, selalu menjadi tempat berbagi cerita dan bertukar pikiran setiap permasalahan yang dihadapi, menjadi yang paling mengerti terkait keadaan dan perasaan yang dirasakan, menjembatani setiap hal yang tidak mampu dikatakan langsung kepada orang tua (Uma), senantiasa selalu mendoakan kelancaran, serta memberikan semangat yang tidak terputus disetiap kegiatan penulis.
9. Keponakan-keponakan penulis (Rahma, Atha, Azzam, Alya, Dwi, Ahyan, Aziz, Qiana, Aidin, Afnan, Jiyah, dan Elvano) yang selalu menjadi penghibur dan memberikan keceriaan kepada penulis ketika menghadapi beratnya perkuliahan dan penelitian.

10. Keluarga besar (Tulang, Nantulang, Uma tobang, Ayah tobang, Uda, Tante, Uwak, Bou, serta kakak, abang, dan adek sepupu-sepupu) yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis (Uswa, Asia, Azz, Elok, Nisa) yang selalu siap sedia membantu dalam melaksanakan penelitian, menjadi rumah kedua yang dapat memberikan kenyamanan dan kebahagiaan di setiap keadaan, menjadi tempat untuk berbagi cerita, keluh kesah selama menjalani perkuliahan dari awal semester hingga lulus, serta menjadi salah satu penguat selama melewati sulitnya perkuliahan.
12. Sahabat kecil, sahabat SMA, dan sahabat Bimbel yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis dalam melaksanakan perkuliahan hingga dapat lulus dengan baik.
13. Teman-teman mahasiswa ITP 2019 yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis mulai dari penelitian hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam karya tulis ilmiah ini. Semoga dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua. Amin Ya Rabbal Alamin.

Makassar, Mei 2023

Insan Purnama Hasibuan



RIWAYAT HIDUP

Insan Purnama Hasibuan lahir di Portibi Jae pada Tanggal 13 Juli 2001. Merupakan anak keenam dari enam bersaudara hasil pernikahan pasangan Pandapotan Hasibuan dan Tiasmina Lubis. Pendidikan formal yang pernah dijalani:

1. SDN 101630 Portibi (2007-2013)
2. SMPN 1 Portibi (2013-2016)
3. SMAS Pencawan Medan (2016-2019)

Pada tahun 2019 penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin melalui Jalur Seleksi

Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis pernah menjadi asisten Aplikasi Bioteknologi Pangan (2022). Selain itu, penulis pernah melaksanakan kegiatan magang di salah satu instansi di Kota Makassar yaitu Badan Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang, Dinas Perdagangan Sulawesi Selatan pada tahun 2022.

Penulis berperan dalam keanggotaan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH). Selain itu, penulis pernah mengikuti Lomba Pekan Kreativitas Mahasiswa hingga diperoleh pendanaan penelitian.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
II.1 Daging Ayam.....	3
II.2 Bunga Telang.....	5
II.3 Buah Pala.....	5
II.4 <i>Intelligent Packaging</i>	6
II.5 <i>Active Packaging</i>	7
II.6 Derajat Keasaman (pH)	8
II.7 <i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i> (TBARS).....	9
II.8 <i>Total Volatile Basic Nitrogen</i> (TVBN)	9
II.9 <i>Total Plate Count</i> (TPC)	10
II.10 Kolorimetri	10
III. METODE PENELITIAN.....	11
III.1 Tempat dan Waktu	11
III.2 Alat dan Bahan	11
III.3 Prosedur Kerja.....	11
III.3.1 Ekstraksi Bunga Telang.....	11
III.3.2 Ekstraksi Buah Pala	11
III.3.3 Pembuatan <i>Intelligent Packaging</i>	11

