



## Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Indikator pH dalam Sistem Kemasan Pintar

### The Butterfly Pea Flower's (*Clitoria ternatea* L.) as pH Indicator in Smart Packaging System

Fenny Aprilliani\*<sup>1</sup>, Laksmi Putri Ayuningtyas<sup>2</sup>, Hanis Adila Lestari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto, Indonesia

\*Penulis Korespondensi

Email: [fennyaprilliani20@gmail.com](mailto:fennyaprilliani20@gmail.com)

**Abstract.** Bahan pangan yang disimpan mengalami perubahan kualitas diantaranya perubahan warna, bau, timbulnya lendir, serta perubahan pH. Perubahan-perubahan ini terjadi akibat aktivitas dan pertumbuhan bakteri pembusuk serta reaksi fisiologis pada bahan pangan tersebut. Label pintar yang diaplikasikan pada bahan pengemas dapat menjadi solusi untuk mengetahui perubahan parameter mutu yang terjadi selama penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji efektifitas antosianin bunga telang sebagai indikator pH pada penyimpanan daging. Bunga telang diekstraksi antosianinnya untuk membuat indikator pH, kemudian diuji aktivitas indikator pH dalam bentuk sensitivitasnya terhadap perubahan warna daging sapi segar pada rentang pH 1-12. Konsentrasi antosianin bunga telang yang didapatkan pada penelitian ini adalah  $121,90 \pm 1,67$  mg/L. Label pintar yang diaplikasikan sebagai indikator pH telah memberikan perbedaan perubahan warna pada berbagai rentang pH dari pH 1-12. Ekstrak antosianin bunga telang berubah dari warna pink menjadi pink ke ungu pada range pH 1-3, perubahan warna ekstrak antosianin ungu menjadi biru untuk range pH 4-10, biru gelap pada pH 11 dan kuning gelap untuk pH 12. Label indikator yang diproduksi mampu digunakan untuk mengetahui perubahan tingkat kesegaran daging berdasarkan perubahan pH selama penyimpanan dilihat dari parameter Lightness ( $L^*$ ), Chroma ( $C^*$ ), dan Hue ( $H$ ) terhadap perubahan pH daging sapi segar.

**Kata kunci:** label pintar, antosianin, pH, indikator, bunga telang

**Abstract.** Stored food products change quality including changes in color, odor, the emergence of mucus, and changes in pH. These changes occur due to the activity and growth of spoilage bacteria as well as physiological reactions. Smart labels applied to packaging materials can be a solution to determine changes in quality parameters that occur during storage. This research aims to analyze the effectiveness of anthocyanins from butterfly pea flowers as pH indicators during beef storage. Butterfly pea flower anthocyanins were extracted to make a pH indicator, then tested the activity of the pH indicator especially its sensitivity to the color changes of fresh beef in the pH range of 1-12. The butterfly pea flower anthocyanin concentration obtained in this study was  $121.90 \pm 1.67$  mg/L. The smart label applied as a pH indicator has given different color changes in various pH ranges from pH 1-12. The butterfly pea flower anthocyanin extract changed from pink to purple in the pH 1-3 range, the color of the purple anthocyanin extract changed to blue for the pH 4-10 range, dark blue at pH 11, and dark yellow for pH 12. The indicator label produced was capable of being used to determine changes in the level of freshness of meat, based on changes in

*pH during storage seen from the parameters Lightness ( $L^*$ ), Chroma ( $C^*$ ), and Hue ( $H$ ) to changes in pH of fresh beef.*

**Keywords:** *smart labeling, anthocyanin, pH, indicator, butterfly pea flower*

## 1. Pendahuluan

Proses pengemasan bertujuan untuk melindungi produk dari kerusakan yang dapat disebabkan oleh paparan lingkungan dari luar sistem pengemas. Selain itu, pengemasan juga dapat digunakan sebagai media komunikasi yang dijalin secara tidak langsung antara produsen dengan konsumen (Luca & Penco, 2014). Secara umum, tujuan pengaplikasian kemasan adalah sebagai pelindung, media komunikasi, memberikan kenyamanan serta dapat berguna sebagai wadah pada tahapan proses pengolahan pangan lanjutan (Robertson, 2005). Seiring dengan perkembangan waktu, tuntutan konsumen akan produk pengemas yang memiliki kompleksitas tinggi, modern, memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta mudah untuk diproduksi terus mengalami peningkatan, salah satunya adalah permintaan terhadap produk *smart packaging* (Cheung *et al.*, 2017). Istilah *active packaging*, *smart* dan *intelligent packaging* cukup banyak digunakan sebagai tema penelitian pada berbagai macam literatur baik itu yang diaplikasikan untuk mengemas bahan pangan, obat-obatan, minuman, kosmetik serta produk lain yang mudah rusak (Yam *et al.*, 2005). *Smart packaging* atau kemasan cerdas adalah kemasan yang mampu membantu dalam memantau kondisi produk serta memberikan informasi mengenai kualitas produk yang dikemas (Firmansyah *et al.*, 2021).

