



Color Indicator Film From Butterfly Pea (*Clitoria Ternatea* L.) as Smart Packaging in Broiler Chicken Meat

Hermawan Seftiono^{1*}, Della Ayu Pramesti¹, Inanpi Hidayati Sumiasih¹

¹Food Technology Study Program, Faculty of Bioindustry, Trilogi University, Jakarta, Indonesia

Abstract

Broiler chicken is one of the poultry products that are very susceptible to damage due to exposure to microbes, temperature, and light. In these conditions, indicators are needed to play a role in informing related changes in the product quality. The butterfly pea can be used as an indicator because it contains anthocyanin which can change color due to the influence of pH. The objective of this study was to obtain the best indicator film formulation and to determine the film response in detecting the level of damage of the chicken meat through parameters of color change, thickness, pH, TPC, and TVBN. The methods in this research were the extraction of butterfly pea, making indicator films, and applying the film to chicken meat, and physical and chemical analysis of the product. Anthocyanin was applied to the indicator film with levels of PVA and chitosan 20:80 with the addition of 5 mL of dye. The change in color of the indicator could be seen at the 24-hour mark, which was a yellowish-green color. The pH value of broiler chicken meat had entered the post-rigor stage at 24 hours with a pH value of 6.595 ± 0.049 . The TVBN regression value showed that broiler chicken meat was not safe for consumption after being stored for 4 hours and 23 minutes of 40 mgN/100 g. The TPC test that has been performed in chicken meat showed that the chicken meat was not safe for consumption in storage between 0 to 8 hours at 5.598 ± 0.068 log CFU/g to 8.322 ± 0.053 log CFU/g.

Article History

Received 31 March 2021

Accepted 03 July 2021

Keyword

Anthocyanin,
Discoloration,
pH indicator,
TVBN

Introduction

The production of broiler chicken in Indonesia had been increasing each year. Based on statistical data, the production of broiler chicken in 2018 was 2.144.013 tons, an increase compared to 2014 which was 1.544.379 tons (Center Bureau of Statistic 2018). The increase in broiler chicken production indicates that there is a high level of public consumption of chicken meat due to its relatively affordable price, it can be obtained easily to obtain, and its high nutritional content (Winda 2016). Its high nutritional content causes broiler chicken meat to easily degraded because it is a good medium for microorganisms (Barus *et al.* 2017). Furthermore, the decomposition of protein by microorganisms resulted in foul-smelling compounds such as indole, skatole, H₂S, and NH₃ which accelerate the rotting process of chicken meat (Warsiki *et al.* 2012).

One of the efforts that can be done to delay the rotting process of food is by using packaging. The development of packaging technology is rapid. Nowadays, the packaging is not only required for basic functions, but also required to actively participate in providing protection for the product, and providing information about the condition of the product in it. Among technological advances in packaging is smart packaging. Smart packaging is designed to provide actual information to consumers regarding the level of freshness and safety of food products, equipped with indicator films that are placed on the internal and external parts of the packaging (Riyanto *et al.* 2014). The development of smart packaging in the form of the film is usually to make it easier to use, film is tinted with additional dye for quality indicator (Setiautami 2013).

This research used butterfly pea flower as a natural dye for indicator film. The butterfly pea flower was chosen because the researchers deemed it still underutilized and had not been widely studied, even though there is great potential for it to be used as a natural pH indicator. Based on research conducted by Marpaung (2012), the total anthocyanin content of butterfly pea flower was 40.58 mg/liter, resulted from 10 grams of butterfly pea flower with 40 mL of water and HCl solvent.

Based on the information above, there was a need for research to study the utilization of butterfly pea flower as indicator film for smart packaging in detecting broiler chicken quality. The existence of this indicator film is expected to be widely used as the packaging of chicken sold in the market in the future so that it can make it easier for consumers to assess the quality of chicken meat. This research objective is to obtain the best indicator film and to study the response of indicator film in detecting the level of damage in chicken meat through parameters of color, thickness, pH, the total amount of microbial contamination, and Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN).

Materials and Methods

Time and Place

This research was conducted in Mei to July 2019, in Laboratory of Microbiology and Biochemistry, Food Technology Study Program, Faculty of Bioindustry, Trilogi University Jakarta, and in Laboratory of Testing, Bogor Center for Agricultural Research and Development.

Materials

The main material for this research was butterfly pea flower obtained from a garden in the Kedung Halang area and chicken breast meat obtained from Lenteng Agung Market. Ingredients for making indicator film were chitosan, polyvinyl alcohol, glycerol, distilled water, and acetate acid. The materials for applying the smart packaging were plastic saran wrap and Styrofoam. The materials used for analysis were aluminum foil, Whatman filter paper no 1, distilled water, Merck Plate Count Agar (PCA) media, Merck Buffer Peptone Water (BPW) media, Merck 95% ethanol, Laboratory Center ROFA potassium carbonate, Nitra Kimia's Trichloroacetic Acid 7% (TCA), HCl 1.5 N, Pudak Scientific's 2% boric acid, Nitra Kimia's Bromocresol Green (BCG) indicator, Pudak Scientific's Methyl Red (MR) indicator, ROFA Laboratory Center Vaseline, and Merck's 0.02 N HCl.

Tools for extracting anthocyanin from butterfly pea flower were Excalibur dehydrator, Kern's analytical balance, stove, pan, filter, stirrer, and Thermo TA 288 thermometer. The tools for making color indicator films and smart packaging were Kern's

analytical balance, Thermo TA 288 thermometer, beaker, Stuart hot plate, magnetic stirrer, measuring cup, and plastic mold 12x12 cm in size. The tools for analysis were Agilent Technologies pH meter, screw micrometer, TCR 200 chromameter, petri dish, Memmert's oven, Erlenmeyer, test tube, burner, mortar and pestle, Memmert's incubator, micropipette, UV-Vis spectrophotometer, Conway dish, Hirayama autoclave, vortex ZX3, burette, stative, and pipette.

Experimental Methods

Butterfly Pea Flower Extraction (Sinha *et al.* 2012 with modification)

Butterfly pea flower that had been clean, dried using dehydrator at 60 °C for 1 hour (modification). Next, 5 grams of the dried flower was mixed with 250 mL distilled water and heated at 80 °C for 5 to 10 minutes. After heating, the mixture was then cooled and filtered. The filtrate was used for the next step.

Making Color Indicator Film (Warsiki *et al.* 2013 with modification)

Polyvinyl alcohol was dissolved in distilled water at 80 °C for 30 minutes using a hot plate. Then the chitosan was dissolved using 1% acetic acid, then distilled water was added and heated at 80 °C for 30 minutes. Polyvinyl alcohol solution was mixed with the chitosan-acetate solution according to the ratio (100: 0), (80:20), (60:40), (40:60), (20:80).

The next step was to add 1% glycerol, then homogenization was carried out by stirring. Next, butterfly pea flower extract was added as the natural dyes. The technique for staining the film was done by mixing it directly into the film solution before molding. The amount of butterfly pea flower extracts added were 5, 10, 15, and 20 ml. The homogeneous solution was molded with a plastic mold measuring 12x12 cm. Modifications were made to the temperature and drying time of the indicator film, the film was dried at room temperature of 25 °C for 48 hours.

Application of Indicator Film on Chicken Meat (Octavia 2015 with modification)

The application of indicator film was conducted using a method developed by Octavia (2015) with modifications. The modifications were the temperature and testing time. Indicator film applied to the chicken meat by placing the indicator film sized 3 x 3 cm on the upper side of the packaging. The chicken meat was measured to be 60 grams, put on the Styrofoam, and wrapped using plastic saran wrap which has previously been affixed with indicator film. Next, chicken meat was stored at room temperature of 25 °C, RH of 50% for 48 hours. The observations were conducted at hours 0, 8, 24, 32, and 48 to see the changes in indicator film.

Analytical Method

The main experiments in this research included the pH test and the anthocyanin content of butterfly pea flower extract (Less & Francis 1972 in Nofrida 2013), indicator film thickness test (Nofrida 2013), color analysis of indicator film (Hunter 1958 in Octavia 2015; Nofrida 2013), analysis of quality degradation of meat, including pH test of chicken meat (Mega *et al.* 2009), Total Plate Count test (TPC) (BSN 2008), Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN) (BSN 2009).

Results and Discussion

Chemical characteristics of Butterfly Pea Flower Extract

Extraction aims to obtain the chemical compound of material using certain solvents (Santoso & Estiasih 2014). The extraction method used in this research was hot maceration with a temperature of 80 °C for 5 to 10 minutes. According to Rahmawati (2017), the best heating process to prevent anthocyanin degradation was by using high temperatures for a short period. The pH value of the butterfly pea flower extract in this study was 5.838 which resulted in a purplish-blue color. The presence of a purplish-blue color in the butterfly pea flower extract indicates the presence of natural pigments. Natural pigments that give butterfly pea flowers their purplish-blue color is delphinidin anthocyanins (Change 2018).

The analysis result of anthocyanin in butterfly pea flower was 218.232 mg/kg. The anthocyanin level obtained was lower than the research result by Vankar & Srivastava (2010) which was 227.42 mg/kg. The difference was due to different extraction methods, the solvent used, butterfly pea variety, and time of harvest. The extraction process of anthocyanin by Vankar & Srivastava (2010) used the cold maceration method by keeping the solution at room temperature, in the dark, for 2 to 3 hours, using methanol and 0.1% HCl as the solvent. While in this research, the extraction method used was hot maceration at 80 °C for 5 to 10 minutes with water as the solvent.

Other than extraction method and solvent, the different anthocyanin levels from each research were could also because of different butterfly pea variety used and harvest time. This was supported by Ahmadiani *et al.* (2014), that the different varieties could result in different concentrations of anthocyanin, and the longer the harvest time, the lower the anthocyanin level.

Determination of Best Formulation

The experiment was to obtain the best formulation of indicator film based on the ratio of PVA, chitosan, and natural dye from butterfly pea flower extract to detect the degradation level of broiler chicken meat in storage. In this research, there were 5 formulations tested, namely F1, F2, F3, F4, and F5 and the addition of butterfly pea flower extract of 5, 10, 15, and 20 ml.

The best formulation was determined by the intensity of color change during storage. The intensity of color change from 5 formulations with the addition of 5 ml butterfly pea flower extract was shown in Figure 1. The formulation of F5 with the addition of 5 ml butterfly pea flower extract was chosen as the best formulation because the film changed its color from greenish blue to yellowish-green. The change in indicator film was due to the protein degradation process in chicken meat that produced basic volatile compounds (Rahardjo & Simon 2015). The chosen formulation was then used as an indicator film that would be applied to the smart packaging.

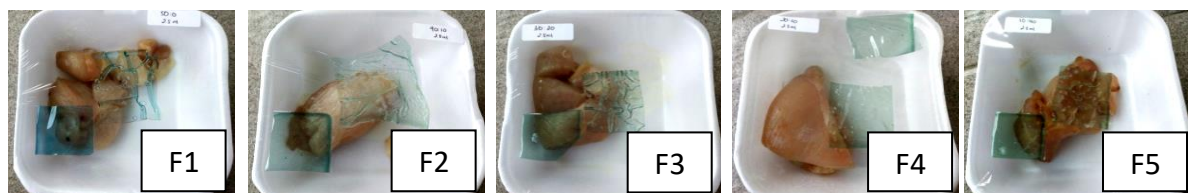


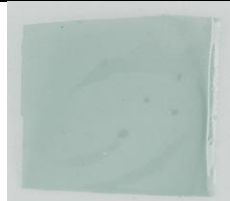
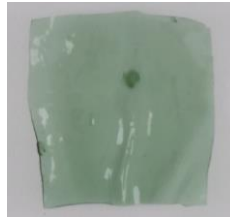
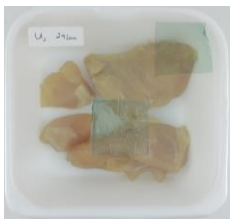
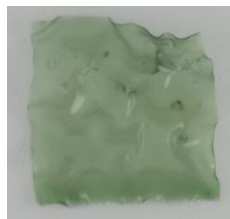
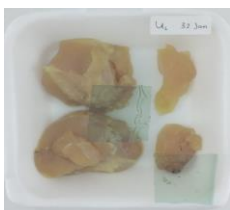
Figure 1 Color changes in indicator film formulations with addition of 5 ml natural dye during storage

Notes: F1= Polyvinyl alcohol:Chitosan (100:0), F2= Polyvinyl alcohol:Chitosan (80:20), F3= Polyvinyl alcohol:Chitosan (60:40), F4= Polyvinyl alcohol:Chitosan (40:60), F5= Polyvinyl alcohol:Chitosan (20:80).

The Color of Indicator Film During Storage

The color change in indicator film provides information to the consumers about the degradation of the product or food. The color change occurs due to the interaction of volatile bases produced during the deterioration of chicken meat with the indicator film. The resulting color showed that the range of °hue value of indicator film during 48 hours of storage was in the second quadrant area which shows a yellowish-green color. According to Hasnedi (2009), the change in color of the indicator film occurs due to the interaction between the functional groups possessed by anthocyanins and volatile base compounds resulting from rotting chicken meat, so that the interaction involves the OH (hydroxyl) groups of anthocyanins and NH₃ (ammonia) from volatile base compounds. This causes volatile base compounds such as amines, diethylamine, and triethylamine to be bound to the hydroxyl group so that the indicator film changes color from green to yellowish-green. The color change is due to the loss of protons (deprotonation) in the butterfly pea flower dye as the environmental conditions around the film become alkaline.

Table 2 Color changes of indicator film during storage

Storage Duration (hour)	°Hue Value	Smart Packaging	Indicator film
0	173.93 ± 5.76		
8	162.56 ± 2.82		
24	151.99 ± 1.01		
32	149.32 ± 1.75		

48	147.39 ± 1.21	
----	-------------------	--

The value of °hue of indicator film decreased during 48 hours of storage. The decrease of °hue value from 0 to 48 hours was from $173.94 \pm 5.76^\circ$ to $147.39 \pm 1.21^\circ$ which was around green color to yellowish-green color. The result showed that the °hue value of butterfly pea flower indicator film before storage was higher than after storage. It was because the yellow degree of b value increased while the green degree of a value stable, so it affected the °hue value.

The indicator film °hue value regression equation was $y = -0.5395x + 169.13$ with a strong correlation value (R^2) of 0.8593. This showed that storage duration was correlated with a color change in indicator film. The slope value was negative, meaning that the regression model had a negative correlation. The longer storage duration, the lower °hue value, and this showed in the regression curve from 0 to 48 hours in Figure 2.

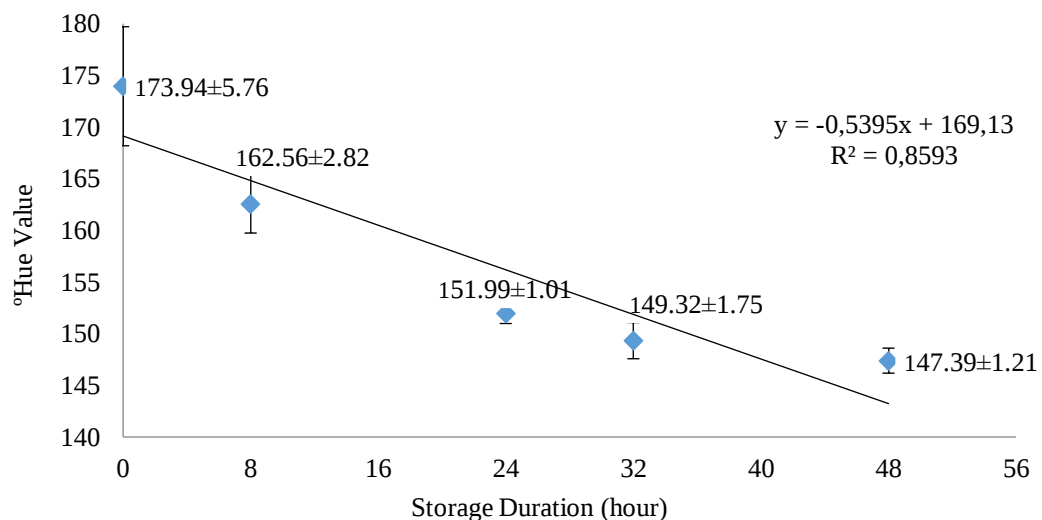


Figure 2 The °hue value of indicator film during storage

The changes in quality of broiler chicken meat stored for 48 hours at 25 °C with RH of 50%, caused color change in indicator film from before to after. The ΔE value of indicator film increased during 48 hours of storage. The increase of ΔE value was significant at hour 0 to hour 8 which was 0.93 ± 0.48 to 3.59 ± 0.70 . This was because the volatile bases produced during the 0 to 8 hours storage were more than in the next hour.

The indicator film ΔE value regression equation was $y = 0.1361x + 1.8394$ with a strong correlation value (R^2) of 0.8995. It showed that storage duration was correlated with the indicator film total color change. The slope value was positive, meaning that the regression had a positive correlation. The longer the storage duration, the higher the ΔE value, and this showed in the regression curve from 0 to 48 hours in Figure 3.

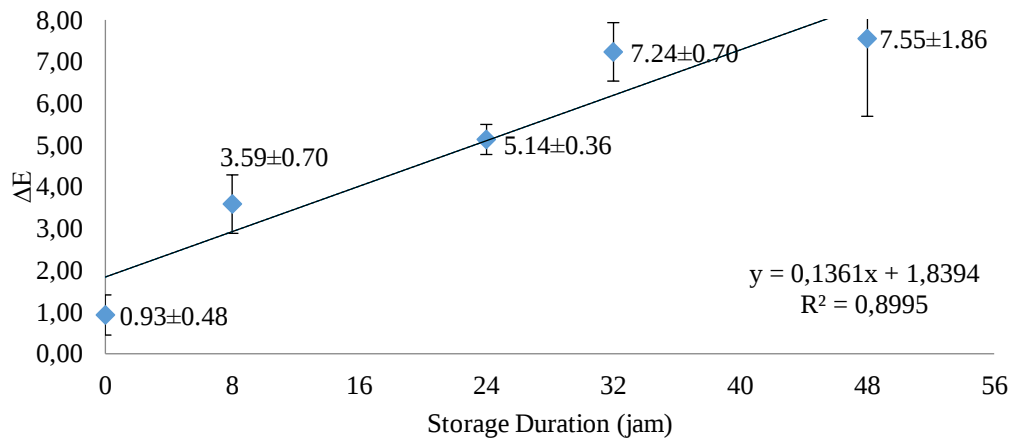


Figure 3 Indicator film ΔE value during storage

Indicator Film Thickness during Storage

The thickness was one of the test parameters to determine the physical characteristics of the indicator film that has been made. The thickness of the indicator film was influenced by the volume of the solution and the size of the mold used. According to Nofrida (2013), the higher the volume of the solution, the thicker the indicator film produced, while the larger the mold size used, the thinner the indicator film would be.

The decrease in the indicator film thickness from the 0 to 48 hours storage was 0.17 ± 0.05 to 0.13 ± 0.02 , shown in Figure 4. The indicator film thickness regression equation was $y = -0.0009x + 0.1726$ with a strong correlation value (R^2) of 0.9809. This showed that the storage time correlates with the decreasing thickness of the indicator film. A negative slope value indicates that the regression model has a negative correlation. The longer the storage duration from 0 to 48 hours, the lower the thickness.

According to Sitompul & Elok (2017), the decrease in indicator film thickness was affected by the type of plasticizer used. The plasticizer used in this research was glycerol. The presence of glycerol in the indicator film could cause the film to be thinner at 25 °C. According to Pagliaro & Michele (2008), glycerol had melting point at 18.2 °C. Meaning that the glycerol in the indicator film caused the film to be moist while in the smart packaging environment. It caused the indicator film to be thinner since the melting point of glycerol is lower than the storage temperature and glycerol in the film became liquid.

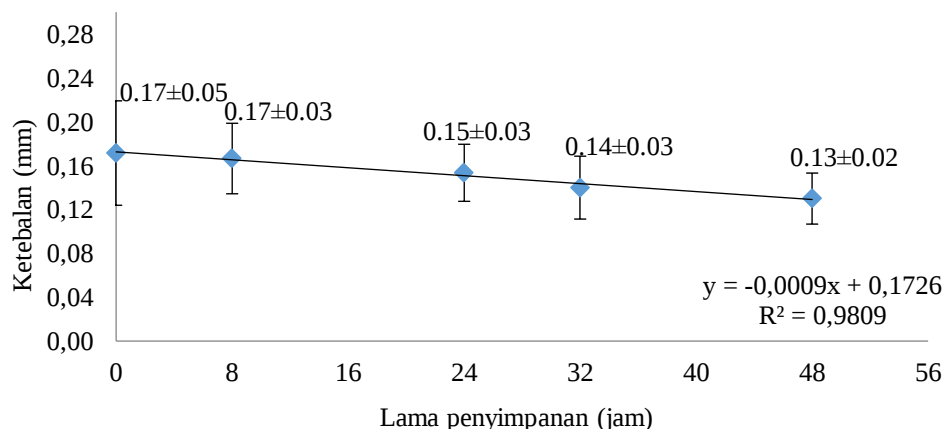


Figure 4 Indicator film thickness during storage

The pH Value of Chicken Meat During Storage

The pH value is an important parameter in determining meat quality. This is because the pH value could show how much damage happened to broiler chicken meat. The pH value of chicken meat obtained from the 0 to 8 hours observation decreased by $6,039 \pm 0.087$ to $5,778 \pm 0.008$. The decrease in the pH value of chicken meat was due to the rigor mortis phase. According to Lawrie (2003), a decrease in pH is caused by depletion of oxygen supply as a result of stopped blood circulation to muscle tissue. This condition causes the accumulation of lactic acid due to the breakdown of glycogen through the anaerobic glycolysis process. Lactic acid accumulation will stop after muscle glycogen reserves are depleted or reach the final pH value (Wowor *et al.* 2014).

There was an increase in pH value during 8 to 48 hours by 5.778 ± 0.008 to 7.440 ± 0.020 . The increase in pH value was because the chicken meat had entered the post-rigor mortis phase. According to Dengen (2015), the increase in pH at the post-rigor mortis phase indicates the chemical compound decomposition process, specifically protein that broken into amino acid through deamination process and resulted in ammonia. This was also supported by Riyadi *et al.* (2014), who stated that the increase of pH value in the post rigor phase is due to bacterial activity that the increase in pH value in the post rigor phase is due to the activity of bacteria that break down the protein with the final result of volatile alkaline compounds such as ammonia.

The chicken meat value regression equation was $y = 0.034x + 5.8063$ with a strong correlation value (R^2) of 0.9164. It showed that storage duration was positively correlated with the pH value. The slope value was positive, meaning that the regression had a positive correlation. Furthermore, this is illustrated in the regression curve with pH value decreased from 0 to 8 hours and increased from 8 to 48 hours in Figure 5.

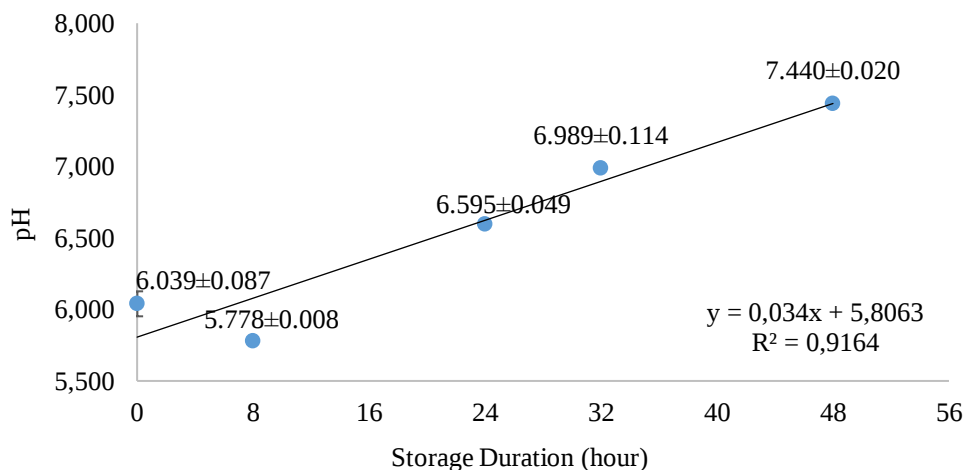


Figure 5 The pH value of broiler chicken meat during storage

TVBN Value of Broiler Chicken Meat During Storage

The Total Volatile Basic Nitrogen (TVBN) test is one of the tests to determine the deterioration level of chicken meat quality. The principle of TVBN testing is the evaporation process of volatile alkaline compounds present in the sample during storage (Wally *et al.* 2015). The TVBN value in broiler chicken meat increased during storage for 48 hours at 25 °C with RH 50%. The increase in the TVBN value from the 0 to 48 hours storage was from 30.8 ± 10.7 mgN/100g to 67.2 ± 15.8 mgN/100g, showed in Figure 6.