III.3.4 Pembuatan <i>Active Packaging</i>	12
III.3.5 Pengaplikasian <i>Intelligent-Active Packaging</i> pada Daging Ayam	12
III.4 Pengujian.....	12
III.4.1 Sifat Organoleptik.....	12
III.4.2 Derajat Keasaman (pH)	12
III.4.3 <i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i> (TBARS).....	12
III.4.4 <i>Total Volatile Basic Nitrogen</i> (TVBN)	13
III.4.5 Kadar Air	13
III.4.6 <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	13
III.4.7 Kolorimetri <i>Intelligent Packaging</i>	14
III.5 Desain Penelitian.....	14
III.6 Analisa Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
IV.1 Organoleptik.....	16
IV.1.1 Warna	16
IV.1.2 Aroma.....	18
IV.2 Derajat Keasaman (pH).....	24
IV.3 <i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i> (TBARS)	26
IV.4 <i>Total Volatile Basic Nitrogen</i> (TVBN).....	28
IV.5 Kadar Air.....	31
IV.6 <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	33
IV.7 Kolorimetri.....	35
V. KESIMPULAN.....	43
IV.1 Kesimpulan	43
IV.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Gizi Daging Ayam dalam 100 gram.....	4
Tabel 2. Syarat Mutu Daging Ayam.....	4
Tabel 3. Nilai Organoleptik Warna Daging Ayam.....	16
Tabel 4. Nilai Organoleptik Aroma Daging Ayam.....	19
Tabel 5. Nilai Organoleptik Tekstur Daging Ayam.....	21
Tabel 6. Nilai Derajat Keasaman (pH) Daging Ayam.....	24
Tabel 7. Nilai TBARS Daging Ayam.....	26
Tabel 8. Nilai TVBN Daging Ayam.....	28
Tabel 9. Nilai Kadar Air Daging Ayam.....	31
Tabel 10. Nilai TPC Daging Ayam.....	33
Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Kualitas Daging Ayam Pada <i>Intelligent-Active Packaging</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daging Ayam (Kaskus, 2018).....	3
Gambar 2. Bunga Telang (Dennis, 2014)	5
Gambar 3. Buah Pala (Vivi, 2018).....	6
Gambar 4. <i>Intelligent Packaging</i> (Info Niac, 2011)	7
Gambar 5. Ilustrasi <i>Active Packaging</i>	8
Gambar 6. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Organoleptik Warna Daging Ayam.....	18
Gambar 7. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Organoleptik Aroma pada Daging Ayam.....	20
Gambar 8. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Organoleptik Tekstur pada Daging Ayam.....	23
Gambar 9. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Nilai pH pada Daging Ayam	25
Gambar 10. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Nilai TBARS pada Daging Ayam	27
Gambar 11. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap nilai TVBN pada Daging Ayam	30
Gambar 12. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Air pada Daging Ayam.....	32
Gambar 13. Interaksi Perlakuan <i>Active Packaging</i> dengan Konsentrasi Ekstrak Buah Pala dan Lama Penyimpanan terhadap Nilai TPC pada Daging Ayam.....	34
Gambar 14. Nilai Hue <i>Intelligent-Active Packaging</i> tanpa Ekstrak Buah Pala ^{a)} Ekstrak Bunga Telang 5%, ^{b)} Ekstrak Bunga Telang 10%, ^{c)} Ekstrak Bunga Telang 15%	37
Gambar 15. Nilai Hue <i>Intelligent-Active Packaging</i> Ekstrak Buah Pala 10% ^{a)} Ekstrak Bunga Telang 5%, ^{b)} Ekstrak Bunga Telang 10%, ^{c)} Ekstrak Bunga Telang 15%	38
Gambar 16. Nilai Hue <i>Intelligent-Active Packaging</i> Ekstrak Buah Pala 20% ^{a)} Ekstrak Bunga Telang 5%, ^{b)} Ekstrak Bunga Telang 10%, ^{c)} Ekstrak Bunga Telang 15%	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Ekstraksi Bunga Telang	50
Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Ekstraksi Buah Pala	50
Lampiran 3. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Indikator pH sebagai <i>Intelligent Packaging</i> 51	
Lampiran 4. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Kertas Aktif sebagai <i>Active Packaging</i>	52
Lampiran 5. Diagram Alir Pengaplikasian <i>Intelligent-Active Packaging</i> pada Daging Ayam53	
Lampiran 6. Dokumentasi Ekstraksi	54
Lampiran 7. Dokumentasi Pembuatan <i>Intelligent-Active Packaging</i>	54
Lampiran 8. Dokumentasi Pengaplikasian <i>Intelligent-Active Packaging</i> pada Daging Ayam55	
Lampiran 9. Dokumentasi Hasil Daging Ayam selama Penyimpanan.....	56
Lampiran 10. Dokumentasi Pengujian.....	57
Lampiran 11. Hasil Analisis Data Pengujian Organoleptik Warna	59
Lampiran 12. Hasil Analisis Data Pengujian Organoleptik Aroma.....	62
Lampiran 13. Hasil Analisis Data Pengujian Organoleptik Tekstur.....	66
Lampiran 14. Hasil Analisis Data Pengujian Derajat Keasaman (pH)	69
Lampiran 15. Hasil Analisis Data Pengujian TVBN	71
Lampiran 16. Hasil Analisis Data Pengujian TBARS	74
Lampiran 17. Hasil Analisis Data Pengujian Kadar air	77
Lampiran 18. Hasil Analisis Data Pengujian TPC.....	80
Lampiran 19. Hasil Analisis Data Pengujian Kolorimetri	84

