



SMART PACKAGING BERBAHAN DASAR GELATIN-AGAR DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK BUNGA TELANG SEBAGAI BIOINDIKATOR KERUSAKAN DAGING AYAM

[Gelatin–Agar-Based Smart Packaging with the Addition of Butterfly Pea Flower Extract as a Bioindicator of Chicken Meat Spoilage]

Aditya Wardana^{1*}, M. Habbib Khirzin², Trias Ayu Laksanawati², Ahmad Dwi Ardyawan², Anis Usfah Prastujati², Harvey Febrianta², Meireni Cahyowati³

¹Prodi Pengembangan Produk Agroindustri, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

²Prodi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

³Prodi Teknologi Produksi Ternak, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

*Email: adityawardana@poliwangi.ac.id (Telp: +6285733269585)

Diterima tanggal 1 Desember 2025

Disetujui tanggal 10 Desember 2025

ABSTRACT

Chicken meat is highly perishable and provides a favorable medium for microbial growth, requiring rapid methods for quality assessment. One promising approach is the use of smart bioindicators in the form of edible films incorporated with natural anthocyanin pigments extracted from butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). This study aimed to evaluate the effect of butterfly pea flower extract on color changes of edible films as indicators of chicken meat spoilage during storage at room temperature. A non-factorial Completely Randomized Design was applied with storage time treatments of 0, 8, 16, 24, 32, and 40 h. The analyzed parameters included pH, free fatty acids (FFA), cooking loss, total bacterial count, and color. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that storage time significantly affected all observed parameters ($P < 0.05$). After 40 h of storage, pH increased to 7.93, cooking loss reached 8.57%, FFA increased to 55.94%, total bacterial count reached 7.55 log CFU/mL, and color value changed to 5.23. These findings indicate that butterfly pea flower extract incorporated into edible films has potential as a bioindicator for chicken meat spoilage.

Keywords: Anthocyanin, bioindicator, butterfly pea flower, chicken meat, edible film.

ABSTRAK

Daging ayam merupakan pangan mudah rusak dan berpotensi menjadi media pertumbuhan mikroba, sehingga diperlukan metode cepat untuk memantau kualitasnya. Salah satu pendekatan yang dikembangkan adalah penggunaan bioindikator berupa edible film dengan penambahan zat pewarna alami antosianin dari bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan ekstrak bunga telang terhadap perubahan warna edible film sebagai indikator kerusakan daging ayam selama penyimpanan suhu ruang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap nonfaktorial dengan perlakuan lama penyimpanan, yaitu 0, 8, 16, 24, 32, dan 40 jam. Parameter yang dianalisis meliputi pH, asam lemak bebas (FFA), susut masak, total bakteri, dan warna. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter. Penyimpanan 40 jam meningkatkan pH hingga 7,93, susut masak 8,57%, FFA 55,94%, total bakteri 7,55 log CFU/mL, serta perubahan warna sebesar 5,23. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang dalam edible film berpotensi digunakan sebagai bioindikator kerusakan daging ayam.

Kata kunci: Antosianin, bioindikator, bunga telang, daging ayam, edible film.



PENDAHULUAN

Daging merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan nutrisi tinggi yang dibutuhkan oleh manusia. Secara umum, kandungan nutrisi daging sangat ditentukan oleh kandungan serat otot, marmer, atau lemak intraseluler dalam lemak intramuskuler (Ilahi *et al.*, 2021). Daging yang sering dikonsumsi manusia umumnya berasal dari sumber ruminansia besar, ruminansia kecil, unggas, dan ikan. Data produksi ayam broiler di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 3.76 juta ton dan meningkat sebesar 3.84 juta ton pada tahun 2024. Data konsumsi ayam broiler per kapita di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 7.46 kg/kapita/tahun (BPS, 2025). Ayam broiler menjadi pilihan utama masyarakat untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Umumnya daging dan produk olahannya termasuk dalam kategori produk cepat rusak (*perishable food*). Ketersediaan kandungan gizi dan kadar air yang tinggi, serta banyaknya vitamin dan mineral merupakan tempat yang ideal mikroba untuk hidup (Priharsanti, 2016). Setiap 100 gram daging ayam mengandung energi sebesar 237 Kkal; 13,49 g lemak; 27,07 g protein; 6,36 mg kalsium dan 1,08 mg zat besi (Sutanto, 2022).

Pertumbuhan bakteri pembusuk merupakan penyebab kerusakan pada daging. Secara kasat mata tanda kerusakan daging dapat diidentifikasi seperti perubahan warna, berbau busuk, adanya lendir dan berasam. Pemecahan protein pada daging oleh mikroorganisme biasanya akan menghasilkan senyawa berbau busuk seperti amonia, H₂S, indol, dan amin (Simanjuntak dan Panjaitan, 2023). Daging yang busuk juga terdapat bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit bagi manusia. Salah satu bakteri patogen adalah *Salmonella sp.*, yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan (Fitrianti, 2017). Kualitas suatu daging dapat dilihat melalui pengujian antara lain uji organoleptik, uji susut masak, uji pH, dan uji awal pembusukan (*eber* dan *postma*) (Wibisono, 2016). Pengujian ini bersifat konvensional dan membutuhkan waktu yang lama. Salah satu cara cepat (*rapid test*) untuk mendeteksi kualitas daging adalah dengan menggunakan bioindikator.