The increase of TVBN during storage was due to microbial activity in the chicken

meat causing the degradation process of protein and produced basic nitrogen compound, including volatile basic nitrogen namely ammonia (NH₃), dimethylamine (DMA), monomethyl amine (MMA), and trimethylamine (TMA) (Sahliyah 2017). This was supported by Waryani *et al.* (2014), who stated that the increase of TVBN value is because of the protein degradation process due to the enzyme and putrefactive bacterial activity.

The chicken meat TVBN value regression equation was $y = 0.7034x + 36.909$ with a strong correlation value (R²) of 0.895. It showed that storage duration was positively correlated with the TVBN value. The slope value was positive, meaning that the regression had a positive correlation. Furthermore, this is illustrated in the regression curve with increasing TVBN value from 0 to 48 hours.

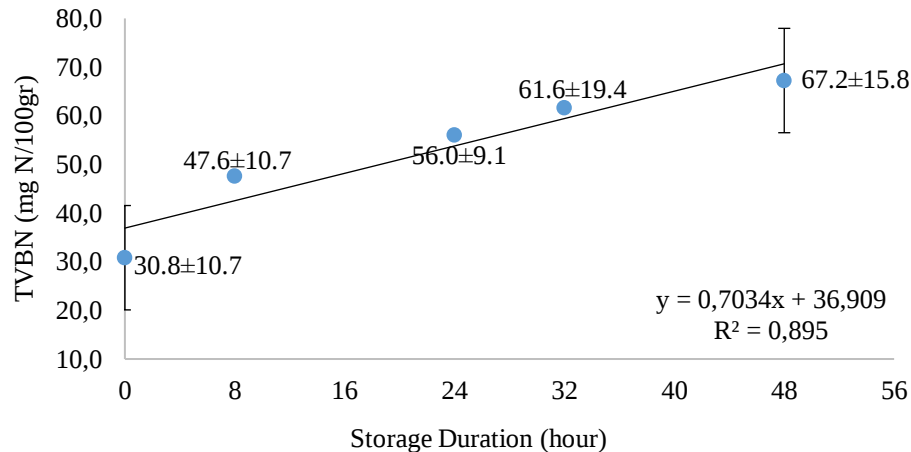


Figure 6 The TVBN value of broiler chicken meat during storage

Research conducted by Balamatsia *et al.* (2007) stated that the maximum TVBN value of chicken meat was 40 mgN/100g. Based on the regression calculation of $y = 0.7034x + 36.909$, broiler chicken meat had been degraded at 4 hour 23 minutes with a TVBN of 40 mgN/100 g, the maximum limit of TVBM value to be consumed by human.

The TPC Value of Broiler Chicken Meat During Storage

The Total Plate Count (TPC) test is a parameter to determine how many microbes in a product or food by counting the colony grown in an agar medium. The number of microbes is the main factor to determine the quality of broiler meat during storage at a temperature of 25 oC and RH 50%.

The number of microbes increased significantly during storage at 0 to 8 hours, which was from 5.60 ± 0.07 log CFU/g to 8.32 ± 0.05 log CFU/g. That was because of the high availability of nutrients in chicken meat still, causing rapid growth of microbes (Sukmawati *et al.* 2018). The growth of microbes continued to increase from 24 to 48 hours of storage, which was from 9.11 ± 0.06 log CFU/g to 9.55 ± 0.24 log CFU/g. The longer storage duration the more degradation in chicken meat due to the higher number of microbes (Jaelani *et al.* 2016). The growth of microbes in the chicken meat was because chicken meat had high protein content that can be a very good medium for microbial growth.

Chicken meat TPC value regression correlation was $y = 0.0718x + 6.8014$ with a good correlation value (R²) of 0.6948. It showed that storage duration was positively correlated with the TPC value. The slope value was positive, meaning that the regression had a positive correlation. Furthermore, this is illustrated in the regression curve with increasing TPC value from 0 to 48 hours shown in Figure 7.

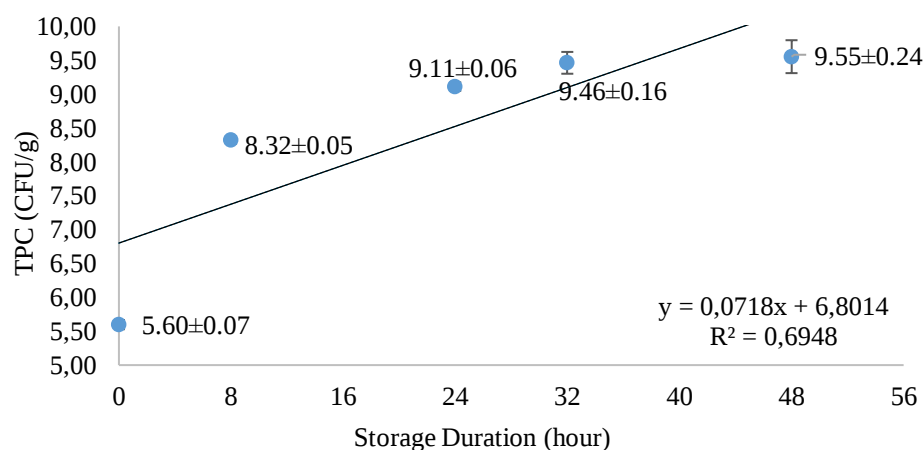


Figure 7 Broiler chicken meat TPC value during storage

Based on Indonesian National Standard 7388:2009 about the maximum microbial contamination of food, state that the maximum total of microbial contamination on fresh chicken meat for consumption is no more than 1×10^6 colony/g or equal to 6 log CFU/g. Meaning broiler chicken meat in this research storage condition was not safe for consumption at 8 hours with a TPC of 8.23 log CFU/g, because it exceeded the maximum limit of safe microbial contamination.

Conclusions

Butterfly pea flower extract could be used as coloring dye in indicator film because it is sensitive to pH changes. The best formulation for indicator film that can detect the damage in broiler chicken meat was polyvinyl alcohol: chitosan ratio of 20:80 with the addition of 5 ml anthocyanin extract from butterfly pea flower. The color change of indicator film from green to yellowish-green on hour 24, showed that the chicken meat was not safe for consumption anymore. The color change in indicator film was correlated with pH, TVBN, and TPC value of broiler chicken meat. Based on data obtained, the pH value of chicken broiler meat had entered the post-rigor mortis phase at hour 24 with a pH of 6.595. If using TVBN regression value, it stated that broiler chicken meat could no longer be consumed after being stored for 4 hours 23 minutes, while in the TPC test, chicken meat is not suitable for consumption at storage between the 0 and 8 hours when TPC value of 5,598 log CFU g became 8,322 log CFU / g.

References

- Ahmadiani N, Rebecca JR, Thomas MC, Monica GM. 2014. Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62: 7524–7531.
- Balamatsia CC, Apostolos P, Michael GK, Ioannis NS. 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.

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 01-2897-2008. *Tentang metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009b. SNI 01-2354-2009. *Tentang Cara Uji Kimia-bagian 8: Penentuan Kadar TVB Pada Produk Prikanan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Rata-Rata Konsumsi Per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting Tahun 2007-2018. [Internet]. [diunduh 2019 September 15]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id>.
- Barus JG. 2017. Pengaruh lama perendaman dengan menggunakan larutan daun salam (*Syzygium Polyanthum*) sebagai pengawet terhadap *total plate count* dan *salmonella* daging broiler [skripsi]. Bandar Lampung (ID): Universitas Lampung.
- Change MJ. 2018. Pengolahan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai serbuk pewarna alami menggunakan enkapsulan maltodekstrin dan soy protein isolate dengan metode pengeringan cabinet *drying* dan *freeze drying* [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Dengen PMR. 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 Hasanuddin.
- Hasnedi YW. 2009. Pengembangan kemasan cerdas (*Smart Packaging*) dengan sensor berbahan dasar chitosan-asetat polivinil alkohol dan pewarna indikator *bromthymol blue* sebagai pendeteksi kebusukan *fillet* ikan nila [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jaelani A, Siti D, Bahrin N. 2016. Pengaruh lama penyimpanan daging itik alabio dalam refrigerator terhadap kualitas mikrobiologi pH dan organoleptik. *Jurnal Ziraah*. 41(1): 145–155.
- Lawrie RA. 2003. *Ilmu daging*. Parakkasi A, penerjemah. Jakarta (ID): Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari *Meat Science*.
- Marpaung AM. 2012. Optimasi proses ekstraksi antosianin pada bunga telang (*Clitoria Ternatea* L.) dengan metode permukaan tanggap [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mega O, Warnoto W, Dewi BC. 2009. Pengaruh pemberian jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap karakteristik dendeng daging ayam petelur afkir. *J Sain Peternakan Indonesia*. 4(2): 106–112.
- 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.
- Oktaviani VVD. 2016. Pengaruh konsentrasi asap cair dan lama perendaman terhadap karakteristik daging ayam [skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pasundan.
- Pagliaro M, Michele R. 2008. *The Future of Glycerol: New Uses of a Versatile Raw Material*. Cambridge (GB): RSC Green Chemistry Book Series.
- Rahardjo Karina KE dan Simon BW. 2015. Biosensor pH berbasis antosianin stroberi dan klorofil daun suji sebagai pendeteksi kebusukan fillet daging ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 333–344.
- Rahmawati HS, Arianty S, Harianti. 2017. Ekstrak bunga mawar merah (*Rose damascene*) sebagai pewarna alami dalam pembuatan es krim rumput laut (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Balik Diwa*. 8(1): 13–22.
- Riyadi NH, Windi A, Arinta H. 2014. Aplikasi ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan ekstrak biji pinang (*Areca catechu* L.) sebagai pengawet daging ayam broiler giling selama proses penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 7(1): 48–58.
- Riyanto R, Irma H, Singgih W. 2014. Karakteristik plastik indikator sebagai tanda peringatan dini tingkat kesegaran ikan dalam kemasan plastik. *JPB Perikanan*. 9(2): 153–163.
- Sahliyah AR. 2017. Kemunduran mutu dan pembentukan formaldehid alami pada ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) selama penyimpanan suhu chilling [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setiautami A. 2013. Pembuatan kemasan cerdas indikator warna dengan pewarna bit (*B. vulgaris* L. var *cicla* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sinha K, Papita DS, Siddhartha D. 2012. Natural blue dye from (*Clitoria Ternatea*) extraction and analysis methods. *RJTA*. 16(2): 34–38.
- Sitompul Alfredo JWS dan Elok Z. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 13–25.
- Sukmawati, Ratna, Ahmad F. 2018. Analisis cemaran mikroba pada daging ayam broiler di kota makassar. *Jurnal Scripta Biologica*. 5(1): 51–53.
- Vankar PS, Srivastava J. 2010. Evalution of anthocyanin content in red and blue flowers. *International Journal of Food Engineering*. 6(4):1–11.
- Wally E, Feny M, Roike IM. 2015. Kajian mutu ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap (fufu) selama penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 7–12.
- Warsiki E, Citra Dewi WP. 2012. Pembuatan label/film indikator warna dengan pewarna alami dan sintetis. *J Agroindustri*. 1(2): 82–87.

- Warsiki E, Rini N, Indah Y. 2013. Pemanfaatan ekstrak daun erpa (*Aerva sanguinolenta*) untuk label cerdas indikator warna. *J Ilmu Pertanian Indonesia*. 18(1): 15–19.
- Waryani SW, Rika S, Farida H. 2014. Pemanfaatan kitosan dari cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan lele (*Clarias batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia*. 3(4): 51–57.
- Winda A. 2016. Pola konsumsi daging ayam broiler berdasarkan tingkat pengetahuan dan pendapatan kelompok mahasiswa fakultas peternakan universitas padjadjaran [skripsi]. Sumedang (ID). Universitas Padjadjaran.
- Wowor AKY, Ransaleleh TA, Tamasoleng M, Komansilan S. 2014. Lama penyimpanan pada suhu dingin daging broiler yang diberi air perasan jeruk katsuuri (*Citrus madurensis* Lour). *Jurnal Zooteck*. 34(2): 148–158.



SURAT TUGAS
No.02/ Prodi ITP-AKD /S-Tg/III/2021

Kaprodi Ilmu dan Teknologi Pangan dengan ini menugaskan kepada:

NO	NAMA	NIDN	PRODI
1	Hermawan Seftiono , S.Si, M.Si	0319098605	Ilmu dan Teknologi pangan
2	Dr Inanpi Hidayati Sumiasih S.P, M.Si.	0323068505	Agroteknologi

Untuk melakukan publikasi di *International Journal of Applied Biology* dengan Judul *Color Indicator Film From Butterfly Pea (Clitoria TernateaL.) as Smart Packaging in Broiler Chicken Meat* Demikian disampaikan, agar dapat dilaksanakan dengan baik dan selamat bertugas.

Jakarta, 03 Maret 2021

Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si
Kaprodi Ilmu dan Teknologi Pangan

Tembusan:
Dekan Bioindustri
Kepala Bagian SDM

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

PROPOSAL PENELITIAN



Film Indikator Warna dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Kemasan Pintar pada Daging Ayam Broiler

TIM PENGUSUL

Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si [0319098605]

UNIVERSITAS TRILOGI

2020

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN PEMULA**

Judul Penelitian : Film Indikator Warna dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Kemasan Pintar pada Daging Ayam Broiler

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 165 / Teknologi Pangan dan Gizi

Peneliti :

a. Nama Lengkap : Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si

b. NIDN : 0319098605

c. Jabatan Fungsional : -

d. Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

e. Nomor HP : 081315477353

f. Alamat surel (e-mail) : hermawan_seftiono@universitas-trilogi.ac.id

Anggota Peneliti (1) :

a. Nama Lengkap :

b. NIDN :

c. Perguruan Tinggi :

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
 PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan	2
 TINJAUAN PUSTAKA	
Ayam Broiler	2
Kemasan Pintar (<i>Smart Packaging</i>)	4
Kitosan	6
Polivinil Alkohol (PVA)	7
Bunga Telang	8
 METODOLOGI	
Waktu dan Tempat	11
Alat dan Bahan	11
Metode Penelitian	12
Metode Analisis	15

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Produksi ayam broiler di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data statistik, produksi ayam broiler pada tahun 2018 sebesar 2.144.013 ton, mengalami kenaikan dibandingkan pada tahun 2014 sebesar 1.544.379 ton (BPS 2018). Peningkatan jumlah produksi ayam broiler tersebut menandakan bahwa tingginya konsumsi masyarakat terhadap daging ayam karena harga yang relatif terjangkau, mudah untuk diperoleh, dan memiliki kandungan gizi yang tinggi (Winda 2016).

Kandungan gizi yang tinggi menyebabkan daging ayam broiler mudah rusak karena dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Barus *et al.* 2017). Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang biak dapat menyebabkan daging ayam broiler mengalami penurunan mutu hingga pembusukan. Selain itu dapat menyebabkan terjadinya dekomposisi protein oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan senyawa berbau busuk seperti indol, skatol, H_2S , dan NH_3 yang mempercepat proses pembusukan daging ayam (Warsiki *et al.* 2012).

Upaya yang dapat dilakukan untuk memperlambat kebusukan bahan pangan yaitu dengan cara pengemasan. Fungsi kemasan pada dasarnya sebagai wadah untuk melindungi bahan pangan atau produk dari kerusakan fisik, kimia, dan biologis serta memperpanjang umur simpan. Perkembangan teknologi pengemasan semakin pesat, kemasan tidak hanya dituntut untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi saat ini kemasan dituntut untuk turut aktif dalam memberikan perlindungan produk serta cerdas dalam memberikan informasi mengenai kondisi produk yang dikemasnya. Perkembangan teknologi dalam kemasan diantaranya kemasan pintar. Kemasan pintar dirancang untuk memberikan informasi aktual kepada konsumen mengenai tingkat kesegaran dan keamanan produk pangan dilengkapi dengan film indikator yang diletakkan pada bagian internal maupun eksternal kemasan (Riyanto *et al.* 2014).

Pengembangan aplikasi kemasan pintar dalam bentuk film biasanya untuk mempermudah penggunaan, film diberi tambahan warna sebagai indikator mutu (Setiautami 2013). Umumnya, zat pewarna terbagi atas dua jenis yaitu pewarna

sintetik dan pewarna alami. Zat pewarna sintetis yaitu *briliant blue* FCF dan *erythrosine* sedangkan contoh zat pewarna alami berupa karotenoid, antosianin, dan klorofil. Penelitian ini akan menggunakan bunga telang sebagai pewarna alami untuk film indikator. Pemilihan bunga telang dikarenakan peneliti melihat bahwa pada saat ini penggunaannya belum maksimal dan belum banyak diteliti, padahal tersimpan potensi yang besar untuk dijadikan sebagai indikator pH alami.

Bunga telang memiliki sumber pigmen alami berwarna biru yang biasa disebut dengan antosianin. Antosianin merupakan zat pewarna alami dari golongan flavonoid yang dapat memberikan warna merah, ungu, dan biru. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Marpaung (2012) menyatakan bahwa kandungan total antosianin pada bunga telang sebesar 40.58 mg/liter, hasil tersebut diperoleh dari 10 gram bunga telang dengan 40 mL pelarut air dan HCl.

Berdasarkan informasi diatas, maka diperlukan penelitian mengenai pemanfaatan bunga telang sebagai film indikator kemasan pintar dalam mendeteksi kualitas daging ayam broiler. Adanya film indikator ini diharapkan kedepannya dapat diterapkan pada daging ayam yang dijual di pasaran sehingga dapat mempermudah konsumen dalam menilai kualitas daging ayam dengan lebih mudah.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi film indikator terbaik dan mengetahui respon film indikator dalam mendeteksi tingkat kerusakan daging ayam dengan parameter perubahan warna, ketebalan, pH, jumlah total cemaran mikroba, dan *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVBN).

TINJAUAN PUSTAKA

Ayam Broiler

Ayam broiler memiliki laju pertumbuhan yang cepat, terutama dalam memproduksi daging dalam waktu yang relatif singkat (Daryanto *et al.* 2015). Ayam broiler dapat dipanen pada saat berumur 6 minggu dengan berat sekitar 1.3 sampai 1.6 kg per ekor (Hidayati 2015). Ayam broiler menjadi salah satu penyumbang terbesar akan protein hewani asal ternak yang menjadi komoditas unggulan (Matulessy *et al.* 2010). Hal ini didukung oleh Badan Pusat Statistik (2016) yang menyatakan bahwa konsumsi protein tertinggi dari sumber hewani

yaitu daging broiler sebesar 0.124 kg perkapita perminggu. Menurut Wijayanti *et al.* (2013) daging ayam broiler sangat disukai oleh masyarakat karena mengandung protein hewani yang cukup tinggi, memiliki rasa yang enak, serta harga yang relatif lebih terjangkau dibandingkan dengan daging lainnya.

Ditinjau dari komposisi kimia daging ayam dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah kandungan protein yang tinggi pada daging ayam yaitu sebesar 18.2 gram. Protein merupakan komponen terpenting dalam tubuh yang sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan jaringan tubuh. Kandungan protein yang tinggi pada daging ayam disebabkan adanya asam amino esensial yang lengkap. Asam amino esensial yang terkandung dalam daging ayam yaitu histidin, triptofan, lisin, valin, metionin, dan isoleusin (Pane 2006).

Tabel 1 Komposisi kimia daging ayam per 100 gram bahan

Komposisi	Jumlah
Air (g)	55.90
Besi (mg)	1.50
Fosfor (mg)	200.00
Kalori (kal)	302.00
Kalsium (mg)	14.00
Karbohidrat (g)	0.00
Lemak (g)	25.00
Protein (g)	18.20
Vitamin B1	0.08
Vitamin C (mg)	0.00

Sumber : Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1996)

Daging ayam yang masih segar memiliki tekstur yang elastis artinya jika ditekan menggunakan jari, daging dengan cepat akan kembali seperti semula, warna daging kekuning-kuningan dengan aroma khas daging ayam broiler, tidak amis, tidak berlendir, dan tidak menimbulkan aroma busuk (Kasih *et al.* 2012). Menurut Matulessy *et al.* (2010) menyatakan bahwa ciri-ciri daging yang masih segar dapat diketahui melalui uji fisik seperti derajat keasaman (pH) 6.16 ± 0.04 , susut masak 21.72 ± 3.45 %, daya ikat air 23.01 ± 1.88 %, dan keempukan 2.81 ± 0.87 gf.

Penentuan kualitas daging ayam dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik pada saat hewan masih hidup atau pun setelah dipotong. Saat hewan masih hidup faktor yang menentukan kualitas daging yaitu cara pemeliharaan meliputi

pemberian pakan dan perawatan kesehatan. Setelah hewan dipotong kualitas daging ayam akan menurun dipengaruhi oleh adanya faktor darah yang dapat menyebabkan kontaminasi mikroba (Murtidjo 2003). Daging ayam harus memenuhi kualitas mikrobiologis yang telah ditetapkan oleh SNI 3924:2009 dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan tentang persyaratan maksimum mutu mikrobiologis pada daging ayam.

Tabel 2 Syarat mutu mikrobiologis

No	Jenis	Satuan	Persyaratan
1	<i>Total Plate Count</i>	CFU/g	maksimum 1×10^6
2	Coliform	CFU/g	maksimum 1×10^2
3	<i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/g	maksimum 1×10^2
4	<i>Salmonella sp</i>	per 25 g	negatif
5	<i>Escherichia coli</i>	CFU/g	maksimum 1×10^1
6	<i>Campylobacter sp</i>	CFU/g	negatif

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2009)

Penelitian yang dilakukan oleh Kuswandi *et al.* (2014) menunjukkan bahwa daging ayam broiler mengalami kerusakan setelah penyimpanan selama 10 jam pada suhu ruang (28 ± 2 °C) yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna stiker sensor dari merah menjadi kuning. Menurut penelitian Sukarya (2009) menyatakan bahwa daging ayam mengalami kebusukan setelah penyimpanan selama 12 jam pada suhu ruang (28 °C) yang ditandai dengan meningkatnya jumlah angka lempeng total. Penelitian yang dilakukan oleh Edi & Roro (2018) menyatakan bahwa daging ayam yang disimpan pada rentan suhu (25 sampai 35 °C) sudah mengalami kerusakan setelah penyimpanan selama 9 jam yang ditandai dengan adanya cemaran bakteri *Salmonella sp*.

Kemasan Pintar

Kemasan pintar merupakan suatu sistem kemasan yang mampu mendeteksi, memberi informasi, dan meningkatkan kualitas yang berkaitan dengan produk (Yam *et al.* 2005). Kemasan pintar merupakan suatu teknologi pengemasan yang memiliki indikator, baik diletakkan secara internal maupun eksternal untuk memantau interaksi antara makanan, kemasan, dan lingkungan (Fuertes *et al.* 2016). Jenis kemasan ini dapat memberikan informasi kepada konsumen mengenai kerusakan produk apabila tidak diperlakukan sesuai dengan syarat penyimpanan.