Label pintar merupakan salah satu bentuk aplikasi *smart packaging* yang dapat digunakan untuk mengetahui perubahan kualitas seperti tingkat kesegaran dan kerusakan produk selama penyimpanan. Kerusakan produk dapat disebabkan oleh adanya pertumbuhan bakteri pembusuk yang menyebabkan terjadinya perubahan warna, bau, timbulnya lendir serta perubahan pH yang menyebabkan rasa menjadi asam (Rorong & Wilar, 2020). Label pintar berupa indikator warna dapat diaplikasikan pada bahan pengemas untuk mengetahui perubahan kualitas produk yang terjadi selama penyimpanan. Indikator warna umumnya diproduksi menggunakan bahan pewarna sintesis dengan tingkat stabilitas yang tinggi (Warsiki & Putri, 2012). Namun, penggunaan pewarna sintesis seringkali menimbulkan kekhawatiran terkait dengan efek samping yang dapat ditimbulkan apabila terjadi kontaminasi antara produk pangan dan pewarna sintetis yang digunakan. Solusinya, penggunaan pewarna alami dimodifikasi untuk mendapatkan tingkat stabilitas yang lebih tinggi termasuk pewarna alami ekstrak bunga telang.

Bunga telang dipilih karena kandungan antosianin yang dapat mengidentifikasi perubahan asam-basa yang terjadi (Yusuf *et al.*, 2021). Aplikasi antosianin sebagai indikator pH telah dikaji oleh beberapa peneliti seperti yang dilakukan oleh Wahyuningsih *et al.*, (2017) yang mengkaji

sensitifitas antosianin bunga mawar, pengujian efek pH terhadap ekstrak antosianin yang berasal dari kubis merah (Gao *et al.*, 2022), serta aplikasi antosianin ekstrak basil (Suthar & Saran, 2020). Kandungan antosianin yang dapat berasal dari berbagai sumber termasuk bunga telang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi label indikator pH. Untuk itu, diperlukan kajian lebih lanjut terhadap efektifitas antosianin yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas antosianin bunga telang sebagai indikator pH pada penyimpanan daging.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan pewarna dan bahan untuk membuat indikator pH. Bahan pewarna dibuat dari ekstrak bunga telang sedangkan bahan indikator pH dibuat dengan mencampurkan bahan pewarna di dalam larutan film yang terbuat dari kitosan, asam sitrat 1% dan gliserol yang selanjutnya diaplikasikan di atas kertas saring Whatman No.1.

### 2.2. Metode

#### 2.2.1 Preparasi Ekstraksi Antosianin Bunga Telang

Bunga telang diperoleh dari salah satu petani di kawasan Jawa Tengah. Bunga telang segar selanjutnya dicuci dengan air mengalir. Sampel diblansing selama 7 menit dan dihancurkan. Tahap selanjutnya adalah tahap ekstraksi antosianin dengan metode yang dimodifikasi dari Prietto *et al.* (2017). Sebanyak 300 g sampel bunga telang diekstraksi menggunakan pelarut dengan perbandingan 1:2. Pelarut yang digunakan adalah campuran dari 96% etanol dan 1,5 M HCl (4:1). Pemberian larutan 1,5M HCl bertujuan untuk memberikan suasana asam pada proses maserasi sehingga antosianin yang dihasilkan lebih stabil (Putri *et al.*, 2015). Filtrat kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No.41 untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam *rotary evaporator* (T=50°C) untuk menghilangkan kandungan pelarut yang digunakan. Ekstrak antosianin bunga telang hasil maserasi selanjutnya disimpan pada botol gelap sebelum diuji.