Bioindikator merupakan sensor cerdas bentuk film atau lembaran yang ditambahkan warna tambahan sebagai indikator untuk memberikan informasi kualitas makanan. Zat pewarna tersebut biasanya terkandung pada antosianin yang berasal dari tanaman, warna yang dibentuk mulai merah, biru sampai ke ungu termasuk juga kuning dan tidak berwarna (seluruh warna kecuali hijau) (Ismed *et al.*, 2017). Kestabilan warna senyawa antosianin dipengaruhi oleh pH atau tingkat keasaman. Perubahan antosianin berwarna merah pada pH rendah dan akan bertransisi menjadi kebiruan saat pH basa (Kiftiyah, 2020). Salah satu tanaman sumber antosianin adalah bunga telang (*Clitoria Ternatea L.*). Bunga telang termasuk tanaman yang sering merambat dan dapat kita temukan di pekarangan rumah, perkebunan, maupun di pinggir sawah. Kandungan pada bunga telang terdapat seperti : tanin, saponin, fenol, triterpenoid, alkaloid, flobatanin, dan flavonoid (Hawari *et al.*, 2022). Riset terkini yang memanfaatkan antosianin sebagai pigmen warna bioindikator seperti yang dilaporkan Wardana dan Widyaningsih, (2018). Ekstrak antosianin dari kubis merah dapat mendeteksi peningkatan populasi mikroba dan variasi pH akibat kerusakan sosis pada jam ke-24 jam, 48 jam, dan 72 jam yang ditunjukkan melalui perubahan warna.



Ekstraksi antosianin dari bunga telang sebagai pewarna dari edible film merupakan hal yang menarik untuk diteliti. *Edible film* merupakan salah satu pengemas makanan yang aman untuk digunakan karena memiliki sifat *biodegradable* menyerupai plastik (lentur) dan ramah lingkungan (Hendra, *et al.*, 2015). *Edible film* terdiri dari tiga komponen yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit (Anandito *et al.*, 2012). Penggunaan ekstrak antosianin sebagai indikator kerusakan daging belum pernah diteliti sebelumnya. Kajian mengenai hal ini merupakan hal yang baru dan dapat menambah preferensi mengenai manfaat antosianin dari bunga telang sebagai bioindikator kerusakan daging ayam.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam ekstraksi senyawa antosianin adalah bunga telang, *aquadest*, bahan pembuatan *smart packaging* berbasis *edible film* adalah gelatin, karagenan, gliserol, daging ayam serta bahan penunjang berupa plastik, kain saring. Bahan yang digunakan untuk analisis terdiri dari larutan *buffer*, NaOH 0,1 N (teknis), alkohol 96% (teknis).

Tahapan Penelitian

Ekstraksi Antosianin Bunga Telang (Modifikasi Zussiva, *et al.*, 2012) dan (Netrami, *et al.*, 2020)

Penelitian ini meliputi proses ekstraksi senyawa antosianin dari bunga telang yaitu kelopak bunga telang dipisahkan dari tangkainya kemudian dilakukan penimbangan 3 gr kelopak bunga telang dan direndam dalam 45 ml *aquadest* perbandingan 1:15 (b/v) selanjutnya campuran dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 60°C selama 5 menit kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kain saring untuk memisahkan ampas kelopak bunga telang dengan cairannya sehingga diperoleh ekstrak cairan antosianin bunga telang yang akan digunakan sebagai komposit bioindikator.

Pembuatan *Edible Film* (Modifikasi Rofikoh, *et al.*, 2021)

Pembuatan *edible film* menggunakan bahan berupa karagenan, gelatin, gliserol, *aquades*. Bahan berupa karagenan ditimbang sebanyak 2 gr di dalam gelas beaker dan dilarutkan menggunakan 30 ml *aquadest* kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* sampai suhu 90°C. Ditimbang gelatin sebanyak 2 g di dalam gelas beaker dan dilarutkan menggunakan 50 ml *aquadest* kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* sampai suhu 90°C. Selanjutnya larutan gelatin dituang pada larutan karagenan, kemudian dipanaskan serta diaduk menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu 90°C selama 5 menit. Ditimbang 1 ml gliserol dan dilarutkan dalam 20 ml *aquadest* kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 90°C selama 5 menit. Tahap selanjutnya adalah mencampurkan larutan gelatin, larutan karagenan dan larutan gliserol kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 90°C selama 10 menit sampai terbentuk larutan *edible film*. Campuran



larutan *edible film* yang diperoleh selanjutnya didinginkan selama 5 menit dan ditambahkan 10 ml ekstrak cairan antosianin bunga telang serta diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 menit agar campuran homogen.