Kemasan pintar dapat berfungsi dalam memberikan informasi pelabelan terkait tanggal kadaluarsa, mengontrol proses distribusi dan rotasi stok, serta mendeteksi perubahan produk berdasarkan kondisi internal dan eksternal (Kuswandi *et al.* 2014; Yam *et al.* 2005). Terdapat dua cara dalam sistem kemasan pintar yaitu sistem data pendukung dan sistem indikator biosensor. Sistem data pendukung menggunakan *barcode* atau RFID (*Radio Frequency Identification*) yang digunakan untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh, sedangkan sistem indikator biosensor menggunakan label pintar yang akan memberikan informasi secara visual mengenai kondisi produk (Fuertes *et al.* 2016)

Prinsip dari label pintar adalah perubahan warna pada film yang dihasilkan dari interaksi antara pewarna yang sensitif terhadap pH dengan senyawa amin volatil dalam kemasan (Nurfawaidi *et al.* 2018). Penelitian mengenai kemasan pintar sebagai pendeteksi kebusukan sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 yang menunjukkan penggunaan indikator alami dan sintetik sebagai pendeteksi kebusukan pada produk pangan.

Tabel 3 Penelitian terbaru mengenai film indikator

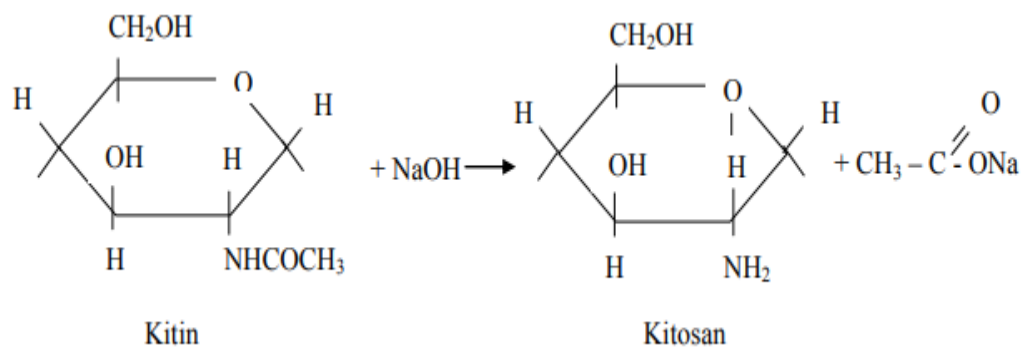
No	Aplikasi	Indikator	Pewarna	Referensi
1	<i>Fillet</i> ikan gurami	Ekstrak daun erpa	Alami	Ulya (2018)
2	Susu pasteurisasi	Ekstrak daun erpa	Alami	Nofrida (2013)
3	<i>Fillet</i> ikan nila	Ekstrak kulit manggis	Alami	Nurhasanah (2016)
4	Ayam potong broiler	<i>Methyl red</i>	Sintetik	Kuswandi <i>et al.</i> (2014)
5	<i>Fillet</i> ikan nila	<i>Bromthymol blue</i>	Sintetik	Hasnedi (2009)
6	Ikan	<i>Bromocresol green</i>	Sintetik	Pacquit <i>et al.</i> (2007)
7	Daging sapi	<i>Bromocresol purple</i> dan <i>Methyl red</i>	Sintetik	Nurfawaid <i>et al.</i> (2018)
8	Ikan kurisi	<i>Bromocresol purple</i> , <i>Bromocresol blue</i> dan <i>Bromocresol green</i>	Sintetik	Riyanto <i>et al.</i> (2014)

Kitosan

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang terdiri atas monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi- β -D-glukosa) dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ (Dompeipen *et al.* 2016). Kitosan memiliki warna putih kekuningan, tidak berbau, larut dalam pelarut asam tetapi tidak larut dalam air, pelarut basa, dan pelarut

organik (Adiana & Lasminda 2014). Kitosan termasuk polisakarida yang memiliki berat molekul rendah sebesar 79.500 Da dan berat molekul tinggi sebesar 171.790 Da (Yulina *et al.* 2014)

Kitosan diperoleh dari hasil deasetilasi kitin. Proses deasetilasi kitin menjadi kitosan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu kimia dan enzimatik. Deasetilasi secara kimia meliputi tiga tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi menggunakan larutan basa kuat dengan suhu yang tinggi serta waktu yang relatif lama (Purwanti & Yusuf 2013). Deasetilasi secara enzimatik menggunakan enzim kitin deasetilase (*chitin deacetylase* = CDA) (Rahmawati *et al.* 2012). Struktur pembentukan kitosan dari kitin dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan perubahan kitin menjadi kitosan menggunakan larutan basa kuat dengan memutus ikatan gugus asetil ($-\text{NHCOCH}_3$) yang terdapat pada kitin, sehingga menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$).



Gambar 1 Struktur pembentukan kitosan dari kitin (Noviani 2012)

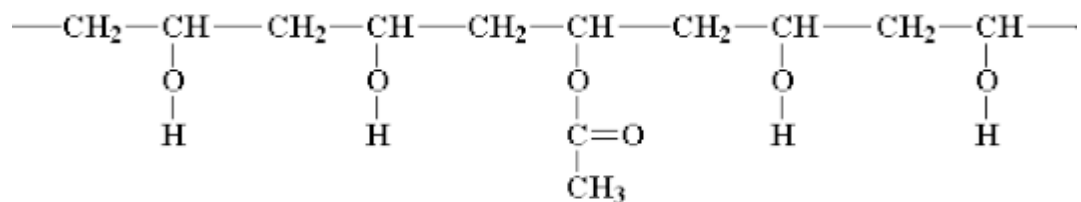
Saat ini kitosan banyak dimanfaatkan secara komersial baik di bidang pangan, biomedis, lingkungan, dan pertanian. Bidang pangan kitosan digunakan sebagai penjernih jus dan pembentuk film. Bidang biomedis dapat digunakan sebagai biomaterial kedokteran gigi untuk pencegahan dan terapi karies gigi (Adiana & Lasminda 2014). Bidang lingkungan kitosan dapat dimanfaatkan sebagai flokulan untuk menghilangkan logam berat dan kontaminasi dari air limbah, menggantikan peran dari kemasan plastik karena kitosan bersifat mudah terdegradasi sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Julian & Santoso 2016 ; Rochima 2014). Bidang pertanian kitosan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan fiksasi nitrogen terhadap pertumbuhan tanaman kedelai selama fase vegetatif dan generatif (Ianca 2010). Fase vegetatif terjadi pada saat awal

pertumbuhan tanaman hingga mulai berbunga sedangkan fase generatif sejak tanaman mulai berbunga sampai perkembangan biji.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni (2012) mengenai penggunaan kitosan sebagai pengawet alami terhadap mutu daging ayam segar selama penyimpanan suhu ruang. Pemberian kitosan sebanyak 1% dengan perlakuan *edible coating* pada daging ayam dapat memberikan laju kemunduran mutu yang lambat dengan mampu mempertahankan mutu selama enam jam. Penggunaan kitosan pada penelitian Nur'aini *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penggunaan pelapis kitosan sebanyak 1.5% dengan waktu pencelupan selama 30 detik mampu memperpanjang umur simpan buah duku hingga enam hari.

Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol (PVA) merupakan polimer sintetis yang diproduksi melalui proses hidrolisis dari polivinil asetat. Polivinil alkohol memiliki rumus molekul $[\text{CH}_2\text{-CH(OH)}]_n\text{-}$ yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Bentuk struktur dari polimer polivinil alkohol (PVA) dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan gabungan dari monomer vinil asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH=CH}_2$) dan vinil alkohol (CH_2CHOH). Polivinil alkohol merupakan zat yang tidak berbau, tidak berasa, serta dapat terurai secara biologis (*biodegradable*). Polivinil alkohol memiliki wujud seperti serbuk berwarna putih dan memiliki titik leleh 228 sampai 256 °C serta larut dalam air pada suhu 90 °C (Julian & Santoso 2016). Kelarutan polimer PVA dalam air pada suhu ruang relatif kecil, tetapi larut dalam air panas dengan limit konsentrasi < 20 % (b/v) (Erizal 1998). Selain itu polivinil alkohol memiliki kuat sobek sebesar 147 sampai 834 N.mm⁻¹ dan kuat tarik sebesar 44 sampai 64 MN.m⁻².



Gambar 2 Struktur kimia polivinil alkohol (Discha 2014)

Pemanfaatan polivinil alkohol salah satunya sebagai bahan dalam pembuatan kemasan plastik film. Penelitian yang dilakukan oleh Nofiandi *et al.* (2016) yaitu memanfaatkan polivinil alkohol (PVA) dalam pembuatan *edible film* dari poliblend pati sukun. Poliblend merupakan campuran polimer dua atau lebih untuk membuat bahan baru dengan menghasilkan sifat fisik yang berbeda. Penggunaan PVA tersebut sebagai poliblend untuk menutupi kekurangan pati yang biasanya rapuh, dengan adanya penambahan PVA *edible film* yang dihasilkan akan lebih rapat dan meningkatkan ketahanan terhadap air. Hal tersebut dikarenakan polivinil alkohol memiliki permeabilitas oksigen yang baik, tidak bersifat imunogenik, serta memiliki sifat yang baik dalam pengemulsi dan pembentukan film (Mutia & Eriningsih 2012).

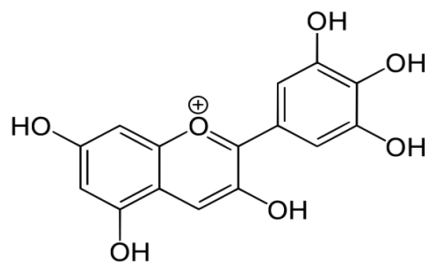
Bunga Telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan bunga majemuk yang memiliki tangkai silindris dengan panjang kurang lebih 1.5 cm, memiliki kelopak berbentuk corong, mahkota berbentuk kupu-kupu, dan berwarna biru (Hartono *et al.* 2013) dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan morfologi bunga telang. Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) termasuk dalam suku *Papilionaceae* atau *Fabaceae* (polong-polongan) yang berasal dari daerah asia tropis banyak ditemukan di Ternate Maluku Utara, sekarang telah menyebar di Afrika, Australia, dan Amerika (Budiasih 2017). Bunga telang dikenal dengan nama berbeda-beda di berbagai daerah yaitu bunga unga biru atau bunga kelentit (Sumatra), kembang teleng (Jawa), bunga talang atau bunga temen raleng (Sulawesi), dan bisi (Maluku) (Dalimartha 2008).



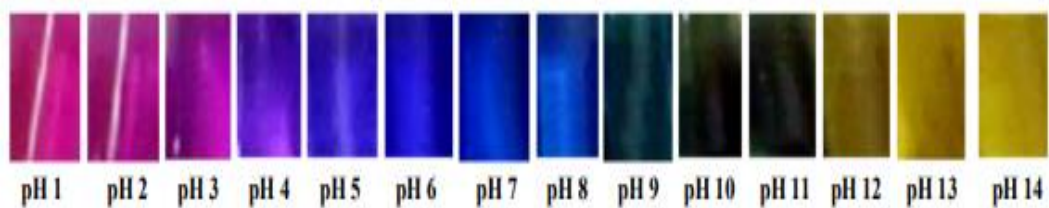
Gambar 3 Morfologi bunga telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki pigmen alami yaitu antosianin yang berpotensi sebagai pewarna. Antosianin merupakan zat pewarna alami dari golongan flavonoid yang dapat memberikan warna merah, ungu, dan biru. Keberadaan antosianin pada tanaman bunga telang terletak di dalam organel vakuola yang terdapat di mahkota bunga (Priska *et al.* 2018). Menurut Change (2018) jenis antosianin yang ada pada bunga telang yaitu golongan delphinidin. Struktur antosianin golongan delphinidin ditandai dengan adanya 6 gugus hidroksil (-OH) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Struktur antosianin golongan delphinidin (Change 2018)

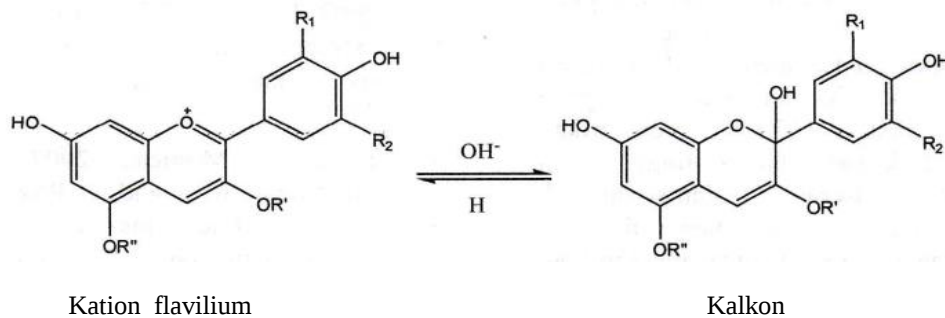
Antosianin yang terdapat pada bunga telang memberikan warna biru. Antosianin dapat diekstrak menggunakan pelarut organik seperti air, etanol, dan metanol. Menurut penelitian Saptarini *et al.* (2015) menyatakan bahwa bunga telang memiliki perubahan warna dari ungu ke biru pada pH 4, biru ke hijau pada pH 9, dan hijau ke kuning pada pH 12 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Perubahan warna indikator bunga telang

Intensitas warna dan stabilitas antosianin dari ekstrak bunga telang yang terbentuk dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH dan suhu (Santoso & Estiasih 2014). Antosianin stabil pada kondisi asam dibandingkan dengan netral atau basa. Peningkatan nilai pH dapat menyebabkan perubahan struktur antosianin yang awalnya berada dalam bentuk senyawa kation flavilium berwarna merah menjadi senyawa kalkon atau tidak berwarna (Change 2018) dapat dilihat pada Gambar 6. Antosianin umumnya tidak stabil pada suhu tinggi sehingga selama pengolahan

hingga penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan dan perubahan warna antosianin (Nofrida 2013).



Gambar 6 Perubahan struktur kation flavilium menjadi kalkon (Suzery *et al.* 2010)

Tanaman bunga telang selama ini dimanfaatkan sebagai sumber pewarna makanan dan obat, sebagai obat tradisional, serta memiliki potensi farmakologi. Bunga telang dimanfaatkan sebagai pewarna alami makanan pada pembuatan ketan di Malaysia dan es lilin di Indonesia (Hartono *et al.* 2013). Penelitian mengenai pengaplikasian ekstrak bunga telang sebagai pewarna alami dalam pembuatan sirup parasetamol, menghasilkan warna yang relatif stabil selama penyimpanan empat minggu (Pratimasari & Lindawati 2018). Bunga telang juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk mengobati penyakit diabetes melitus, sebagai anti kanker, dan juga obat untuk mata (Budiasih 2017). Selain itu bunga telang memiliki sejumlah senyawa aktif yang memiliki potensi farmakologi. Senyawa bioaktif yang terdapat pada mahkota bunga telang dapat dilihat pada Tabel 4. Senyawa bioaktif berupa flavonoid, flavonol glikosida, kaempferol glikosida, antosianin, quersetin glikosida, dan mirisetin glikosida merupakan salah satu kandungan aktif tanaman yang termasuk dalam kelompok metabolit sekunder dalam bentuk aglikon (Kazuma 2003).

Tabel 4 Kadar senyawa aktif mahkota bunga telang

Senyawa	Konsentrasi (mmol/mg bunga)
Flavonoid	20.07 ± 0.55
Flavonol glikosida	14.66 ± 0.33
Kaempferol glikosida	12.71 ± 0.46
Antosianin	5.40 ± 0.23
Quersetin glikosida	1.92 ± 0.12
Mirisetin glikosida	0.04 ± 0.01

Sumber: Kazuma (2003)

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

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

Bahan dan Alat

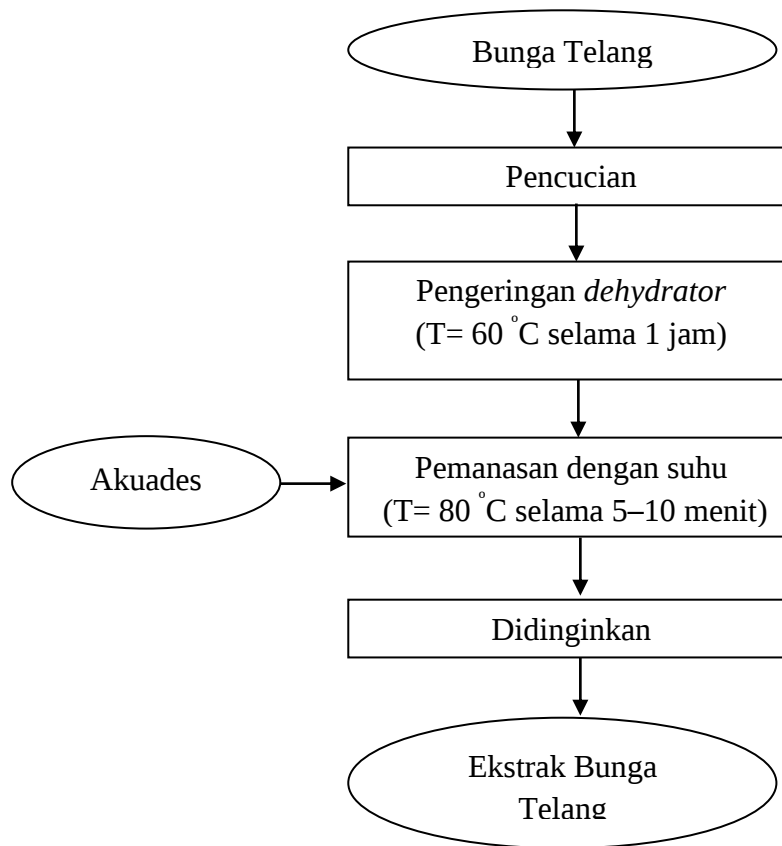
Bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah bunga telang yang diperoleh dari kebun di daerah Kedung Halang dan daging ayam bagian dada diperoleh dari pasar Lenteng Agung. Bahan yang digunakan untuk membuat film indikator warna adalah kitosan, polivinil alkohol, gliserol, akuades, dan asam asetat. Bahan untuk pengaplikasian kemasan pintar adalah *plastic wrap* dan *styrofoam*. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah aluminium foil, kertas saring Whatman no 1, akuades, media *Plate Count Agar* (PCA) Merck, media *Buffer Peptone Water* (BPW) Merck, etanol 95% Merck, kalium karbonat ROFA Laboratorium Centre, *Trichloroacetic Acid* 7% (TCA) Nitra Kimia, HCl 1.5 N, asam borat 2% Pudah Scientific, indikator *Bromocresol Green* (BCG) Nitra Kimia, indikator *Methyl Red* (MR) Pudah Scientific, vaselin ROFA Laboratorium Centre, dan HCl 0.02 N Merck.

Alat yang digunakan untuk mengekstrak antosianin bunga telang adalah *dehydrator* Excalibur, neraca analitik Kern, kompor, panci, saringan, pengaduk, dan *thermometer* Thermo TA 288. Alat yang digunakan untuk membuat film indikator warna dan kemasan pintar adalah neraca analitik Kern, *thermometer* Thermo TA 288, gelas beaker, *hot plate* Stuart, *magnetic stirrer*, gelas ukur, dan cetakan plastik ukuran 12x12 cm. Alat yang digunakan untuk analisis adalah *chromameter* TCR 200, pH meter Agilent Technologies, mikrometer sekrup, cawan petri, oven Memmert, Erlenmeyer, tabung reaksi, bunsen, mortar dan alu, inkubator Memmert, mikropipet, spektrofotometer UV-Vis, cawan Conway, autoklaf Hirayama, vortex ZX3, buret, statif, dan pipet.

Metode Penelitian

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

Bunga telang yang telah dibersihkan lalu dikeringkan menggunakan *dehydrator* pada suhu 60 °C selama 1 jam (modifikasi). Selanjutnya bunga telang yang sudah kering ditimbang sebanyak 5 gram dan ditambahkan akuades sebanyak 250 mL, kemudian dipanaskan dengan suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit. Setelah dilakukan pemanasan kemudian didinginkan dan disaring. Hasil filtrat untuk digunakan untuk tahap selanjutnya. Diagram alir pembuatan ekstrak bunga telang dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Proses pembuatan ekstrak bunga telang

Pembuatan Film Indikator Warna (Warsiki *et al.* 2013 dengan modifikasi)

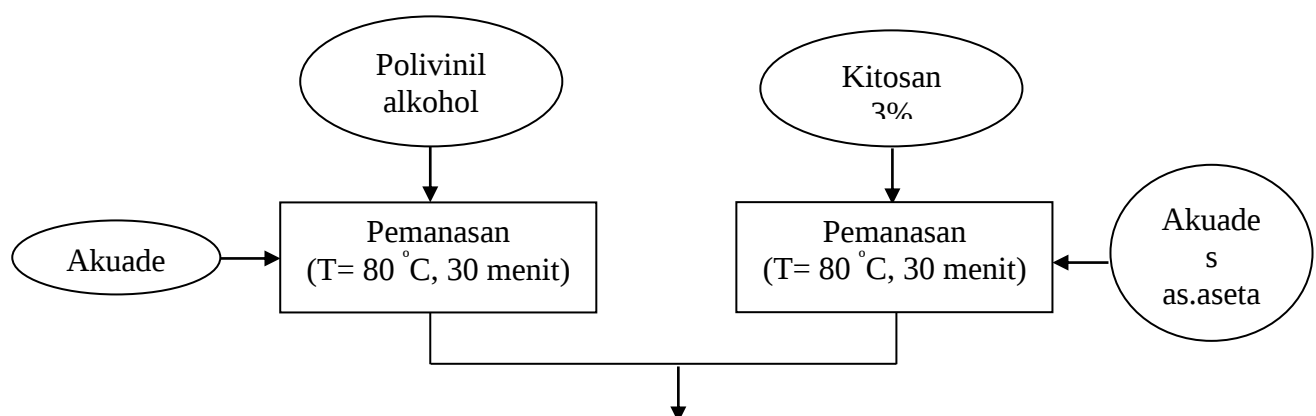
Polivinil alkohol dilarutkan dengan akuades pada suhu 80 °C selama 30 menit menggunakan *hot plate*. Selanjutnya kitosan dilarutkan dengan menggunakan asam asetat sebanyak 1%, kemudian ditambahkan akuades dan dipanaskan pada suhu 80 °C selama 30 menit. Campurkan larutan polivinil alkohol dengan larutan kitosan-asetat sesuai dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

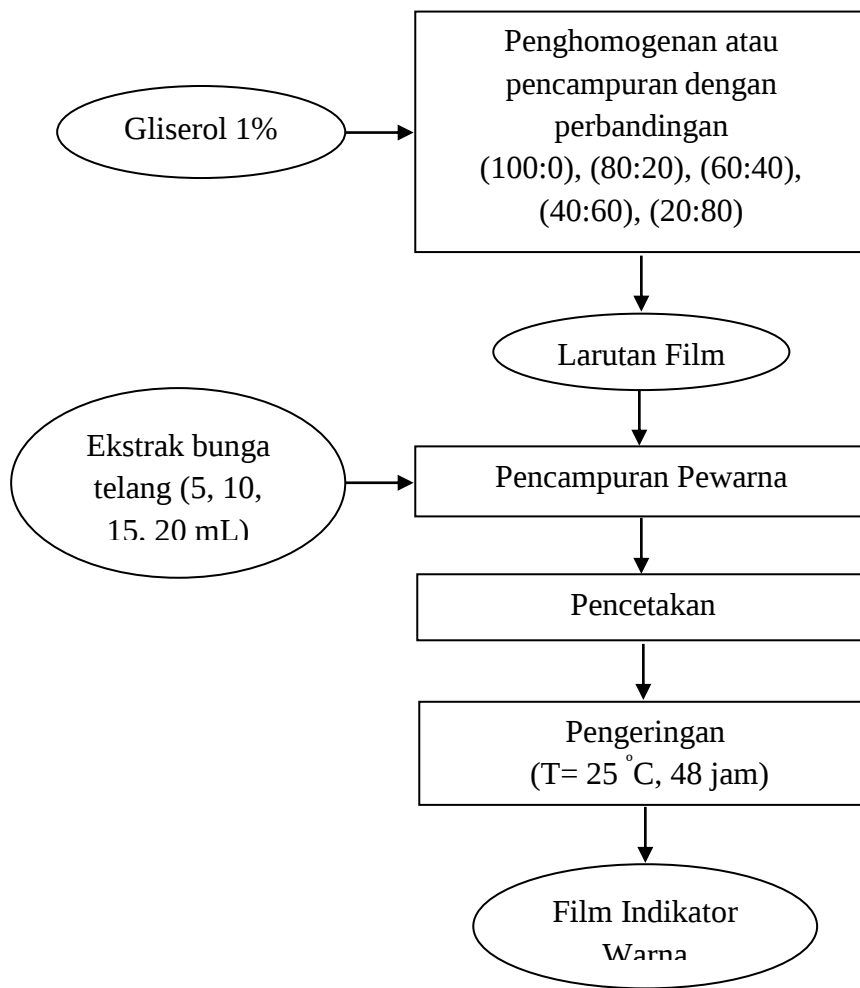
Tahap selanjutnya ditambahkan gliserol sebanyak 1%, kemudian dilakukan homogenisasi dengan cara diaduk. Selanjutnya pemberian pewarna alami yaitu ekstrak bunga telang. Teknik pewarnaan film yang dilakukan dengan mencampurkan langsung ke dalam larutan film sebelum dicetak. Pemberian pewarna ekstrak bunga telang sebanyak 5, 10, 15, dan 20 mL. Larutan yang telah homogen, dilakukan pencetakan dengan cetakan plastik ukuran 12x12 cm. Modifikasi dilakukan pada suhu dan waktu pengeringan film indikator, film dikeringkan pada suhu ruang 25 °C selama 48 jam. Diagram alir pembuatan film indikator warna dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 5 Perbandingan PVA dan kitosan

