

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 165 / Teknologi Pangan dan Gizi
Bidang Fokus : Bidang 1 Kemandirian Pangan



**FILM INDIKATOR PEWARNA ALAMI DARI BUNGA
TELANG (*Clitoria ternatea L.*) SEBAGAI PENDETEKSI
KERUSAKAN DAGING SAPI**

TIM PENGUSUL

**Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si [0319098605]
Dr. Inanpi Hidayati Sumiasih, S.P., M.Si [0323068505]**

2021

UNIVERSITAS TRILOGI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Kemasan Pintar	3
Bunga Telang (<i>Clitoria ternatea L.</i>)	4
Polivinil Alkohol (PVA)	5
Kitosan	6
Pembusukan Daging Sapi	7
METODOLOGI	8
Waktu dan Tempat	8
Bahan dan Alat	8
Metode Penelitian	9
Metode Analisis	12
HASIL DAN PEMBAHASAN	15
Karakteristik Kimia Ekstrak Bunga Telang	15
Penentuan Formulasi Terbaik	17
Perubahan Warna Film Indikator Selama Proses Penyimpanan	18
Nilai Ketebalan Film Indikator Selama Proses Penyimpanan	22
Nilai pH Daging Sapi Selama Penyimpanan	23
Nilai TVBN Daging Sapi Selama Penyimpanan	24
Nilai <i>Total Plate Count</i> (TPC) Daging Sapi Selama Penyimpanan	26
KESIMPULAN DAN SARAN	27
Kesimpulan	27
Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kemasan Pintar Pendeteksi Kerusakan Produk Pangan	4
Tabel 2 Perbandingan PVA Dan Kitosan	11
Tabel 3 Hasil Pengamatan Warna Film Indikator Ekstrak Bunga Telang Selama Penyimpanan	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bunga Telang (<i>Clitoria Ternatea L.</i>)	4
Gambar 2 Warna Ekstrak Bunga Telang Pada Ph 1-14	5
Gambar 3 Struktur Kimia Polivinil Alkohol (PVA)	5
Gambar 4 Struktur Molekul Kitin Dan Kitosan	6
Gambar 5 Proses Pembuatan Ekstrak Bunga Telang	10
Gambar 6 Diagram Alir Pembuatan Film Indikator	11
Gambar 7 Aplikasi Label Indikator Pada Kemasan Daging Sapi	12
Gambar 8 Ekstrak Bunga Telang	16
Gambar 9 Film Indikator Pewarna Ekstrak Bunga Telang	17
Gambar 10 Nilai $^{\circ}\text{hue}$ Film Indikator Selama Penyimpanan	20
Gambar 11 Nilai ΔE Film Indikator Selama Penyimpanan	21
Gambar 12 Nilai Ketebalan Film Indikator Selama Penyimpanan	23
Gambar 13 Nilai Ph Daging Sapi Selama Penyimpanan	24
Gambar 14 Nilai TVBN Daging Sapi Selama Penyimpanan	26
Gambar 15 Nilai TPC Daging Sapi Selama Penyimpanan	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Penelitian Pendahuluan Film Indikator Ekstrak Bunga Telang	32
Lampiran 2 Hasil Uji Antosianin Ekstrak Bunga Telang	33
Lampiran 3 Hasil Uji Ph Ekstrak Bunga Telang	33
Lampiran 4 Hasil Analisis Warna Film Ekstrak Bunga Telang	34
Lampiran 5 Hasil Analisis Ketebalan Film Indikator Ekstrak Bunga Telang	36
Lampiran 6 Hasil Analisis Ph Daging Sapi Selama Penyimpanan	37
Lampiran 7 Hasil Analisis TVBN Daging Sapi Selama Penyimpanan	38
Lampiran 8 Hasil Analisis TPC Daging Sapi Selama Penyimpanan	39

RINGKASAN

Daging sapi merupakan bahan pangan yang tinggi akan kandungan protein sehingga mikroba dapat tumbuh dan berkembang biak. Pertumbuhan mikroba dapat menurunkan kualitas produk, agar kualitas produk dapat dideteksi maka diperlukan suatu indikator yang terdapat pada kemasan pintar. Film indikator pada penelitian ini menggunakan ekstrak bunga telang sebagai pewarna alami karena memiliki senyawa antosianin. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh film indikator dengan konsentrasi PVA, kitosan, dan ekstrak bunga telang terbaik sebagai film indikator pewarna alami, mengetahui respon warna film indikator pada daging sapi terhadap perubahan warna, pH, ketebalan, TVBN, dan menghitung total mikroba sebagai penentu kualitas mutu daging sapi. Penelitian ini terdiri atas 3 tahap, yaitu ekstraksi bunga telang, pembuatan film indikator, aplikasi label indikator pada daging sapi. Film indikator terbaik pada formulasi PVA dan kitosan 20:80 dengan penambahan ekstrak bunga telang sebanyak 5 mL. Perubahan warna film menjadi hijau kekuningan menghasilkan nilai °hue sebesar $137.81 \pm 19.31^\circ$. Nilai ketebalan film selama penyimpanan 48 jam mengalami penurunan. Nilai pH daging sapi meningkat setelah penyimpanan selama 8 jam yaitu dari 5.726 ± 0.011 hingga 7.540 ± 0.351 . Uji TVBN daging sapi pada penyimpanan 8 jam sudah melebihi ambang batas sebesar 30.815 ± 5.602 sehingga tidak aman untuk dikonsumsi. Nilai TPC daging sapi mulai dari penyimpanan jam ke-8 sudah melewati batas maksimum yaitu sebesar 7.338 ± 0.035 log CFU/g.

Kata kunci: antosianin, basa volatil, ekstrak bunga telang, ketebalan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daging sapi merupakan komoditas pangan hewani yang banyak diminati oleh masyarakat karena rasanya yang lezat apabila telah diolah. Komponen yang terkandung pada daging sapi secara umum terdiri atas air, lemak, protein, karbohidrat, vitamin, dan beberapa jenis mineral (Prasetyo *et al.* 2013; Komariah *et al.* 2009). Komposisi kimiawi pada daging sapi meliputi kadar air sebesar 77.65%, kadar lemak 14.7%, dan kadar protein 18.26% (Prasetyo *et al.* 2013). Komponen ini sangat penting dikonsumsi manusia untuk memenuhi asupan gizi dan membantu tubuh dalam berlangsungnya proses metabolisme.

Daging sapi merupakan bahan pangan yang tinggi akan kandungan protein sehingga mikroba dapat tumbuh dan berkembang biak yang dapat menurunkan kualitas produk. Penurunan kualitas juga dapat terjadi pada berbagai tingkat produksi seperti persiapan, penyimpanan, dan pendistribusian apabila daging tersebut tidak ditangani dengan baik (Ahmed *et al.* 2018). Faktor utama yang terlibat dalam penurunan mutu terhadap kesegaran dan kualitas produk daging sapi adalah warna, tekstur, dan aroma. Umumnya perubahan parameter warna terjadi lebih dahulu sebelum perubahan parameter lainnya, seperti, aroma yang tidak sedap, tekstur yang sudah lunak, dan berlendir (Wojnowski *et al.* 2017).

Upaya untuk meningkatkan daya tahan daging sapi agar tidak mudah mengalami penurunan mutu akibat kontaminasi dapat dilakukan dengan penyimpanan dengan suhu rendah, penggunaan pengawet alami, dan pengemasan yang baik. Pengemasan daging sapi dapat menggunakan plastik. Jenis plastik yang digunakan untuk pengemasan daging yaitu polietilena (PE) dan polipropilena (PP) (Yanti *et al.* 2008). Jenis plastik tersebut paling banyak digunakan dalam industri makanan karena dapat melindungi produk dari cahaya, udara, oksigen, kontaminasi, dan kontak dengan bahan kimia, selain itu memiliki sifat transmisi uap air yang rendah (Azriani 2006). Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dalam bidang pengemasan yang semakin pesat, beberapa inovasi baru dalam sistem pengemasan mulai bermunculan.

Inovasi pada kemasan saat ini berupa kemasan aktif dan kemasan pintar. Kemasan aktif memiliki fungsi diantaranya dapat mengontrol tingkat respirasi,

menghambat oksidasi, menghambat mikroba untuk tumbuh, menjaga kelembaban, menyerap bau, menyerap karbondioksida, menyerap etilen, dan lain-lain (Nofrida 2013). Kemasan pintar merupakan sistem pengemasan yang berfungsi dalam mendeteksi dan memberikan informasi yang berkaitan dengan kualitas atau keamanan produk (Heising 2014). Sistem kemasan pintar dapat melakukan pemantauan terhadap suhu, kesegaran, keberadaan mikroba, dan umur simpan produk (Ahmed *et al.* 2018).

Kemasan pintar memiliki indikator pH yang berperan dalam memberikan informasi kepada konsumen untuk mendeteksi kerusakan produk. Indikator pH dapat menggunakan pewarna alami atau sintetik. Penelitian ini menggunakan bunga telang sebagai pewarna alami pada kemasan pintar, dikarenakan saat ini pemanfaatannya belum maksimal melihat potensi yang besar pada bunga telang untuk dijadikan indikator pH alami. Bunga telang memiliki pigmen warna bernama antosianin yang bermanfaat sebagai indikator terkait perubahan pH. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Vankar & Jyoti (2010), kadar antosianin pada bunga telang sebesar 227.42 mg/kg.

Berdasarkan informasi tersebut, pemanfaatan bunga telang sebagai pewarna alami pada film indikator pH perlu dikembangkan. Adanya film indikator pH warna alami pada kemasan pintar ini berperan dalam mengidentifikasi kualitas mutu produk secara langsung yang sebanding dengan perubahan warnanya.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh film indikator dengan konsentrasi polivinil alkohol (PVA), kitosan, dan ekstrak bunga telang terbaik sebagai film indikator pewarna alami bunga telang. Mengetahui respon warna film indikator pada daging sapi terhadap perubahan warna, pH, ketebalan, *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN), dan menghitung total mikroba sebagai penentu kualitas mutu daging sapi.