Pembuatan Biondikator (Wardana dan Widyaningsih, 2018)

Campuran larutan *edible film* dan ekstrak cairan antosianin yang diperoleh kemudian dituang dan dicetak pada loyang besi selanjutnya dikeringkan menggunakan oven listrik pada suhu 55°C selama 5 jam. *Edible film* kemudian didinginkan pada suhu ruang dan dipotong dengan ukuran 2x2 cm yang selanjutnya diaplikasikan sebagai bioindikator berbasis *edible film* pada sampel dengan cara ditempelkan pada permukaan daging ayam dalam wadah cup plastik.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial untuk fisikokimia daging ayam sedangkan pada uji organoleptik warna bioindikator menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial. Variabel penelitian ini menggunakan 6 perlakuan, masing-masing dengan 3 ulangan terdiri dari 4 taraf yaitu P0 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada jam ke-0 jam), P1 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada 8 jam), P2 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada 16 jam), P3 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada 24 jam), P4 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada 32 jam) dan P5 (penyimpanan daging ayam suhu ruang pada 40 jam). Formulasi dalam rancangan ini ditetapkan berdasarkan penelitian pendahuluan.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil uji fisikokimia dan penilaian organoleptik penerimaan panelis terhadap perbedaan lama waktu penyimpanan. Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam *Analysis of Varian* (ANOVA), hasil uji fisikokimia dan penilaian organoleptik yang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Hasil pengukuran nilai pH daging ayam yang disimpan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 1. Hasil uji analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap nilai pH daging ayam. Uji lanjut DMRT menunjukkan perlakuan P0 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Perlakuan P4 berbeda signifikan dari P5, sedangkan perlakuan P3 tidak berbeda signifikan dari keduanya. Nilai pH dari waktu penyimpanan 0 jam hingga 40 jam berturut-turut sebesar 6; 6,13; 7,15; 7,97; 8,04; dan 7,93. Nilai pH terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu 6 sedangkan pH yang tertinggi pada perlakuan P4 sebesar 8,04. Perubahan pH yang terjadi disebabkan karena selama proses penyimpanan terdapat aktivitas mikroorganisme yang dapat mendegradasi protein dengan menghasilkan senyawa basa seperti amonia



dan amina yang bersifat basa (Jay *et al.*, 2005). Kenaikan nilai pH dapat dihubungkan dengan fase pertumbuhan bakteri. Perlakuan P0 dan P1 merupakan fase lag awal pertumbuhan bakteri. Hal ini dapat dilihat pada nilai pH sekitar 6.13. Perlakuan P2, P3, dan P4 adalah fase log atau eksponensial pertumbuhan bakteri. Nilai pH meningkat hingga 8.04. perlakuan P5 merupakan fase kematian bakteri. Hal ini dapat dilihat dari penurunan nilai pH yaitu 7.93.

Tabel 1. Rerata nilai pH

Parameter	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
pH	6 \pm 0,023 ^e	6,13 \pm 0,021 ^c	7,15 \pm 0,02 ^c	7,97 \pm 0,06 ^{ab}	8,04 \pm 0,08 ^a	7,93 \pm 0,05 ^b

Keterangan : notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam

Fase lag merupakan respon adaptif bakteri terhadap lingkungan dan biasanya berlangsung dalam waktu yang lebih pendek tergantung toleransi terhadap stres (Bertrand, 2019). Fase eksponensial merupakan fase peningkatan aktivitas mikroba. Sedangkan fase kematian adalah fase penurunan pertumbuhan bakteri karena nutrisi pertumbuhan menipis dan kondisi lingkungan yang kurang mendukung pertumbuhan bakteri (Saraswati, 2020). Nilai pH pada lama penyimpanan 0 jam merupakan nilai pH yang paling rendah dan tergolong baik dibandingkan perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan pada lama penyimpanan 0 jam daging ayam dalam keadaan segar dan hanya mengalami fase *postmortem* proses glikolisis menghasilkan asam laktat menyebabkan semakin menurunnya pH daging (Jaelani *et al.*, 2014). Kisaran pH daging ayam broiler yang didapatkan dari 3 pasar tradisional di Bogor adalah 6.00-6.37 (Hajrawati *et al.*, 2016). Demikian, lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang sebanding lurus dengan kenaikan nilai pH.

Nilai pH pada olahan daging sangat dipengaruhi oleh lama penyimpanan (Wardana & Widyaningsih, 2018). Perubahan pH yang terjadi selama penyimpanan dapat disebabkan oleh pertumbuhan mikroba dan kondisi lingkungan penyimpanan (Safitri *et al.*, 2024). Mikroorganisme yang berkembang pada daging ayam dapat mempengaruhi pH, serta pH dapat mempengaruhi kualitas daging (Denada *et al.*, 2023). Kerusakan daging ayam dapat ditandai adanya lendir dan bau busuk. Kontaminasi bakteri patogen pada daging ayam dapat menurunkan kualitas daging ayam, contoh penurunan kualitas daging ayam dapat kita tandai dengan perubahan pH bersifat basa (Wala *et al.*, 2016). Selama penyimpanan, protein daging didegradasi oleh enzim endogen dan mikroba yang menghasilkan amonia dan amina, sehingga meningkatkan pH. Nilai pH mengalami perubahan menjadi lebih basa disebabkan pertumbuhan banyaknya bakteri pembusuk pada daging menghasilkan amonia (Ristanti *et al.*, 2017)