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

Sumber: Apriyanto (2007)

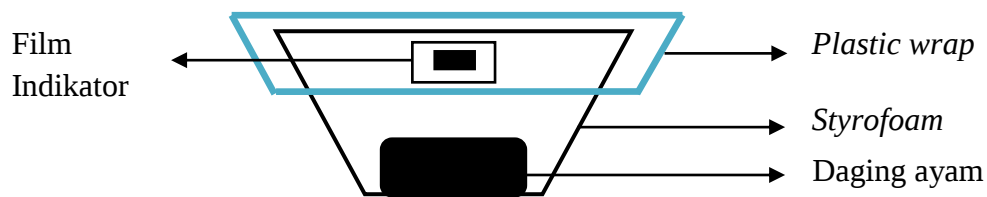




Gambar 8 Proses pembuatan film indikator warna

Aplikasi Film Indikator pada Daging Ayam (Octavia 2015 dengan modifikasi)

Aplikasi film indikator dilakukan dengan memodifikasi metode yang telah dikembangkan oleh Octavia (2015). Modifikasi yang dilakukan, yaitu suhu dan waktu pengujian. Film indikator diaplikasikan pada daging ayam dengan cara meletakkan film indikator berukuran 3x3 cm disisi atas bagian dalam *styrofoam*. Daging ayam ditimbang sebanyak 60 gram diletakkan pada *styrofoam* dan ditutup dengan *plastic wrap* yang sebelumnya telah direkatkan film indikator. Selanjutnya daging ayam disimpan pada suhu 25 °C dengan RH 50% selama 48 jam. Pengamatan dilakukan pada jam ke 0, 8, 24, 32, dan 48 untuk melihat perubahan film indikator. Analisis yang dilakukan meliputi perubahan warna film, ketebalan film dan penurunan mutu daging yang terdiri atas nilai pH, jumlah mikroba, dan uji TVBN. Aplikasi label indikator pada kemasan daging dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Aplikasi Film indikator pada kemasan pintar daging ayam broiler

Metode Analisis

Prosedur analisis yang dilakukan terdiri atas beberapa pengujian yaitu analisis pH ekstrak bunga telang, pengukuran kadar antosianin, uji ketebalan film, analisis warna film, dan untuk penurunan mutu daging terdiri atas uji pH daging ayam, uji *Total Plate Count* (TPC), dan uji *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVBN).

Analisis pH Ekstrak Bunga Telang

Nilai pH ekstrak bunga telang diukur menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar pH 4, 7, dan 10. Nilai pH diukur dengan cara elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampai menunjukkan pH yang stabil. Setelah pencelupan elektroda ke dalam larutan sampel dibilas menggunakan akuades dan dilap dengan tisu kering.

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

Konsentrasi antosianin diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Hasil ekstraksi sebanyak 1 ml diencerkan hingga 100 mL dengan etanol 95% dan HCl 1.5 N (85:15). Filtrat kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm. Total antosianin kemudian dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

- Fp = Faktor pengenceran
 Faktor 98.2 = Nilai ϵ (serapan molar) dari pigmen antosianin dalam pelarut 95% : HCl 1% N (85:15) merujuk pada absorbansi antosianin dalam ethanol asam yang diukur dalam kuvet 1 cm pada panjang gelombang 535 nm dalam konsentrasi 1% (v/v)
 W sampel = Berat sampel (g)

Uji Ketebalan Film Indikator (Nofrida 2013)

Lapisan film indikator yang dihasilkan diukur ketebalannya menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0.01 mm. Pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda (kanan atas, kiri atas, kanan bawah, kiri bawah, dan tengah). Hasil pengukuran dari kelima titik kemudian dirata-ratakan sehingga diperoleh nilai rata-rata dari ketebalan film indikator.

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

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter* yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara membaca nilai kroma kertas warna putih. Film indikator diletakkan ke dalam cawan kaca hingga permukaannya sama rata dengan bibir cawan. Selanjutnya *measuring head chromameter* diletakkan pada sampel yang akan diukur, kemudian tombol “MEASURE” pada *measuring head* ditekan. Warna dibaca oleh *detector* digital dan hasilnya ditampilkan di layar. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing sampel.

Hasil pengukuran yang terbaca adalah notasi L (*lightness*), a (*redness*), dan b (*yellowness*). Notasi tersebut digunakan sebagai parameter warna. Nilai L menunjukkan tingkatan kecerahan warna dengan interval nilai 0 (hitam) hingga 100 (putih). Notasi a menggambarkan warna campuran merah-hijau sedangkan notasi b menggambarkan warna campuran kuning-biru. Nilai ini kemudian digunakan untuk mengetahui 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:

$$^{\circ}\text{hue} = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$$
$$\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Keterangan :

ΔL = L sampel – L standar

Δa = a sampel – a standar

Δb = b sampel – b standar

L standar, a standar, b standar adalah nilai awal warna dari film indikator (pH = 7)

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

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar pH 4, 7, dan 10. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dihancurkan dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Selanjutnya ditambahkan 50 mL akuades dan dihomogenkan selama 1 menit. Nilai pH diukur dengan cara elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel sampai menunjukkan pH yang stabil. Setelah pencelupan elektroda ke dalam larutan sampel dibilas menggunakan akuades dan dilap dengan tisu kering.

Uji *Total Plate Count* (TPC) (BSN 2008)

Sampel ditimbang sebanyak 25 gram, kemudian sampel dihancurkan menggunakan mortar dan alu. Sampel dimasukkan ke dalam wadah steril yang telah berisi 225 ml larutan *buffer peptone water* (BPW) dan dihomogenkan selama dua menit. Larutan sampel tersebut sebagai pengenceran 10^{-1} . Larutan pengenceran 10^{-1} diencerkan dengan mengambil sebanyak 1 ml dan dipipet ke dalam tabung yang berisi 9 ml larutan BPW untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Lakukan hal yang sama untuk pengenceran 10^{-3} dan seterusnya (sesuai kondisi sampel).

Pengenceran terus dilakukan hingga mencapai pengenceran 10^{-8} , setiap pengenceran 10^{-6} hingga 10^{-8} diambil 1 ml menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Lakukan secara duplo untuk setiap pengenceran. Tambahkan sebanyak 12 sampai 15 mL larutan PCA yang sudah didinginkan hingga mencapai suhu 45 °C ke dalam masing-masing cawan yang sudah berisi sampel. Setelah agar menjadi padat, lakukan inkubasi dengan posisi terbalik di dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 48 jam. Inkubasi selesai, hitung jumlah mikroba di setiap seri cawan petri. Perhitungan hanya untuk cawan dengan jumlah koloni 25 sampai 250 koloni.

Uji *Total Volatile Basic Nitrogen* TVBN (BSN 2009)

Sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 25 gram. Sampel kemudian ditambahkan 75 ml larutan TCA 7%, dan diblender hingga homogen. Selanjutnya campuran antara sampel dan larutan TCA disaring menggunakan kertas saring Whatman no 1. Siapkan cawan Conway yang telah diolesi vaselin pada bagian tutup. Tampung hasil filtrat menggunakan tabung Erlenmeyer, filtrat yang

dihasilkan kemudian dipipet 1 mL lalu dimasukkan ke dalam *outer chamber* disebelah kiri dan tambahkan 1 mL larutan K_2CO_3 ke dalam *outer chamber* sebelah kanan sehingga filtrat dan K_2CO_3 tidak bercampur. Selanjutnya pipet 2 mL larutan asam borat 2% dimasukkan kedalam *inner chamber* cawan Conway dan 2 tetes indikator *bromocresol green* dan *methyl red* yang telah dicampur. Tutup cawan yang sebelumnya telah diberi vaselin dengan rapat, kemudian dihomogenkan dengan membentuk angka delapan secara perlahan sehingga larutan yang ada pada kedua sisi *outer chamber* bercampur.

Selain itu kerjakan blanko dengan prosedur yang sama tetapi filtrat diganti dengan larutan TCA 7 %. Cawan Conway disimpan pada inkubator dengan suhu 35 °C selama 2 jam. Setelah disimpan, larutan innering dalam *inner chamber* cawan Conway yang berisi blanko dititrasi dengan larutan HCl 0.02 N hingga warna larutan berubah menjadi merah muda. Hal yang sama juga dilakukan pada cawan Conway yang berisikan filtrat sampel.

Perhitungan nilai TVB dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{mg-N/100g TVB} = \frac{(V_c - V_b) \times N \times 14.007 \times fp \times 100}{W}$$

Keterangan :

- V_c = volume larutan HCl pada titrasi contoh (ml)
- V_b = volume larutan HCl pada titrasi blanko (ml)
- N = normalitas larutan HCl (N)
- W = berat contoh (g)
- 14,007 = berat atom nitrogen (g/mol)
- fp = faktor pengenceran
- 100 = kandungan TVB dalam berat 100 g contoh

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 01-2897-2008. *Tentang metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009a. SNI 01-3924-2009. *Tentang Mutu Karkas Dan Daging Ayam*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009b. SNI 01-2354-2009. *Tentang Cara Uji Kimia-bagian 8: Penentuan Kadar TVB Pada Produk Prikanan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009c. SNI 01-7388-2009. *Tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 1996. *Pedoman Praktis Pemantauan Gizi Orang Dewasa*. Jakarta: Depkes.
- Adiana ID, Lasmina S. 2014. Penggunaan kitosan sebagai biomaterial di kedokteran gigi. *Dentika Dental Journal*. 18(2): 190–193.
- Afrianti M, Bambang D, Bhakti ES. 2013. Perubahan warna profil protein dan mutu organoleptik daging ayam broiler setelah direndam dengan ekstrak daun seduduk. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(3): 116–120.
- Ahmadiani N, Rebecca JR, Thomas MC, Monica GM. 2014. Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62: 7524–7531.
- Anggraeni E. 2012. Penggunaan kitosan sebagai pengawet alami terhadap mutu daging ayam segar selama penyimpanan suhu ruang [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Apriyanto J. 2007. Karakteristik biofilm dari bahan dasar polivinil alkohol (PVOH) dan kitosan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Rata-Rata Konsumsi Per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting Tahun 2007-2018. [Internet]. [diunduh 2019 September 15]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id>.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Daging Ayam Ras Pedaging Tahun 2014-2018. [Internet]. [diunduh 2019 Oktober 05]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id>.
- Barus JG. 2017. Pengaruh lama perendaman dengan menggunakan larutan daun salam (*Syzygium Polyanthum*) sebagai pengawet terhadap *total plate count* dan *salmonella* daging broiler [skripsi]. Bandar Lampung (ID): Universitas Lampung
- Budiasih KS. 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. hml 201–206
- Balamatsia CC, Apostolos P, Michael GK, Ioannis NS. 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.
- Change MJ. 2018. Pengolahan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai serbuk pewarna alami menggunakan enkapsulan maltodekstrin dan soy protein isolate dengan metode pengeringan cabinet drying dan freeze

- drying [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Katolik Soegijapranata Semarang
- Chayaratanasin P, Allen C, Chaturong S, Sudarat S, Porntip P, Nipattra S, Manuel AB, Sirichai A. 2009. *Clitoria ternatea* flower petal extract inhibits adipogenesis and lipid accumulation in 3T3-L1 preadipocytes by downregulating adipogenic gene expression. *Journal Molecules*. 24: 1–16
- Dalimartha S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Jilid 5*. Jakarta (ID): PT Pustaka Bunda.
- Daryanto, Suprapti S, Endah S. 2015. Analisis pendapatan peternak ayam ras pedaging pola kemitraan inti-plasma. *Studi Pendapatan Peternak*. 11(1): 92–105
- Dengen PMR. 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 Hasanuddin.
- Discha FE. 2014. Prarancangan pabrik polivinil alkohol dari vinil asetat monomer dan metanol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun [skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gajah Mada.
- Dompeipen EJ, Marni K. Riardi PD. 2016. Isolasi kitin dan kitosan dari limbah kulit udang. *Majalah BIAM*. 12(01): 32–38.
- Edi S dan Roro SNR. 2018. Pengaruh lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang dan refrigerator terhadap angka lempeng total bakteri dan adanya bakteri *Salmonella sp.* 4(1). *Jurnal Biosains*. 23–31
- Erizal dan Rahayu C. 1998. Karakterisasi hidrogel poli(vinil alkohol) (PVA) hasil polimerisasi radiasi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 137–144.
- Fuertes G, Ismael S, Raul C, Manuel V, Jorge S, Carolina L. 2016. Intelligent packaging system: sensors and nanosensors to monitor food quality and safety. *Journal of Sensors*. 1–8.
- Hasnedi YW. 2009. Pengembangan kemasan cerdas (*Smart Packaging*) dengan sensor berbahan dasar chitosan-asetat polivinil alkohol dan pewarna indikator *bromthymol blue* sebagai pendeteksi kebusukan *fillet* ikan nila [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hartono MA, Ekawati P, Sinung P. 2013. Pemanfaatan ekstrak bunga telang (*Clitoria Ternatea L.*) sebagai pewarna alami es lilin. 1–15.
- Hidayati. 2015. Pengaruh pemberian pakan standar petani dan campuran tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*) terhadap pertumbuhan ayam broiler (*Gallus domestica*) dan sumbangsihnya pada materi pertumbuhan di kelas VIII SMP/MTs [skripsi]. Palembang (ID): Universitas Islam Negeri Raden Fatah.
- Ianca BF. Pengaruh perlakuan kitosan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glicine max*) selama fase vegetatif dan awal fase generatif [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Irmaya R. 2018. Karakteristik polivinil alkohol yang dimodifikasi dengan asam adipat [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Jaelani A, Siti D, Bahrin N. 2016. Pengaruh lama penyimpanan daging itik alabio dalam refrigerator terhadap kualitas mikrobiologi pH dan organoleptik. *Jurnal Ziraa'ah*. 41(1): 145–155.

- Julian J, dan Eko S. 2016. Pengaruh komposisi PVA/kitosan terhadap perilaku membrane komposit PVA/kitosan/grafin oksida yang terikat silang asam sulfat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(1): 2337–3520.
- Kasih NS, A. Jaelani, N. Firahmi. 2012. Pengaruh lama penyimpanan daging ayam segar dalam refrigerator terhadap pH, susut masak dan organoleptik. *J. Media Sains*. 4(2): 154–159.
- Kazuma K, Noda N, Suzuki M. 2003. Flavonoid composition related to petal color in different lines of (*Clitoria Ternatea* L). *J Phytochem*. 64(6): 1133–1139.
- Kuswandi B, Jayus, Revi O, Aminah A, Yook H.L. 2014. A Novel on-package sticker sensor based on methyl red for real-time monitoring of broiler chicken cut freshness. *J Technology and Science*. 27: 69–81.
- Lawrie RA. 2003. *Ilmu daging*. Parakkasi A, penerjemah. Jakarta (ID): Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari *Meat Science*.
- Lindy Tri EN. 2008. Aplikasi ekstrak antosianin buah duwet (*Syzgium cumini*) pada produk jelly yogurt dan minuman berkarbonasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Marpaung AM. 2012. Optimasi proses ekstraksi antosianin pada bunga telang (*Clitoria Ternatea* L.) dengan metode permukaan tanggap [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Matulessy DN, Edi S, Rusman. 2010. Evaluasi karakteristik fisik komposisi kimia dan kualitas mikroba karkas broiler beku yang beredar dipasar tradisional kabupaten halmahera utara maluku utara. *Buletin Peternakan*. 34(3): 178–185.
- Mega O, Warnoto W, Dewi BC. 2009. Pengaruh pemberian jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap karakteristik dendeng daging ayam petelur afkir. *J Sain Peternakan Indonesia*. 4(2): 106–112.
- Murtidjo, BA. 2003. *Pemotongan dan Penanganan Daging Ayam*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Mutia T, Rifaida E. 2012. Penggunaan webs serat alginate/polivinil alkohol hasil proses elektrosponing untuk pembalut luka primer. *Jurnal Riset Industri*. 6(2): 137–147.
- Nofiandi D, Wida N, Asa Sofie LP. 2016. Pembuatan dan karakteristik *edible film* dari poliblend pati sukun-polivinil alkohol dengan propilenglikol sebagai plasticizer. *Jurnal Katalisator* 1(2): 1–12.
- 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.
- Nur'aini H, Siska A. 2015. Penggunaan kitosan untuk memperpanjang umur simpan buah duku. *J Agritepa*. 1(2): 195–210.
- Nurfawaidi A, Bambang K, Lestyo W. 2018. Pengembangan label pintar untuk indikator kesegaran daging sapi pada kemasan. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 6(2): 199–204.
- Nurhasanah I. 2016. Plastik biosensor berbasis kitosan antosianin kulit buah manggis sebagai pendeteksi kerusakan fillet ikan nila [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Negeri Semarang.

- Noviani H. 2012. Analisis penggunaan koagulan poly aluminium chloride (PAC) dan kitosan pada proses penjernihan air di PDAM tirta pakuan bogor [skripsi]. Bogor (ID): Universitas Pakuan.
- Octavia R. 2015. Pembuatan label cerdas pendeteksi *Staphylococcus aureus* pada daging [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Oktaviani VVD. 2016. Pengaruh konsentrasi asap cair dan lama perendaman terhadap karakteristik daging ayam [skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pasundan.
- Pacquit A, June F, Danny D, King TL, Alan F, Brid Q, Dermot D. 2007. Development of a smart packaging for the monitoring of fish spoilage. *J food chemistry*. 102(2): 466–470.
- Pagliaro M, Michele R. 2008. *The Future of Glycerol: New Uses of a Versatile Raw Material*. Cambridge (GB): RSC Green Chemistry Book Series.
- Pane FA. 2006. Komposisi asam amino daging ayam kampung, broiler dan produk olahannya [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pratimasari D, Novena YL. 2018. Optimasi zat warna bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai pewarna alami pada sirup parasetamol. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 4(2): 89–87.
- Priska M, Natalia P, Ludovicus C, Yulius DN. 2018. Antosianin dan pemanfaatannya. *Journal of Applied Chemistry*. 6(2): 79–97.
- Purwanti A, Muhammad Y. 2013. Upaya peningkatan kelarutan kitosan dalam asam asetat dengan melakukan perlakuan awal pada pengolahan limbah kulit udang menjadi kitosan. Didalam: *Seminar Nasional ke 8 2013: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*; 2013 Desember 14; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Hlm 198–202.
- Rahmawati W, D. Herasari dan Husniati. 2012. Produksi kitosan dari bahan baku cangkang udang menggunakan metode kimia dan enzimatis dengan enzim kitin deasetilase. *Prosiding SNSMAIP III*. 3(3): 535–540.
- Rahmawati HS, Arianty S, Harianti. 2017. Ekstrak bunga mawar merah (*Rose damascene*) sebagai pewarna alami dalam pembuatan es krim rumput laut (*Euclima spinosum*). *Jurnal Balik Diwa*. 8(1): 13–22.
- Rahardjo Karina KE dan Simon BW. 2015. Biosensor pH berbasis antosianin stroberi dan klorofil daun suji sebagai pendeteksi kebusukan fillet daging ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 333–344.
- Riyadi NH, Windi A, Arinta H. 2014. Aplikasi ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan ekstrak biji pinang (*Areca catechu* L.) sebagai pengawet daging ayam broiler giling selama proses penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 7(1): 48–58.
- Riyanto R, Irma H, Singgih W. 2014. Karakteristik plastik indikator sebagai tanda peringatan dini tingkat kesegaran ikan dalam kemasan plastik. *JPB Perikanan*. 9(2): 153–163.
- Rifkowsaty EE, Adha PW. 2016. Pengaruh ekstraksi cara basah dan cara kering terhadap aktivitas antioksidan ekstrak cengkodok (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1): 10–15.
- Rochima E. 2014. Kajian pemanfaatan limbah rajungan dan aplikasinya untuk bahan minuman kesehatan berbasis kitosan. *Jurnal akuatika*. 5(1): 71–82.

- Sahliyah AR. 2017. Kemunduran mutu dan pembentukan formaldehid alami pada ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) selama penyimpanan suhu chilling [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Santoso WE, Estiasih T. 2014. Kopigmentasi ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* var. *Ayumurasaki*) dengan kopigmentasi Na-kaseinat dan protein whey serta stabilitasnya terhadap pemanasan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 121–127.
- Saptarini NY, Dadan S, Hera N. 2015. Application of butterfly pea (*Clitoria ternatea* Linn) extract as an indicator of acid-base titration. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(2): 275–280.
- Sari P. 2011. Potensi antosianin buah duwet (*Syzygium cumini*) sebagai pewarna pangan alami yang memiliki kemampuan antioksidasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setiautami A. 2013. Pembuatan kemasan cerdas indikator warna dengan pewarna bit (*B. vulgaris* L. var *cicla* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sinha K, Papita DS, Siddhartha D. 2012. Natural blue dye from (*Clitoria Ternatea*) extraction and analysis methods. *RJTA*. 16(2): 34–38.
- Sitompul Alfredo JWS dan Elok Z. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 13–25.
- Soeparno. 2011. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Sukarya R. 2009. Aplikasi bakteriosin *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 sebagai pengawet daging ayam segar [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukmawati, Ratna, Ahmad F. 2018. Analisis cemaran mikroba pada daging ayam broiler di kota makassar. *Jurnal Scripta Biologica*. 5(1): 51–53.
- Suptijah P, Yayandi G, Dadi RS. 2008. Kajian efek daya hambat kitosan terhadap kemunduran mutu fillet ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) pada penyimpanan suhu ruang. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 11(2): 89–101.
- Suradi K. 2006. Perubahan sifat fisik daging ayam broiler post mortem selama penyimpanan temperatur ruang. *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(1): 23–27.
- Suzery M, Sri L, Bambang C. 2010. Penentuan total antosianin dari kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) dengan metode maserasi dan sokshletasi. *Jurnal Sains & Matematika*. 18(1): 1–6.
- 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, Srivastava J. 2010. Evaluation of anthocyanin content in red and blue flowers. *International Journal of Food Engineering*. 6(4):1–11.
- Wally E, Feny M, Roike IM. 2015. Kajian mutu ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap (fufu) selama penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 7–12.
- Warsiki E, Citra Dewi WP. 2012. Pembuatan label/film indikator warna dengan pewarna alami dan sintetis. *J Agroindustri*. 1(2): 82–87.