TINJAUAN PUSTAKA

Kemasan Pintar

Kemasan pintar merupakan kemasan yang dapat menginformasikan kondisi produk kepada konsumen mengenai kualitas produk di dalam kemasan (Haris 2015). Kemasan pintar dalam suatu produk dapat menunjukkan perubahan apabila terjadi penurunan mutu akibat penyimpanan yang tidak sesuai dan penanganan yang tidak baik dalam proses distribusinya. Sistem kemasan pintar memiliki potensi untuk mendeteksi umur simpan dan keamanan produk pangan. Heising (2014) menyatakan kemasan pintar pada industri pangan dapat membantu memberikan jaminan kualitas makanan yang lebih baik dan memungkinkan membantu mengidentifikasi masalah yang pada akhirnya mengurangi potensi penarikan kembali.

Kemasan pintar memiliki film indikator dengan sensor warna untuk memberikan informasi dalam mengidentifikasi dan memantau kondisi makanan pada kemasan selama distribusi sebagai tanggapan terhadap suhu. Informasi yang ditunjukkan dari kemasan pintar dapat mengetahui kualitas yang sebenarnya dari produk, sehingga konsumen dapat membedakan produk yang segar dan produk yang tidak layak dikonsumsi.

Film indikator dengan pewarna dapat menggunakan pewarna alami maupun sintetis. Beberapa upaya telah banyak dilakukan untuk memanfaatkan pewarna sintetis yang digunakan sebagai solusi indikator untuk pengembangan sensor indikator. Namun, penggunaan pewarna sintetis tertentu dapat berpotensi membahayakan kesehatan konsumen (Nasution 2014). Hal ini menimbulkan perubahan pola pikir masyarakat yang mulai sadar akan pentingnya keamanan pangan. Saat ini penggunaan pewarna alami yang relatif lebih aman mulai dikembangkan. Beberapa pewarna alami seperti antosianin, klorofil, brazilin dan lain-lain yang terkandung dalam jaringan tanaman berpotensi untuk digunakan sebagai indikator penentuan pH.

Kemasan pintar saat ini sudah banyak dilakukan penelitiannya dalam mendeteksi kerusakan produk pangan. Penggunaan film indikator warna dari berbagai jenis pewarna alami maupun sintetis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kemasan pintar pendeteksi kerusakan produk pangan

Aplikasi	Indikator	Pewarna	Literatur
Susu pasteurisasi	Ekstrak daun erpa	Alami	Nofrida 2013
Udang	Ekstrak bunga <i>Ruellia simplex</i>	Alami	Listyarini <i>et al.</i> 2018
Keju ricotta	Ekstrak kol merah	Alami	Bento <i>et al.</i> 2015
Udang	Ekstrak kurkumin	Alami	Kuswandi <i>et al.</i> 2011
Daging sapi	<i>Methyl red</i>	Sintetik	Juneni 2015
Daging ayam	Besi (II) sulfat (FeSO ₄)	Sintetik	Iskandar 2014
Fillet ikan nila	<i>Bromthymol blue</i>	Sintetik	Hasnedi 2009

Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*)

Bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai sumber pewarna antosianin. Antosianin adalah zat yang menghasilkan warna pada bunga atau bagian tanaman dengan varian warna mulai dari merah, biru, ungu, kuning, dan tidak berwarna (Warsiki & Putri 2012). Tanaman bunga telang dikenal sebagai tumbuhan merambat yang memiliki bentuk khas dengan kelopak tunggal berwarna ungu (Budiasih 2017), seperti yang terlihat pada Gambar 1. Manfaat bunga telang selain sebagai tanaman hias juga dikenal sebagai tanaman obat karena berperan sebagai antioksidan, antimikroba, antidiabetes, dan antikanker (Budiasih 2017).



Gambar 1 Bunga telang (*Clitoria ternatea L.*)

Ekstrak bunga telang yang mengandung antosianin berwarna biru keunguan dapat digunakan sebagai pewarna alami yang memiliki potensi besar sebagai film indikator pada kemasan pintar. Menurut Singh *et al.* (2018) warna

antosianin pada bunga telang sangat dipengaruhi oleh pH sehingga dapat memantau kualitas produk pada kemasan pintar. Penentuan trayek pH yang dilakukan oleh Nikijuluw (2013) menghasilkan perubahan warna, pH dibawah 3 menunjukkan warna merah muda, pH 3 menunjukkan warna ungu, pada pH 4 sampai 8 menunjukkan warna biru hingga biru muda, pH 9 menunjukkan warna biru kehijauan, pH 10 sampai 12 menunjukkan warna hijau kekuningan, dan pH 13 sampai 14 menunjukkan warna kuning (Gambar 2).

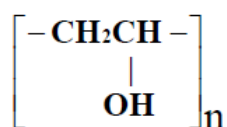


Gambar 2 Warna ekstrak antosianin bunga telang pada pH 1 -14 (Nikijuluw 2013)

Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol (PVA) merupakan polimer sintesis yang memiliki sifat *biodegradable* atau mudah terurai secara biologi. Polivinil alkohol memiliki bentuk serbuk berwarna putih dengan titik leleh 228 °C sampai 256 °C dan akan larut dalam air pada suhu 90 °C (Julian & Eko 2016). Polivinil alkohol merupakan kopolimer yang tersusun dari vinil asetat dan vinil alkohol. Struktur molekul polivinil alkohol dapat dilihat pada Gambar 3. Secara umum polivinil alkohol diproduksi melalui proses hidrolisis polivinil asetat dengan metanol sehingga akan menghasilkan senyawa polivinil alkohol dengan asam asetat. Reaksi pembentukan polivini alkohol (PVA) dapat dilihat sebagai berikut:

Polivinil Asetat + Metanol $\longrightarrow$ Polivinil alkohol (PVA) + Asam Asetat



Gambar 3 Struktur kimia polivinil alkohol (PVA) (Sheftel 2000 dalam Hasnedi 2009)

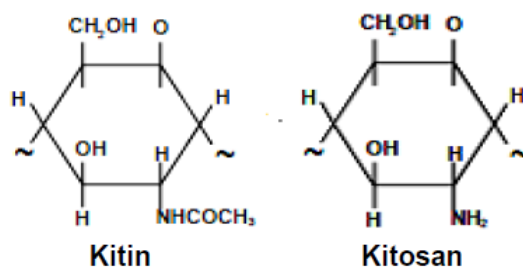
Polivinil alkohol memiliki karakteristik diantaranya sifat perekat yang baik, tahan terhadap minyak, lemak, dan pelarut, tidak berbau, bersifat fleksibilitas dan kekuatan tarik yang tinggi (Irmaya 2018). Sifat tersebut menjadi alasan utama PVA banyak digunakan pada pembuatan film. Menurut Julian &

Eko (2016) PVA yang dikombinasikan dengan kitosan pada pembuatan film dapat meningkatkan sifat mekaniknya (Julian & Eko 2016).

Beberapa penelitian dalam memanfaatkan PVA diantaranya penelitian yang dilakukan Farha & Nita (2012) yaitu pembuatan membran komposit untuk pemisahan limbah pewarna rhodamin b. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan hasil kitosan 100% memiliki sifat mekanik yang baik, dengan adanya penambahan PVA sifat mekaniknya menjadi meningkat. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Listyaningsih (2013) yaitu dengan memanfaatkan PVA pada pembuatan dan karakterisasi *biofilm* pati gambeli. Penggunaan PVA sebagai *plastisizer* untuk mengatasi sifat kaku dari *biofilm* sehingga menghasilkan film yang lebih elastis.

Kitosan

Kitosan dengan rumus molekul $(C_6H_{11}O_4N)_n$ merupakan polimer alami yang diperoleh dengan proses deasetilasi kitin. Kitin dapat diperoleh dari limbah udang dan kepiting. Kitin memiliki rumus kimia 2-asetamida-2-deoksi- β -D-glukosa dengan ikatan β -glikosidik (1-4) yang membentuk polimer linier dengan rantai panjang tanpa rantai samping sedangkan kitosan memiliki rumus kimia 2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa. Struktur kitin dan kitosan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Struktur molekul kitin dan kitosan (Purwanti 2010)

Proses untuk menghasilkan kitosan meliputi demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Demineralisasi dilakukan untuk menghilangkan mineral pada bahan dengan menggunakan asam lemah, deproteinasi untuk menghilangkan sisa-sisa protein yang terkandung pada bahan menggunakan basa lemah (Trisnawati *et al.* 2013). Proses deasetilasi kitin menghasilkan kitosan akibat adanya pemutusan ikatan antar gugus asetil dengan atom nitrogen menggunakan basa kuat sehingga

menghasilkan (-NH₂) (Ulya 2018). Pemanfaatan kitosan saat ini sudah banyak diterapkan dalam bidang kesehatan, pengolahan air, dan pengemas makanan (*edible film*). Mustapa *et al.* (2017) telah melakukan penelitian penambahan kitosan 2 sampai 6% dalam pembuatan *edible film* dari pati ubi jalar kuning memiliki ketahanan air yang baik dan dapat terdegradasi sempurna dengan cepat dengan kadar air berkisar 21.77 sampai 26.37% dan ketebalan berkisar 0.16 sampai 0.20 mm.

Pembusukan Daging Sapi

Daging merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan karena kadar air dan protein yang tinggi mengakibatkan mikroba dapat tumbuh (Juneni 2015). Nutrisinya yang lengkap merupakan media yang baik bagi mikroba untuk tumbuh dan berkembang (Suradi 2012). Adanya mikroba pada daging dapat menyebabkan kerusakan dan kualitas menjadi menurun sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan pada SNI-7388-2009 persyaratan mikrobiologis yang terkandung dalam daging sapi adalah *total plate count* (TPC) 1×10^6 CFU/g atau sekitar 6 log CFU/g.

Beberapa faktor lain yang menyebabkan kerusakan pada daging yaitu, pengemasan yang tidak sesuai dan penyimpanan yang tidak tepat karena kurangnya kesadaran konsumen mengenai kondisi penyimpanan dan pengemasan yang baik. Berdasarkan penelitian Nurfawaidi (2017) dilihat dari tingkat kesegaran daging sapi dan perubahan warna label pintar pada penyimpanan suhu ruang yang diamati selama 24 jam, jam ke-8 sudah menunjukkan daging sudah dalam keadaan tidak segar hal ini terlihat dengan perubahan warna label dengan *methyl red* dari merah menjadi kuning dan timbul bau busuk. Semakin lama penyimpanan pada suhu ruang aktivitas mikroba akan meningkat, basa yang dihasilkan semakin banyak, dan terjadilah pembusukan (Suradi 2012). Kebusukan daging ditandai dengan terbentuknya senyawa-senyawa berbau busuk amonia, H₂S, indol, dan amin, yang merupakan hasil pemecahan protein oleh mikroorganisme (Nurfawaidi 2017). Mikroorganisme yang bersifat patogen dan merusak pada daging sapi segar diantaranya adalah *E.coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Listeria monocytogenes* (Takasari 2008). Parameter kebusukan pada daging dapat ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya adanya bau busuk,

pembentukan lendir, perubahan tekstur, perubahan warna, dan perubahan rasa (Adams & Moss 2008 didalam Dengen 2015).