Nilai pH dapat dijadikan acuan dalam menentukan tingkat pembusukan daging ayam. Nilai pH sejalan dengan parameter warna pada bioindikator. Penyimpanan selama 8 jam memiliki nilai pH sebesar 6,13 dengan warna bioindikator biru, akan tetapi setelah penyimpanan 16 jam pH daging ayam meningkat menjadi 7,15 dengan



ditandai warna bioindikator berubah menjadi biru keunguan yang menandakan daging ayam dalam keadaan rusak. Nilai pH normal daging ayam berkisar antara 5,96 sampai 6,07 (Safitri *et al.*, 2024). Perubahan warna bioindikator terjadi karena terdapat reaksi senyawa antosianin pada film dengan senyawa basa yang dihasilkan dari pembusukan daging ayam. Struktur delphinidin pada antosianin yang bertanggung jawab atas perubahan warna. Delphinidin berada dalam bentuk kation flavylium saat pH rendah, yang menghasilkan warna kemerahan hingga bertahap bergeser ke anhidrobasa saat pH naik mengubah warna menjadi ungu dan biru (Netramai *et al.*, 2020).

Uji *Free Fatty Acid* (FFA)

FFA merupakan jumlah asam lemak bebas pada bahan pangan. Kadar asam lemak bebas merupakan lemak yang mengalami oksidasi dan hidrolisis enzim selama penyimpanan maupun pengolahan (Moniharapon, 2018). Hasil uji FFA daging ayam yang disimpan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 2. Hasil uji analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap FFA daging ayam. Uji lanjut DMRT menunjukkan perlakuan P0 memiliki notasi yang berbeda. Perlakuan P1, P2, dan P3 tidak memiliki perbedaan yang signifikan sama halnya antara perlakuan P4 dan P5. Nilai FFA dari waktu penyimpanan 0 jam hingga 40 jam berturut-turut sebesar 4,15; 5,13; 6,43; 6,49; 9,12; dan 8,57. Nilai FFA terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu 4,15 sedangkan FFA yang tertinggi pada perlakuan P5 sebesar 8,57.

Tabel 2. Rerata nilai FFA (%)

Parameter	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
pH	4,15±0,25 ^c	5,13±0,65 ^{bc}	6,43±0,95 ^b	6,49±0,54 ^b	9,12±0,59 ^a	8,57±1,12 ^a

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam

Asam lemak bebas yang terbentuk akan mengalami degradasi lebih lanjut menjadi senyawa volatil seperti aldehid, keton, dan alkohol (Winarno, 2004). Aktivitas mikroorganisme lipolitik juga berperan terhadap peningkatan FFA. Setelah mencapai fase puncak, populasi mikroorganisme bisa menurun akibat kondisi lingkungan yang tidak lagi mendukung, yang berakibat pada turunnya laju pembentukan FFA (Jay *et al.*, 2005). Kandungan FFA pada daging ayam broile diduga disebabkan oleh reaksi hidrolisis yang terjadi pada komponen lemak dalam daging ayam.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah asam lemak bebas diantaranya panas, air, keasaman, dan katalis (enzim) pada suatu produk (Nurhasnawati *et al.*, 2015). Denada *et al.* (2023) melaporkan kadar asam lemak bebas dari daging aya broiler yang dijual di Pasar lokal Gorontalo berkisar antara 1.30 %-1.82 %. Okarini *et al.* (2019) menambahkan fermentasi daging ayam dengan pengeringan alami selama 5 hari menghasilkan asam lemak oleat, linoleat (MUFA) dan palmitat berturut-turut sebesar 13,73%; 15,80% dan 30.05%. Wardana (2016)



juga melaporkan bahwa nilai FFA pada sosis ayam mengalami kenaikan selama penyimpanan yaitu dari 0,132% (0 hari) sampai 0,950% (21 hari). Nilai FFA daging ayam segar lebih tinggi dibandingkan dengan produk olahan daging ayam. Penambahan bumbu pada produk olahan daging dapat berfungsi sebagai antioksidan alami sehingga laju peningkatan FFA dapat dihambat dengan baik.

Daging ayam yang terkena oksigen dari udara yang jika terpapar waktu lama akan menyebabkan oksidasi pemecahan lemak menjadi asam lemak (Denada *et al.*, 2023). Nilai FFA daging ayam cenderung naik atau sebanding dengan lama waktu penyimpanan, semakin lama penyimpanan daging ayam maka nilai FFA semakin tinggi dan terjadi ketengikan. Semakin lama penyimpanan memicu oksidasi lemak daging semakin meningkat (Sardjono, 1998). Asam lemak yang terjadi pada daging ayam juga dapat diduga oleh aktivitas mikroba memecah lemak. Reaksi enzim *aminotransferase* yang dihasilkan mikroorganisme dapat memacu aktivitas enzim endogenous lipase guna memecah lipid yang dikonversi menjadi asam lemak (Okarini *et al.*, 2019).