- Warsiki E, Rini N, Indah Y. 2013. Pemanfaatan ekstrak daun erpa (*Aerva sanguinolenta*) untuk label cerdas indikator warna. *J Ilmu Pertanian Indonesia*. 18(1): 15–19.
- Waryani SW, Rika S, Farida H. 2014. Pemanfaatan kitosan dari cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan lele (*Clarias batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia*. 3(4): 51–57.
- Wijayanti DA, Hintono A, Pramono YB. 2013. Kadar protein dan keempukan nugget ayam dengan berbagai level substitusi hati ayam broiler. *Journal Animal Agriculture*. 2(1): 295–300.
- Winda A. 2016. Pola konsumsi daging ayam broiler berdasarkan tingkat pengetahuan dan pendapatan kelompok mahasiswa fakultas peternakan universitas padjadjaran [skripsi]. Sumedang (ID). Universitas Padjadjaran.
- Wowor AKY, Ransaleleh TA, Tamasoleng M, Komansilan S. 2014. Lama penyimpanan pada suhu dingin daging broiler yang diberi air perasan jeruk katsuuri (*Citrus madurensis* Lour). *Jurnal Zooteck*. 34(2): 148–158.
- Yam KL, Paul TT, Joseph M. 2005. Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of Food Science*. 70(1): 1–10.
- Yuanisa YY. 2005. Kualitas mikrobiologi karkas ayam broiler pada berbagai lama postmortem [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yulina R, Wiwin W, Cica K, Wulan S, Agus SM, Tatang W. 2014. Pengaruh berat molekul kitosan terhadap fiksasi kitosan pada kain kapas sebagai antibakteri. *Jurnal Arena Tekstil*. 29(2): 81–90

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

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



Film Indikator Warna dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Kemasan Pintar pada Daging Ayam Broiler

TIM PENGUSUL

Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si [0319098605]

UNIVERSITAS TRILOGI

2020

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN PEMULA**

Judul Penelitian : Film Indikator Warna dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Kemasan Pintar pada Daging Ayam Broiler

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 165 / Teknologi Pangan dan Gizi

Peneliti :

a. Nama Lengkap : Hermawan Seftiono, S.Si, M.Si

b. NIDN : 0319098605

c. Jabatan Fungsional : -

d. Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

e. Nomor HP : 081315477353

f. Alamat surel (e-mail) : hermawan_seftiono@universitas-trilogi.ac.id

Anggota Peneliti (1) :

a. Nama Lengkap :

b. NIDN :

c. Perguruan Tinggi :

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
 PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan	2
 TINJAUAN PUSTAKA	
Ayam Broiler	2
Kemasan Pintar (<i>Smart Packaging</i>)	4
Kitosan	6
Polivinil Alkohol (PVA)	7
Bunga Telang	8
 METODOLOGI	
Waktu dan Tempat	11
Alat dan Bahan	11
Metode Penelitian	12
Metode Analisis	15
 HASIL DAN PEMBAHASAN	
Karakteristik Kimia Ekstrak Bunga Telang	19
Penentuan Formulasi Terbaik	20
Warna Film Indikator Selama Penyimpanan	21
Nilai Ketebalan Film Indikator	25
Nilai pH Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan	26
Nilai TVBN Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan	28
Nilai TPC Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan	30
 KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	31
Saran	32
 DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi Kimia Daging Ayam Per 100 Gram Bahan	3
Tabel 2 Syarat Mutu Mikrobiologis	4
Tabel 3 Penelitian Terbaru Mengenai Film Indikator	5
Tabel 4 Kadar Senyawa Aktif Mahkota Bunga Telang	11
Tabel 5 Perbandingan PVA dan Kitosan	13
Tabel 6 Hasil Perubahan Warna Film Indikator Selama Penyimpanan	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Struktur Pembentukan Kitosan Dari Kitin	6
Gambar 2 Struktur Kimia Polivinil Alkohol	8
Gambar 3 Morfologi Bunga Telang	9
Gambar 4 Struktur Antosianin Golongan Delphinidin	9
Gambar 5 Perubahan Warna Indikator Bunga Telang	9
Gambar 6 Perubahan Struktur Kation Flavilium Menjadi Kalkon	10
Gambar 7 Proses Pembuatan Ekstrak Bunga Telang	12
Gambar 8 Proses Pembuatan Film Indikator Warna	14
Gambar 9 Aplikasi Film Indikator pada Kemasan Pintar Daging Ayam Broiler	15
Gambar 10 Ekstrak Bunga Telang	19
Gambar 11 Perubahan Film Indikator Selama Penyimpanan dengan Pewarna 5 mL	21
Gambar 12 Nilai °hue Film Indikator Selama Penyimpanan	23
Gambar 13 Nilai ΔE Film Indikator Selama Penyimpanan	25
Gambar 14 Nilai Ketebalan Film Indikator Selama Penyimpanan	26
Gambar 15 Nilai pH Daging Ayam Selama Penyimpanan	28
Gambar 16 Nilai TVBN Daging Ayam Selama Penyimpanan	29
Gambar 17 Nilai TPC Daging Ayam Selama Penyimpanan	31

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Produksi ayam broiler di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data statistik, produksi ayam broiler pada tahun 2018 sebesar 2.144.013 ton, mengalami kenaikan dibandingkan pada tahun 2014 sebesar 1.544.379 ton (BPS 2018). Peningkatan jumlah produksi ayam broiler tersebut menandakan bahwa tingginya konsumsi masyarakat terhadap daging ayam karena harga yang relatif terjangkau, mudah untuk diperoleh, dan memiliki kandungan gizi yang tinggi (Winda 2016).

Kandungan gizi yang tinggi menyebabkan daging ayam broiler mudah rusak karena dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Barus *et al.* 2017). Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang biak dapat menyebabkan daging ayam broiler mengalami penurunan mutu hingga pembusukan. Selain itu dapat menyebabkan terjadinya dekomposisi protein oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan senyawa berbau busuk seperti indol, skatol, H₂S, dan NH₃ yang mempercepat proses pembusukan daging ayam (Warsiki *et al.* 2012).

Upaya yang dapat dilakukan untuk memperlambat kebusukan bahan pangan yaitu dengan cara pengemasan. Fungsi kemasan pada dasarnya sebagai wadah untuk melindungi bahan pangan atau produk dari kerusakan fisik, kimia, dan biologis serta memperpanjang umur simpan. Perkembangan teknologi pengemasan semakin pesat, kemasan tidak hanya dituntut untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi saat ini kemasan dituntut untuk turut aktif dalam memberikan perlindungan produk serta cerdas dalam memberikan informasi mengenai kondisi produk yang dikemasnya. Perkembangan teknologi dalam kemasan diantaranya kemasan pintar. Kemasan pintar dirancang untuk memberikan informasi aktual kepada konsumen mengenai tingkat kesegaran dan keamanan produk pangan dilengkapi dengan film indikator yang diletakkan pada bagian internal maupun eksternal kemasan (Riyanto *et al.* 2014).

Pengembangan aplikasi kemasan pintar dalam bentuk film biasanya untuk mempermudah penggunaan, film diberi tambahan warna sebagai indikator mutu (Setiautami 2013). Umumnya, zat pewarna terbagi atas dua jenis yaitu pewarna sintetik dan pewarna alami. Zat pewarna sintetik yaitu *briliant blue* FCF dan *erythrosine* sedangkan contoh zat pewarna alami berupa karotenoid, antosianin, dan klorofil. Penelitian ini akan menggunakan bunga telang sebagai pewarna alami untuk film indik

ator. Pemilihan bunga telang dikarenakan peneliti melihat bahwa pada saat ini penggunaannya belum maksimal dan belum banyak diteliti, padahal tersimpan potensi yang besar untuk dijadikan sebagai indikator pH alami.

Bunga telang memiliki sumber pigmen alami berwarna biru yang biasa disebut dengan antosianin. Antosianin merupakan zat pewarna alami dari golongan flavonoid yang dapat memberikan warna merah, ungu, dan biru. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Marpaung (2012) menyatakan bahwa kandungan total antosianin pada bunga telang sebesar 40.58 mg/liter, hasil tersebut diperoleh dari 10 gram bunga telang dengan 40 mL pelarut air dan HCl.

Berdasarkan informasi diatas, maka diperlukan penelitian mengenai pemanfaatan bunga telang sebagai film indikator kemasan pintar dalam mendeteksi kualitas daging ayam broiler. Adanya film indikator ini diharapkan kedepannya dapat diterapkan pada daging ayam yang dijual di pasaran sehingga dapat mempermudah konsumen dalam menilai kualitas daging ayam dengan lebih mudah.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi film indikator terbaik dan mengetahui respon film indikator dalam mendeteksi tingkat kerusakan daging ayam dengan parameter perubahan warna, ketebalan, pH, jumlah total cemaran mikroba, dan *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVBN).

TINJAUAN PUSTAKA

Ayam Broiler

Ayam broiler memiliki laju pertumbuhan yang cepat, terutama dalam memproduksi daging dalam waktu yang relatif singkat (Daryanto *et al.* 2015). Ayam broiler dapat dipanen pada saat berumur 6 minggu dengan berat sekitar 1.3 sampai 1.6 kg per ekor (Hidayati 2015). Ayam broiler menjadi salah satu penyumbang terbesar akan protein hewani asal ternak yang menjadi komoditas unggulan (Matulessy *et al.* 2010). Hal ini didukung oleh Badan Pusat Statistik (2016) yang menyatakan bahwa konsumsi protein tertinggi dari sumber hewani yaitu daging broiler sebesar 0.124 kg perkapita perminggu. Menurut Wijayanti *et al.* (2013) daging ayam broiler sangat disukai oleh masyarakat karena mengandung protein hewani yang cukup tinggi,

memiliki rasa yang enak, serta harga yang relatif lebih terjangkau dibandingkan dengan daging lainnya.

Ditinjau dari komposisi kimia daging ayam dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah kandungan protein yang tinggi pada daging ayam yaitu sebesar 18.2 gram. Protein merupakan komponen terpenting dalam tubuh yang sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan jaringan tubuh. Kandungan protein yang tinggi pada daging ayam disebabkan adanya asam amino esensial yang lengkap. Asam amino esensial yang terkandung dalam daging ayam yaitu histidin, triptofan, lisin, valin, metionin, dan isoleusin (Pane 2006).

Tabel 1 Komposisi kimia daging ayam per 100 gram bahan

Komposisi	Jumlah
Air (g)	55.90
Besi (mg)	1.50
Fosfor (mg)	200.00
Kalori (kal)	302.00
Kalsium (mg)	14.00
Karbohidrat (g)	0.00
Lemak (g)	25.00
Protein (g)	18.20
Vitamin B1	0.08
Vitamin C (mg)	0.00

Sumber : Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1996)

Daging ayam yang masih segar memiliki tekstur yang elastis artinya jika ditekan menggunakan jari, daging dengan cepat akan kembali seperti semula, warna daging kekuning-kuningan dengan aroma khas daging ayam broiler, tidak amis, tidak berlendir, dan tidak menimbulkan aroma busuk (Kasih *et al.* 2012). Menurut Matulessy *et al.* (2010) menyatakan bahwa ciri-ciri daging yang masih segar dapat diketahui melalui uji fisik seperti derajat keasaman (pH) 6.16 ± 0.04 , susut masak 21.72 ± 3.45 %, daya ikat air 23.01 ± 1.88 %, dan keempukan 2.81 ± 0.87 gf.

Penentuan kualitas daging ayam dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik pada saat hewan masih hidup atau pun setelah dipotong. Saat hewan masih hidup faktor yang menentukan kualitas daging yaitu cara pemeliharaan meliputi pemberian pakan dan perawatan kesehatan. Setelah hewan dipotong kualitas daging ayam akan menurun dipengaruhi oleh adanya faktor darah yang dapat menyebabkan kontaminasi mikroba (Murtidjo 2003). Daging ayam harus memenuhi kualitas mikrobiologis yang telah

ditetapkan oleh SNI 3924:2009 dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan tentang persyaratan maksimum mutu mikrobiologis pada daging ayam.

Tabel 2 Syarat mutu mikrobiologis

No	Jenis	Satuan	Persyaratan
1	<i>Total Plate Count</i>	CFU/g	maksimum 1×10^6
2	Coliform	CFU/g	maksimum 1×10^2
3	<i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/g	maksimum 1×10^2
4	<i>Salmonella sp</i>	per 25 g	negatif
5	<i>Escherichia coli</i>	CFU/g	maksimum 1×10^1
6	<i>Campylobacter sp</i>	CFU/g	negatif

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2009)

Penelitian yang dilakukan oleh Kuswandi *et al.* (2014) menunjukkan bahwa daging ayam broiler mengalami kerusakan setelah penyimpanan selama 10 jam pada suhu ruang (28 ± 2 °C) yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna stiker sensor dari merah menjadi kuning. Menurut penelitian Sukarya (2009) menyatakan bahwa daging ayam mengalami kebusukan setelah penyimpanan selama 12 jam pada suhu ruang (28 °C) yang ditandai dengan meningkatnya jumlah angka lempeng total. Penelitian yang dilakukan oleh Edi & Roro (2018) menyatakan bahwa daging ayam yang disimpan pada rentan suhu (25 sampai 35 °C) sudah mengalami kerusakan setelah penyimpanan selama 9 jam yang ditandai dengan adanya cemaran bakteri *Salmonella sp.*

Kemasan Pintar

Kemasan pintar merupakan suatu sistem kemasan yang mampu mendeteksi, memberi informasi, dan meningkatkan kualitas yang berkaitan dengan produk (Yam *et al.* 2005). Kemasan pintar merupakan suatu teknologi pengemasan yang memiliki indikator, baik diletakkan secara internal maupun eksternal untuk memantau interaksi antara makanan, kemasan, dan lingkungan (Fuertes *et al.* 2016). Jenis kemasan ini dapat memberikan informasi kepada konsumen mengenai kerusakan produk apabila tidak diperlakukan sesuai dengan syarat penyimpanan.

Kemasan pintar dapat berfungsi dalam memberikan informasi pelabelan terkait tanggal kadaluarsa, mengontrol proses distribusi dan rotasi stok, serta mendeteksi perubahan produk berdasarkan kondisi internal dan eksternal (Kuswandi *et al.* 2014; Yam *et al.* 2005). Terdapat dua cara dalam sistem kemasan pintar yaitu sistem data

pendukung dan sistem indikator biosensor. Sistem data pendukung menggunakan *barcode* atau RFID (*Radio Frequency Identification*) yang digunakan untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh, sedangkan sistem indikator biosensor menggunakan label pintar yang akan memberikan informasi secara visual mengenai kondisi produk (Fuertes *et al.* 2016)

Prinsip dari label pintar adalah perubahan warna pada film yang dihasilkan dari interaksi antara pewarna yang sensitif terhadap pH dengan senyawa amin volatil dalam kemasan (Nurfawaidi *et al.* 2018). Penelitian mengenai kemasan pintar sebagai pendeteksi kebusukan sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 yang menunjukkan penggunaan indikator alami dan sintetik sebagai pendeteksi kebusukan pada produk pangan.

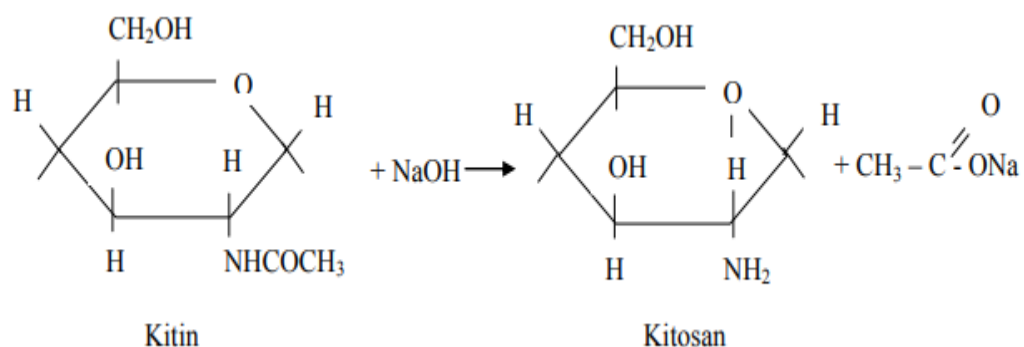
Tabel 3 Penelitian terbaru mengenai film indikator

No	Aplikasi	Indikator	Pewarna	Referensi
1	<i>Fillet</i> ikan gurami	Ekstrak daun erpa	Alami	Ulya (2018)
2	Susu pasteurisasi	Ekstrak daun erpa	Alami	Nofrida (2013)
3	<i>Fillet</i> ikan nila	Ekstrak kulit manggis	Alami	Nurhasanah (2016)
4	Ayam potong broiler	<i>Methyl red</i>	Sintetik	Kuswandi <i>et al.</i> (2014)
5	<i>Fillet</i> ikan nila	<i>Bromthymol blue</i>	Sintetik	Hasnedi (2009)
6	Ikan	<i>Bromocresol green</i>	Sintetik	Pacquit <i>et al.</i> (2007)
7	Daging sapi	<i>Bromocresol purple</i> dan <i>Methyl red</i>	Sintetik	Nurfawaid <i>et al.</i> (2018)
8	Ikan kurisi	<i>Bromocresol purple</i> , <i>Bromocresol blue</i> dan <i>Bromocresol green</i>	Sintetik	Riyanto <i>et al.</i> (2014)

Kitosan

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang terdiri atas monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi- β -D-glukosa) dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ (Dompeipen *et al.* 2016). Kitosan memiliki warna putih kekuningan, tidak berbau, larut dalam pelarut asam tetapi tidak larut dalam air, pelarut basa, dan pelarut organik (Adiana & Lasminda 2014). Kitosan termasuk polisakarida yang memiliki berat molekul rendah sebesar 79.500 Da dan berat molekul tinggi sebesar 171.790 Da (Yulina *et al.* 2014)

Kitosan diperoleh dari hasil deasetilasi kitin. Proses deasetilasi kitin menjadi kitosan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu kimia dan enzimatik. Deasetilasi secara kimia meliputi tiga tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi menggunakan larutan basa kuat dengan suhu yang tinggi serta waktu yang relatif lama (Purwanti & Yusuf 2013). Deasetilasi secara enzimatik menggunakan enzim kitin deasetilase (*chitin deacetylase* = CDA) (Rahmawati *et al.* 2012). Struktur pembentukan kitosan dari kitin dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan perubahan kitin menjadi kitosan menggunakan larutan basa kuat dengan memutus ikatan gugus asetil (-NHCOCH_3) yang terdapat pada kitin, sehingga menjadi gugus amina (-NH_2).



Gambar 1 Struktur pembentukan kitosan dari kitin (Noviani 2012)

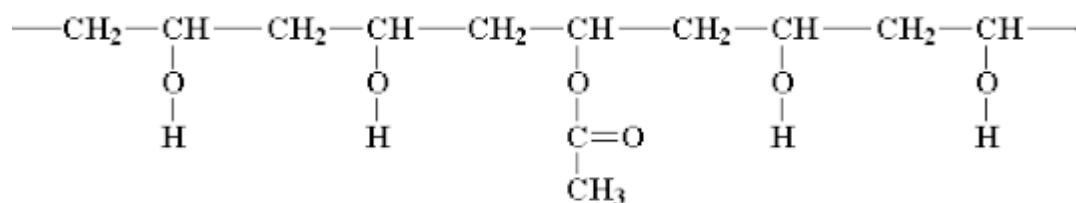
Saat ini kitosan banyak dimanfaatkan secara komersial baik di bidang pangan, biomedis, lingkungan, dan pertanian. Bidang pangan kitosan digunakan sebagai penjernih jus dan pembentuk film. Bidang biomedis dapat digunakan sebagai biomaterial kedokteran gigi untuk pencegahan dan terapi karies gigi (Adiana & Lasmina 2014). Bidang lingkungan kitosan dapat dimanfaatkan sebagai flokulan untuk menghilangkan logam berat dan kontaminasi dari air limbah, menggantikan peran dari kemasan plastik karena kitosan bersifat mudah terdegradasi sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Julian & Santoso 2016 ; Rochima 2014). Bidang pertanian kitosan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan fiksasi nitrogen terhadap pertumbuhan tanaman kedelai selama fase vegetatif dan generatif (Ianca 2010). Fase vegetatif terjadi pada saat awal pertumbuhan tanaman hingga mulai berbunga sedangkan fase generatif sejak tanaman mulai berbunga sampai perkembangan biji.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni (2012) mengenai penggunaan kitosan sebagai pengawet alami terhadap mutu daging ayam segar selama penyimpanan suhu ruang. Pemberian kitosan sebanyak 1% dengan perlakuan *edible coating* pada daging

ayam dapat memberikan laju kemunduran mutu yang lambat dengan mampu mempertahankan mutu selama enam jam. Penggunaan kitosan pada penelitian Nur'aini *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penggunaan pelapis kitosan sebanyak 1.5% dengan waktu pencelupan selama 30 detik mampu memperpanjang umur simpan buah duku hingga enam hari.

Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol (PVA) merupakan polimer sintetis yang diproduksi melalui proses hidrolisis dari polivinil asetat. Polivinil alkohol memiliki rumus molekul $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})]_n-$ yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Bentuk struktur dari polimer polivinil alkohol (PVA) dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan gabungan dari monomer vinil asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$) dan vinil alkohol (CH_2CHOH). Polivinil alkohol merupakan zat yang tidak berbau, tidak berasa, serta dapat terurai secara biologis (*biodegradable*). Polivinil alkohol memiliki wujud seperti serbuk berwarna putih dan memiliki titik leleh 228 sampai 256 °C serta larut dalam air pada suhu 90 °C (Julian & Santoso 2016). Kelarutan polimer PVA dalam air pada suhu ruang relatif kecil, tetapi larut dalam air panas dengan limit konsentrasi < 20 % (b/v) (Erizal 1998). Selain itu polivinil alkohol memiliki kuat sobek sebesar 147 sampai 834 N.mm⁻¹ dan kuat tarik sebesar 44 sampai 64 MN.m⁻².



Gambar 2 Struktur kimia polivinil alkohol (Discha 2014)

Pemanfaatan polivinil alkohol salah satunya sebagai bahan dalam pembuatan kemasan plastik film. Penelitian yang dilakukan oleh Nofiandi *et al.* (2016) yaitu memanfaatkan polivinil alkohol (PVA) dalam pembuatan *edible film* dari poliblend pati sukun. Poliblend merupakan campuran polimer dua atau lebih untuk membuat bahan baru dengan menghasilkan sifat fisik yang berbeda. Penggunaan PVA tersebut sebagai poliblend untuk menutupi kekurangan pati yang biasanya rapuh, dengan adanya penambahan PVA *edible film* yang dihasilkan akan lebih rapat dan meningkatkan

ketahanan terhadap air. Hal tersebut dikarenakan polivinil alkohol memiliki permeabilitas oksigen yang baik, tidak bersifat imunogenik, serta memiliki sifat yang baik dalam pengemulsi dan pembentukan film (Mutia & Eriningsih 2012).

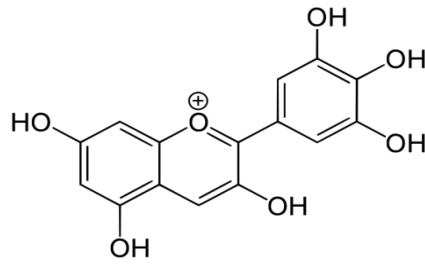
Bunga Telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan bunga majemuk yang memiliki tangkai silindris dengan panjang kurang lebih 1.5 cm, memiliki kelopak berbentuk corong, mahkota berbentuk kupu-kupu, dan berwarna biru (Hartono *et al.* 2013) dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan morfologi bunga telang. Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) termasuk dalam suku *Papilionaceae* atau *Fabaceae* (polong-polongan) yang berasal dari daerah asia tropis banyak ditemukan di Ternate Maluku Utara, sekarang telah menyebar di Afrika, Australia, dan Amerika (Budiasih 2017). Bunga telang dikenal dengan nama berbeda-beda di berbagai daerah yaitu bunga unga biru atau bunga kelentit (Sumatra), kembang teleng (Jawa), bunga talang atau bunga temen raleng (Sulawesi), dan bisi (Maluku) (Dalimartha 2008).