#### 2.2.2 Analisis Kandungan Antosianin

Analisis kandungan antosianin dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm. Analisa menghasilkan nilai absorbansi yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kandungan antosianin ekstrak bunga telang. Kandungan antosianin ekstrak bunga telang ditentukan dengan persamaan yang diberikan oleh Giusti and Wrolstad (2001) seperti yang tertera pada Perasamaan 1 dan 2 berikut ini:

$$A = (A_{\lambda 540} - A_{\lambda 700})_{pH1.0} - (A_{\lambda 540} - A_{\lambda 700})_{pH4.5} \quad (1)$$

$$\text{Kandungan Antosianin} = \frac{A.MW.DF.10^3}{\epsilon.L} \quad (2)$$

Keterangan:

- A = Nilai absorbansi  
 MW = Berat molekul (449.2 g/mol)  
 DF = Faktor dilusi  
 $\epsilon$  = Koefisien absorptivitas molar (26900 L/mol.cm)  
 L = Lebar kuvet

### 2.2.3. Pembuatan dan Pengujian Aktivitas Indikator pH

Pembuatan indikator pH dilakukan dengan memodifikasi prosedur pembuatan film indikator warna yang dilakukan oleh [Warsiki and Putri \(2012\)](#). Proses produksi indikator pH diawali dengan membuat larutan film yang kemudian direkatkan di atas permukaan kertas saring Whatman No.1. Larutan film dibuat dengan melarutkan 3.5% (b/v) kitosan dalam 35 mL asam sitrat 1% (T=40°C; t=60 menit). Sebanyak 1% (b/v) gliserol dan 5% (b/v) ekstrak bunga telang ditambahkan ke dalam larutan film dengan dilakukan pengadukan selama 15 menit. Larutan film indikator selanjutnya direkatkan ke atas permukaan kertas saring Whatman No.1 dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam.

Pengujian aktifitas indikator pH dilakukan dengan mereaksikan kertas indikator pada interval pH 1 – pH 12 selama 5 menit. Sensitivitas label indikator terhadap perubahan pH dapat diidentifikasi melalui perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna diukur menggunakan *color reader* CR-10 (Konica Minolta Sensing Inc.) yang menghasilkan parameter warna L\*a\*b\* yang kemudian diubah ke dalam bentuk LCH untuk mempermudah interpretasi warna. Menurut [Warsiki et al. \(2019\)](#), *lightness* (L\*) mengindikasikan nilai kecerahan sampel, *Hue* (°H) menunjukkan nama warna yang dimiliki apakah itu merah, biru, hijau maupun warna lainnya, sedangkan *Chroma* (C\*) menunjukkan tingkat kemurnian warna.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kadar Antosianin Bunga Telang

Ekstraksi bunga telang dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Metode ini dipilih karena senyawa antosianin yang dimiliki bunga telang tidak tahan terhadap suhu pemanasan yang tinggi. Ekstrak bunga telang yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm dengan pH 1 dan pH 4,5. Panjang gelombang tersebut masuk ke dalam rentang Panjang gelombang serapan antosianin yakni 200-700 nm ([Laksmiani et al., 2015](#)). Nilai absorbansi yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk

menghitung konsentrasi antosianin. Perbandingan konsentrasi antosianin bunga telang dengan pewarna alami lain yang diekstraksi dalam penelitian ini dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

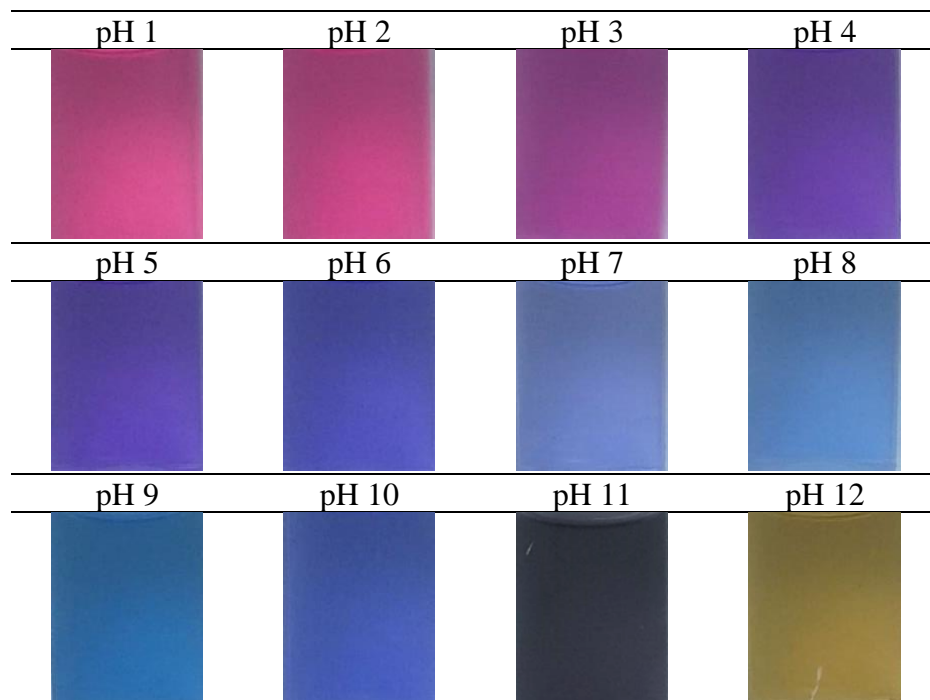
**Tabel 1.** Perbandingan konsentrasi antosianin