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kualitas dan keamanan pangan menjadi salah satu tantangan besar yang dihadapi pada bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan, seperti daging ayam. Daging ayam merupakan salah satu bahan pangan hewani yang dikonsumsi masyarakat untuk memenuhi asupan protein. Konsumsi daging ayam semakin meningkat dari waktu ke waktu, sehingga produksi daging ayam juga meningkat untuk memenuhi kebutuhan. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik, produksi daging ayam di Indonesia tahun 2022 mencapai 3,2 juta ton. Daging ayam lebih banyak dikonsumsi masyarakat, karena mengandung gizi yang tinggi, serta harga yang relatif lebih murah dibanding sumber protein lain seperti daging sapi (Wahyuni, 2016). Daging ayam memiliki kandungan gizi, berupa protein dan lemak, serta kandungan air yang tinggi, sehingga mudah mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi dikarenakan daging ayam menjadi media optimum dalam pertumbuhan berbagai mikroorganisme perusak maupun patogen, sehingga menyebabkan kerusakan fisik dan kimia pada daging ayam. Daging ayam yang disimpan dalam suhu dingin hanya dapat bertahan selama 1-2 hari, sehingga diperlukan sistem penyimpanan yang tepat untuk dapat memperpanjang masa simpan dari daging ayam (Anonymous, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan berupa *intelligent-active packaging* yang menghasilkan kemasan yang tidak hanya memperpanjang masa simpan, tetapi juga dapat memberikan informasi terkait kualitas daging ayam selama penyimpanan.

Penyimpanan dengan *active packaging* merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang umur simpan daging ayam. Upaya dalam mempertahankan kualitas daging ayam telah banyak dilakukan, salah satunya menggunakan bahan pengawet seperti formalin untuk mencegah aktivitas mikroorganisme dinilai berbahaya, sehingga dibutuhkan bahan pengawet yang berasal dari bahan alami. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa berbagai jenis rempah-rempah yang ada di Indonesia berpotensi menjadi pengawet alami karena mengandung senyawa bioaktif yang dapat menjadi senyawa antimikroba (Arifianti, 2013; Wala, 2016; Hamad, 2022). Salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet pada *active packaging* yaitu buah pala. Buah pala selama ini dimanfaatkan menjadi bumbu bahan pangan serta obat herbal, padahal buah pala mengandung berbagai jenis minyak atsiri dan oleoresin yang dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang biasanya terdapat pada daging ayam (Rastuti, 2013). Oleh karena itu, penambahan ekstrak minyak atsiri buah pala pada *active packaging* berpotensi dapat memperpanjang masa simpan dari daging ayam.

Peningkatan fungsi kemasan dapat ditingkatkan dengan mengaplikasikan kombinasi *active packaging* dengan *intelligent packaging*, sehingga kemasan tidak hanya dapat memperpanjang masa simpan, namun juga dapat memberikan informasi mengenai kualitas daging ayam selama penyimpanan. Penggunaan *intelligent packaging* dalam bentuk bioindikator pH dapat menunjukkan perubahan warna selama penyimpanan yang menunjukkan perubahan kualitas daging ayam. Pengembangan indikator pH sebagai komponen *intelligent packaging* telah banyak dilakukan dengan menggunakan pigmen warna sintetis seperti *bromophenol blue*, *bromothymol blue* dan *phenol red* (Dirpan *et al.*, 2018; Hidayat *et al.*, 2019). Namun, penggunaan pigmen sintetis dapat menghasilkan efek negatif

bagi kesehatan apabila bersentuhan langsung dengan bahan pangan. Penggunaan pigmen alami dari tumbuhan dapat digunakan karena sensitif terhadap perubahan kondisi kemasan seperti pH akibat terbentuknya senyawa volatil nitrogen oleh adanya aktivitas mikroba pada daging ayam.