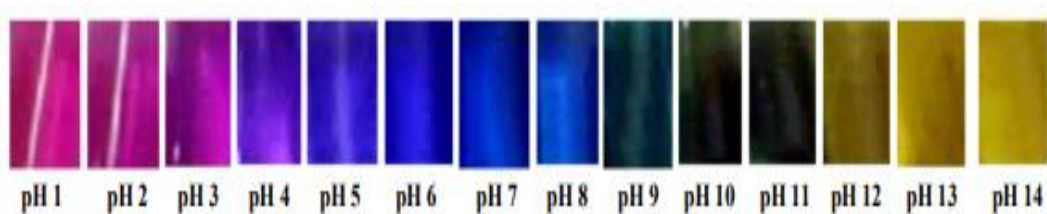
Gambar 3 Morfologi bunga telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki pigmen alami yaitu antosianin yang berpotensi sebagai pewarna. Antosianin merupakan zat pewarna alami dari golongan flavonoid yang dapat memberikan warna merah, ungu, dan biru. Keberadaan antosianin pada tanaman bunga telang terletak di dalam organel vakuola yang terdapat di mahkota bunga (Priska *et al.* 2018). Menurut Change (2018) jenis antosianin yang ada pada bunga telang yaitu golongan delphinidin. Struktur antosianin golongan delphinidin ditandai dengan adanya 6 gugus hidroksil (-OH) dapat dilihat pada Gambar 4.



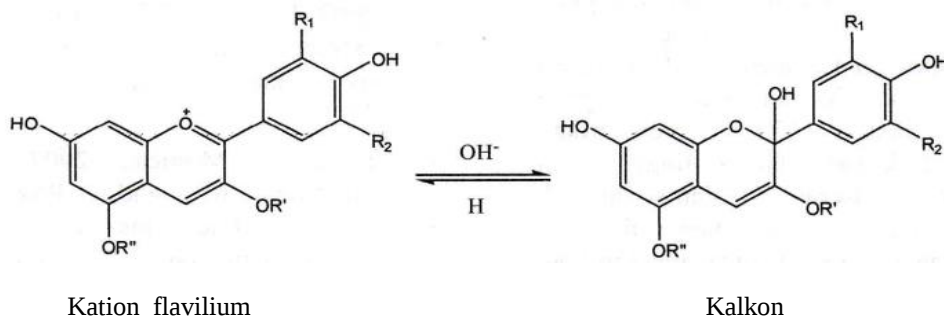
Gambar 4 Struktur antosianin golongan delphinidin (Change 2018)

Antosianin yang terdapat pada bunga telang memberikan warna biru. Antosianin dapat diekstrak menggunakan pelarut organik seperti air, etanol, dan metanol. Menurut penelitian Saptarini *et al.* (2015) menyatakan bahwa bunga telang memiliki perubahan warna dari ungu ke biru pada pH 4, biru ke hijau pada pH 9, dan hijau ke kuning pada pH 12 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Perubahan warna indikator bunga telang

Intensitas warna dan stabilitas antosianin dari ekstrak bunga telang yang terbentuk dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH dan suhu (Santoso & Estiasih 2014). Antosianin stabil pada kondisi asam dibandingkan dengan netral atau basa. Peningkatan nilai pH dapat menyebabkan perubahan struktur antosianin yang awalnya berada dalam bentuk senyawa kation flavilium berwarna merah menjadi senyawa kalkon atau tidak berwarna (Change 2018) dapat dilihat pada Gambar 6. Antosianin umumnya tidak stabil pada suhu tinggi sehingga selama pengolahan hingga penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan dan perubahan warna antosianin (Nofrida 2013).



Gambar 6 Perubahan struktur kation flavilium menjadi kalkon (Suzery *et al.* 2010)

Tanaman bunga telang selama ini dimanfaatkan sebagai sumber pewarna makanan dan obat, sebagai obat tradisional, serta memiliki potensi farmakologi. Bunga telang dimanfaatkan sebagai pewarna alami makanan pada pembuatan ketan di Malaysia dan es lilin di Indonesia (Hartono *et al.* 2013). Penelitian mengenai pengaplikasian ekstrak bunga telang sebagai pewarna alami dalam pembuatan sirup parasetamol, menghasilkan warna yang relatif stabil selama penyimpanan empat minggu (Pratimasari & Lindawati 2018). Bunga telang juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk mengobati penyakit diabetes melitus, sebagai anti kanker, dan juga obat untuk mata (Budiasih 2017). Selain itu bunga telang memiliki sejumlah senyawa aktif yang memiliki potensi farmakologi. Senyawa bioaktif yang terdapat pada mahkota bunga telang dapat dilihat pada Tabel 4. Senyawa bioaktif berupa flavonoid, flavonol glikosida, kaempferol glikosida, antosianin, quersetin glikosida, dan mirisetin glikosida merupakan salah satu kandungan aktif tanaman yang termasuk dalam kelompok metabolit sekunder dalam bentuk aglikon (Kazuma 2003).

Tabel 4 Kadar senyawa aktif mahkota bunga telang

Senyawa	Konsentrasi (mmol/mg bunga)
Flavonoid	20.07 ± 0.55
Flavonol glikosida	14.66 ± 0.33
Kaempferol glikosida	12.71 ± 0.46
Antosianin	5.40 ± 0.23
Quersetin glikosida	1.92 ± 0.12
Mirisetin glikosida	0.04 ± 0.01

Sumber: Kazuma (2003)

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

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

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah bunga telang yang diperoleh dari kebun di daerah Kedung Halang dan daging ayam bagian dada diperoleh

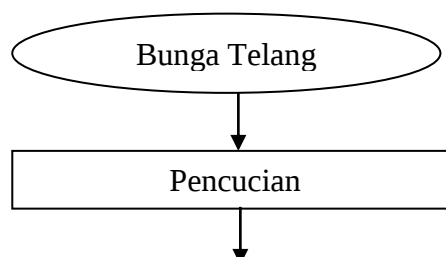
dari pasar Lenteng Agung. Bahan yang digunakan untuk membuat film indikator warna adalah kitosan, polivinil alkohol, gliserol, akuades, dan asam asetat. Bahan untuk pengaplikasian kemasan pintar adalah *plastic wrap* dan *styrofoam*. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah aluminium foil, kertas saring Whatman no 1, akuades, media *Plate Count Agar* (PCA) Merck, media *Buffer Peptone Water* (BPW) Merck, etanol 95% Merck, kalium karbonat ROFA Labolatorium Centre, *Trichloroacetic Acid* 7% (TCA) Nitra Kimia, HCl 1.5 N, asam borat 2% Pudak Scientific, indikator *Bromocresol Green* (BCG) Nitra Kimia, indikator *Methyl Red* (MR) Pudak Scientific, vaselin ROFA Labolatorium Centre, dan HCl 0.02 N Merck.

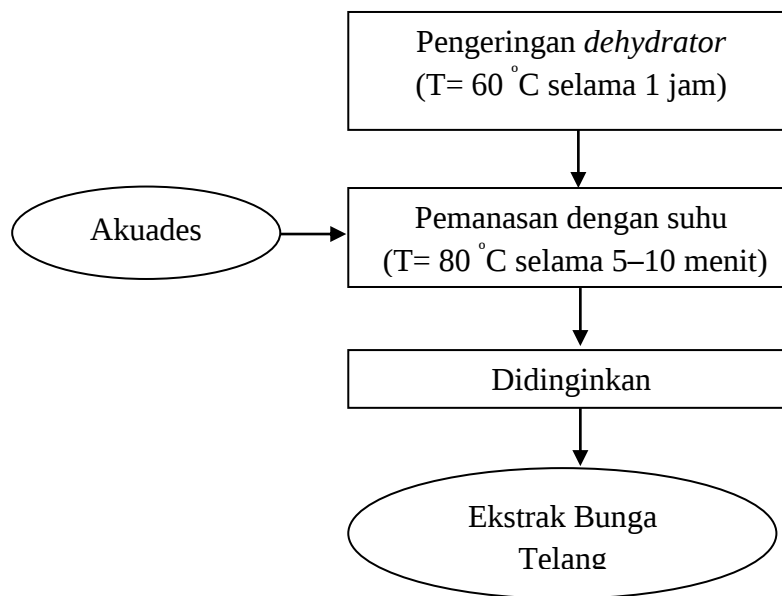
Alat yang digunakan untuk mengekstrak antosianin bunga telang adalah *dehydrator* Excalibur, neraca analitik Kern, kompor, panci, saringan, pengaduk, dan *thermometer* Thermo TA 288. Alat yang digunakan untuk membuat film indikator warna dan kemasan pintar adalah neraca analitik Kern, *thermometer* Thermo TA 288, gelas beaker, *hot plate* Stuart, *magnetic stirrer*, gelas ukur, dan cetakan plastik ukuran 12x12 cm. Alat yang digunakan untuk analisis adalah *chromameter* TCR 200, pH meter Agilent Technologies, mikrometer sekrup, cawan petri, oven Memmert, Erlenmeyer, tabung reaksi, bunsen, mortar dan alu, inkubator Memmert, mikropipet, spektrofotometer UV-Vis, cawan Conway, autoklaf Hirayama, vortex ZX3, buret, statif, dan pipet.

Metode Penelitian

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

Bunga telang yang telah dibersihkan lalu dikeringkan menggunakan *dehydrator* pada suhu 60 °C selama 1 jam (modifikasi). Selanjutnya bunga telang yang sudah kering ditimbang sebanyak 5 gram dan ditambahkan akuades sebanyak 250 mL, kemudian dipanaskan dengan suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit. Setelah dilakukan pemanasan kemudian didinginkan dan disaring. Hasil filtrat untuk digunakan untuk tahap selanjutnya. Diagram alir pembuatan ekstrak bunga telang dapat dilihat pada Gambar 7





Gambar 7 Proses pembuatan ekstrak bunga telang

Pembuatan Film Indikator Warna (Warsiki *et al.* 2013 dengan modifikasi)

Polivinil alkohol dilarutkan dengan akuades pada suhu 80 °C selama 30 menit menggunakan *hot plate*. Selanjutnya kitosan dilarutkan dengan menggunakan asam asetat sebanyak 1%, kemudian ditambahkan akuades dan dipanaskan pada suhu 80 °C selama 30 menit. Campurkan larutan polivinil alkohol dengan larutan kitosan-asetat sesuai dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

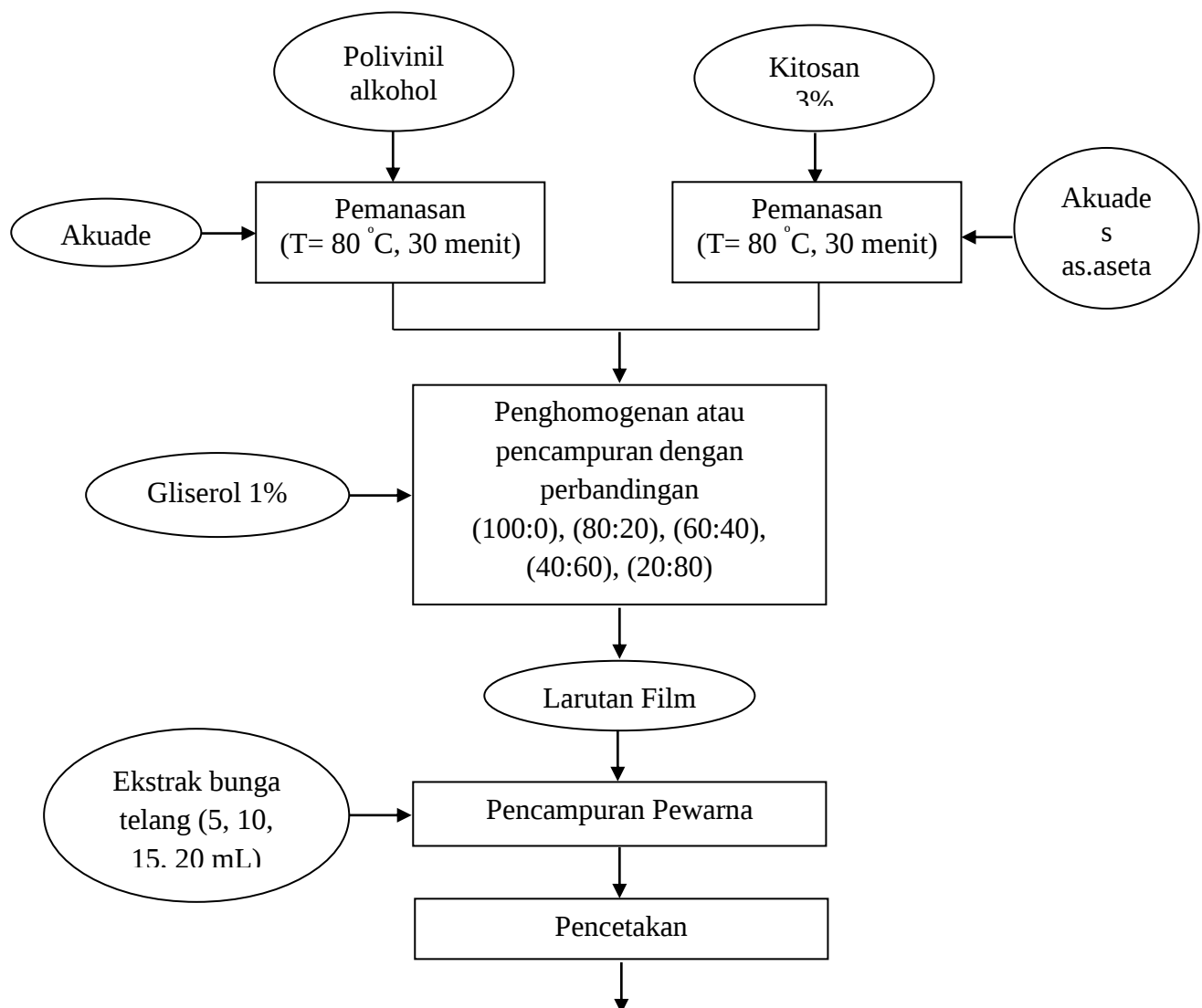
Tahap selanjutnya ditambahkan gliserol sebanyak 1%, kemudian dilakukan homogenisasi dengan cara diaduk. Selanjutnya pemberian pewarna alami yaitu ekstrak bunga telang. Teknik pewarnaan film yang dilakukan dengan mencampurkan langsung ke dalam larutan film sebelum dicetak. Pemberian pewarna ekstrak bunga telang sebanyak 5, 10, 15, dan 20 mL. Larutan yang telah homogen, dilakukan pencetakan dengan cetakan plastik ukuran 12x12 cm. Modifikasi dilakukan pada suhu dan waktu pengeringan film indikator, film dikeringkan pada suhu ruang 25 °C selama 48 jam. Diagram alir pembuatan film indikator warna dapat dilihat pada Gambar 8.

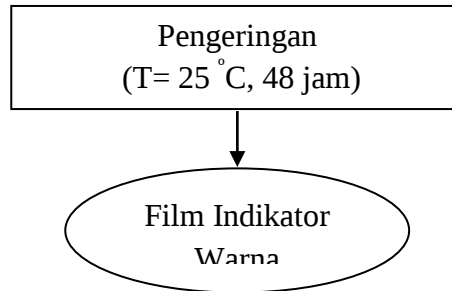
Tabel 5 Perbandingan PVA dan kitosan

Perlakuan	Formulasi	
	PVA	Kitosan
F1	100	0
F2	80	20

F3	60	40
F4	40	60
F5	20	80

Sumber: Apriyanto (2007)

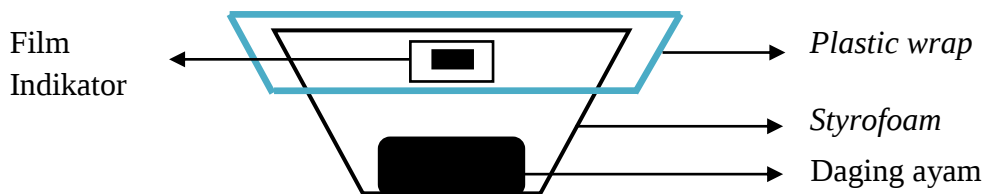




Gambar 8 Proses pembuatan film indikator warna

Aplikasi Film Indikator pada Daging Ayam (Octavia 2015 dengan modifikasi)

Aplikasi film indikator dilakukan dengan memodifikasi metode yang telah dikembangkan oleh Octavia (2015). Modifikasi yang dilakukan, yaitu suhu dan waktu pengujian. Film indikator diaplikasikan pada daging ayam dengan cara meletakkan film indikator berukuran 3x3 cm disisi atas bagian dalam *styrofoam*. Daging ayam ditimbang sebanyak 60 gram diletakkan pada *styrofoam* dan ditutup dengan *plastic wrap* yang sebelumnya telah direkatkan film indikator. Selanjutnya daging ayam disimpan pada suhu 25 °C dengan RH 50% selama 48 jam. Pengamatan dilakukan pada jam ke 0, 8, 24, 32, dan 48 untuk melihat perubahan film indikator. Analisis yang dilakukan meliputi perubahan warna film, ketebalan film dan penurunan mutu daging yang terdiri atas nilai pH, jumlah mikroba, dan uji TVBN. Aplikasi label indikator pada kemasan daging dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Aplikasi Film indikator pada kemasan pintar daging ayam broiler

Metode Analisis

Prosedur analisis yang dilakukan terdiri atas beberapa pengujian yaitu analisis pH ekstrak bunga telang, pengukuran kadar antosianin, uji ketebalan film, analisis warna film, dan untuk penurunan mutu daging terdiri atas uji pH daging ayam, uji *Total Plate Count* (TPC), dan uji *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVBN).

Analisis pH Ekstrak Bunga Telang

Nilai pH ekstrak bunga telang di ukur menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar pH 4, 7, dan 10. Nilai pH diukur dengan cara elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampai menunjukkan pH yang stabil. Setelah pencelupan elektroda ke dalam larutan sampel dibilas menggunakan akuades dan dilap dengan tisu kering.

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

Konsentrasi antosianin diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Hasil ekstraksi sebanyak 1 ml diencerkan hingga 100 mL dengan etanol 95% dan HCl 1.5 N (85:15). Filtrat kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm. Total antosianin kemudian dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

- Fp = Faktor pengenceran
- Faktor 98.2 = Nilai ϵ (serapan molar) dari pigmen antosianin dalam pelarut 95% : HCl 1% N (85:15) merujuk pada absorbansi antosianin dalam ethanol asam yang diukur dalam kuvet 1 cm pada panjang gelombang 535 nm dalam konsentrasi 1% (v/v)
- W sampel = Berat sampel (g)

Uji Ketebalan Film Indikator (Nofrida 2013)

Lapisan film indikator yang dihasilkan diukur ketebalannya menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0.01 mm. Pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda (kanan atas, kiri atas, kanan bawah, kiri bawah, dan tengah). Hasil pengukuran dari kelimanya kemudian dirata-ratakan sehingga diperoleh nilai rata-rata dari ketebalan film indikator.

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

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter* yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara membaca nilai kroma kertas warna putih. Film indikator diletakkan ke dalam cawan kaca hingga permukaannya sama rata dengan bibir cawan. Selanjutnya *measuring head chromameter* diletakkan pada sampel yang akan diukur, kemudian tombol “MEASURE” pada *measuring head*

ditekan. Warna dibaca oleh *detector* digital dan hasilnya ditampilkan dilayar. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing sampel.

Hasil pengukuran yang terbaca adalah notasi L (*lightness*), a (*redness*), dan b (*yellowness*). Notasi tersebut digunakan sebagai parameter warna. Nilai L menunjukkan tingkatan kecerahan warna dengan interval nilai 0 (hitam) hingga 100 (putih). Notasi a menggambarkan warna campuran merah-hijau sedangkan notasi b menggambarkan warna campuran kuning-biru. Nilai ini kemudian digunakan untuk mengetahui 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:

$$^{\circ}\text{hue} = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$$
$$\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Keterangan :

ΔL = L sampel – L standar

Δa = a sampel – a standar

Δb = b sampel – b standar

L standar, a standar, b standar adalah nilai awal warna dari film indikator (pH = 7)

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

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar pH 4, 7, dan 10. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dihancurkan dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Selanjutnya ditambahkan 50 mL akuades dan dihomogenkan selama 1 menit. Nilai pH diukur dengan cara elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel sampai menunjukkan pH yang stabil. Setelah pencelupan elektroda ke dalam larutan sampel dibilas menggunakan akuades dan dilap dengan tisu kering.

Uji Total Plate Count (TPC) (BSN 2008)

Sampel ditimbang sebanyak 25 gram, kemudian sampel dihancurkan menggunakan mortar dan alu. Sampel dimasukkan ke dalam wadah steril yang telah berisi 225 ml larutan *buffer peptone water* (BPW) dan dihomogenkan selama dua menit. Larutan sampel tersebut sebagai pengenceran 10^{-1} . Larutan pengenceran 10^{-1} diencerkan dengan mengambil sebanyak 1 ml dan dipipet ke dalam tabung yang berisi 9 ml larutan

BPW untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Lakukan hal yang sama untuk pengenceran 10^{-3} dan seterusnya (sesuai kondisi sampel).

Pengenceran terus dilakukan hingga mencapai pengenceran 10^{-8} , setiap pengenceran 10^{-6} hingga 10^{-8} diambil 1 ml menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Lakukan secara duplo untuk setiap pengenceran. Tambahkan sebanyak 12 sampai 15 mL larutan PCA yang sudah didinginkan hingga mencapai suhu 45°C ke dalam masing-masing cawan yang sudah berisi sampel. Setelah agar menjadi padat, lakukan inkubasi dengan posisi terbalik di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 48 jam. Inkubasi selesai, hitung jumlah mikroba di setiap seri cawan petri. Perhitungan hanya untuk cawan dengan jumlah koloni 25 sampai 250 koloni.

Uji *Total Volatile Basic Nitrogen* TVBN (BSN 2009)

Sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 25 gram. Sampel kemudian ditambahkan 75 ml larutan TCA 7%, dan diblender hingga homogen. Selanjutnya campuran antara sampel dan larutan TCA disaring menggunakan kertas saring Whatman no 1. Siapkan cawan Conway yang telah diolesi vaselin pada bagian tutup. Tampung hasil filtrat menggunakan tabung Erlenmeyer, filtrat yang dihasilkan kemudian dipipet 1 mL lalu dimasukkan ke dalam *outer chamber* disebelah kiri dan tambahkan 1 mL larutan K_2CO_3 ke dalam *outer chamber* sebelah kanan sehingga filtrat dan K_2CO_3 tidak bercampur. Selanjutnya pipet 2 mL larutan asam borat 2% dimasukkan kedalam *inner chamber* cawan Conway dan 2 tetes indikator *bromocresol green* dan *methyl red* yang telah dicampur. Tutup cawan yang sebelumnya telah diberi vaselin dengan rapat, kemudian dihomogenkan dengan membentuk angka delapan secara perlahan sehingga larutan yang ada pada kedua sisi *outer chamber* bercampur.

Selain itu kerjakan blanko dengan prosedur yang sama tetapi filtrat diganti dengan larutan TCA 7 %. Cawan Conway disimpan pada inkubator dengan suhu 35°C selama 2 jam. Setelah disimpan, larutan innering dalam *inner chamber* cawan Conway yang berisi blanko dititrasi dengan larutan HCl 0.02 N hingga warna larutan berubah menjadi merah muda. Hal yang sama juga dilakukan pada cawan Conway yang berisikan filtrat sampel.

Perhitungan nilai TVB dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{mg-N/100g TVB} = \frac{(V_c - V_b) \times N \times 14.007 \times f_p \times 100}{W}$$

Keterangan :

V_c = volume larutan HCl pada titrasi contoh (ml)

V_b = volume larutan HCl pada titrasi blanko (ml)

N = normalitas larutan HCl (N)

W = berat contoh (g)

14,007 = berat atom nitrogen (g/mol)

fp = faktor pengenceran

100 = kandungan TVB dalam berat 100 g contoh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Ekstrak Bunga Telang

Penggunaan bunga telang dalam penelitian ini sebagai pewarna alami karena memiliki kandungan antosianin. Kandungan antosianin pada bunga telang diperoleh dari proses ekstraksi. Ekstraksi bertujuan untuk mengambil komponen kimia dari suatu bahan dengan menggunakan pelarut tertentu (Santoso & Estiasih 2014). Metode ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini ialah maserasi panas dengan suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit. Menurut Rahmawati (2017) proses pemanasan terbaik untuk mencegah degradasi antosianin yaitu dengan menggunakan pemanasan pada suhu tinggi dalam jangka waktu singkat.