Pewarna Alami	Konsentrasi (mg/L)
Bunga Telang	121,90±1,67
Beet	44,09±1,00

Berdasarkan data perbandingan jumlah antosianin pada [Tabel 1](#), dapat diketahui bahwa jumlah antosianin yang dihasilkan ekstrak bunga telang lebih besar jika dibandingkan dengan antosianin yang terkandung dalam *beet*. Antosianin sendiri merupakan pigmen berwarna merah, ungu dan biru yang umumnya terdapat dalam tanaman yang dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan pewarna sintetis ([Sampebarra, 2018](#)). Jumlah antosianin yang tinggi pada bunga telang menunjukkan bahwa bunga telang berpotensi untuk digunakan sebagai label indikator dibandingkan dengan beet.

### 3.2. Aplikasi Label Pintar Indikator pH

Pembuatan indikator pH diawali dengan analisis perubahan warna ekstrak antosianin bunga telang terhadap perubahan pH seperti yang tertera pada [Gambar 1](#).



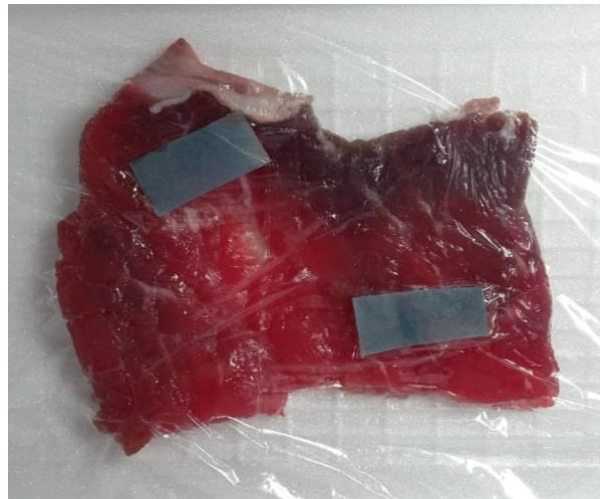
**Gambar 1.** Perubahan warna antosianin bunga telang terhadap pH

[Gambar 1](#) memperlihatkan perubahan warna ekstrak antosianin bunga telang terhadap pemberian variasi pH. Ekstrak antosianin bunga telang berubah dari warna pink menjadi pink ke ungu pada range pH 1-3, perubahan warna ekstrak antosianin ungu menjadi biru untuk range pH 4-10, biru gelap pada pH 11 dan kuning gelap untuk pH 12. Hal ini sesuai dengan hasil

penelitian yang dilakukan oleh [Roy and Rhim \(2020\)](#) yang mengekstrak antosianin dari kubis merah. Hasil ekstraksi antosianin yang telah diperoleh selanjutnya digunakan sebagai senyawa pigment pada pembuatan label pintar indikator pH yang dapat membantu untuk mendeskripsikan mutu daging.