Uji Susut Masak

Susut masak merupakan salah satu uji untuk mengetahui kualitas fisik daging ayam dengan proses pemanasan. Susut masak adalah hilangnya cairan pada waktu pemasakan (Lawrie, 1995). Hasil uji susut masak daging ayam yang disimpan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai susut masak daging ayam. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan perlakuan P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata dengan ditandai notasi yang sama, hal ini mengindikasikan bahwa hingga penyimpanan 16 jam struktur jaringan otot daging ayam masih cukup stabil. Namun ketika penyimpanan selama 24 jam daging mulai rusak.

Hal ini disebabkan oleh kerusakan protein struktural, terutama protein miofibril dan sarkoplasmik, akibat proses degradasi oleh enzim endogen dan aktivitas mikroorganisme (Lawrie, 2003). Perbedaan susut masak ayam selama penyimpanan dipengaruhi oleh perubahan kandungan kimia dan kondisi mikrostruktur otot yang tidak berlangsung secara linear (Buckle *et al.*, 1987). Nilai susut masak daging ayam dari waktu penyimpanan P0 hingga P5 berturut-turut sebesar 45,83%; 47,38%; 47,80%; 51,98%; 51,41% dan 55,32%. Susut masak terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu 45,83% sedangkan susut masak yang tertinggi pada perlakuan P5 sebesar 55,32%.

Tabel 3. Rerata nilai susut masak (%)

Parameter	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
pH	45,83±0,69 ^c	47,38±0,49 ^c	47,8±2,14 ^{cd}	52,50±3,46 ^a	51,41±2,09 ^b	55,94±2,05 ^e

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam



Nilai susut masak daging bervariasi antara 15% sampai 45.5% (Soeparno, 2005). Kisaran rata - rata susut masak daging ayam dengan perlakuan lama penyimpanan selama penelitian adalah 30.61% sampai 38.23% (Jaelani *et al.*, 2014). Sejalan dengan kenaikan susut masak daging ayam selama lama penyimpanan diduga disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme. Selama penyimpanan, protein daging didegradasi oleh enzim dan mikroba (Ristanti *et al.*, 2017). Protein miofibril akan dirusak oleh asam laktat sehingga kemampuan protein berkurang untuk mengikat air, sehingga berpengaruh terhadap susut masak daging ayam (Lawrie, 2003). Tekstur daging ayam umumnya bertekstur halus karena daging ayam mempunyai serabut otot yang lebih kecil, sehingga mempunyai struktur miofibril yang lebih kecil (Rohim *et al.*, 2016). Apabila ikatan-ikatan protein melemah, mengakibatkan kemampuan untuk mengikat cairan daging melemah dan banyak cairan daging yang keluar karena daya ikat daging menurun (Astuti, 2012). Semakin kecil persen susut masak menandakan semakin sedikit air dan nutrisi yang hilang. Begitu juga sebaliknya, semakin besar persen susut masak maka semakin banyak air dan nutrisi yang hilang (Prayitno *et al.*, 2012). Kualitas daging dapat dilihat dari nilai susut masak yang didapatkan. Daging berkualitas baik memiliki nilai susut masak yang rendah, daripada daging yang memiliki nilai susut masak yang lebih tinggi (Agustian *et al.*, 2020).

Uji Total Bakteri

Uji total bakteri dilakukan untuk memperkuat data hasil uji pH dan uji warna. Perubahan nilai pH berhubungan erat dengan pertumbuhan bakteri. Rata-rata hasil total bakteri dilihat pada Tabel 4. Uji analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai total bakteri. Uji lanjut DMRT menunjukkan perlakuan P0 dan P1 tidak memiliki perbedaan yang signifikan, akan tetapi jika dibandingkan dengan P2 hingga P5 terjadi perbedaan yang signifikan. Nilai total bakteri perlakuan P0 hingga P5 berturut-turut sebesar 5.38; 6.12; 7.41; 7.55; 7.55; 7.51 Log cfu/mL. Nilai total bakteri terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu 5.38 Log cfu/mL sedangkan Nilai total bakteri tertinggi pada perlakuan P4 dan P5 sebesar 7.55 Log cfu/mL Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam

Tabel 4. Rerata nilai total bakteri (Log cfu/mL)

Parameter	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Total bakteri	5,38±0,73 ^a	6,12±0,92 ^b	7,41±0,39 ^c	7,56±0,24 ^c	7,56±1,09 ^c	7,55±0,9 ^c