Hewan yang telah mengalami pemotongan akan melewati tiga fase, yaitu *prerigor*, *rigor*, dan *postrigor* (Gumilar 2011). Daging sapi pada fase *prerigor* memiliki jaringan otot yang halus dan lunak, kemudian tingkat pH dan ATP masih tinggi (Gumilar 2011). Lama fase *prerigor* untuk daging sapi berlangsung antara kisaran 5 sampai 8 jam (Faisal 2015). Otot pada daging mulai mengalami proses *rigor* pada kisaran waktu 6 sampai 12 jam, hal ini disebabkan oleh kekakuan yang terjadi akibat proses *cross-linking* antara aktin dan miosin yang membentuk aktomiosin (Susanto 2014). Fase *rigor* akan mengalami proses glikolisis anaerob, dalam glikolisis anaerob selain dihasilkan energi maka dihasilkan juga asam laktat yang akan terakumulasi di dalam jaringan dan mengakibatkan penurunan nilai pH daging (Kurniawan 2014). Fase *postrigor* merupakan fase pembentukan aroma, pada tahap ini tekstur daging menjadi lunak kembali akibat meningkatnya daya ikat air dalam otot, selain itu adanya enzim katepsin yang membantu memecah protein aktomiosin menjadi protein sederhana (Fuad 2015).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2019 di Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Bioindustri Universitas Trilogi Jakarta dan Laboratorium Pengujian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi empat macam, yaitu bahan untuk mengekstrak warna bunga telang, bahan untuk membuat film/kemasan, bahan untuk pengaplikasian film indikator, dan bahan untuk analisis. Bahan untuk mengekstrak warna bunga telang, yaitu bunga telang yang diperoleh dari kebun di daerah kedung halang dan akuades. Bahan yang digunakan untuk membuat film, yaitu kitosan, polivinil alkohol (PVA), asam asetat, akuades, dan gliserol. Bahan untuk pengaplikasian film indikator, yaitu

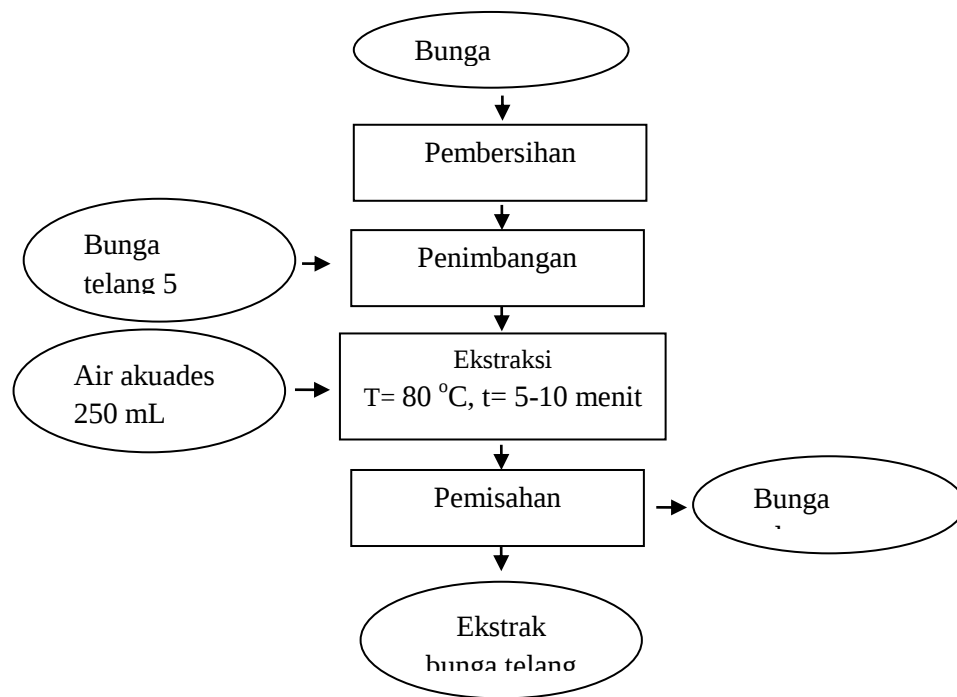
daging sapi yang diperoleh dari pasar lenteng agung, *plastic wrap*, dan *styrofoam*. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu aluminium foil, kertas saring Whatman no 1, vaselin Rofa Labolatorium Centre, larutan TCA 7% Nitra Kimia, K_2CO_3 Rofa Labolatorium Centre, etanol Merck 97%, HCl Merck 1.5 N, HCl Merck 0.02 N, asam borat 3% Pudak *Scientific*, *bromocresol green* (BCG) Nitra Kimia, *metil red* (MR) Pudak *Scientific*, *media buffer peptone water* (BPW) Merck, dan *plate count agar* (PCA) Merck.

Alat yang digunakan untuk mengekstrak warna bunga telang adalah *dehydrator* Excalibur, neraca analitik Kern, termometer Thermo TA288, kompor, panci, dan pengaduk. Alat yang digunakan untuk membuat film indikator adalah neraca analitik Kern, gelas beaker, *hot plate* Stuart, *magnetic stirrer*, termometer Thermo TA288, gelas ukur, dan cetakan plastik ukuran (12x12cm). Alat yang digunakan untuk analisis adalah inkubator Memmert, autoklaf Hirayana, pH meter Agilent Technologies, mikrometer sekrup Tricle Brand, *chromameter* TCR 200, oven Memmert, gelas piala, mortar dan alu, bunsen, tabung reaksi, cawan petri, buret, statif, vortex mixer ZX3, *erlenmayer*, cawan Conway, mikropipet, dan spektrofotometer UV-Vis.

Metode Penelitian

Ekstraksi Bunga Telang (Sinha *et al.* 2012)

Bunga telang terlebih dahulu dikeringkan dengan dehidrator dengan suhu 60 °C selama satu jam (modifikasi sebelumnya tanpa pengeringan). Setelah itu bunga telang dibersihkan lalu ditimbang 5 gram dan ditambahkan air akuades sebanyak 250 mL kedalam panci, kemudian dipanaskan dengan suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit. Setelah dilakukan ekstraksi, bunga lalu dipisahkan dan ekstrak bunga telang akan digunakan pada tahap selanjutnya.



Gambar 5 Proses pembuatan ekstrak bunga telang

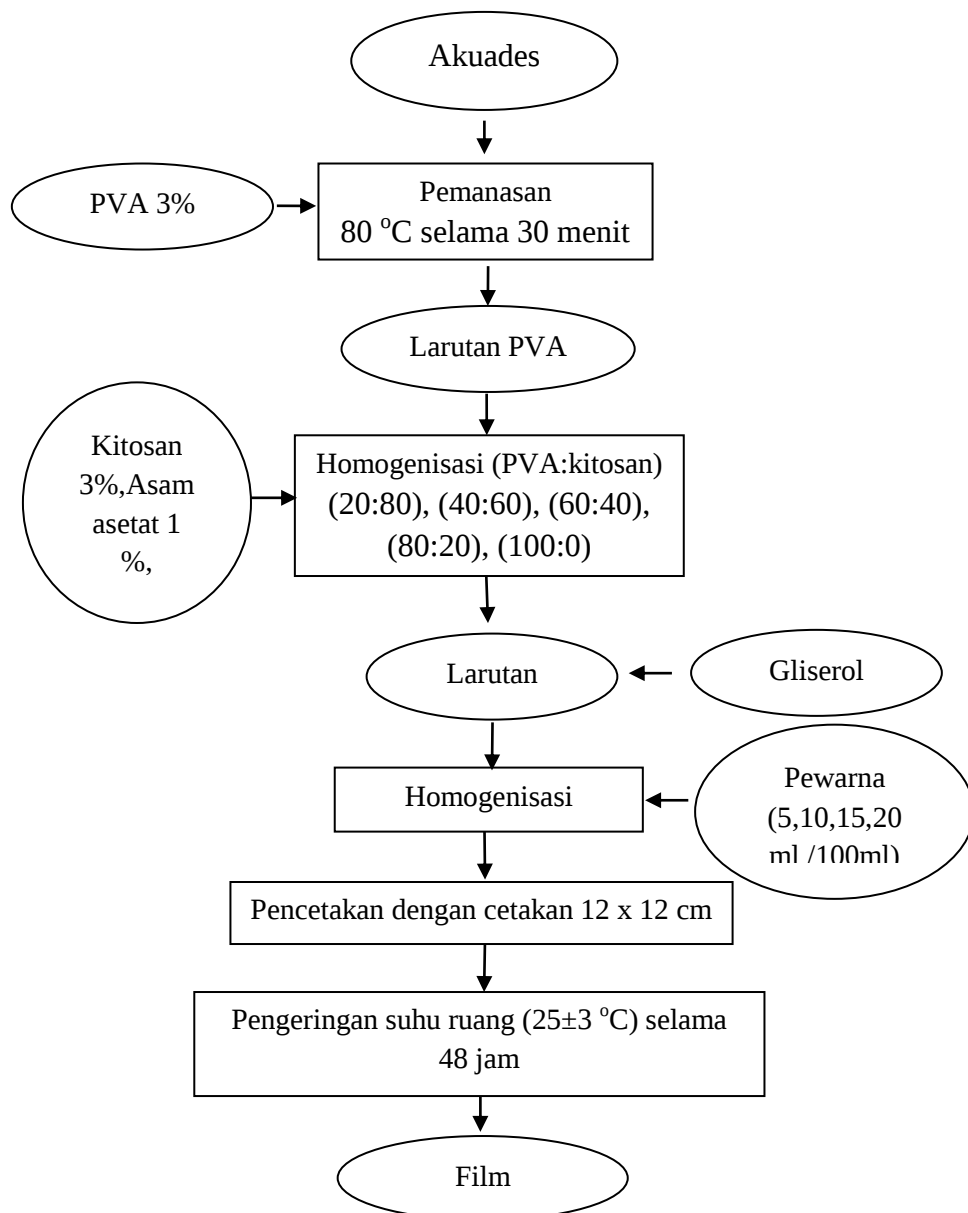
Pembuatan Film Indikator (Nofrida 2013 dimodifikasi)

Film indikator warna dibuat dengan menggunakan kitosan-asetat, PVA, dan gliserol. Komposisi larutan yang digunakan yaitu dengan kombinasi PVA 3% (b/v) dan kitosan-asetat 3% (b/v) dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* sebesar 1% (v/v) dari volume larutan. Proses percobaan aplikasi pewarna adalah sebanyak 5, 10, 15, dan 20 mL pewarna/100 mL larutan film, pewarna dimodifikasi dengan menggunakan ekstrak bunga telang.