### 3.3. Korelasi Perubahan Warna Label Terhadap Parameter Mutu Daging Selama Penyimpanan

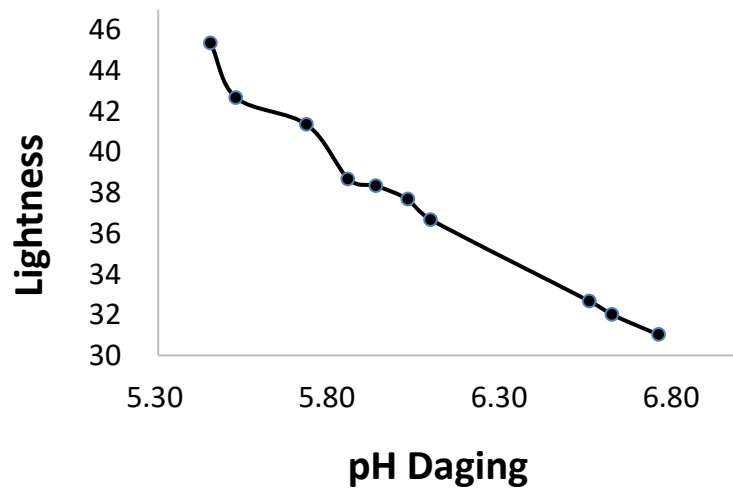
Pengukuran perubahan warna label indikator dilakukan dengan menggunakan sistem warna Munsell terhadap parameter *Lightness* ( $L^*$ ), *Chroma* ( $C^*$ ), dan *Hue* (H) terhadap pH daging yang disimpan pada suhu 20°C selama 9 jam. Daging dibungkus menggunakan *styrofoam* dan plastik *wrap* yang di atasnya diletakkan label indikator pH seperti yang terlihat pada [Gambar 2](#).



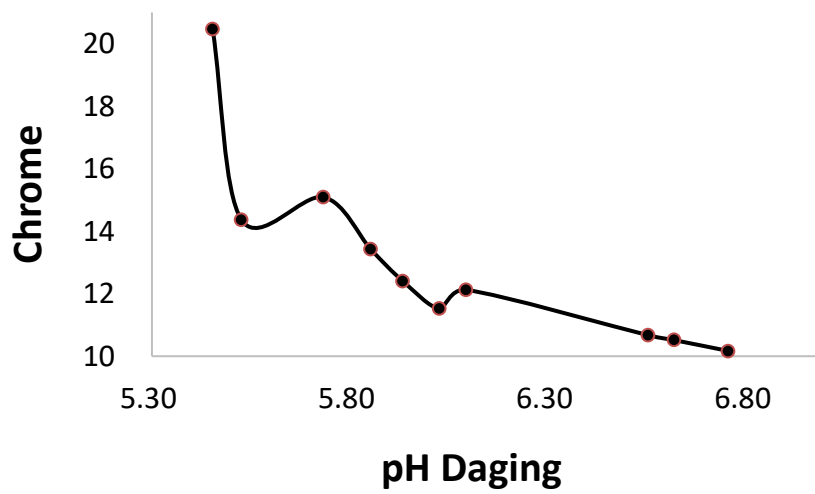
Gambar 2. Aplikasi label indikator bunga telang pada penyimpanan daging sapi.

Pengaruh pH terhadap perubahan warna *Lightness*, *Chroma*, dan *Hue* pada label indikator selama penyimpanan dapat dilihat pada [Gambar 3](#).

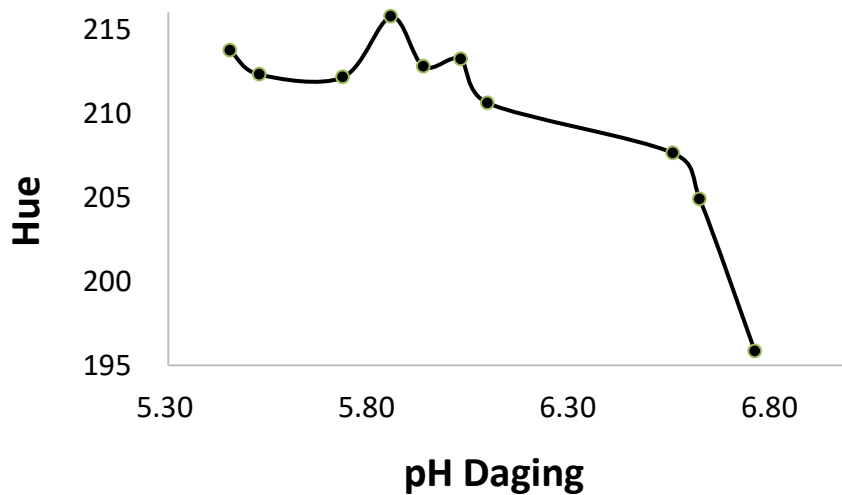
[Gambar 3](#) menunjukkan pengaruh pH terhadap perubahan warna label indikator. *Lightness* merupakan variabel yang mengindikasikan tingkat kecerahan, *Hue* menunjukkan identitas warna, sedangkan *Chroma* menunjukkan tingkat kemurnian warna. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa *Lightness*, *Chroma*, dan *Hue* label indikator cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya pH daging selama penyimpanan. Perubahan warna label indikator secara lebih jelas dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