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam

Semakin lama waktu penyimpanan daging ayam, maka bakteri yang tumbuh semakin banyak. Nutrisi yang kompleks pada daging ayam serta suhu ruang menjadikan bakteri dapat tumbuh secara optimal. Hal ini disebabkan



bakteri berkembang biak dengan cara membelah diri menjadi dua kali lipat setiap 30 menit sehingga semakin lama daging ayam disimpan pada suhu ruang bakteri akan terus berkembangbiak dalam waktu yang relatif cepat (Ristanti, 2017). Suhu ruang (25oC-28oC) menjadikan suhu yang baik sebagai aktivitas pertumbuhan mikroba, hal ini disebabkan bakteri yang tumbuh tergolong bakteri mesofil (20oC-40oC) (Safitri, 2024). Nilai total bakteri pada daging ayam sebanding lurus terhadap lama penyimpanan suhu ruang, semakin lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang maka nilai bakteri semakin banyak. Nilai total bakteri pada daging ayam selama penyimpanan 16 jam, 24, jam, 32 jam, dan 40 jam pada suhu ruang telah melebihi batas maksimum cemaran bakteri daging ayam sebesar Log 6 cfu/g (SNI, 2009). Total bakteri yang melebihi batas normal pada daging akan mengakibatkan penurunan kualitas daging yang dihasilkan. Selain itu terdapat perubahan sifat fisik dan kimia daging dengan cepat bila terjadi perubahan warna, konsistensi, bau dan perubahan rasa (Patriani & Apsari, 2022).

Uji Warna

Warna bioindikator diuji menggunakan metode organoleptik dengan bantuan panelis semi terlatih. Uji ini dilakukan untuk menilai perubahan warna bioindikator secara visual, yang menunjukkan adanya perubahan lingkungan pada suatu sampel. Uji ini berdasarkan persepsi indera (penglihatan) manusia untuk menilai perubahan warna. Hasil uji warna bioindikator yang disimpan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai warna. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan semua perlakuan berbeda satu sama lain. Hal ini dapat dilihat dari notasi yang berbeda yaitu a hingga f. Bioindikator merupakan sensor cerdas berbentuk film atau lembaran yang ditambahkan warna tambahan sebagai indikator untuk memberikan informasi kualitas makanan. Nilai warna semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Nilai warna pada perlakuan P0 sebesar 1,13 (biru tua), P1 sebesar 2,33 (biru), P2 sebesar 3,23 (biru keunguan), P3 sebesar 4,23 (biru ketoscaan), P4 sebesar 4,7 (tosca), dan P5 sebesar 5,23 (tosca). Warna bioindikator semakin memudar yaitu dari biru tua menuju tosca. Nilai warna terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu 1.13 sedangkan nilai warna tertinggi pada perlakuan P5 sebesar 5.23.

Tabel 5. Rerata nilai warna

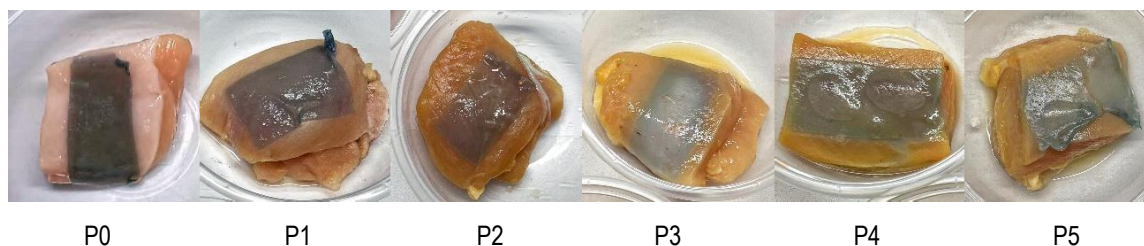
Parameter	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Warna	1,13±0,09 ^f	2,33±0,10 ^e	3,23±0,07 ^d	4,23±0,06 ^c	4,70±0,11 ^b	5,23±0,03 ^a

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0.05$). P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam

Perubahan nilai warna sejalan dengan kualitas fisikokimia daging ayam selama penyimpanan khususnya pada uji pH. Perubahan warna pada bioindikator disebabkan karena perubahan warna antosianin yang terdapat pada lapisan film. Antosianin merupakan pigmen yang akan mengalami perubahan warna ketika lingkungan



mengalami perubahan pH menjadi basa ($\text{pH} > 7$). Secara visual, bioindikator yang diterapkan pada daging ayam pada saat 0 jam pengamatan mempunyai warna awal biru tua. Warna biru tua semakin memudar menjadi toska pada pengamatan 40 jam. Perubahan warna yang terjadi pada bioindikator cukup signifikan. Wardana & Widyaningsih (2018) melaporkan bioindikator berbasis kubis merah pada produk sosis saat pengamatan 0 jam memiliki warna ungu terang, pengamatan 24 jam berubah menjadi ungu muda, pengamatan 48 jam berwarna ungu-biru tua dan pengamatan 72 jam warnanya menjadi ungu-hijau. Mahmudatussa'adah *et al* (2014) menambahkan larutan ekstrak antosianin bayam merah mengalami perubahan warna yaitu semakin tinggi pH sampel menunjukkan warna merah semakin memudar. Warna bioindikator juga dapat membekas pada permukaan daging, hal ini disebabkan senyawa antosianin bersifat polar dan daging ayam akan mengeluarkan air selama penyimpanan. Sifat polar pada antosianin menyebabkan lebih mudah larut dalam air (Handito, *et al.*, 2022). Kestabilan warna senyawa antosianin dipengaruhi oleh pH atau tingkat keasaman (Handito, *et al.*, 2022). Perubahan warna bioindikator terjadi karena terdapat reaksi senyawa antosianin pada film dengan senyawa basa yang dihasilkan dari pembusukan daging ayam. Adapun perubahan warna bioindikator pada daging ayam selama penyimpanan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan warna bioindikator pada daging ayam selama penyimpanan