Pengembangan bioindikator menggunakan pigmen antosianin telah banyak dilakukan (Alizadeh-Sani *et al.*, 2021; Agustianti *et al.*, 2021; Seftiono *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan pigmen antosianin sangat rentan terhadap perubahan pH daging selama penyimpanan. Pigmen antosianin dapat diperoleh salah satunya dari bunga telang. Bunga telang yang diekstrak akan menghasilkan antosianin yang berwarna biru, dan akan mengalami perubahan warna seiring dengan perubahan kualitas daging. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *intelligent-active packaging* dengan memanfaatkan ekstrak minyak atsiri buah pala sebagai senyawa antimikroba yang dikombinasikan dengan bioindikator pH dengan memanfaatkan antosianin ekstrak bunga telang untuk memperpanjang masa simpan sekaligus memonitor kualitas daging. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menciptakan sistem pengemasan *intelligent-active packaging* yang memiliki efektifitas yang tepat dalam mempertahankan kualitas daging.

I.2 Rumusan Masalah

Daging ayam merupakan salah satu pangan hewani sumber protein yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Namun, tingginya kandungan protein dan kadar air menyebabkan daging ayam mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan sistem penyimpan dengan pengemasan yang efektif dapat mempertahankan kualitas daging ayam lebih lama, serta pengemasan yang dapat memonitor perubahan kualitas daging selama penyimpanan. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian pembuatan *intelligent-active packaging* dengan memanfaatkan ekstrak bunga telang dan buah pala untuk memonitor dan memperpanjang masa simpan daging ayam.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan ekstrak bunga telang dan buah pala pada *intelligent-active packaging* terhadap kualitas daging ayam
2. Untuk mengetahui konsentrasi terbaik ekstrak buah pala pada *active packaging* dalam memperpanjang masa simpan daging ayam
3. Untuk mengetahui konsentrasi terbaik ekstrak bunga telang pada *intelligent packaging* dalam memonitor kualitas daging ayam

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah dapat meningkatkan pengetahuan peneliti maupun masyarakat umum dalam mengetahui pengaruh penggunaan ekstrak bunga telang dan buah pala pada *intelligent-active packaging* dalam memonitor dan memperpanjang masa simpan daging

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Daging Ayam

Daging ayam merupakan salah satu bahan pangan hewani yang banyak mengandung protein dan lemak. Daging ayam banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung kandungan gizi yang tinggi terutama protein, mudah didapatkan, serta lebih murah dibandingkan sumber protein lain seperti daging sapi. Kandungan gizi yang terdapat pada daging ayam terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, mineral, serta kadar air yang tinggi (Afrianti, 2013). Hal ini menyebabkan daging ayam termasuk kedalam salah satu jenis bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan (*perishable*). Kerusakan daging ayam ditandai dengan adanya kerusakan fisik, perubahan kimia, perubahan warna, terbentuk rasa dan aroma tengik yang disebabkan terjadinya oksidasi lemak pada daging ayam (Rorong dan Wilar, 2020). Salah satu faktor yang menyebabkan daging ayam rusak diakibatkan pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme yang dapat mengubah kandungan gizi pada daging ayam.



Gambar 1. Daging Ayam (Kaskus, 2018)

Daging ayam banyak ditumbuhi berbagai jenis mikroorganisme, seperti *Streptococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, serta *Leuconostoc monocytogenes* (Hamad, 2018). Kerusakan pada daging dapat disebabkan akibat pertumbuhan mikroorganisme perusak maupun patogen yang dapat merombak kandungan gizi pada daging ayam. Mekanisme kerusakan pada daging ayam yaitu mikroorganisme mengubah protein otot yang ada pada daging ayam menjadi ammonia, amina dan zat basa lainnya, sehingga menyebabkan perubahan pH daging sapi menjadi lebih tinggi selama penyimpanan (Husin *et al.*, 2020). Kerusakan daging ayam tersebut perlu ditangani sehingga dapat memenuhi standar mutu daging ayam yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Adapun kandungan gizi serta syarat mutu pada daging ayam, sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Gizi Daging Ayam dalam 100 gram