(a)

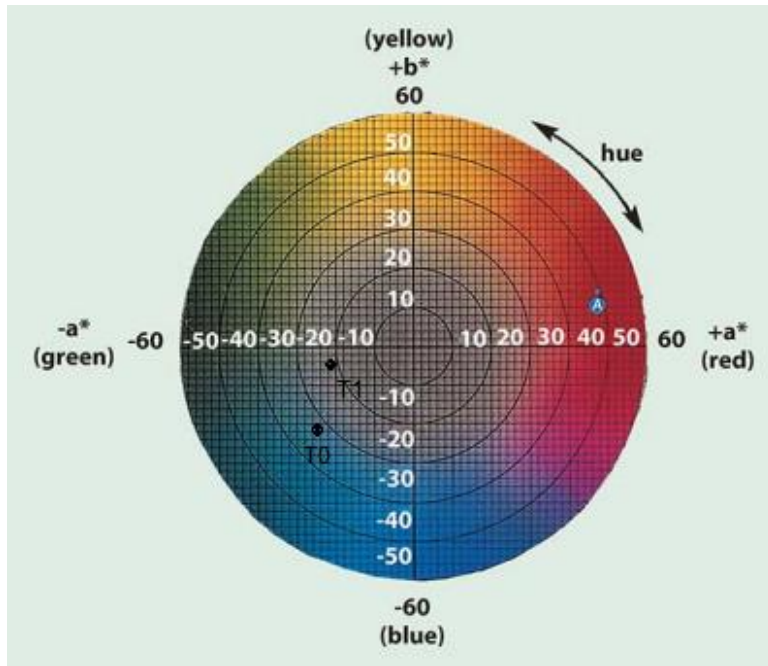


(b)



(c)

Gambar 3. Pengaruh pH daging terhadap perubahan warna label indikator (a) *lightness* ( $L^*$ ), (b) *Chroma* ( $C^*$ ), dan (c) *Hue* ( $H$ ).



Keterangan:

T<sub>0</sub>= Chroma, Hue (C\*, °H) label indikator di awal penelitian (20,5; 213,7)

T<sub>1</sub>= Chroma, Hue (C\*, °H) label indikator di akhir penelitian (10,2; 195,8)

Gambar 4. Peta warna Munsell.

Gambar 4 menunjukkan peta warna menurut Munsell, diketahui bahwa label indikator berubah dari warna *Blue* (B) menjadi *Blue Green* (BG). Perubahan warna pada label indikator disebabkan adanya reaksi antara pH daging dengan senyawa antosianin yang menyebabkan warna label indikator berubah.

Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang banyak digunakan untuk memonitoring mutu daging yang berkaitan dengan perubahan warna, keempukan, cita rasa, daya ikat air serta umur simpan (Cahyanti *et al.*, 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH daging sapi selama penelitian berkisar antara 5,45-6,76 (Tabel 2). Perubahan pH yang terjadi dikarenakan adanya perbedaan lama penyimpanan yang diterapkan selama penelitian.

Tabel 2. pH daging selama penyimpanan suhu 20°C.

Lama Penyimpanan (Jam)	pH (Tingkat Keasaman)
0	5,45 ± 0,01
1	5,53 ± 0,01
2	5,73 ± 0,04
3	5,85 ± 0,01
4	5,93 ± 0,03
5	6,03 ± 0,01
6	6,09 ± 0,01
7	6,55 ± 0,01
8	6,62 ± 0,01
9	6,76 ± 0,01

Menurut Soeparno *et al.*, (2001), daging segar memiliki nilai pH berkisar antara 5,3-5,9. Data Tabel 1 menunjukkan bahwa pada penyimpanan daging jam ke-0 sampai jam ke-4 sampel



daging masih dapat dikategorikan segar karena berada pada *range* 5,3-5,9. Namun, untuk penyimpanan jam ke-5 hingga jam ke-9 pH daging sudah berada di luar *range*, sehingga daging dapat dikategorikan sebagai daging yang tidak segar. Perubahan pH yang bervariasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor intrinsik maupun faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik antara lain adalah spesies, tipe otot, glikogen otot, dan variabilitas ternak, sedangkan faktor ekstrinsik antara lain temperature lingkungan, perlakuan tambahan sebelum pemotongan dan stress sebelum proses pemotongan (Lawrie, 2003).