Keterangan : P0= lama penyimpanan 0 jam; P1= lama penyimpanan 8 jam, P2= lama penyimpanan 16 jam, P3= lama penyimpanan 24 jam; P4= lama penyimpanan 32 jam; P5= lama penyimpanan 40 jam.

Senyawa antosianin saat berada pada pH rendah menampilkan warna kemerahan berupa *kation flavylium*, dan berupa anhidro basa pada pH tinggi yang tidak berwarna (Wardana & Widyaningsih, 2018). Struktur delphinidin pada antosianin yang bertanggung jawab atas perubahan warna, delphinidin berada dalam bentuk *kation flavylium* saat pH rendah, yang menghasilkan warna kemerahan hingga bertahap bergeser ke anhidro basa saat pH naik mengubah warna menjadi ungu dan biru (Netramai *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai pH, FFA, susut masak, total bakteri, dan warna daging ayam dengan pelapisan bioindikator dari ekstrak bunga



telang. Penyimpanan daging ayam selama 40 jam menunjukkan peningkatan nilai pH sebesar 7,93; susut masak sebesar 8,57%; FFA sebesar 55,94%, total bakteri sebesar 7,55 log cfu/mL; dan warna sebesar 5,23. Ekstrak bunga telang yang dicampurkan ke dalam *edible film* dapat digunakan sebagai bioindikator kerusakan daging ayam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Banyuwangi atas dana riset yang telah diberikan melalui skema hibah penelitian dosen pemula tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, S., Kentjonowati, I., & Sumartono. 2020. Pengaruh Lama Simpan Suhu Ruang Daging Ayam Ras Yang Direndam Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Jumlah Bakteri, WHC dan Susut Masak Daging. *Jurnal Dinamika Rekasatwa*, 3(2): 137–142.
- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. 2012. Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Tepung Jali (*Coix Lacryma-jobi L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, (2): 17–23.
- Astuti, N. 2012. *The Effect Of Different Frozen Storage Time on The Chemical Quality of Beef*. *Jurnal AgriSains*, 3(4): 13–19.
- Bertrand, B. L. 2019. Lag phase is a dynamic, organized, adaptive, and evolvable period that prepares bacteria for cell division: Minireview. *Journal of Bacteriology*. 201(7): 1-21.
- BPS. 2025. Produksi ayam ras pedaging. www.bps.go.id.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., & Wootton, M. 1987. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta
- Fitrianti, A.T. 2017. *Mengenal Beberapa Bakteri Patogen pada Daging*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian Indonesia.
- Hajrawati, Fadiah, M., Wahyuni, & Arief, I. I. 2016. Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(3): 386–389.
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Dwikasari, L. G., & Triani, E. 2022. Analisis Komposisi Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Antioksidan Alami pada Produk Pangan. *Prosiding SAINTEK*: 64–70.
- Hawari, H., Pujiasmanto, B., & Triharyanto, E. 2022. Morfologi dan Kandungan Flavonoid Total Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) di Berbagai Ketinggian. *Kultivasi*, 21(1): 88–96.
- Hendra, A. A., Utomo, R. A., & Setijawati, E. 2015. Kajian Karakteristik Edible Film dari Tapioka dan Gelatin dengan Perlakuan Penambahan Gliserol. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 14(2): 95–100.
- Ilahi, N. F., Ananta, N. L., & Advinda, L. 2021. Kualitas Mikrobiologi Daging Sapi dari Pasar Tradisional. *Prosiding SEMNAS BIO*. 283–292.



