

LABEL KOLORIMETRI BERBASIS EKSTRAK DAUN JATI DAN KETAPANG SEBAGAI DETEKTOR KESEGERAN DAGING SAPI GILING

CALORIMETRIC LABEL BASED ON TEAK AND KETAPANG LEAF EXTRACTS AS A FRESHNESS DETECTOR FOR GROUND BEEF

Surya Christien Manurung*, Arina Sabrina, Diana Rizkia Putri, Khoirum Fahra Della
Program Studi Teknologi Pangan, Institut Teknologi Sumatera
*Email: suryamanurung26@gmail.com

ARTICLE HISTORY : Received [14 November 2024] Revised [16 December 2024] Accepted [30 December 2024]

ABSTRAK

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan tingkat efektifitas label kolorimetri berbasis ekstrak daun jati dan daun ketapang sebagai detektor kesegaran daging sapi giling. **Metodologi:** Penelitian dilakukan melalui 3 tahapan yaitu karakterisasi ekstrak alami, pembuatan label kolorimetri dan penentuan efektifitas perubahan warna label kolorimetri. Karakterisasi ekstrak melalui uji pH, TPT dan nilai RGB menggunakan *software image J*. Efektifitas perubahan warna label melalui uji warna (L^* , a^* , dan b^*). Perubahan warna disesuaikan dengan perubahan mutu pH, total asam, dan warna daging sapi. **Hasil:** Nilai pH, dan warna daun jati sebesar 3,42; 81,17 lebih besar dibandingkan daun ketapang sebesar 2,64 dan 42,06. Nilai TPT (° Brix) ekstrak daun jati (3,00) lebih rendah dibandingkan ekstrak daun ketapang (4,95). Hasil analisis parameter warna L^* , a^* , dan b^* label kolorimetri daun jati dan ketapang tidak berpengaruh nyata antara 0, 3, dan 6 jam. Daging sapi giling mengalami perubahan mutu pH dan total asam yang berbeda nyata selama penyimpanan dengan nilai akhir sebesar 5,29 dan 0,82%. **Kebaharuan:** Penelitian konsep label kolorimetri sebagai indikator kesegaran berbasis pigmen dari daun jati dan daun ketapang belum banyak diteliti, dan penelitian ini menunjukkan efektifitas perubahan warna label dengan *carrier* kertas *whatman* No. 1. **Kesimpulan:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa label kolorimetri berbasis daun jati tua dan daun ketapang tidak efektif dalam mendeteksi kesegaraan daging sapi giling. Diperlukan optimalisasi metode ekstraksi ataupun penggunaan jenis *carrier* yang berbeda. **Jenis Paper:** Artikel penelitian.

Kata Kunci: Antosianin, indikator kesegaran, daging sapi, tanin

ABSTRACT

Purpose: This research aims to prove the effectiveness of colorimetric labels based on teak leaf and ketapang leaf extracts as freshness detectors for ground beef. **Methodology:** The study was conducted through 3 stages, namely characterisation of natural extracts, manufacture of colorimetric labels and determination of the effectiveness of colour change of colorimetric labels. Characterisation of extracts through pH, TPT and RGB value test using *image J* software. The effectiveness of label colour change through colour test (L^* , a^* , and b^*). The colour change was adjusted to the quality change of pH, total acid, and beef colour. **Results:** The pH, and colour values of teak leaves of 3.42; 81.17 were greater than ketapang leaves of 2.64 and 42.06. The TPT (° Brix) value of teak leaf extract (3.00) was lower than ketapang leaf extract (4.95). The results of colour parameter analysis L^* , a^* , and b^* of teak and ketapang leaf colorimetric labels had no significant effect between 0, 3, and 6 hours. Ground beef experienced significantly different pH and total acid quality changes during

storage with final values of 5.29 and 0.82%. **Novelty:** Research on the concept of colorimetric labels as freshness indicators based on pigments from teak leaves and ketapang leaves has not been widely studied, and this study shows the effectiveness of label colour changes with Whatman No. 1 paper carriers. **Conclusion:** The results showed that colorimetric labels based on old teak leaves and ketapang leaves were not effective in detecting the state of ground beef. Optimisation of the extraction method or the use of a different type of carrier is required. **Paper Type:** Research article

Keywords: Anthocyanin, beef, freshness indicator, tannin

PENDAHULUAN

Makanan menjadi hal yang sangat penting bagi kehidupan, oleh karena itu akses dan jaminan keamanan pangan merupakan dasar asasi manusia (Fung, Wang and Menon, 2018). Namun, produk pangan segar atau minim proses sangat mudah terdegradasi, baik secara fisik, kimia ataupun mikrobiologi (Rodrigues *et al.*, 2021). Hal ini menjadi tantangan tersendiri terkhususnya pada produk daging yang merupakan salah satu sumber penyakit bawaan makanan terbesar (Nami *et al.*, 2024). Salah satu langkah untuk menghambat kerusakan pangan adalah menggunakan kemasan (Schaefer and Cheung, 2018). Namun, metode ini tidak cukup karena sulit mendeteksi perubahan kualitas produk di seluruh distribusi makanan terutama produk daging. Penggunaan kemasan konvensional dengan memperkirakan tanggal kadaluarsa daging terbukti tidak memadai karena tidak memberikan informasi waktu nyata tentang kualitas produk daging (Sezer and Haksöz, 2012).