Perbedaan nilai pH berkaitan erat dengan kadar glikogen dalam jaringan otot yang akan berimbas pada penimbunan asam laktat (Merthayasa *et al.*, 2015). Pada Tabel 2 diketahui bahwa selama penyimpanan pada jam ke-0 hingga jam ke-9 nilai pH daging yang diamati mengalami peningkatan. Kondisi ini dikarenakan kadar glikogen dalam otot yang semakin menurun sehingga menghambat pembentukan asam laktat yang menyebabkan nilai pH semakin tinggi. Kondisi ini akan terus terjadi selama cadangan glikogen masih tersedia di dalam otot. Tingkat keasaman diketahui memberikan pengaruh terhadap jumlah mikroorganisme, dimana semakin tinggi pH maka jumlah mikroorganisme yang tumbuh akan semakin tinggi. Dengan adanya mikroorganisme, kandungan protein pada daging akan lebih cepat terdegradasi sehingga menyebabkan tingginya kandungan air daging yang mampu mempercepat proses pembusukan (Buckle *et al.*, 1987).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa label indikator yang diproduksi mampu digunakan untuk mengetahui perubahan tingkat kesegaran daging berdasarkan perubahan pH selama penyimpanan. Selama penyimpanan, daging haya dapat bertahan selama empat jam pada suhu 20°C dengan range pH antara 5,45-5,93. Hasil ini selaras dengan warna label indikator yang berubah dari *Blue* (B) menjadi *Green Blue* (GB).

#### 4. Kesimpulan

Proses ekstraksi yang dilakukan dengan metode maserasi menunjukkan sampel bunga telang mengandung antosianin sebanyak 121,90±1,67 mg/L. Jumlah ini lebih banyak jika dibandingkan dengan sampel beet yang diekstaksi dengan metode yang sama yaitu sebesar 44,09±1,00 mg/L. Hasil ekstraksi antosianin bunga telang diproses lebih lanjut untuk menghasilkan label indikator pH yang diaplikasikan pada penyimpanan daging sapi. Label indikator menunjukkan adanya perubahan warna seiring dengan perubahan pH daging selama penyimpanan. Perubahan pH daging selama penyimpanan berkisar antara 5,45 sampai 6,76 sedangkan warna label indikator berubah dari warna *blue* (B) menjadi *blue green* (BG). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa label indikator dapat digunakan sebagai *smart packaging* untuk mendeteksi mutu daging.