- Ismed, Sayuti, K., & Andini, F. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Indikator Film dari Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L .) sebagai Smart Packaging untuk Mendeteksi Kerusakan Nugget Ayam. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4),:167–172.
- Jaelani, A., Dharmawati, S., & Wanda. 2014. Berbagai Lama Penyimpanan Daging Ayam Broiler Segar Dalam Kemasan Plastik pada Lemari Es (Suhu 4°C) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik. *Ziraa'ah*, 39(3): 119–128.
- Jay, J. M., M. J. Loessner, & D. A. Golden. 2005. *Modern Food Microbiology*. Ed ke-7.
- Kiftiyah, M. 2020. Bionanokomposit Pati/Bcnc Sebagai Material Pembuatan Film Indikator. Fakultas Matematika. Universitas Jember.
- Lawrie, R.A. 2003. *Ilmu Daging*. Edisi Ke-5. Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. 2014. Karakteristik Warna dan Aktivitas Antioksidan Antosianin Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2): 176– 184.
- Moniharapon, A. 2018. Pengaruh Daging Ikan Lemadang Terhadap Mutu Keripik Ubi Kayu (*Manihot Utilisima*). *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(2): 137.
- Netramai, S., Kijchavengkul, T., & Samsudin, H. 2020. *Development of Colorimetric Film with Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Extract for Application in Intelligent Packaging Development of Colorimetric Indicators for pH and CO₂ from Bio-based Materials and Plant Extract, for Short Shelf-life Foods View. The 22nd Food Innovation Asia Conference 2020 (FIAC 2020) Future Food Innovation for Better Health and Wellness, June.*
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R., & Caesariana, N. 2015. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng yang Digunakan Pedagang Gorengan di Jl. A.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1): 25–30.
- Okarini, I. A., Purnomo, H., Radiati, I. E., & Suaniti, N. M. 2019. Analisis Profil Asam Lemak Daging Ayam Petelur Afkir yang Difermentasi Secara Tradisional Bali Menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Gc-Ms). *Jurnal Kimia*, 13(1): 44. 8
- Patriani, P., Apsari, N.L. 2022. *Peningkatan Mutu Daging dengan Rempah*. CV. Anugerah Pangeran Jaya. Jakarta.
- Prayitno, A. H., Suryanto, E., & Zuprizal. 2012. Kualitas Fisik dan Sensoris Daging Ayam Broiler yang Diberi Pakan dengan Penambahan Ampas Virgin Coconut Oil (VCO). *Buletin Peternakan*, 34(1): 55–63.
- Ristanti, E. W., Kismiati, S., & Harjanti, D. W. 2017. Pengaruh Lama Pemaparan pada Suhu Ruang terhadap Total Bakteri, pH Ddn Kandungan Protein Daging Ayam di Pasar Tradisional Kabupaten Semarang. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 35(1): 50–57.
- Rofikoh, R., Darmanto, Y., dan Fahmi, A. 2021. *Quality Of Gelatin From Tilaopia (Oreochromis Nilotius) By Products And Its Effect As Edible Coating On Fish Sausage During Chilled Storage. The 4th International Symposium on Marine and Fisheries Research*, 1-12.
- Rohim, M. ., Bintoro, V. P., & Estiningdriati, I. 2016. Uji (Warna, Tekstur dan Susut Masak) Daging dari Ayam Pedaging Lohman yang Diberi Tepung Daun Kayambang sebagai Campuran Pakan . In *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*.
- Safitri, W., Yulianto, W., & Fahrullah. 2024. Pengaruh Lama Penyimpanan pada Suhu Ruang terhadap Sifat Fisik dan Jumlah Bakteri Ayam Taliwang dengan Pengemasan Plastik Polipropilen. *Skripsi. Universitas Mataram*.
- Saraswati, H. 2020. *Modul Bioindustri Kinetika Pertumbuhan Bakteri. Modul Sesi ke-3. Universitas Esa Unggul*.
- Sardjono, P. R. 1998. Oksidasi Lemak Dalam Daging Kelinci dan Ayam pada Kondisi Penyimpanan yang Berbeda. *Undergraduate thesis. FMIPA UNDIP*.



- Simanjuntak, B. E., & Panjaitan, B. P. 2023. Identifikasi Daging Segar terhadap Daging Busuk dengan Menggunakan Sensor Polimer Konduktif dan Jaring Saraf Tiruan (JST). 16(2), 451–461.
- Soeparno.2005. Ilmu dan Teknologi Daging. Cetakan Ke-4. Gadjah Mada University Press.
- Sutanto, H. 2022. Kandungan Gizi Telur Ayam dan Daging Ayam. Gadjah Mada University Press.
- Wala, J., Ransaleleh, T., Wahyuni, I., & Rotinsulu, M. 2016. Kadar Air, pH dan Total Mikroba Daging Ayam yang Ditambahkan Kunyit Putih (*Curcuma mangga Val.*). Zootec, 36(2): 405.
- Wardana, A. A., & Widyaningsih, T. D. 2018. *Development of edible films from tapioca starch and agar, enriched with red cabbage (Brassica oleracea) as a sausage deterioration bio- indicator*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 109(1): 2–11.
- Wardana, G. P. 2016. Pengaruh Lama Simpan Sosis Ayam Tersubstitusi dengan Oat (*Avena sativa L.*) Ditinjau dari Aktivitas Antioksidan, Kandungan Total Fenol dan Asam Lemak Bebas. Skripsi, Universitas Brawijaya. Malang
- Wibisono, F. J. 2016. Pengujian Kualitas Daging Sapi dan Daging Ayam di Pasar Dukuh Kupang Barat Kota Surabaya. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 1(1): 1–9.
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Yogyakarta.
- Zussiva, A., Laurent, B. K., & Budiya, C. S. 2012. Ekstraksi dan Analisis Zat Warna Biru (*Anthosianin*) dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Pewarna Alami. Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri, 1(1): 356–365.