Tahap pertama, PVA dilarutkan dengan akuades pada suhu 80 °C selama 30 menit dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya kitosan dilarutkan dengan larutan asam asetat 1%. Larutan PVA yang sudah larut ditambahkan dengan kitosan yang sudah dilarutkan menggunakan asam asetat dengan perbandingan volume yang dapat dilihat pada Tabel 2. Tahap selanjutnya ditambahkan gliserol sebanyak 1% kemudian dihomogenkan dengan cara diaduk, selanjutnya penambahan pewarna alami ekstrak bunga telang sebanyak 5, 10, 15, dan 20 mL pewarna/100 mL larutan film. Larutan film yang telah homogen dicetak dengan cetakan plastik 12x12 cm dan dikeringkan pada suhu ruang (25±3 °C) dengan waktu yang dimodifikasi selama 48 jam, sedangkan penelitian yang dilakukan Nofrida (2013) menggunakan waktu selama 24 jam. Diagram alir proses pembuatan film indikator warna dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 2 Perbandingan PVA dan kitosan

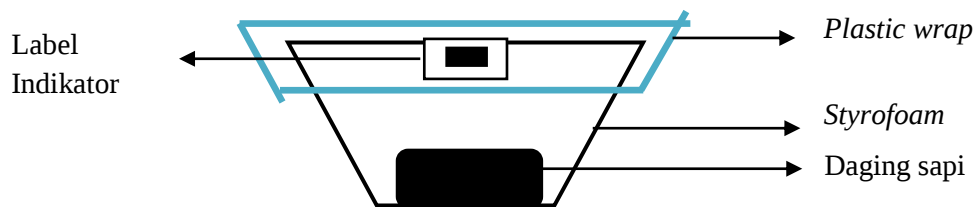
Perlakuan	Formulasi	
	PVA (ml)	Kitosan (ml)
F1	20	80
F2	40	60
F3	60	40
F4	80	20
F5	100	0



Gambar 6 Diagram alir pembuatan film indikator

Aplikasi Label Indikator pada Daging Sapi (Octavia 2015 dimodifikasi)

Daging sebanyak 60 gram diletakkan pada *styrofoam* dan ditutup dengan plastik *cling wrap film* yang sebelumnya telah direkatkan label indikator berukuran 3 cm x 3 cm disisi dalam *styrofoam* (Gambar 7). Selanjutnya daging disimpan pada suhu ruang yang dimodifikasi yaitu, $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ selama 48 jam. Penelitian Octavia (2015) penyimpanan dilakukan pada suhu ruang $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ dan suhu dingin $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Pengamatan pada suhu $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ dilakukan pada jam ke 0, 8, 24, 32, dan 48 untuk melihat perubahan warna label. Uji yang dilakukan pada penelitian ini meliputi perubahan warna label, ketebalan label, dan penurunan mutu daging yang terdiri atas nilai pH, *total plate count* (TPC), dan TVBN.



Gambar 7 Aplikasi label indikator pada kemasan daging sapi

Metode Analisis

Prosedur analisis yang dilakukan meliputi pengukuran kadar antosianin, analisis pH ekstrak bunga telang, analisis warna label, analisis ketebalan, uji nilai pH daging sapi, analisis *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN), dan analisis *Total Plate Count* (TPC).

Pengukuran Kadar Antosianin (Less dan Francis 1972 dalam Nofrida 2013)

Konsentrasi antosianin diukur dengan teknik spektrofotometri. Sebanyak 1 ml filtrat hasil ekstraksi diencerkan hingga 100 mL dengan etanol 95 %, HCl 1.5 N (85:15). Filtrat kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm (Dianawati 2001).

Total antosianin kemudian dihitung dengan rumus :

$$\text{Total antosianin (mL/100 g sampel)} = \frac{(\text{absorbansi} \times \text{fp}) \times 100}{98.2 \times W}$$

Keterangan:

fp = faktor pengenceran

Faktor 98.2 = nilai ϵ (serapan molar) dari pigmen antosianin dalam pelarut etanol 95% : HCl 1.5 N (85:15), yang merujuk pada absorbansi antosianin dalam etanol asam yang diukur dalam celah selebar 1 cm pada panjang gelombang 535 nm dalam konsentrasi 1% (v/v).
W = berat sampel (g)

Analisis pH Ekstrak Bunga Telang

Nilai pH dari ekstrak bunga telang diukur dengan pH meter, pH dinyalakan dan didiamkan sebentar, kemudian pH meter dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu, selanjutnya dilakukan kalibrasi dengan larutan standar 4, 7, dan 10. Nilai pH diukur dengan cara mencelupkan elektroda pH meter kedalam larutan sampai menunjukkan pH yang stabil. Pengukuran dilakukan minimal dua kali untuk larutan sampel yang sama.

Analisis Warna Label (Hunter 1958 dalam Octavia 2015; Nofrida 2013)

Pengukuran warna dengan *chromameter* dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan mengukur nilai kroma kertas warna putih. Sampel disiapkan, selanjutnya *Measuring head chromameter* diletakkan pada sampel yang akan diukur, kemudian tombol "MEASURE" pada *Measuring head* ditekan. Warna film dibaca dengan detektor digital, kemudian angka hasil pengukuran akan terbaca pada layar. Hasil pengukuran yang terbaca adalah nilai L* (kecerahan), a* (merah-hijau) dan b* (kuning-biru).

Nilai ini kemudian digunakan untuk memperoleh nilai $^{\circ}\text{hue}$ dan nilai ΔE . Nilai $^{\circ}\text{hue}$ menunjukkan derajat kroma yang merujuk pada kisaran warna kromatik yang dilihat indera penglihatan. Nilai ΔE merupakan total perubahan warna selama penyimpanan. Perhitungan nilai $^{\circ}\text{hue}$ dan nilai ΔE pada skala CIELab dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$^{\circ}\text{hue} = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Keterangan:

$$\Delta L^* = L^* - L^*_o$$

$$\Delta a^* = a^* - a^*_o$$

$$\Delta b^* = b^* - b^*_o$$

L*_o adalah nilai awal dari kecerahan film indikator

a*_o adalah nilai awal warna merah-hijau dari film indikator

b*_o adalah nilai awal warna kuning-biru dari film indikator

Analisis Ketebalan *Film* (Nofrida 2013)

Lapisan *film* yang dihasilkan diukur ketebalannya dengan mikrometer. Mikrometer sekrup yang digunakan memiliki ketelitian sampai 0.01 mm. Pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda, kemudian nilai ketebalan diperoleh dari rata-rata kelima pengukuran ketebalan tersebut.

Uji Nilai pH Daging Sapi (Mega *et al.* 2009)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter dengan cara dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan standar 4, 7, dan 10. Sampel daging sebanyak 5 gram dihancurkan dan dihomogenkan dengan 50 ml air akuades. Kemudian dilakukan pengukuran dengan menempatkan elektroda pada sampel sampai menunjukkan pH yang stabil. Pengukuran dilakukan minimal dua kali untuk larutan sampel yang sama.

Analisis *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) (BSN 2009)

Sampel daging sebanyak 25 gram ditimbang, kemudian ditambahkan dengan 75 ml larutan TCA 7% lalu diblender hingga homogen dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat kemudian ditampung didalam gelas beaker dan tutup dengan aluminium foil.

Cawan Conway disiapkan dengan dioleskan vaselin pada bagian luar. Larutan asam borat 2% kemudian dimasukkan kedalam *inner chamber* cawan Conway sebanyak 2 ml dan ditambahkan 2 tetes indikator Conway. Selanjutnya ditambahkan 1 ml filtrat kedalam *outer chamber* disebelah kiri dan ditambahkan 1 ml K_2CO_3 (1:1) kedalam *outer chamber* disebelah kanan. Cawan Conway selanjutnya segera ditutup dan kemudian dilakukan pengaduk dengan gerakan memutar sehingga cairan *outer chamber* tercampur.

Selanjutnya dikerjakan blanko dengan prosedur yang sama tetapi filtrat diganti dengan larutan TCA 7%, kemudian kedua cawan Conway tersebut disimpan pada suhu 35 °C selama dua jam. Setelah disimpan, larutan *innering* dalam *inner chamber* cawan Conway yang berisi blanko dititrasi dengan larutan HCl 0.02 N. kemudian dihomogenkan dengan diputar membentuk angka delapan sehingga berubah warna menjadi merah muda. Selanjutnya cawan Conway yang berisi sampel dititrasi dengan menggunakan larutan HCl 0.02 N sehingga berubah

menjadi warna merah muda yang sama dengan blanko. Perhitungan nilai TVB dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{TVBN (mg N/100g)} = \frac{V_c - V_b \times N \text{ HCl} \times 14.007 \times f_p \times 100}{\text{berat contoh}}$$

Keterangan:

V_c = volume larutan HCL pada titrasi contoh (ml)

V_b = volume larutan HCL pada titrasi blanko (ml)

N = normalitas larutan HCL

W = berat contoh (g)

14.007 = berat atom nitrogen

f_p = faktor pengenceran

100 = kandungan TVB dalam berat 100 g contoh

Analisis Total Plate Count (TPC) (BSN 2008)

Daging yang disimpan dilakukan uji TPC, sampel daging ditimbang sebanyak 25 gram kemudian dihancurkan dan dimasukkan kedalam 225 ml larutan *buffer peptone water* (BPW) steril, kemudian dihomogenkan selama satu menit, larutan ini merupakan pengenceran 10^{-1} . Pengenceran 10^{-1} diencerkan dengan mengambil sebanyak 1 ml suspensi dengan pipet steril kedalam larutan 9 ml BPW untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , buat pengenceran hingga 10^{-5} dengan cara yang sama. Selanjutnya sebanyak 1 ml suspensi dimasukkan dari setiap pengenceran kedalam cawan petri secara duplo, kemudian ditambahkan 15 ml sampai 20 ml PCA yang sudah didinginkan hingga suhu 45°C pada masing-masing cawan yang sudah berisi suspensi. Cawan selanjutnya dilakukan pemutaran cawan atau membentuk angka delapan. Setelah itu, inkubasi pada suhu 34°C sampai 36°C selama 24 jam sampai 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Ekstrak Bunga Telang

Bunga telang merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai pewarna alami. Ekstrak bunga telang dapat dijadikan sebagai pewarna alami dalam pembuatan film indikator karena memiliki senyawa antosianin. Karakteristik kimia ekstrak bunga telang dianalisis dengan mengukur nilai pH dan kandungan antosianinnya.