## Daftar Pustaka

- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., & Wooton, M. (1987). *Food science*. Universitas Indonesia Press: Jakarta, Indonesia.
- Cahyanti, A. N., Iswoyo & Rohadi. (2020). Perubahan daya ikat air, tekstur, pH, total mikroba pada daging ayam segar yang direndam dengan larutan ekstrak kunyit. *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VII*. Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia. 27 Juni 2020. <http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/511>
- Cheung, Celeste H.M., Bedford, R., Urabain, I. R. Saez de., Annette K. Smith, & Smith, Tim J. (2017). Daily touchscreen use in infants and toddlers is associated with reduced sleep and delayed sleep onset. *Scientific Reports*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep46104>.
- Firmansyah, T. E. C., Rusdianto, A. S., & Amilia, W. (2021). Identification of Beef Freshness Using Smart Labels Based On Anthocyanin Extract of Purple Cabbage (*Brassica Oleracea Var. Capitata* L.). *2<sup>nd</sup> International Conference of Heath, Science Technology*. 307 – 310. <http://ojs.udb.ac.id/index.php/icohetech/article/view/1147>
- Gao, J., Cheng, B. B., Liu, Y. F., Li, M. M., & Zhao, G. Y. (2022). Effect of red cabbage extract rich in anthocyanins on rumen fermentation, rumen bacterial community, nutrient digestion, and plasma indices in beef bulls. *Journal Animal*, 16(5), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100510>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy*. In: Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E., Eds., *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, (1), F1.2.1.-F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Laksmiani, N. P. L., Leliqia, N. P. E., Wiriyanti, N. N. T., Dewi, I. A. P. C., & Wirasuta, I. M. A. G. (2015). Identifikasi dan karakterisasi antosianin ekstrak etanol 70% dalam suasana asam dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan KLT-Spektrodensitometri. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi "Inovasi Humaniora, Sains dan Teknologi untuk pembangunan berkelanjutan*, Universitas Udayana, Indonesia. 29-30 Desember 2015.
- Lawrie, R. A. (2003). *Ilmu daging*. Jakarta, Indonesia: Universitas Indonesia Pr.
- Luca, P., & Penco, P. (2014). The role of packaging in marketing communication: an explorative study of the Italian wine business. *3<sup>rd</sup> International Wine Business Research Conference*, Montpellier1-19. <http://academyofwinebusiness.com/wp-content/uploads/2010/05/De-Luca.pdf>
- Merthayasa, J. D., Suada, I. K., & Agustina, K. K. (2015). Daya ikat air, pH, warna, bau dan tekstur daging sapi bali dan daging wagyu. *Indonesia Medicus Veterinus* 4(1): 16-24. [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_penelitian\\_1\\_dir/a59a2affce062c5a6b401ebf1baaf709.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/a59a2affce062c5a6b401ebf1baaf709.pdf)
- Prietto, L., Mirapalhete, T. C., Pinto, V. Z., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L., Lim, L.-T., Dias, A. R. G., & da Rosa Zavareze, E. (2017). pH-sensitive Films Containing Anthocyanins Extracted from Black Bean Seed Coat and Red Cabbage. *LWT Food Science and Technology*. 80:492–500. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.006>
- Putri, N. K. M., Gunawan, I. W. G., & Suarsa, I. W. (2015). Aktivitas antioksidan antosianin dalam ekstrak etanol kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) dan analisis kadar totalnya. *Jurnal Kimia*, 9(2), 243-251. <https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/similarity/bafa954b97e84602410eb11777a4addf.pdf>
- Roy, S. & Rhim, J. W. (2020). Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films. *Food science and Nutrition*, 61(14), 2297-2325. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1776211>
- Robertson, G. L. (2005). *Food packaging: principles and practice* (2<sup>nd</sup> Ed). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420056150>

- Rorong, J. A. & Wilar, W.F. (2020). Keracunan makanan oleh mikroba. *Techno Science Journal*, 2(2), 47-60. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tsj/article/view/34125>
- Sampebarra, A. L. (2018). Karakteristik Zat Warna Antosianin dari Biji Kakao Non- Fermantasi sebagai Sediaan Zat Warna Alam. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 13(1), 63-70. <http://dx.doi.org/10.33104/jihp.v13i1.3880>
- Soeparno, Indratiningsih, T., Subaryono & Rihastuti. (2001). *Teknologi hasil ternak*. Yogyakarta, Indonesia: Universitas Gadjah Mada Pr.
- Suthar, M. K. & Saran, P. L. (2020). Anthocyanins from *Ocimum sanctum* L. a promising biomolecular for development of cost-effective and widely applicable pH indicator. *Biotech*, 10(388), 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-020-02380-5>
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M. W., Munawaroh, H., & Ramelan, A. H. (2017). The effect of pH and color stability of anthocyanin on food colorant. *IOP Conference series: materials science and engineering*, 193, 1-9. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/193/1/012047/meta>
- Warsiki, E., Aprilliani F., & A. Iskandar. (2019). The Effects of The Use of Corrugated Cardboard Covered with Ethylene Absorbers on Mango Fruit Quality after Short-term Storage (*Mangifera indica* L.). *Journal of Horticultural Research*, 27(2), 65-70. <https://doi.org/10.2478/johr-2019-0007>
- Warsiki, E., & Putri, C. D. W. (2012). Pembuatan Label/Film Indikator Warna dengan Pewarna Alami dan Sintetis. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*. 1(2):82-87, 241708. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/e-jaii/article/view/6744>
- Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz J. (2005). Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of Food Science*, 70 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09052.x>
- Yusuf, A. G., Najiyah, N., Mulyono, E. W. S. & Abdilah, F. (2021). Studi literatur potensi ekstrak zat warna alam sebagai indikator asam basa alternatif. *Fullerene Journ. of Chem*, 6(2), 124-134. <https://doi.org/10.37033/fjc.v6i2.338>