Hasil nilai pH ekstrak bunga telang pada penelitian ini sebesar 5.838 yang menghasilkan warna biru keunguan dapat dilihat pada Gambar 10. Keberadaan warna biru keunguan pada ekstrak bunga telang menandakan adanya pigmen alami. Pigmen alami yang memberikan warna biru keunguan pada bunga telang yaitu antosianin jenis delphinidin (Change 2018). Delphinidin akan digunakan sebagai pewarna alami film indikator perubahan pH pada produk dalam mendeteksi kerusakan berdasarkan perubahan warna pada film indikator.



Gambar 10 Ekstrak bunga telang

Hasil analisis terhadap kadar antosianin bunga telang sebesar 218.323 mg/kg. Kadar antosianin bunga telang yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Vankar & Srivastava (2010) yang memiliki kadar antosianin sebesar 227.42 mg/kg. Perbedaan hasil tersebut disebabkan oleh metode ekstraksi, penggunaan pelarut, varietas bunga telang, dan waktu pemanenan. Proses ekstraksi warna antosianin bunga telang yang dilakukan oleh Vankar & Srivastava (2010) menggunakan metode ekstraksi maserasi dingin yang disimpan pada suhu ruang dalam kondisi gelap selama 2 sampai 3 jam dengan pelarut metanol dan HCl sebesar 0.1%, sedangkan pada penelitian ini metode ekstraksi bunga telang yang digunakan adalah maserasi panas pada suhu 80 °C selama 5 sampai 10 menit dengan pelarut air (akuades).

Proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut akuades menghasilkan rendemen antosianin yang lebih besar dibandingkan menggunakan pelarut metanol, aseton, dan etanol (Warsiki *et al.* 2013). Hal ini dikarenakan akuades memiliki derajat kepolaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut yang lainnya (Santoso & Estiasih 2014). Selain itu ekstraksi menggunakan metode maserasi dingin lebih efektif dibandingkan dengan metode maserasi panas karena metode maserasi dingin dapat menghindari kontak dengan cahaya sehingga degradasi antosianin dapat diminimalisir (Lindy 2008). Penggunaan metode maserasi panas pada penelitian ini dikarenakan hanya membutuhkan waktu yang relatif cepat untuk mengekstrak dan alat yang digunakan sederhana.

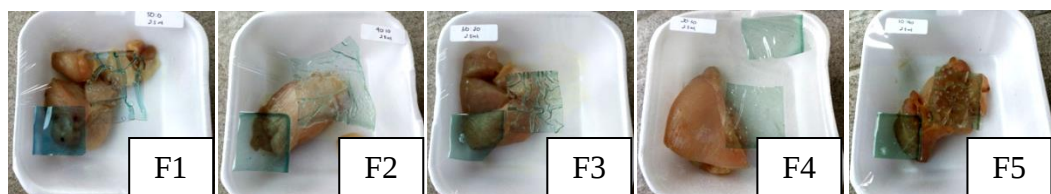
Selain dari pelarut dan metode ekstraksi, perbedaan hasil kadar antosianin dari kedua penelitian tersebut juga dapat disebabkan oleh perbedaan varietas dan waktu pemanenan bunga telang. Hal ini didukung oleh Ahmadiani *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa perbedaan varietas dapat menghasilkan konsentrasi antosianin yang berbeda dan semakin lama waktu pemanenan maka kadar antosianin akan menurun.

Penentuan Formulasi Terbaik

Penentuan formulasi terbaik dilakukan guna mengetahui film indikator dengan formulasi terbaik dari perbandingan PVA, kitosan, dan pewarna alami ekstrak bunga telang dalam mendeteksi kerusakan daging ayam broiler selama penyimpanan.

Penelitian ini menggunakan 5 formulasi yaitu F1, F2, F3, F4, F5 dengan penambahan pewarna ekstrak bunga telang sebanyak 5,10,15, dan 20 mL (Lampiran 1).

Pemilihan formulasi terbaik dilihat dari faktor intensitas perubahan warna yang dihasilkan selama penyimpanan. Intensitas perubahan warna film indikator dari kelima formulasi tersebut, setelah penyimpanan selama 48 jam dapat dilihat pada Gambar 11. Formulasi F5 dengan penambahan pewarna alami ekstrak bunga telang sebanyak 5 mL dipilih sebagai formulasi terbaik, karena formulasi F5 mengalami perubahan warna dari biru kehijauan menjadi warna hijau kekuningan. Perubahan warna film indikator tersebut disebabkan karena terjadi proses degradasi protein pada daging ayam sehingga menghasilkan senyawa basa volatil (Rahardjo & Simon 2015). Formulasi terpilih selanjutnya akan digunakan untuk pembuatan film indikator yang kemudian akan diaplikasikan pada kemasan pintar.



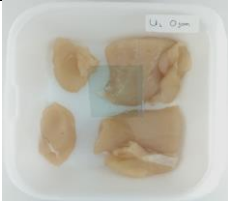
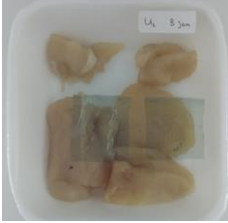
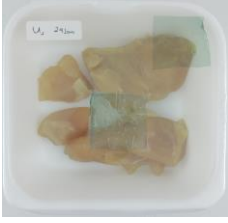
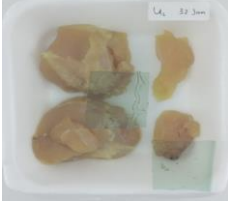
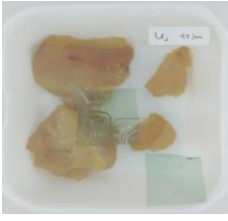
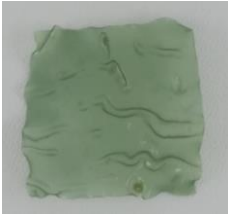
Gambar 11 Perubahan film indikator selama penyimpanan dengan pewarna 5 mL

Keterangan : F1= Polivinil alkohol:Kitosan (100:0), F2= Polivinil alkohol:Kitosan (80:20), F3= Polivinil alkohol:Kitosan (60:40), F4= Polivinil alkohol:Kitosan (40:60), F5= Polivinil alkohol:Kitosan (20:80).

Warna Film Indikator Selama Penyimpanan

Perubahan warna pada film indikator berperan untuk memberikan informasi kepada konsumen mengenai kerusakan produk atau bahan pangan. Perubahan warna terjadi akibat adanya interaksi basa volatil dengan film indikator yang dihasilkan selama proses kemunduran mutu daging ayam. Perubahan warna film indikator selama penyimpanan 48 jam di suhu 25 °C dengan RH 50% dapat dilihat pada Tabel 6 yang menunjukkan adanya perubahan nilai °hue. Perubahan nilai °hue pada film indikator disebabkan karena terjadinya proses degradasi protein pada daging ayam sehingga menghasilkan komponen basa-basa volatil (Rahardjo & Simon 2015).

Tabel 6 Hasil perubahan warna film indikator selama penyimpanan

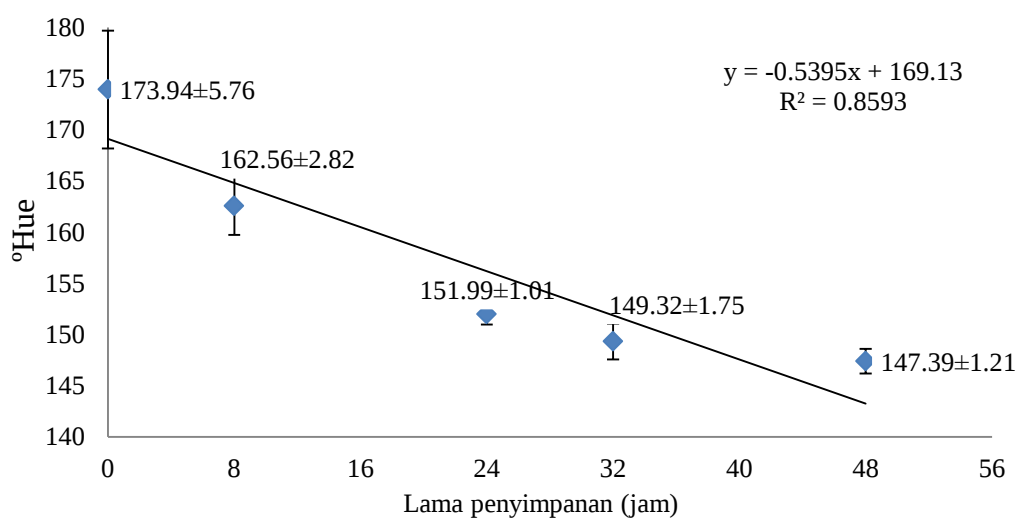
Lama Penyimpanan (Jam)	Nilai °Hue	Kemasan Pintar	Film Indikator
0	173.93 ± 5.76		
8	162.56 ± 2.82		
24	151.99 ± 1.01		
32	149.32 ± 1.75		
48	147.39 ± 1.21		

Perubahan warna yang dihasilkan menunjukkan bahwa kisaran nilai °hue film indikator selama penyimpanan 48 jam berada didaerah kuadran dua yang menunjukkan warna kuning hijau. Menurut Hasnedi (2009) perubahan warna film indikator terjadi akibat adanya interaksi antara gugus fungsi yang dimiliki oleh antosianin dengan senyawa basa volatil hasil dari kebusukan daging ayam, sehingga interaksi tersebut melibatkan gugus OH (hidroksil) dari antosianin dan NH_3 (amonia) dari senyawa basa volatil. Hal tersebut menyebabkan senyawa basa volatil seperti amina, dietilamin, dan trietilamin terikat pada gugus hidroksil sehingga membuat film indikator berubah warna dari hijau menjadi hijau kekuningan. Perubahan warna tersebut akibat kehilangan proton

(deprotonisasi) pada pewarna bunga telang karena kondisi lingkungan sekitar film menjadi bersifat basa. Terjadinya peningkatan pH dapat menyebabkan kehilangan proton dari gugus hidroksil C-4', C-5 atau C-7 berupa kation flavilium bewarna merah menjadi bentuk senyawa basa kuinonoidal bewarna biru (Mazza & Brouillard 1987 dalam Sari 2011).

Nilai °hue film indikator mengalami penurunan selama penyimpanan 48 jam. Penurunan nilai °hue terlihat pada penyimpanan jam ke-0 sampai jam ke-48 sebesar $173.94 \pm 5.76^\circ$ menjadi $147.39 \pm 1.21^\circ$ dengan kisaran warna hijau hingga hijau kekuningan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai °hue film indikator warna bunga telang sebelum dilakukan penyimpanan lebih tinggi dibandingkan setelah penyimpanan. Hal tersebut disebabkan nilai b cenderung meningkat derajat kekuningannya sedangkan nilai a cenderung stabil derajat kehijauannya sehingga mempengaruhi nilai °hue.

Nilai °hue film indikator memiliki persamaan regresi $y = -0.5395x + 169.13$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.8593. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan perubahan warna film indikator yang semakin menurun. Nilai *slope* bernilai negatif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang negatif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang menurun seiring lamanya waktu penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48 dapat dilihat pada Gambar 12.



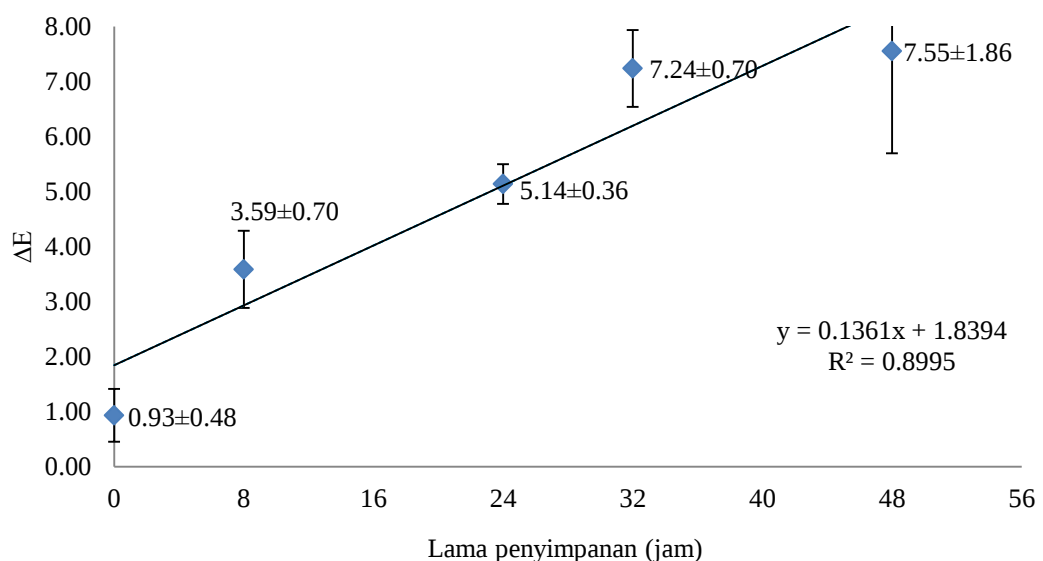
Gambar 12 Nilai °hue film indikator selama penyimpanan

Perubahan mutu pada daging ayam broiler yang disimpan selama 48 jam pada suhu 25 °C dengan RH 50%, memberikan perubahan warna terhadap film indikator dari

sebelum penyimpanan hingga setelah penyimpanan. Nilai ΔE film indikator mengalami kenaikan selama penyimpanan 48 jam. Kenaikan nilai ΔE terlihat lebih signifikan pada penyimpanan jam ke-0 hingga jam ke-8 sebesar 0.93 ± 0.48 menjadi 3.59 ± 0.70 . Hal tersebut dikarenakan basa-basa volatil yang dihasilkan selama penyimpanan jam ke-0 hingga jam ke-8 lebih banyak dibandingkan pada penyimpanan jam berikutnya.

Nilai ΔE film indikator memiliki persamaan regresi $y = 0.1361x + 1.8394$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.8995. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan total perubahan warna film indikator yang semakin meningkat. Nilai *slope* bernilai positif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang positif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang meningkat seiring lamanya waktu penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48 dapat dilihat pada Gambar 13.

Selain itu kenaikan nilai ΔE disebabkan karena terjadinya degradasi antosianin yang mengakibatkan perubahan warna pada film indikator dari hijau menjadi hijau kekuningan pada jam ke-8. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nofrida (2013) film indikator daun erpa selama penyimpanan suhu ruang pada produk susu pasteurisasi mengalami perubahan warna dari merah menjadi merah kekuningan pada penyimpanan jam ke-0 sampai penyimpanan jam ke-8. Penelitian yang dilakukan oleh Hasnedi (2009) film indikator *bromocresol blue* selama penyimpanan di suhu ruang pada produk *fillet* ikan nila mengalami perubahan warna dari kuning menjadi hijau muda pada penyimpanan jam ke-0 sampai penyimpanan jam ke-7.



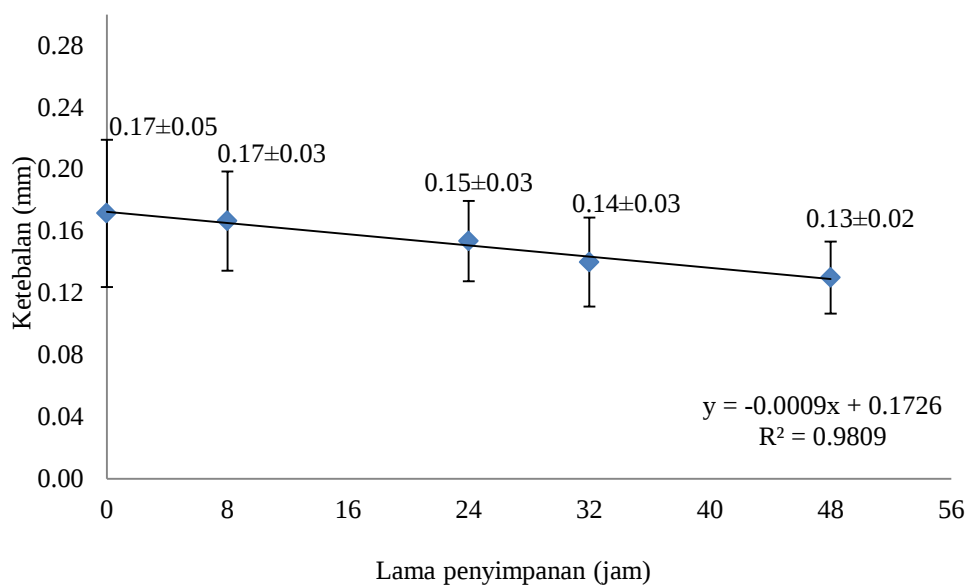
Gambar 13 Nilai ΔE film indikator selama penyimpanan

Nilai Ketebalan Film Indikator Selama Penyimpanan

Ketebalan merupakan salah satu parameter uji untuk mengetahui karakteristik fisik dari film indikator yang telah dibuat dan mengetahui perubahan ketebalan film indikator selama penyimpanan. Ketebalan film indikator dipengaruhi oleh volume larutan dan ukuran cetakan yang digunakan. Menurut Nofrida (2013) semakin tinggi volume larutan maka akan semakin tebal film indikator yang dihasilkan sedangkan semakin besar ukuran cetakan yang digunakan maka akan semakin tipis film indikator yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan volume larutan sebanyak 50 mL dengan ukuran cetakan 12x12cm yang menghasilkan ketebalan film sebesar 0.17 mm.

Penurunan nilai ketebalan film indikator dari penyimpanan jam ke-0 sebesar 0.17 ± 0.05 menjadi 0.13 ± 0.02 pada penyimpanan jam ke-48 dapat dilihat pada Gambar 14. Ketebalan film indikator memiliki persamaan regresi $y = -0.0009x + 0.1726$ dengan nilai korelasi (R^2) yang sangat kuat sebesar 0.9809. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan ketebalan film indikator yang semakin menurun. Nilai *slope* yang bernilai negatif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang negatif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang menurun seiring lamanya penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48.

Menurut Sitompul & Elok (2017) penurunan ketebalan film indikator dipengaruhi oleh jenis *plasticizer* yang digunakan. Jenis *plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah gliserol. Kandungan gliserol yang terdapat pada film indikator dapat menyebabkan film indikator semakin menipis selama penyimpanan di suhu 25 °C. Menurut Pagliaro & Michele (2008) gliserol memiliki titik leleh sebesar 18.2 °C. Hal tersebut membuat komponen gliserol yang terdapat di dalam film indikator menyebabkan kondisi film menjadi lembab ketika berada di dalam lingkungan kemasan pintar. Keadaan tersebut mengakibatkan semakin menipis film indikator akibat titik leleh gliserol lebih rendah dibandingkan suhu penyimpanan sehingga gliserol yang terdapat pada film berubah bentuk menjadi cairan.



Gambar 14 Nilai ketebalan film indikator selama penyimpanan

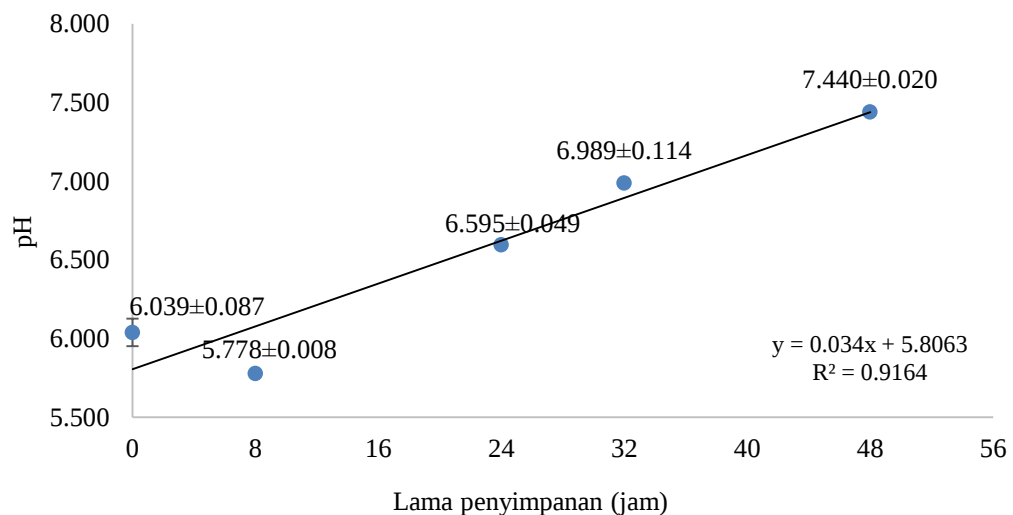
Nilai pH Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan

Nilai pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam menentukan kualitas daging. Hal ini dikarenakan nilai pH menjadi dasar kerusakan dari daging ayam broiler. Nilai pH daging ayam yang diperoleh pada pengamatan jam ke-0 sebesar 6.039 ± 0.087 . Hal tersebut diduga daging ayam telah mengalami pematangan selama 8 jam. Menurut penelitian Suradi (2006) yang menyatakan bahwa pH pada daging ayam broiler setelah pematangan 8 jam mempunyai nilai pH sebesar 6.02. Setelah pengamatan jam ke-0 akan terus mengalami penurunan hingga pengamatan jam ke-8 dengan nilai pH sebesar 5.778 ± 0.008 . Penurunan pH daging ayam pada fase rigor mortis disebabkan karena persediaan oksigen habis akibat sirkulasi darah ke jaringan otot terhenti. Kondisi tersebut menyebabkan penimbunan asam laktat akibat perombakan glikogen melalui proses glikolisis secara anaerob (Lawrie 2003). Penimbunan asam laktat akan terhenti setelah cadangan glikogen otot habis atau mencapai nilai pH akhir (Wowor *et al.* 2014).

Peningkatan nilai pH terjadi selama penyimpanan 8 sampai 48 jam dengan nilai pH sebesar 5.778 ± 0.008 sampai 7.440 ± 0.020 . Terjadinya peningkatan nilai pH dikarenakan daging ayam sudah mulai memasuki fase post-rigor mortis. Menurut Dengan (2015) meningkatnya pH pada fase post-rigor mortis akibat terjadinya dekomposisi senyawa kimia, khususnya protein dipecah menjadi asam amino melalui

proses deaminasi sehingga terbentuk amonia. Hal tersebut didukung oleh pendapat Riyadi *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa terjadinya peningkatan nilai pH pada fase post rigor akibat aktivitas bakteri yang melakukan pemecahan protein dengan hasil akhir yaitu terbentuknya senyawa basa volatil seperti amonia.

Nilai pH daging ayam memiliki persamaan regresi $y = 0.034x + 5.8063$ dengan nilai korelasi (R^2) kuat sebesar 0.9164. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai pH daging ayam yang semakin meningkat. Nilai *slope* bernilai positif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang positif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang menurun dari jam ke-0 hingga jam ke-8, namun mengalami kenaikan pada jam ke-8 hingga jam ke-48 seiring lamanya waktu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Nilai pH daging ayam broiler selama penyimpanan

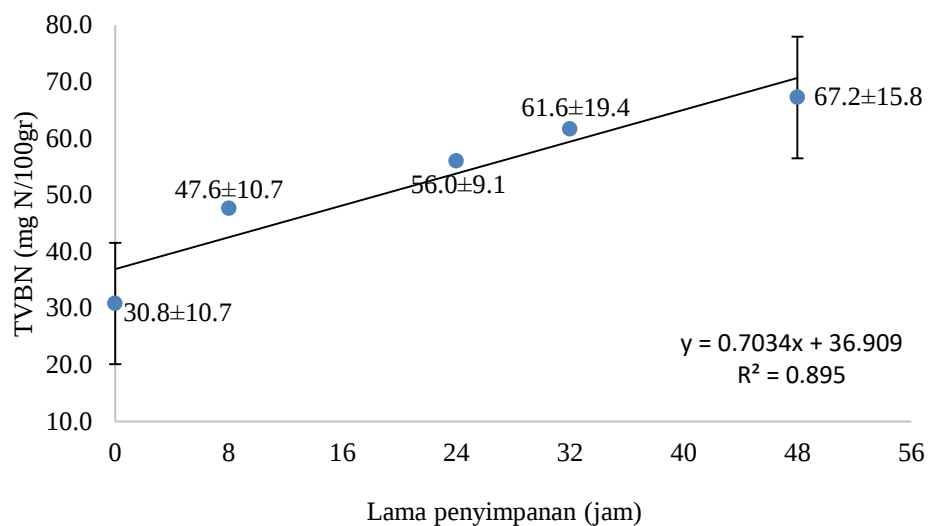
Nilai TVBN Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan

Pengujian *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVBN) merupakan salah satu uji untuk mengetahui tingkat kemuduran mutu daging ayam. Prinsip dari pengujian TVBN yaitu proses penguapan senyawa-senyawa basa volatil yang terdapat didalam sampel selama penyimpanan (Wally *et al.* 2015). Kandungan basa volatil merupakan hasil penguraian protein sehingga kadar TVBN yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai indikator kerusakan daging ayam.