Ekstrak bunga telang yang dianalisis memiliki nilai pH sebesar 5.838 dengan warna ekstrak bunga telang yang dihasilkan berwarna biru keunguan (Gambar 8). Analisis terhadap pH bertujuan untuk melihat derajat asam dari ekstrak bunga telang. Tingkat keasaman pada ekstrak bunga telang dapat mempengaruhi kestabilan zat warna antosianin. Hasil analisis pH yang didapat ekstrak bunga telang berada pada kisaran pH normal karena berdasarkan penentuan trayek pH yang dilakukan oleh Nikijuluw (2013) pada rentang pH 5 sampai 7 memiliki warna yang stabil seperti pada pH netral yaitu berwarna biru sehingga pada pH tersebut dapat digunakan sebagai dasar penentuan film indikator.



Gambar 8 Ekstrak bunga telang

Hasil analisis kandungan antosianin pada ekstrak bunga telang yaitu sebesar 218.323 mg/kg. Penelitian Vankar & Jyoti (2010) mendapatkan hasil kadar antosianin lebih tinggi sebesar 227.42 mg/kg. Hal ini dikarenakan selain penggunaan metode ekstraksi yang berbeda, pelarut yang digunakan juga berbeda. Proses ekstraksi bunga telang yang digunakan oleh Vankar & Jyoti (2010) menggunakan metode maserasi yang disimpan suhu ruang dalam keadaan gelap dengan pelarut metanol yang diasamkan dengan HCl 0.1% sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode maserasi panas suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit dengan pelarut akuades.

Peneliti menggunakan metode maserasi panas dikarenakan bahan serta teknik yang sederhana. Selain itu, bunga telang bersifat polar sehingga akan mudah dilarutkan dengan air dalam proses pemanasan. Metode maserasi pelarut metanol akan mendapatkan warna ekstrak yang lebih pekat, namun proses ekstraksinya cukup lama karena adanya proses evaporasi untuk menguapkan metanol pada larutan. Selain itu, pada proses penguapan dikhawatirkan masih meninggalkan sisa metanol yang dapat mempengaruhi proses analisis selanjutnya.

Penentuan Formulasi Terbaik

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan formulasi film terbaik dari perbandingan PVA dan kitosan dengan penambahan ekstrak bunga telang sebagai pewarna alami. Berdasarkan formulasi yang telah ditentukan selanjutnya dilakukan pengaplikasian pada film indikator. Pengaplikasian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi pada film indikator pewarna alami ekstrak bunga telang. Perubahan warna pada masing-masing formulasi dapat dilihat pada (Lampiran 1).

Hasil pengamatan film indikator selama 48 jam menunjukkan perubahan warna pada penggunaan ekstrak bunga telang sebanyak 5 ml sedangkan film indikator yang menggunakan pewarna ekstrak bunga telang sebanyak 10, 15, dan 20 mL tidak menunjukkan adanya perubahan warna. Semakin banyak konsentrasi pewarna ekstrak bunga telang yang digunakan pada film indikator, maka warna yang dihasilkan pada film akan menjadi lebih pekat sehingga perubahan warna tidak terlihat. Film indikator pada lima formulasi menunjukkan bahwa dari F1 sampai F5 formulasi terbaik pada F1 dengan perbandingan PVA : kitosan 20:80 (Gambar 9).

Hasil formulasi terbaik pada F1 menunjukkan perubahan warna film indikator dari biru kehijauan menjadi hijau kekuningan. Perubahan warna film indikator yang terjadi dikarenakan adanya proses degradasi protein yang terkandung pada daging sapi. Hasil dari proses degradasi protein menghasilkan basa volatil yang akan menguap dan kemudian bereaksi dengan film indikator (Riyanto *et al* 2014). Formulasi film terbaik ini selanjutnya dilakukan analisis lanjutan meliputi analisis ketebalan film, analisis warna film, analisis pH daging sapi, analisis *Total Plate Count* (TPC), dan analisis *Total Volatile Base Nitrogen*



(TVBN).

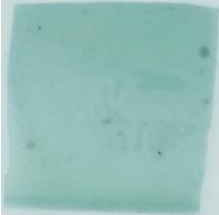
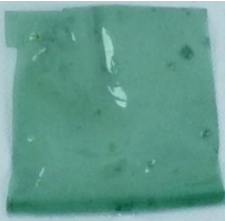
Gambar 9 Film indikator pewarna ekstrak bunga telang

Keterangan: F1= PVA: kitosan (20:80), F2= PVA: kitosan (40:60), F3= PVA: kitosan (60:40), F4= PVA: kitosan (80:20), F5= PVA: kitosan (100:0)

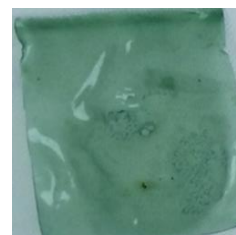
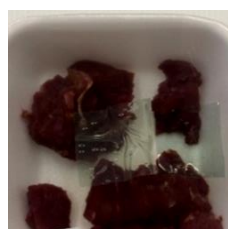
Perubahan Warna Film Indikator Selama Proses Penyimpanan

Perubahan warna pada film indikator yang digunakan untuk menentukan kualitas produk yang dikemas menggunakan kemasan pintar. Sesuai fungsinya kemasan pintar dapat memberikan informasi kepada konsumen terhadap produk pangan secara langsung melalui perubahan warna film indikator. Perubahan warna film indikator dengan pewarna ekstrak bunga telang selama penyimpanan terjadi karena adanya interaksi film indikator dengan produk yang dikemas. Perubahan warna film indikator yang terjadi selama penyimpanan suhu 25 °C dengan RH 50% dapat dilihat secara visual. Perubahan warna yang terjadi yaitu biru kehijauan menjadi hijau kekuningan bila dilihat pada nilai °hue yang mengalami proses penurunan dari $171,03 \pm 4,12$ menjadi $137,81 \pm 19,31$ (Tabel 3).

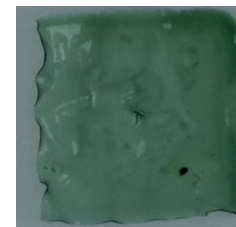
Tabel 3 Hasil pengamatan warna film indikator ekstrak bunga telang selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (jam)	Nilai Hue°	Kisaran Warna*	Kemasan Pintar	Warna Film
0	$171,03 \pm 4,12$	Hijau		
8	$163,84 \pm 0,42$	Hijau		

24 $151,48 \pm 2,20$ Kuning sampai hijau



Lanjutan Tabel 3 Hasil pengamatan warna film indikator ekstrak bunga telang selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (jam)	Nilai Hue°	Kisaran Warna*	Kemasan Pintar	Warna Film
32	$151,15 \pm 0,53$	Kuning sampai hijau		
48	$137,81 \pm 19,31$	Kuning sampai hijau		

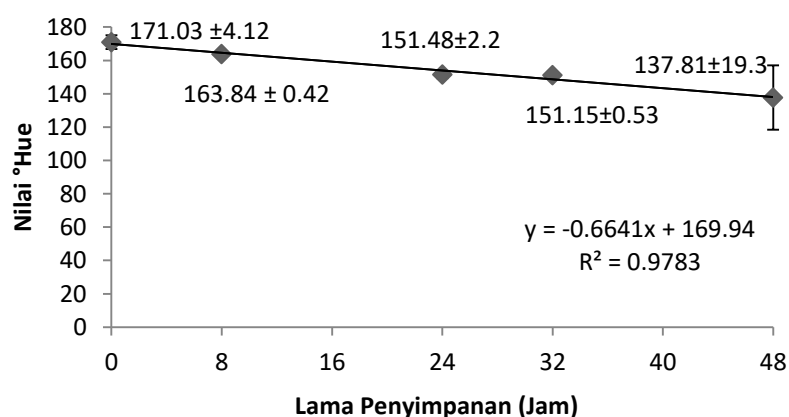
Keterangan: (*) kisaran warna kromatis menurut Hutchings 1999 dalam Nofrida 2013)

Perubahan warna film terjadi karena keadaan daging yang semakin lama mengalami proses pembusukan. Daging yang busuk menghasilkan aroma tidak sedap berupa senyawa basa volatil seperti ammonia, dimetilamin, dan trimetilamin. Basa volatil yang dihasilkan akibat adanya proses dekomposisi protein daging sapi menjadi asam amino oleh bakteri (Iskandar 2014). Gas yang dihasilkan selama proses pembusukan akan berinteraksi dengan film indikator yang mengandung antosianin. Senyawa zat antosianin pada bunga telang bersifat sensitif pada perubahan derajat keasaman, hal ini dapat ditunjukkan dengan perubahan warna pada tingkatan trayek perubahan pH dari asam ke basa antosianin ekstrak bunga telang. Komponen volatil yang dihasilkan selama proses

pembusukan terkumpul dalam kemasan dan menyebabkan pH pada film indikator berubah.