Kandungan Gizi	Jumlah
Kolestrol	60 g
Kalori/Energi	302 kkal
Protein	18,2 g
Lemak	25 g
Kalsium (Ca)	14 mg
Besi (Fe)	1,5 mg
Magnesium (Mg)	24 mg
Fosfor (P)	200 mg
Vitamin A	810 IU
Vitamin B	0,8 mg
Riboflavin	0,16 mg
Asam Pantotenat	1.233 mg

Sumber: Direktorat Fizi, Departemen Kesehatan RI

Tabel 2. Syarat Mutu Daging Ayam

Parameter Mutu	Kondisi
Warna	Putih Kekuningan
Tekstur	Kenyal (Elastis)
Aroma	Normal (Segar)
Kebersihan	Tidak terdapat kontaminasi
pH	5,96-6,07 ^b
Kadar Air	60 – 70% ^a
<i>Total Plate Count</i>	Maksimum 1 x 10 ⁶ cfu/g
<i>Coliform</i>	Maksimum 1 x 10 ² cfu/g

<i>Staphylococcus aureus</i>	Maksimum 1 x 10 ² cfu/g
<i>Salmonella sp.</i>	Negatif
<i>Escherichia coli</i>	Maksimum 1 x 10 ¹ cfu/g
<i>Campylobacter sp.</i>	Negatif

Sumber: SNI 3924:2009; Arifianti, 2013^a ; Hajrawati, 2016^b

II.2 Bunga Telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) dikenal dengan berbagai nama, salah satunya adalah *Butterfly pea*. Kandungan kimia bunga telang terdiri atas flavonoid 20,07 ± 0,55 mmol/mg bunga dan pigmen *delphinidin* penghasil warna biru sebesar 2,16 mg/2 g bunga (Marpaung, 2020). Penggunaan ekstrak bunga telang setara tradisional banyak dimanfaatkan dalam bidang kosmetik untuk rambut yang rusak, sebagai pewarna alami dalam pembuatan produk pangan, serta dapat dijadikan bioindikator yang dapat memonitor kualitas bahan pangan (Husin *et al.*, 2020). Antosianin pada bunga telang memiliki kestabilan yang baik, sehingga selain digunakan sebagai antioksidan, juga sering digunakan sebagai pewarna alami pada makanan (Rifqi, 2021).



Gambar 2. Bunga Telang (Dennis, 2014)

Antosianin akan mengalami perubahan warna yang disebabkan oleh perubahan pH. Menurut Seftiono *et al.*, (2021) menggunakan antosianin dari ekstrak bunga telang sebagai indikator dan menunjukkan perubahan indikator seiring penurunan kualitas daging ayam. Perubahan pigmen antosianin terhadap perubahan pH yaitu akan berwarna biru-biru kehijauan pada pH 5-7 (Husin *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2022). Oleh karena itu, antosianin pada bunga telang dapat dimanfaatkan sebagai indikator perubahan pH untuk mengetahui terjadinya kerusakan pada suatu jenis bahan pangan, salah satunya daging ayam.

II.3 Buah Pala

Buah pala merupakan salah satu jenis rempah yang ada di Indonesia dengan pemanfaatannya masih terbatas pada bumbu makanan. Dalam buah pala terdapat minyak atsiri

yang mengandung senyawa psikoaktif dan bioaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antimikroba (Guntur, 2019). Minyak atsiri yang terdapat pada buah pala dapat dihasilkan sebesar 0,2-0,3% pada bagian daging buah pala, serta pada kulit buah pala sebesar 7-14% (Sari, 2018). Menurut Ginting (2018), beberapa komponen senyawa yang terdapat pada buah pala, seperti *Myristicin* (34,85%), Alpha-Terpineol (33%), Terpeneol-4 (14,56), safrol (2,38%), dan Terpinene 1-ol (1,86%). Senyawa-senyawa tersebut dapat dimanfaatkan dalam pembuatan obat herbal, aromaterapi, serta saat ini dilakukan banyak pengembangan penggunaan minyak atsiri sebagai bahan pengawet karena memiliki sifat sebagai senyawa antimikroba (Rastuti, 2013).