Nilai TVBN pada daging ayam broiler mengalami peningkatan selama penyimpanan 48 jam di suhu 25 °C dengan RH 50%. Peningkatan nilai TVBN dari

penyimpanan jam ke-0 sebesar 30.8 ± 10.7 mgN/100g menjadi 67.2 ± 15.8 mgN/100g pada penyimpanan jam ke-48 dapat dilihat pada Gambar 16. Peningkatan kadar TVBN selama penyimpanan terjadi akibat banyaknya jumlah mikroba pada daging ayam sehingga proses degradasi protein menjadi senyawa basa nitrogen lebih cepat dan menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap yaitu amoniak (NH_3), dimetilamin (DMA), monometilamin (MMA), dan trimetilamin (TMA) (Sahliyah 2017). Hal tersebut didukung oleh pendapat Waryani *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa meningkatnya kadar TVBN karena proses degradasi protein akibat adanya aktivitas enzim dan bakteri pembusuk. Senyawa basa volatil yang dihasilkan dapat menunjukkan bahwa daging ayam sudah tidak layak untuk dikonsumsi.

Nilai TVBN daging ayam memiliki persamaan regresi $y = 0.7034x + 36.909$ dengan nilai korelasi (R^2) yang kuat sebesar 0.895. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai TVBN daging ayam yang semakin meningkat. Nilai *slope* yang positif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang positif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang meningkat seiring lamanya waktu penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48.



Gambar 16 Nilai TVBN daging ayam broiler selama penyimpanan

Penelitian yang dilakukan oleh Balamatsia *et al.* (2007) menyatakan bahwa batas maksimal nilai kadar TVBN pada daging ayam sebesar 40 mgN/100 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penelitian ini daging ayam broiler dengan waktu penyimpanan 8 jam sudah tidak layak untuk dikonsumsi karena memiliki nilai TVBN

sebesar 47.6 ± 10.7 mgN/100 g. Berdasarkan perhitungan hasil dari persamaan regresi $y = 0.7034x + 36.909$ dapat dilihat pada (Lampiran 10), diperoleh bahwa daging ayam broiler sudah mengalami kerusakan pada penyimpanan selama 4 jam 23 menit dengan nilai TVBN 40 mgN/100 g. Hal tersebut dikarenakan nilai TVBN daging ayam broiler sudah mencapai batas maksimum untuk dikonsumsi manusia.

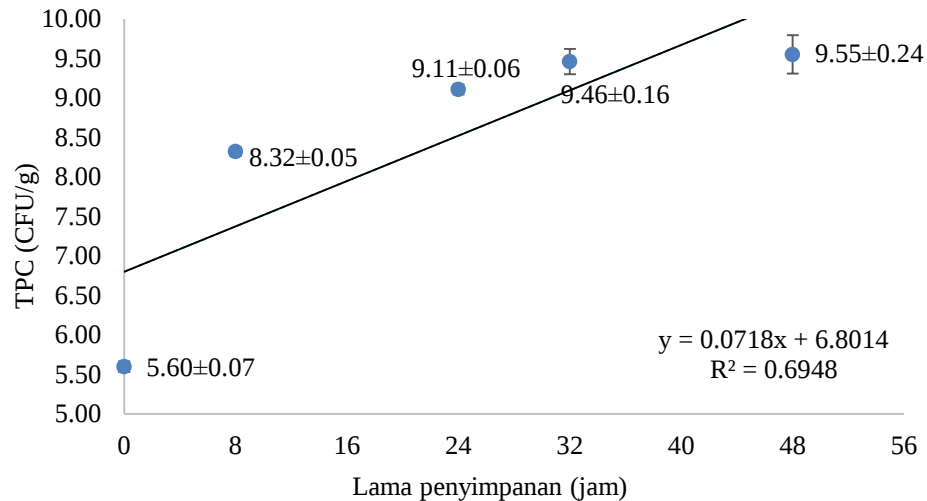
Nilai TPC Daging Ayam Broiler Selama Penyimpanan

Pengujian *Total Plate Count* (TPC) merupakan salah satu parameter uji untuk mengetahui jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk atau bahan pangan dengan cara menghitung koloni yang ditumbuhkan pada media agar. Jumlah mikroba menjadi faktor yang paling utama dalam menentukan kualitas daging ayam broiler selama penyimpanan di suhu 25°C dengan RH 50%.

Peningkatan jumlah mikroba terlihat signifikan pada penyimpanan jam ke-0 sampai jam ke-8 yaitu sebesar 5.60 ± 0.07 log CFU/g menjadi 8.32 ± 0.05 log CFU/g. Hal tersebut dikarenakan masih banyaknya kandungan nutrisi di dalam daging ayam sehingga menyebabkan kecepatan pertumbuhan mikroba meningkat (Sukmawati *et al.* 2018). Pertumbuhan mikroba terus mengalami peningkatan selama penyimpanan jam ke-24 hingga jam ke-48 yaitu sebesar 9.11 ± 0.06 log CFU/g menjadi 9.55 ± 0.24 log CFU/g. Hal tersebut disebabkan semakin lama waktu penyimpanan maka daging ayam akan mengalami proses pembusukan yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah mikroba yang tumbuh (Jaelani *et al.* 2018). Pertumbuhan mikroba yang terjadi pada daging ayam disebabkan karena daging memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga dapat menjadi sumber media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba. Menurut Yuanisa (2005) jenis mikroba yang tumbuh pada daging ayam diantaranya *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, dan *Proteus*.

Nilai TPC daging ayam memiliki persamaan regresi $y = 0.0718x + 6.8014$ dengan nilai korelasi (R^2) yang cukup baik sebesar 0.6948. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan berkorelasi dengan nilai TPC daging ayam yang semakin meningkat. Nilai *slope* yang positif menunjukkan bahwa model regresi memiliki hubungan yang

positif. Hal tersebut selanjutnya digambarkan dengan grafik yang meningkat seiring lamanya waktu penyimpanan dari jam ke-0 hingga jam ke-48 dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Nilai TPC daging ayam broiler selama penyimpanan

Berdasarkan SNI 7388:2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan menyatakan bahwa batas maksimal total cemaran mikroba pada daging ayam segar yang masih dapat dikonsumsi tidak lebih dari 1×10^6 koloni/g atau setara dengan nilai 6 log CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa total cemaran mikroba daging ayam broiler pada penyimpanan jam ke 8 sebesar 8.32 log CFU/g sudah tidak layak dikonsumsi karena melebihi batas maksimum cemaran mikroba yang sudah ditetapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ekstrak warna bunga telang dapat digunakan sebagai bahan pewarna dalam film indikator karena sensitif terhadap perubahan pH. Formulasi film indikator yang terbaik untuk mendeteksi kerusakan daging ayam broiler ialah perbandingan polivinil alkohol:kitosan 20:80 dengan penambahan ekstrak antosianin bunga telang sebanyak 5 mL. Perubahan warna film indikator dari hijau menjadi hijau kekuningan di jam ke-24 menunjukkan bahwa kualitas daging ayam yang dikemas sudah tidak dapat dikonsumsi. Perubahan warna yang terjadi pada film indikator berkorelasi dengan nilai pH, TVBN, dan TPC daging ayam broiler. Berdasarkan data yang didapatkan bahwa nilai pH daging ayam broiler sudah memasuki tahap post-rigor pada jam ke-24 dengan nilai pH sebesar

6.595. Jika dilihat dari nilai regresi TVBN menyatakan bahwa daging ayam broiler sudah tidak dapat untuk dikonsumsi setelah disimpan selama 4 jam 23 menit sedangkan pada uji TPC daging ayam sudah tidak layak dikonsumsi pada penyimpanan antara jam ke-0 hingga jam ke-8 sebesar 5.598 log CFU/g menjadi 8.322 log CFU/g.

Saran

Perlu dilakukan pengujian terhadap kandungan *trimethylamine* (TMA) dan identifikasi lebih lanjut mengenai mikroba patogen seperti *Salmonella sp* dan *Campylobacter sp* pada daging ayam broiler selama penyimpanan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian mengenai potensi film indikator dengan ekstrak bunga telang pada daging ayam menggunakan penyimpanan suhu dingin atau beku.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 01-2897-2008. *Tentang metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009a. SNI 01-3924-2009. *Tentang Mutu Karkas Dan Daging Ayam*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009b. SNI 01-2354-2009. *Tentang Cara Uji Kimia-bagian 8: Penentuan Kadar TVB Pada Produk Prikanan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2009c. SNI 01-7388-2009. *Tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 1996. *Pedoman Praktis Pemantauan Gizi Orang Dewasa*. Jakarta: Depkes.
- Adiana ID, Lasmina S. 2014. Penggunaan kitosan sebagai biomaterial di kedokteran gigi. *Dentika Dental Journal*. 18(2): 190–193.
- Afrianti M, Bambang D, Bhakti ES. 2013. Perubahan warna profil protein dan mutu organoleptik daging ayam broiler setelah direndam dengan ekstrak daun seduduk. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(3): 116–120.
- Ahmadiani N, Rebecca JR, Thomas MC, Monica GM. 2014. Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62: 7524–7531.
- Anggraeni E. 2012. Penggunaan kitosan sebagai pengawet alami terhadap mutu daging ayam segar selama penyimpanan suhu ruang [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Apriyanto J. 2007. Karakteristik biofilm dari bahan dasar polivinil alkohol (PVOH) dan kitosan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Rata-Rata Konsumsi Per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting Tahun 2007-2018. [Internet]. [diunduh 2019 September 15]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id>.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Daging Ayam Ras Pedaging Tahun 2014- 2018. [Internet]. [diunduh 2019 Oktober 05]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id>.
- Barus JG. 2017. Pengaruh lama perendaman dengan menggunakan larutan daun salam (*Syzygium Polyanthum*) sebagai pengawet terhadap *total plate count* dan *salmonella* daging broiler [skripsi]. Bandar Lampung (ID): Universitas Lampung
- Budiasih KS. 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. hml 201–206
- Balamatsia CC, Apostolos P, Michael GK, Ioannis NS. 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.
- Change MJ. 2018. Pengolahan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai serbuk pewarna alami menggunakan enkapsulan maltodekstrin dan soy protein isolate dengan metode pengeringan *cabinet drying* dan *freeze drying* [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

- Chayaratanasin P, Allen C, Chaturong S, Sudarat S, Porntip P, Nipattra S, Manuel AB, Sirichai A. 2009. *Clitoria ternatea* flower petal extract inhibits adipogenesis and lipid accumulation in 3T3-L1 preadipocytes by downregulating adipogenic gene expression. *Journal Molecules*. 24: 1–16
- Dalimartha S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Jilid 5*. Jakarta (ID): PT Pustaka Bunda.
- Daryanto, Suprpti S, Endah S. 2015. Analisis pendapatan peternak ayam ras pedaging pola kemitraan inti-plasma. *Studi Pendapatan Peternak*. 11(1): 92–105
- Dengen PMR. 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 Hasanuddin.
- Discha FE. 2014. Prarancangan pabrik polivinil alkohol dari vinil asetat monomer dan metanol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun [skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gajah Mada.
- Dompeipen EJ, Marni K. Riardi PD. 2016. Isolasi kitin dan kitosan dari limbah kulit udang. *Majalah BIAM*. 12(01): 32–38.
- Edi S dan Roro SNR. 2018. Pengaruh lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang dan refrigerator terhadap angka lempeng total bakteri dan adanya bakteri *Salmonella* sp. 4(1). *Jurnal Biosains*. 23–31
- Erizal dan Rahayu C. 1998. Karakterisasi hidrogel poli(vinil alkohol) (PVA) hasil polimerisasi radiasi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 137–144.
- Fuertes G, Ismael S, Raul C, Manuel V, Jorge S, Carolina L. 2016. Intelligent packaging system: sensors and nanosensors to monitor food quality and safety. *Journal of Sensors*. 1–8.
- Hasnedi YW. 2009. Pengembangan kemasan cerdas (*Smart Packaging*) dengan sensor berbahan dasar chitosan-asetat polivinil alkohol dan pewarna indikator *bromthymol blue* sebagai pendeteksi kebusukan *fillet* ikan nila [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hartono MA, Ekawati P, Sinung P. 2013. Pemanfaatan ekstrak bunga telang (*Clitoria Ternatea* L.) sebagai pewarna alami es lilin. 1–15.
- Hidayati. 2015. Pengaruh pemberian pakan standar petani dan campuran tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*) terhadap pertumbuhan ayam broiler (*Gallus domestica*) dan sumbangsihnya pada materi pertumbuhan di kelas VIII SMP/MTs [skripsi]. Palembang (ID): Universitas Islam Negeri Raden Fatah.
- Ianca BF. Pengaruh perlakuan kitosan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glicine max*) selama fase vegetatif dan awal fase generatif [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Irmaya R. 2018. Karakteristik polivinil alkohol yang dimodifikasi dengan asam adipat [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Jaelani A, Siti D, Bahrin N. 2016. Pengaruh lama penyimpanan daging itik alabio dalam refrigerator terhadap kualitas mikrobiologi pH dan organoleptik. *Jurnal Ziraa'ah*. 41(1): 145–155.
- Julian J, dan Eko S. 2016. Pengaruh komposisi PVA/kitosan terhadap perilaku membrane komposit PVA/kitosan/grafin oksida yang terikat silang asam sulfat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(1): 2337–3520.

- Kasih NS, A. Jaelani, N. Firahmi. 2012. Pengaruh lama penyimpanan daging ayam segar dalam refrigerator terhadap pH, susut masak dan organoleptik. *J. Media Sains*. 4(2): 154–159.
- Kazuma K, Noda N, Suzuki M. 2003. Flavonoid composition related to petal color in different lines of (*Clitoria Ternatea* L). *J Phytochem*. 64(6): 1133–1139.
- Kuswandi B, Jayus, Revi O, Aminah A, Yook H.L. 2014. A Novel on-package sticker sensor based on methyl red for real-time monitoring of broiler chicken cut freshness. *J Technology and Science*. 27: 69–81.
- Lawrie RA. 2003. *Ilmu daging*. Parakkasi A, penerjemah. Jakarta (ID): Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari *Meat Science*.
- Lindy Tri EN. 2008. Aplikasi ekstrak antosianin buah duwet (*Syzigium cumini*) pada produk jelly yogurt dan minuman berkarbonasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Marpaung AM. 2012. Optimasi proses ekstraksi antosianin pada bunga telang (*Clitoria Ternatea* L.) dengan metode permukaan tanggap [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Matulessy DN, Edi S, Rusman. 2010. Evaluasi karakteristik fisik komposisi kimia dan kualitas mikroba karkas broiler beku yang beredar dipasar tradisional kabupaten halmahera utara maluku utara. *Buletin Peternakan*. 34(3): 178– 185.
- Mega O, Warnoto W, Dewi BC. 2009. Pengaruh pemberian jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap karakteristik dendeng daging ayam petelur afkir. *J Sain Peternakan Indonesia*. 4(2): 106–112.
- Murtidjo, BA. 2003. *Pemotongan dan Penanganan Daging Ayam*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Mutia T, Rifaida E. 2012. Penggunaan webs serat alginate/polivinil alkohol hasil proses elektrospining untuk pembalut luka primer. *Jurnal Riset Industri*. 6(2): 137–147.
- Nofiandi D, Wida N, Asa Sofie LP. 2016. Pembuatan dan karakteristik *edible film* dari poliblend pati sukun-polivinil alkohol dengan propilenglikol sebagai plasticizer. *Jurnal Katalisator* 1(2): 1–12.
- 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.
- Nur'aini H, Siska A. 2015. Penggunaan kitosan untuk memperpanjang umur simpan buah duku. *J Agritepa*. 1(2): 195–210.
- Nurfawaidi A, Bambang K, Lestyo W. 2018. Pengembangan label pintar untuk indikator kesegaran daging sapi pada kemasan. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 6(2): 199–204.
- Nurhasanah I. 2016. Plastik biosensor berbasis kitosan antosianin kulit buah manggis sebagai pendeteksi kerusakan fillet ikan nila [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Negeri Semarang.
- Noviani H. 2012. Analisis penggunaan koagulan poly aluminium chloride (PAC) dan kitosan pada proses penjernihan air di PDAM tirta pakuan bogor [skripsi]. Bogor (ID): Universitas Pakuan.
- Octavia R. 2015. Pembuatan label cerdas pendeteksi *Staphylococcus aureus* pada daging [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Oktaviani VVD. 2016. Pengaruh konsentrasi asap cair dan lama perendaman terhadap karakteristik daging ayam [skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pasundan.
- Pacquit A, June F, Danny D, King TL, Alan F, Brid Q, Dermot D. 2007. Development of a smart packaging for the monitoring of fish spoilage. *J food chemistry*. 102(2): 466–470.
- Pagliari M, Michele R. 2008. *The Future of Glycerol: New Uses of a Versatile Raw Material*. Cambridge (GB): RSC Green Chemistry Book Series.
- Pane FA. 2006. Komposisi asam amino daging ayam kampung, broiler dan produk olahannya [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pratimasari D, Novena YL. 2018. Optimasi zat warna bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai pewarna alami pada sirup parasetamol. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 4(2): 89–87.
- Priska M, Natalia P, Ludovicus C, Yulius DN. 2018. Antosianin dan pemanfaatannya. *Journal of Applied Chemistry*. 6(2): 79–97.
- Purwanti A, Muhammad Y. 2013. Upaya peningkatan kelarutan kitosan dalam asam asetat dengan melakukan perlakuan awal pada pengolahan limbah kulit udang menjadi kitosan. Didalam: *Seminar Nasional ke 8 2013: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*; 2013 Desember 14; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Hlm 198–202.
- Rahmawati W, D. Herasari dan Husniati. 2012. Produksi kitosan dari bahan baku cangkang udang menggunakan metode kimia dan enzimatis dengan enzim kitin deasetilase. *Prosiding SNSMAIP III*. 3(3): 535–540.
- Rahmawati HS, Arianty S, Harianti. 2017. Ekstrak bunga mawar merah (*Rose damascene*) sebagai pewarna alami dalam pembuatan es krim rumput laut (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Balik Diwa*. 8(1): 13–22.
- Rahardjo Karina KE dan Simon BW. 2015. Biosensor pH berbasis antosianin stroberi dan klorofil daun suji sebagai pendeteksi kebusukan fillet daging ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 333–344.
- Riyadi NH, Windi A, Arinta H. 2014. Aplikasi ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan ekstrak biji pinang (*Areca catechu* L.) sebagai pengawet daging ayam broiler giling selama proses penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 7(1): 48–58.
- Riyanto R, Irma H, Singgih W. 2014. Karakteristik plastik indikator sebagai tanda peringatan dini tingkat kesegaran ikan dalam kemasan plastik. *JPB Perikanan*. 9(2): 153–163.
- Rifkowsaty EE, Adha PW. 2016. Pengaruh ekstraksi cara basah dan cara kering terhadap aktivitas antioksidan ekstrak cengkodok (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1): 10–15.
- Rochima E. 2014. Kajian pemanfaatan limbah rajungan dan aplikasinya untuk bahan minuman kesehatan berbasis kitosan. *Jurnal akuatika*. 5(1): 71–82.
- Sahliyah AR. 2017. Kemunduran mutu dan pembentukan formaldehid alami pada ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) selama penyimpanan suhu chilling [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Santoso WE, Estiasih T. 2014. Kopigmentasi ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* var. *Ayumurasaki*) dengan kopigmentasi Na-kaseinat dan protein whey serta stabilitasnya terhadap pemanasan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 121–127.

- Saptarini NY, Dadan S, Hera N. 2015. Application of butterfly pea (*Clitoria ternatea* Linn) extract as an indicator of acid-base titration. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(2): 275–280.
- Sari P. 2011. Potensi antosianin buah duwet (*Syzygium cumini*) sebagai pewarna pangan alami yang memiliki kemampuan antioksidasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setiautami A. 2013. Pembuatan kemasan cerdas indikator warna dengan pewarna bit (*B. vulgaris* L.var *cicla* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sinha K, Papita DS, Siddhartha D. 2012. Natural blue dye from (*Clitoria Ternatea*) extraction and analysis methods. *RJTA*. 16(2): 34–38.
- Sitompul Alfredo JWS dan Elok Z. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 13–25.
- Soeparno. 2011. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Sukarya R. 2009. Aplikasi bakteriosin *Lactobacillus* sp. galur SCG 1223 sebagai pengawet daging ayam segar [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukmawati, Ratna, Ahmad F. 2018. Analisis cemaran mikroba pada daging ayam broiler di kota makassar. *Jurnal Scripta Biologica*. 5(1): 51–53.
- Suptijah P, Yayandi G, Dadi RS. 2008. Kajian efek daya hambat kitosan terhadap kemunduran mutu fillet ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) pada penyimpanan suhu ruang. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 11(2): 89– 101.
- Suradi K. 2006. Perubahan sifat fisik daging ayam broiler post mortem selama penyimpanan temperatur ruang. *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(1): 23–27.
- Suzery M, Sri L, Bambang C. 2010. Penentuan total antosianin dari kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) dengan metode maserasi dan sokshletasi. *Jurnal Sains & Matematika*. 18(1): 1–6.
- 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, Srivastava J. 2010. Evaluation of anthocyanin content in red and blue flowers. *International Journal of Food Engineering*. 6(4):1–11.
- Wally E, Feny M, Roike IM. 2015. Kajian mutu ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap (fufu) selama penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 7–12.
- Warsiki E, Citra Dewi WP. 2012. Pembuatan label/film indikator warna dengan pewarna alami dan sintetis. *J Agroindustri*. 1(2): 82–87.
- Warsiki E, Rini N, Indah Y. 2013. Pemanfaatan ekstrak daun erpa (*Aerva sanguinolenta*) untuk label cerdas indikator warna. *J Ilmu Pertanian Indonesia*. 18(1): 15–19.
- Waryani SW, Rika S, Farida H. 2014. Pemanfaatan kitosan dari cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan lele (*Clarias batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia*. 3(4): 51–57.
- Wijayanti DA, Hintono A, Pramono YB. 2013. Kadar protein dan keempukan nugget ayam dengan berbagai level substitusi hati ayam broiler. *Journal Animal Agriculture*. 2(1): 295–300.

- Winda A. 2016. Pola konsumsi daging ayam broiler berdasarkan tingkat pengetahuan dan pendapatan kelompok mahasiswa fakultas peternakan universitas padjadjaran [skripsi]. Sumedang (ID). Universitas Padjadjaran.
- Wowor AKY, Ransaleleh TA, Tamasoleng M, Komansilan S. 2014. Lama penyimpanan pada suhu dingin daging broiler yang diberi air perasan jeruk katsuuri (*Citrus madurensis Lour*). *Jurnal ZooteK*. 34(2): 148–158.
- Yam KL, Paul TT, Joseph M. 2005. Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of Food Science*. 70(1): 1–10.
- Yuanisa YY. 2005. Kualitas mikrobiologi karkas ayam broiler pada berbagai lama postmortem [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yulina R, Wiwin W, Cica K, Wulan S, Agus SM, Tatang W. 2014. Pengaruh berat molekul kitosan terhadap fiksasi kitosan pada kain kapas sebagai antibakteri. *Jurnal Arena Tekstil*. 29(2): 81–90