Berdasarkan hasil analisis nilai $^{\circ}\text{hue}$ pada film indikator yang diperoleh selama penyimpanan 48 jam menunjukkan proses penurunan. Penurunan yang terjadi dari jam ke-0 sebesar $171.03 \pm 4.12^{\circ}$ menjadi $163.84 \pm 0.42^{\circ}$ di jam ke-8. Hasil nilai $^{\circ}\text{hue}$ pada jam ke-0 masuk pada kisaran warna hijau dan masih tetap berada kisaran warna hijau pada jam ke-8. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ terus mengalami penurunan pada penyimpanan jam ke-24 sebesar $151.48 \pm 2.2^{\circ}$, kemudian jam ke-32 sebesar $151.15 \pm 0.53^{\circ}$ hingga jam ke-48 sebesar $137.81 \pm 19.3^{\circ}$. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ tersebut berada pada kisaran yang sama yaitu kuning kehijauan. Nilai a (derajat kehijauan) dan nilai b (derajat kekuningan) berpengaruh pada perubahan nilai $^{\circ}\text{hue}$. Nilai a yang cenderung stabil derajat kehijauan dan nilai b cenderung meningkat derajat kekuningannya menyebabkan warna kisaran film bergeser dari hijau menjadi hijau kekuningan seiring penurunan nilai $^{\circ}\text{hue}$.

Nilai penurunan $^{\circ}\text{hue}$ film indikator memiliki persamaan regresi $y = -0.664x + 169.9$ dengan nilai kolerasi (R^2) yang kuat yaitu 0.978. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan perubahan warna film indikator. Nilai *slope* yang bernilai negatif menunjukkan model grafik yang menurun selama proses penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48 yang dapat dilihat pada Gambar 10.



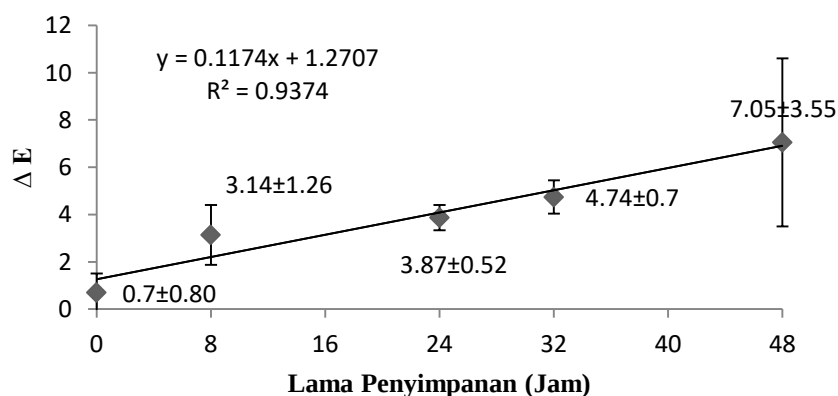
Gambar 10 Nilai $^{\circ}\text{hue}$ film indikator selama penyimpanan

Total perubahan warna film indikator selama penyimpanan dapat ditunjukkan pada nilai ΔE dengan menghitung tingkat perubahan nilai L^* , a^* , b^*

dari film indikator selama penyimpanan. Perubahan warna film indikator ekstrak bunga telang menunjukkan semakin lama penyimpanan, nilai ΔE yang dihasilkan semakin meningkat. Semakin tinggi nilai ΔE , menunjukkan penurunan intensitas warna semakin berbeda pada warna semula (Fitria 2015).

Perolehan nilai ΔE pada Gambar 11 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan secara signifikan pada jam ke-0 sebesar 0.7 ± 0.80 menjadi 3.14 ± 1.26 di jam ke-8, pada jam ke-24 sebesar 3.87 ± 0.52 , kemudian jam ke-32 sebesar 4.74 ± 0.7 , dan jam ke-48 meningkat signifikan menjadi 7.05 ± 3.55 . Persamaan regresi yang didapat yaitu $y = 0.117x + 1.270$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat yaitu 0.937. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai yang ΔE semakin meningkat. Nilai *slope* yang bernilai positif menunjukkan bahwa model grafik meningkat yang ditunjukkan selama proses penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48

Nilai ΔE film indikator ekstrak bunga telang mengalami peningkatan selama penyimpanan. Intensitas warna film indikator yang dihasilkan terdapat perbedaan dari jam ke-0 hingga jam ke-48. Nilai ΔE yang meningkat menyebabkan perubahan warna film indikator dari hijau pada jam ke-0 kemudian terus mengalami perubahan menjadi kuning kehijauan sampai jam ke-48. Perubahan warna film indikator yang terjadi selama penyimpanan menandakan daging mengalami pembusukan sehingga menghasilkan basa volatil yang akan berinteraksi dengan film.



Gambar 11 Nilai ΔE film indikator selama penyimpanan

Nilai Ketebalan Film Indikator Selama Proses Penyimpanan

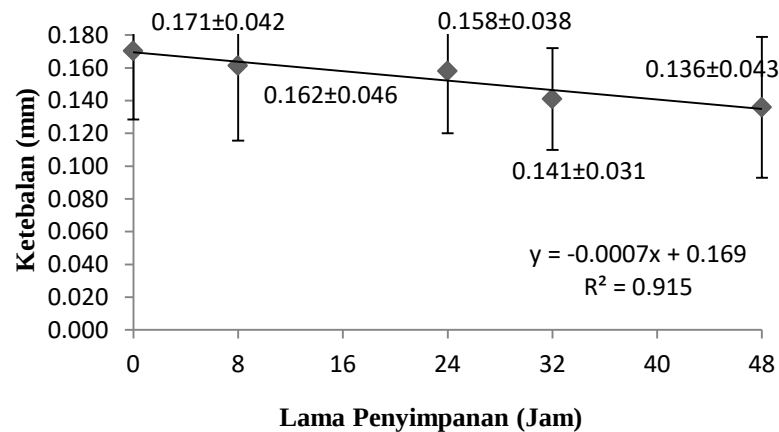
Salah satu parameter dalam mengetahui karakteristik sifat fisik film indikator ialah ketebalan. Nilai ketebalan film diukur untuk mengetahui perubahan yang terjadi selama penyimpanan berlangsung. Banyaknya volume larutan dan luas cetakan dapat mempengaruhi ketebalan film (Setiautami 2013). Penggunaan cetakan dengan ukuran yang sama dapat menghasilkan film dengan ketebalan yang bervariasi tergantung volume larutan yang digunakan. Semakin banyak jumlah larutan semakin tebal ukuran film yang dihasilkan.

Nilai ketebalan film indikator yang dihasilkan selama penyimpanan hingga 48 jam ditunjukkan pada Gambar 12. Nilai ketebalan film yang dihasilkan selama penyimpanan pada jam ke-0 diperoleh sebesar 0.171 ± 0.042 mm dan terus mengalami penurunan hingga jam ke-48 sebesar 0.136 ± 0.043 mm. Nilai ketebalan film indikator memiliki persamaan regresi $y = -0.0007 + 0.169$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.915. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan ketebalan film. Nilai *slope* yang bernilai negatif menunjukkan bahwa model grafik menurun selama proses penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48.

Penurunan nilai ketebalan menunjukkan keadaan film yang semakin menipis. Menurut Jabbar (2017) ketebalan ditentukan oleh ketahanan film terhadap transmisi uap air, gas, dan senyawa volatil. Penipisan film indikator ini disebabkan karena adanya proses perpindahan uap air dari produk. Proses ini akan menyebabkan keadaan lingkungan di dalam kemasan menjadi lembab sehingga film indikator mengalami penipisan akibat interaksi dengan uap air. Selain itu, kitosan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan film indikator ini tidak dapat menahan uap air dengan baik yang menyebabkan film terurai dan mengakibatkan film indikator menipis selama proses penyimpanan (Fehragucci 2012).

Selain itu, Ridhawati (2016) menyatakan konsentrasi penggunaan *plastisizer* dapat mempengaruhi transmisi uap air. *Plastisizer* yang digunakan pada pembuatan film indikator yaitu gliserol. Penambahan *plastisizer* gliserol dapat meningkatkan permeabilitas pada film indikator sehingga air yang menguap

akan mudah melalui film dan mengakibatkan terjadinya penipisan pada film indikator.



Gambar 12 Nilai ketebalan film indikator selama penyimpanan

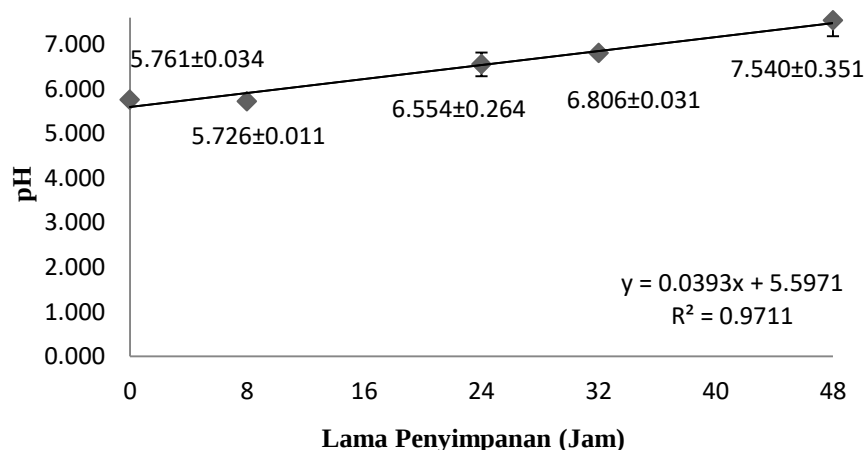
Nilai pH Daging Sapi Selama Penyimpanan

Salah satu parameter untuk mengetahui sifat fisik daging sapi adalah pH. Nilai pH merupakan indikator dalam menentukan kadar asam atau basa pada daging. Analisis pH menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas mutu daging sapi, karena nilai pH dapat menunjukkan penyimpangan kualitas pada daging yang dikemas. Selain itu analisis pH pada penggunaan kemasan pintar menjadi tolak ukur tingkat kerusakan daging sapi karena berkaitan dengan perubahan warna film indikator.

Grafik perubahan pH daging sapi dapat dilihat pada Gambar 13. Analisis pH daging sapi pada penyimpanan jam ke-0 diperoleh nilai sebesar 5.761 ± 0.034 dan mengalami penurunan pada penyimpanan jam ke-8 yaitu 5.726 ± 0.011 . Penurunan pH daging disebabkan adanya proses glikolisis anaerob yang mengubah glikogen menjadi asam laktat (Kurniawan *et al.* 2014). Proses ini akan terus berlangsung sampai cadangan glikogen dalam jaringan daging habis. Penelitian ini mirip dengan Pangestika (2017) yang menunjukkan nilai pH daging mengalami penurunan pada jam ke-8, penurunan terjadi dari pH 7 menjadi 5.6.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai pH dari penyimpanan jam ke-8 mengalami peningkatan hingga penyimpanan jam ke-48 yaitu, 5.726 ± 0.011 sampai 7.540 ± 0.351 . Peningkatan nilai pH terjadi karena terbentuknya senyawa basa volatil hasil dari dekomposisi protein (Azizah 2015). Peningkatan nilai pH menunjukkan fase *rigormortis* telah berhenti dan memasuki fase *postrigor*. fase *postrigor* dicirikan dengan terbentuknya aroma dan daging menjadi lunak kembali (Anggraeni 2005).