Gambar 3. Buah Pala (Vivi, 2018)

Komponen senyawa yang terdapat pada buah pala dapat dimanfaatkan menjadi senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus aureus* yang banyak tumbuh pada daging ayam (Ansory, 2018). Senyawa bioaktif yang terdapat pada minyak atsiri buah pala dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antimikroba dalam mempertahankan kualitas daging. Senyawa bioaktif tersebut dapat diperoleh melalui proses destilasi. Ekstrak minyak atsiri buah pala dapat ditambahkan sebagai bahan pengawet pada pengemasan daging ayam, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sehingga kualitas daging ayam dapat dipertahankan lebih lama. Mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh minyak atsiri sebagai senyawa antimikroba, yaitu merusak dinding sel dari mikroorganisme dengan cara minyak atsiri bereaksi dengan membran sel, sehingga meningkatkan permeabilitas dinding sel, sehingga berbagai yang terdapat penyusun sel bakteri dapat keluar dan menyebabkan mikroorganisme tidak dapat tumbuh dengan baik (Sholehah, 2016).

II.4 Intelligent Packaging

Intelligent packaging merupakan salah satu bentuk kemasan yang berfungsi untuk memonitor kualitas suatu bahan pangan (Firmasyah, 2021). Kemasan cerdas akan memberikan informasi terkait kualitas bahan pangan melalui perubahan yang terjadi pada kemasan. Kelebihan kemasan cerdas yaitu dapat menghasilkan suatu kemasan yang tidak hanya dapat melindungi bahan pangan, melainkan dapat memberikan informasi terkait perubahan kualitas bahan pangan selama penyimpanan. Berbagai jenis kemasan cerdas yang dapat digunakan seperti memonitor pembentukan asam organik, pembentukan CO₂, serta peningkatan pH akibat

pembentukan senyawa volatil (Lu *et al.*, 2020). Indikator pH menjadi kemasan cerdas yang dapat digunakan untuk memonitor kualitas daging ayam. Adapun indikator sebagai komponen kemasan cerdas akan mengalami perubahan warna seiring penurunan kualitas daging disebabkan terjadinya perubahan kondisi dalam kemasan (Seftiono *et al.*, 2021).



Gambar 4. Intelligent Packaging (Info Niac, 2011)

Indikator pH dapat menggunakan pigmen warna alami maupun kimiawi. Salah satu pigmen yang baik untuk digunakan sebagai indikator pH yaitu antosianin karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap perubahan pH (Apriliansi, 2022). Indikator pH dapat digunakan dalam memonitor kualitas daging ayam. Sistem kerja indikator pH yaitu apabila daging mulai mengalami kerusakan disebabkan pemecahan protein menjadi asam-asam amino akan menghasilkan senyawa volatil basa nitrogen yang menyebabkan terbentuknya pH daging yang semakin tinggi. Dalam kemasan, senyawa volatil tersebut akan menguap hingga mencapai pada indikator, sehingga terjadi reaksi pada indikator yang akan menghasilkan perubahan warna (Ananta, 2017). Perubahan warna tersebut yang menunjukkan perubahan kualitas daging yang disimpan, sehingga apabila terjadi perubahan warna menunjukkan penurunan kualitas mutu daging ayam.

II.5 Active Packaging

Active packaging merupakan sistem pengemasan yang menggunakan senyawa antimikroba untuk dapat menjaga kualitas, sehingga dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan. Senyawa antimikroba sebagai komponen aktif pada *active packaging* akan mengalami difusi dan evaporasi pada permukaan bahan pangan sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Kamaruddin *et al.*, 2021). Kelebihan dari penggunaan kemasan aktif dalam bahan pangan, yaitu kemasan tidaknya berperan dalam mengemas bahan pangan saja, namun juga dapat mempertahankan mutu, dan memperlambat kerusakan selama penyimpanan. Kemasan aktif dapat dimanfaatkan pada berbagai jenis bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan, salah satunya daging ayam.



Gambar 5. Ilustrasi Active Packaging

Kemasan aktif dapat dibuat dalam berbagai bentuk, seperti *edible film*, *coating* serta kertas aktif (Miskiyah, 2015). Penggunaan berbagai jenis senyawa antimikroba dapat digunakan baik senyawa alami maupun kimiawi. Salah satu senyawa alami yang memiliki sifat senyawa antimikroba yaitu minyak atsiri. Minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara merusak dinding sel, sehingga menyebabkan mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Kemasan aktif dalam bentuk kertas aktif akan menghasilkan sistem pengawetan dengan cara evaporasi dan difusi. Senyawa antimikroba berupa minyak atsiri pada kertas aktif akan mengalami proses evaporasi dan difusi sampai pada seluruh permukaan daging ayam, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang masa simpan daging ayam (Dirpan *et al.*, 2022).

II.6 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu indikator pengujian kimia yang penting dalam menentukan kualitas suatu bahan pangan. Derajat keasaman (pH) mempengaruhi kandungan yang ada pada bahan pangan seperti protein, fenol serta asam-asam organik (Kiwak, 2018). Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman dari bahan pangan. Prinsip pengujian derajat keasaman dengan menggunakan alat pH meter yaitu penggunaan elektroda dengan tegangan listrik, sehingga dihasilkan tingkat keasaman dari bahan pangan yang disebabkan oleh ion hidrogen (H^+) (Santoso, 2008). Pengujian pH dapat dijadikan salah satu indikator kerusakan pada bahan pangan seperti daging ayam, karena berhubungan erat dengan aktivitas mikroorganisme (Tyl, 2017). Selain itu, perubahan nilai pH pada daging ayam juga berkaitan dengan perubahan warna, tekstur, rasa, serta masa simpan pada daging ayam. Berdasarkan Hajrawati (2016), Nilai pH pada daging ayam yang baik berkisar 5,96-6,07. Semakin tinggi nilai pH, maka daging ayam semakin baik ditumbuhi mikroorganisme. Peningkatan nilai pH pada daging ayam berbanding lurus dengan peningkatan nilai TVBN dan pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat pada daging ayam. Nilai pH yang meningkat disebabkan terjadinya proses degradasi protein menjadi senyawa-senyawa volatil basa nitrogen (Salim, 2018). Proses degradasi protein terjadi selama proses pembusukan daging ayam akibat aktivitas mikroorganisme yang semakin meningkat pada daging ayam.

II.7 *Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS)*

Pengujian TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*) merupakan pengujian yang berkaitan dengan proses oksidasi lipid. Pengujian TBARS dilakukan bertujuan untuk mengukur tingkat kerusakan lemak akibat terjadinya oksidasi lipid. Oksidasi lipid akan menghasilkan senyawa berupa malonaldehid (MDA) sebagai produk utama, serta senyawa lain seperti *hydroxynonenal*, *hydroxyhexenal* (aldehid), keton, hidrokarbon, epoksi, dan alkohol (Pirimoy, 2019). Prinsip pengujian TBARS yaitu asam lemak jenuh yang terdapat pada bahan pangan akan mengalami oksidasi lipid karena bereaksi dengan oksigen, sehingga terbentuk senyawa aldehid dan senyawa peroksida lainnya (Ngadiarti, 2013). Peningkatan nilai TBA pada daging ayam dapat menunjukkan terjadinya kerusakan akibat peningkatan oksidasi asam lemak. Besarnya nilai TBA yang dihasilkan menunjukkan besarnya reaksi oksidatif yang terjadi pada daging ayam. Menurut Shon (2010), batas maksimum nilai TBA dari daging, sekitar 0,5-1 mg MDA/kg. Kenaikan nilai TBA menunjukkan peningkatan perombakan asam lemak akibat oksidasi lipid yang terjadi, sehingga menimbulkan ketengikan pada daging ayam. Oksidasi lipid terjadi akibat interaksi antara rantai panjang asam lemak dengan oksigen, sehingga terbentuk asam lemak rantai pendek, keton dan aldehid yang akan mengalami oksidasi lanjut membentuk senyawa-senyawa aldehid rantai pendek, salah satunya malonaldehid (Manuhara, 2009). Nilai TBA yang didapatkan menunjukkan banyaknya senyawa malonaldehid yang terbentuk akibat oksidasi lipid dan bereaksi dengan reagen TBA yang ditambahkan.