Nilai pH daging sapi memiliki persamaan regresi yaitu $y = 0.039x + 5.597$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.971. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai pH daging sapi. Nilai *slope* yang bernilai positif menunjukkan bahwa model grafik meningkat mulai dari jam ke-8 hingga jam ke-48.



Gambar 13 Nilai pH daging sapi selama penyimpanan

Nilai TVBN Daging Sapi Selama Penyimpanan

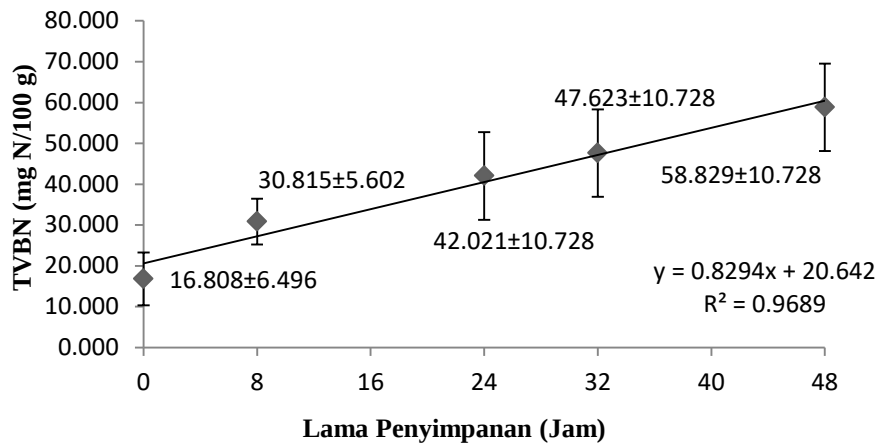
Tingkat kesegaran daging sapi dapat ditentukan dengan uji *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN). *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) merupakan senyawa mudah menguap yang dihasilkan oleh bakteri pembusuk dan digunakan sebagai indeks kimia untuk menilai kualitas kesegaran produk. Pengujian *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) dilakukan untuk menentukan jumlah senyawa basa volatil yang terbentuk selama penyimpanan akibat proses degradasi protein. Prinsip uji *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) yaitu menguapkan senyawa basa volatil nitrogen seperti amin, mono-, di-, dan trimetilamin selama penyimpanan

(Hasnedi 2009). Keberadaan senyawa tersebut berpengaruh terhadap bau busuk daging sapi selama penyimpanan suhu 25 °C dengan RH 50%. Suhu penyimpanan sangat mempengaruhi aktivitas mikroba yang menyebabkan pembentukan senyawa volatil pada daging (Heising 2014).

Nilai *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) daging sapi yang dihasilkan selama proses penyimpanan 48 jam pada suhu 25 °C dengan RH 50% ditunjukkan pada Gambar 14. Nilai *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) menunjukkan terjadinya kenaikan selama proses penyimpanan. Awalnya pada jam ke-0 nilai TVBN sebesar 16.808±6.496 mg N/100 g, selanjutnya terjadi peningkatan pada jam ke-8 menjadi 30.815±5.602 mg N/100 g. Peningkatan nilai *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) terus terjadi hingga penyimpanan jam ke-48 yaitu mencapai 58.829±10.728 mg N/100 g. Nilai TVBN pada daging sapi memiliki persamaan regresi $y = 0.829x + 20.64$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.968. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai TVBN daging sapi. Nilai *slope* yang bernilai positif menunjukkan bahwa model grafik meningkat yang ditunjukkan selama proses penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48.

Peningkatan nilai *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) terjadi karena aktivitas mikroba pembusuk yang mendekomposisi senyawa protein menjadi asam amino meningkat menghasilkan senyawa yang bersifat basa volatil seperti amonia akibat proses deaminasi asam amino selama pembusukan (Cristiana *et al* 2007). Selain itu senyawa trimetilamin (TMA) disebabkan oleh degradasi bakteri pembusuk (Jinadasa 2014). Meningkatnya senyawa tersebut berkorelasi dengan kemunduran mutu daging sapi dan bau yang dihasilkan saat daging memasuki fase kebusukan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Byun *et al* (2003) nilai batas TVBN pada daging sapi sebesar 20 mg N/100g. Nilai TVBN yang diperoleh pada penyimpanan jam ke-8 sudah tinggi melebihi ambang batas yaitu sebesar 30.815±5.602 mg N/100 g sehingga diindikasikan bahwa daging sapi telah mengalami proses pembusukan dan tidak layak untuk dikonsumsi.



Gambar 14 Nilai TVBN daging sapi selama penyimpanan

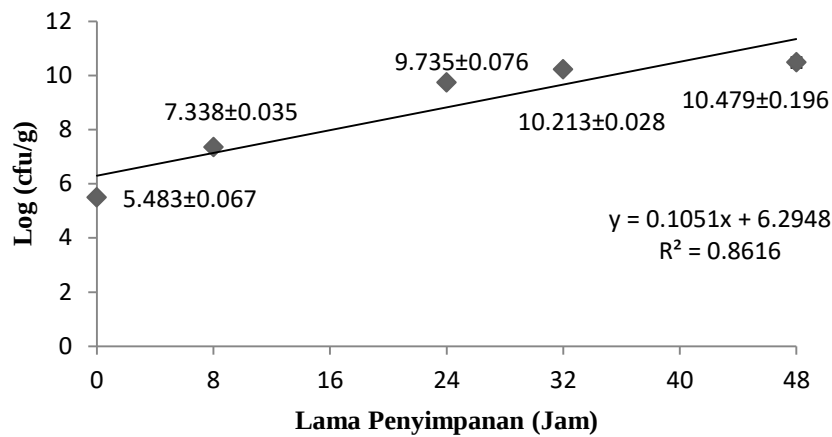
Nilai *Total Plate Count* (TPC) Daging Sapi Selama Penyimpanan

Aktivitas bakteri bertanggung jawab terhadap pembusukan daging sapi selama penyimpanan. Uji *Total Plate Count* (TPC) dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri yang terkandung dalam daging sapi sehingga dapat diketahui mutu daging tersebut. Hasil pengujian *Total Plate Count* (TPC) pada daging sapi penyimpanan suhu 25 °C dengan RH 50% .

Awalnya pada jam ke-0 nilai TPC daging sapi sebesar 5.483 ± 0.067 log CFU/g. Nilai TPC kemudian meningkat signifikan pada jam ke-8 sebesar 7.338 ± 0.035 log CFU/g. Peningkatan total bakteri terus berlangsung hingga penyimpanan daging sapi jam ke-48 diperoleh sebesar 10.474 ± 0.196 log CFU/g. Berdasarkan data tersebut dihasilkan nilai persamaan regresi $y = 0.105x + 6.294$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.861 (Gambar 15). Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan pertumbuhan bakteri daging sapi. Nilai *slope* yang bernilai positif menunjukkan bahwa model grafik meningkat yang ditunjukkan selama proses penyimpanan.

Peningkatan jumlah bakteri pada daging sapi dengan bertambahnya waktu penyimpanan menunjukkan adanya penurunan mutu daging (Anggraeni 2012). Parameter penurunan mutu daging yang disebabkan oleh bakteri dapat dilihat dari perubahan warna, aroma, tekstur, terbentuknya lendir, timbulnya gas, dan peningkatan cairan (Dengen 2015). Menurut SNI-7388-2009 persyaratan mikrobiologis yang terkandung dalam daging sapi untuk dikonsumsi tidak melebihi 1×10^6 CFU/g atau sekitar 6 log CFU/g. Nilai TPC daging sapi yang dihasilkan mulai dari penyimpanan jam ke-8 dengan jumlah 7.338 ± 0.035 log

CFU/g sudah melewati batas maksimum mikroba yang ditetapkan, sehingga daging sapi tidak layak untuk konsumsi karena daging tersebut sudah rusak.



Gambar 15 Nilai TPC daging sapi selama penyimpanan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ekstrak bunga telang dapat dijadikan sebagai pewarna alami dalam pembuatan film indikator karena memiliki senyawa antosianin sebesar 218.323 mg/kg dengan nilai pH 5.838. Film indikator terbaik didapat pada formulasi polivinil alkohol (PVA) dan kitosan 20:80 dengan penggunaan ekstrak bunga telang sebanyak 5 mL. Berdasarkan data yang diperoleh nilai pH daging sapi meningkat setelah penyimpanan selama 8 jam dari 5.726 ± 0.011 menjadi 7.540 ± 0.351 yang menunjukkan daging sapi sudah memasuki fase kebusukan. Hasil uji *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) diperoleh pada penyimpanan jam ke-8 sudah melebihi ambang batas yaitu sebesar 30.815 ± 5.602 mg N/100 g. Nilai TPC daging sapi yang dihasilkan mulai dari penyimpanan jam ke-8 sudah melewati batas maksimum yaitu sebesar 7.338 ± 0.035 log CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji TVBN dan TPC penyimpanan jam ke-8 daging sapi tidak aman untuk konsumsi. Aplikasi daging sapi pada film indikator menunjukkan adanya hubungan penurunan kualitas daging dengan perubahan warna film. Perubahan warna film yang terjadi selama penyimpanan 48 jam yaitu hijau menjadi hijau kekuningan dengan nilai ketebalan film 0.171 ± 0.042 mm menjadi 0.136 ± 0.043 mm.

Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu penelitian ini perlu dilakukan lebih lanjut dengan penyimpanan menggunakan suhu rendah mengingat produk daging segar dijual dalam keadaan penyimpanan suhu rendah. Selain itu, disarankan untuk dilakukan perbaikan pada desain kemasan pintar sehingga dapat dipasarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009. *Cara Uji Kimia-Bagian 8: Penentuan Kadar Total Volatil Base Nitrogen (TVB-N) dan Trimetil Amin Nitrogen (TMA-N) pada Produk Perikanan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Ahmed I, Lin H, Zou L, et al. 2018. An overview of smart packaging technologies for monitoring safety and quality of meat and meat products. *Package Technol. Sci.* 82(1):163–178.
- Anggraeni E. 2012. Penggunaan kitosan sebagai pengawet alami terhadap mutu daging ayam segar selama penyimpanan suhu ruang [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Anggraeni Y. 2005. Sifat fisik daging dada ayam broiler pada berbagai lama postmortem di suhu ruang [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Andriani, D. dan L. Murtisiwi. 2018. Penetapan kadar fenolik total ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea L*) dengan spektrofotometri UV-VIS. *Journal of Pharmacy*. 2(1): 32–38.
- Azizah LH. 2015. Analisis kemunduran mutu udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) secara kimiawi dan mikrobiologis [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Azriani Y. 2006. Pengaruh jenis kemasan plastik dan kondisi pengemasan terhadap kualitas mi sagu selama penyimpanan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Budiasih K. S. 2017. Kajian potensi farmakologis bunga telang (*Clitoria ternatea*). Didalam: *Sinergi Penelitian dan Pembelajaran untuk Mendukung Pengembangan Literasi Kimia pada Era Global*; 2017 Oktober 14; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Jurdik Kimia FMIPA UNY. 201–206.
- Bento LM, Mayra C, Pereira da S, Karina da S C, Ricardo S. 2015. Development and evaluation of a smart packaging for the monitoring of ricotta cheese spoilage. *MOJ Food Processing & Technology*. 1(1): 9–11.
- Byun JS, Min JS, Kim IS, Kim JW, Chung MS, Lee M. 2003. Comparison of indicators of microbial quality of meat during aerobic cold storage. *Journal of Food Protection*. 66(9): 1733–1737.
- Christiana C, Balamatsia, Apostolos P, Michael G. 2007. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged

chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes. *Journal Food Chemistry*. 104(4): 1622–1628.

- Dengen PM. 2015. Perbandingan uji pembusukan dengan menggunakan metode uji postma, uji eber, uji H₂S dan pengujian mikroorganisme pada daging babi di pasar tradisional sentral Makassar [skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanudin.
- Faisal Andi. 2015. Karakteristik fisik daging sapi bali prarigor yang dimarinasi ekstrak kakao pada waktu dan level yang berbeda [skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanudin Makassar.
- Farha IF, Nita Kusumawati. 2012. Pembuatan membrane komposit kitosan-pva dan pemanfaatannya pada pemisahan limbah pewarna rhodamin b. *Journal Of Chemistry*. 1(2): 31–38.
- Fitria EA. 2015. Pemanfaatan klorofil sebagai label cerdas indikator warna [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor/
- Fuad AM . 2015. Karakteristik fisik daging sapi bali pascarigor yang dimarinasi theobromin pada level dan lama marinasi yang berbeda [skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanudin Makassar.
- Fehragucci H. 2012. Pengaruh penambahan *plasticizer* kitosan terhadap karakter *edible film* Ca-alginat [skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Gumilar Jajang. 2011. Pengaruh berbagai jenis daging (ayam, babi, dan sapi) dan fase post-mortem (pada daging babi) terhadap kualitas dan mikrostruktur surimi(*surimi like material/SLM*) [karya ilmiah]. Bandung (ID): Universitas Padjajaran.
- Haris M. 2015. Label cerdas indikator warna dari ekstrak kubis merah (*Brassica oleracea*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hasnedi YW. 2009. Pengembangan kemasan cerdas (*smart packaging*) dengan sensor berbahan dasar kitosan-asetat, polivinil alkohol, dan pewarna indikator *bromthymol blue* sebagai pendeteksi kebusukan fillet ikan nila. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Heising J K. 2014. Intelligent packaging for monitoring food quality: A case study on fresh fish [thesis]. Belanda (NL): Wageningen University.
- Irmaya Ratih. 2018. Karakteristik polivinil alkohol yang dimodifikasi dengan asam adipat [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Iskandar AYS. 2014. Label indikator besi (ii) sulfat (FeSO₄) pendeteksi kebusukan daging [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jabbar UF. 2017. Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit kentang (*Solanum tuberosum. L*) [skripsi]. Makassar (ID): UIN Alaudin Makassar.
- Jinadasa BKKK. 2014. Determination of quality of marine fishes based on total volatile base nitrogen test (TVB-N). *Journal Nature and Science*. 12(5): 106–111.
- Julian J, Eko S. 2016. Pengaruh komposisi pva/kitosan terhadap perilaku membra komposit pva/kitosan/grafin oksida yang terikat silang asam sulfat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(1): 37–43.
- Juneni. 2015. Label pendeteksi *Escherichia coli* dari indikator warna *methyl red*. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Kurniawan NP, Dian S, Kusuma A. 2014. Kualitas fisik daging sapi dari tempat pemotongan hewan di Bandar Lampung. *jurnal Ilmiah Perternakan Terpadu*. 2(3):133–137.
- Kuswandi B, Jayus, Tri S L, Aminah A, Lee Y H. 2011. *Real-time monitoring of shrimp spoilage using on-package sticker sensor based on natural dye of curcumin*. [internet]. [diunduh 2019 April 29]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/257772750>.
- Komariah, Sri Rahayu, Sarjito. 2009. Sifat fisik daging sapi, kerbau, dan domba pada lama post-mortem yang berbeda. *Jurnal Perternakan*. 33(3): 183–189.
- Listyarini A, W Sholihah, C Imawan. 2018. A paper-based colorimetric indicator label using natural dye for monitoring shrimp spoilage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 367. 2018. Depok (ID): IOP Publishing. Hlm 1–7.
- Listyaningsih D. 2013. Pembuatan dan karakterisasi biofilm pati gembili-kitosan dengan *plastisizer* polivinil alkohol (PVA) [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Negeri Semarang.
- Mustapa R, Fajar R, Raswen E. 2017. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* dari pati ubi jalar kuning. *Jurnal FAPERTA*. 4(2): 1–12.
- Mega O, Warnoto dan D B Castika. 2009. Pengaruh pemberian jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap karakteristik dendeng daging ayam petelur afkir. Fakultas Pertanian. *J Sain Peternakan Indonesia*. 4(2): 106–112.
- Nasution AS. 2014. Kandungan zat pewarna sintetis pada makanan dan minuman jajanan di sdn i-x kelurahan ciputat kecamatan ciputat kota tangerang selatan tahun 2014 [skripsi]. Jakarta (ID): Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nikijuluw C. 2013. Color characteristic of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) anthocyanin extracts and brilliant blue [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurfawaidi A, Bambang K, Lestyo W. 2018. Pengembangan label pintar untuk indikator kesegaran daging sapi pada kemasan (development of smart label for beef freshness indicator in package). *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 6(2): 199–204.
- Nofrida R. 2013. Film indikator warna daun erpa (*Aerva sanguinolenta*) sebagai kemasan cerdas untuk produk rentan suhu dan cahaya [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Octavia R. 2015. Pembuatan label cerdas pendeteksi *Staphylococcus aureus* pada daging [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pangestika R, Dian S, Kusuma A. 2017. Kualitas fisik pada potongan primal karkas sapi krui betina di kabupaten pesisir barat lampung. *Jurnal Riset dan Inovasi Perternakan*. 1(3): 16–20.
- Purwanti Ani. 2010. Analisis kuat tarik dan elongasi plastik kitosan terplastisasi sorbitol. *Jurnal Teknologi*. 3(2): 99–106.
- Prasetyo H, Masdiana Ch Padaga, Manik ES. 2013. Kajian kualitas fisiko kimia daging sapi di kota pasar malang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 8(2): 1–8.

- Ridhawati. 2016. Sintetis film indikator komposit polivinil alkohol-kitosan dan aplikasinya pada sensor kesegaran fillet ikan nila. Di dalam: Merla, Yuriadi, Fachri, Muh Harsyid, editor. *Pengembangan Teknologi dan SDM Industri yang Kompetitif dan Berdaya Saing*; 2016 November 16 ; Makassar, Indonesia. Makassar (ID): Politeknik ATI Makassar. hlm 85–89.
- Riyanto R, Irma H, Singgih W. 2014. Karakteristik plastik indikator sebagai tanda peringatan dini tingkat kesegaran ikan dalam kemasan plastik. *Jurnal Perikanan*. 9(2): 153–163.
- Sinha K, Papita DS. Siddhartha D. 2012. Natural blue dye from (*Clitoria Ternatea*) extraction and analysis methods. *RJTA*. 16 (2): 34–38.
- Suradi K. 2012. Pengaruh lama penyimpanan pada suhu ruang terhadap perubahan nilai ph, tvbn dan total bakteri daging kerbau (effect of storage length in the room temperature on pH, TVB, and total bacteria changes of buffalo meat). *Jurnal Ilmu Ternak*. 12(2): 9–12.
- Susanto Edy. 2014. Standar penanganan pasca panen daging segar. *Jurnal Ternak*. 5(1):15-20.
- Setiautami A. 2013. Pembuatan kemasan cerdas indikator warna dengan pewarna bit (*B. vulgaris L. var cicla L.*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Takasari C. 2008. Kualitas mikrobiologis daging sapi segar dengan penambahan bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur scg 1223 yang diisolasi dari susu sapi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Trisnawati E, Dewid A, Abdullah S. 2013. Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai bahan pengawet buah duku dengan variasi lama pengawetan. *Jurnal Teknik Kimia*. 19(2): 17–26.
- Ulya MM. 2018. Kemasan cerdas (*smart packaging*) dengan sensor pH berbasis antosianin daun erpa sebagai detektor kebusukan filet ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Vankar PS, Jyoti S. 2010. Evaluation of anthocyanin content in red and blue flowers. *Journal of Food Engineering*. 6(4): 1–11.
- Warsiki E, Citra DWP. 2012. Pembuatan label/film indikator warna dengan pewarna alami dan sintesis. *Jurnal agroindustri*. 2(1): 82–87.
- Wojnowski W, Tomasz M, Tomasz D, Jacek G, Jacec N. 2017. Electronic noses: Powerful tools in meat quality assessment, Meat Science.[internet]. [diunduh 2019 Mei 20]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.240>.
- Yanti H, Hidayati, Elfawati. 2008. Kualitas daging sapi dengan kemasan plastik `PE (polyethylen) dan PP (Polypropylen) di pasar arengka kota pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. 5(1):22–27.