II.8 *Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN)*

Pengujian TVBN (*Total Volatile Basic Nitrogen*) merupakan salah satu pengujian dalam menentukan kerusakan bahan pangan dari pembentukan senyawa volatil basa akibat perombakan protein (Darmawati, 2021). Pengujian TVBN bertujuan untuk mengetahui peningkatan senyawa volatil basa yang terbentuk akibat degradasi protein. Degradasi protein yang terjadi dapat dikarenakan aktivitas proteolitik yang terdapat pada bahan pangan maupun aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan (Jannah, 2018). Prinsip TVBN yaitu aktivitas enzim dan mikroorganisme yang semakin besar akan meningkatkan pembentukan senyawa basa nitrogen yang mudah menguap, seperti *Trimethylamine* (TMA), amoniak, dan H_2S , sehingga nilai TVBN terus mengalami peningkatan (Barodah, 2018). Daging ayam menjadi salah satu jenis bahan pangan yang mengandung protein yang tinggi, sehingga akan mengalami degradasi protein akibat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan. Nilai TVBN pada daging ayam akan menunjukkan tingkat kerusakan yang terjadi pada daging ayam selama penyimpanan. Menurut Amin (2012), batas maksimum nilai TVBN dari daging ayam segar sekitar <20 mgN/100 gram. Selama penyimpanan, daging ayam akan mengalami peningkatan jumlah mikroorganisme yang menyebabkan perombakan senyawa protein menjadi senyawa-senyawa basa nitrogen yang semakin besar, sehingga menghasilkan nilai TVBN yang terus meningkat (Ardiansyah, 2015). Semakin tinggi nilai TVBN pada daging ayam menunjukkan tingginya aktivitas mikroorganisme dan menunjukkan kerusakan pada daging ayam yang semakin meningkat.

II.9 Total Plate Count (TPC)

Pengujian TPC (*Total Plate Count*) merupakan pengujian terpenting dalam menunjukkan kondisi pertumbuhan mikroorganisme pada suatu bahan pangan. Pengujian TPC bertujuan untuk mengetahui total mikroorganisme yang terdapat pada bahan pangan baik bakteri, khamir maupun kapang (Sari, 2017). Pengujian TPC juga dilakukan untuk menentukan kelayakan bahan pangan untuk dikonsumsi. Pengujian TPC menjadi salah satu pengujian total mikroba yang banyak dilakukan dengan jumlah mikroba dinyatakan dalam satuan CFU/mL (Nawangsih, 2022). Prinsip metode pengujian TPC yaitu mikroorganisme yang tumbuh pada agar akan berkembang biak hingga membentuk koloni yang dapat dilihat langsung tanpa bantuan alat mikroskop, sehingga dapat dengan mudah dihitung (Safitri, 2013). Untuk perhitungan total mikroba digunakan syarat jumlah koloni tiap cawan sekitar 25-250 koloni, sehingga perlu disesuaikan pengenceran yang digunakan untuk dapat dihitung. Daging ayam mengandung kandungan gizi yang tinggi yang menjadi salah satu bahan pangan yang menjadi media optimum pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme, sehingga mudah mengalami kerusakan seiring dengan lama penyimpanannya. Selama penyimpanan, mikroorganisme menyebabkan pembusukan dengan kandungan gizi pada daging ayam akan dirombak menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti protein berubah menjadi senyawa asam amino hingga ammonia yang dapat menghasilkan senyawa basa, sehingga terjadi kenaikan pH (Afrianto, 2014). Menurut SNI 3924:2009 nilai *total plate count* dari daging ayam maksimum 1×10^6 CFU/mL. Apabila nilai TPC melebihi dari batas maksimum yang telah ditetapkan, daging telah mengalami kerusakan dan tidak layak untuk dikonsumsi.

II.10 Kolorimetri

Pengujian kolorimetri merupakan pengujian intensitas warna dari suatu bahan dengan bantuan alat kolorimeter. Pengujian kolorimeter menunjukkan notasi warna dengan nilai L, a, b, yang dapat mendeskripsikan jenis warna pada bahan (Bintoro, 2006). Pengujian kolorimetri dilakukan pada indikator pH dengan ekstrak bunga telang. Pengujian kolorimetri dilakukan bertujuan untuk mengetahui perubahan warna pada indikator pH ekstrak bunga telang yang digunakan dalam memonitor kualitas daging ayam (Amongsari, 2020). Prinsip pengujian kolorimeter yaitu pengukuran warna dilakukan dengan meletakkan alat sensor warna pada sampel, kemudian tekan *start*, sehingga diperoleh nilai L, a, b dari sampel (Mardianti, 2016). Perubahan warna indikator pH pada *intelligent packaging* digunakan untuk memberikan informasi pada konsumen terhadap penurunan kualitas dari daging ayam yang dikemas selama penyimpanan. Perubahan warna yang terjadi dapat diketahui secara visual dan dengan menentukan nilai °Hue. Nilai °Hue selaras dengan panjang gelombang dominan dari warna bahan yang diuji, seperti merah, hijau atau kuning (Permadi, 2018). Nilai °Hue akan menunjukkan perubahan intensitas warna yang terbentuk pada indikator pH.