Salah satu jenis daging dengan tingkat konsumsi tinggi secara global adalah daging sapi. FAO memprediksi bahwa daging sapi menempati peringkat ketiga global dengan konsumsi terbanyak sejak tahun 1964 hingga tahun 2030 mencapai 10,6 (Kg per kapita, setara berat karkas) (FAO, 2003). BPS juga melaporkan bahwa konsumsi daging sapi di Indonesia meningkat selama 10 tahun terakhir hingga tahun 2023 yang mencapai rata-rata konsumsi 0,010 per kapita seminggu (Badan Pusat Statistik, 2024). Tingginya konsumsi daging sapi disebabkan berbagai hal, utamanya yaitu rasa khas yang tidak tergantikan dengan jenis daging lain dan kandungan nilai gizi yang tinggi yaitu 72,16% air, 21,10% protein, 6,09% lemak, 0,96% abu, dan 54,6 mg/100g kolesterol (Ilham, 2009; Purchas *et al.*, 2014). Namun, tingginya kandungan gizi memicu pertumbuhan bakteri yang menyebabkan perubahan fisik dan kimia pada daging (Ilahi, Ananta and Advinda, 2021).

Perubahan mutu fisik dan kimia pada daging sapi terdiri dari berbagai parameter. Perubahan fisik yang paling mudah diamati adalah warna daging dari warna merah keunguan gelap hingga hitam menjadi hijau karena aktivitas mikroba penghasil hidrogen peroksida (Iulietto *et al.*, 2015). Perubahan kimia yang utama adalah perubahan nilai pH akibat

deaminasi dan dekarboksilasi asam amino oleh mikroba menghasilkan amonia, amina biogenik dan senyawa lain yang bersifat basa (Holman *et al.*, 2021). Penelitian (Kuswandi and Nurfawaidi, 2017) menyatakan bahwa pH daging sapi 5,60 pada keadaan segar akan meningkat menjadi 6,16 pada ambang batas pembusukan setelah disimpan 8 jam pada suhu kamar. Perubahan pH pada daging sejalan dengan produksi *Total Volatile Base Nitrogen* (TVBN) mendorong konsep kemasan cerdas atau *intelligent packaging* jenis indikator kolorimetri berbasis pH. Indikator kolorimetri mampu berubah warna akibat reaksi senyawa volatil dengan senyawa pewarna pada bahan pembawa yang dideteksi langsung oleh mata telanjang dan tanpa kontak langsung dengan produk pangan (Ezati, Tajik and Moradi, 2019).

Beberapa penelitian telah mengembangkan label indikator berbasis pigmen alami dibandingkan pigmen sintetis dikarenakan sifat toksin bahkan karsinogenik bagi kesehatan dan lingkungan (Liu *et al.*, 2022). Sumber pigmen alami lain yang responsif terhadap perubahan pH yaitu daun jati tua dan daun ketapang tua. Daun jati mengandung senyawa antosianin yang mengalami perubahan warna merah pekat menjadi merah pada trayek pH 7-8 (Daud and Sahriawati, 2018). Daun ketapang mengandung senyawa tanin yang berwarna merah hingga kecoklatan yang stabil pada pH 3 dan 4 lalu mengalami perubahan setelah pH 5 (Sulistiyawati, Saleh and Kartika, 2021). Label indikator berbasis bahan alami ini akan merespon perubahan kualitas pada daging sapi dan memberikan informasi kesegaran melalui perubahan warna. Implementasi penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi konsumen memperoleh informasi kesegaran daging sapi secara praktis. Penelitian ini bertujuan membuktikan efektivitas label kolorimetri berbasis ekstrak daun jati dan daun ketapang sebagai detektor kesegaran daging sapi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga November 2024. Preparasi bahan dilakukan di laboratorium Rekayasa Pangan Institut Teknologi Sumatera, serta pembuatan sampel dan pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan Institut Teknologi Sumatera.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan ekstrak daun jati tua (daun ke 5-6) dan daun ketapang tua, daging sapi bagian *topside*, akuades, larutan *buffer* pH 4, 7, dan 10, fenolftalein, asam sitrat, asam oksalat, dan NaOH.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter BIOBASE Benchtop 920, Kolorimeter *Handheld model* WR10, *hand* refraktometer, *Chopper Mitochiba* tipe CH100, Grinder MG-800D, mesh 60, kertas *Whatman* No. 1, kertas *Whatman* No. 41, corong *buchner*, penyaring vakum, timbangan analitik *Shimadzu ATX224R*, lemari pendingin (*refrigerator*), gelas beaker *pyrex* 100 mL, labu ukur *pyrex* 100 mL, spatula, batang pengaduk, alat titrasi (erlenmeyer *Pyrex*, buret, dan statif), dan wadah aluminium tertutup.

Pembuatan dan Karakterisasi Larutan ekstrak

Preparasi dengan menyiapkan bahan ekstrak daun jati tua dan daun ketapang tua. Bahan dikeringkan dibawah sinar matahari dengan ditutupi oleh kain hitam yang bertujuan menghindari terurainya kandungan kimia dan debu (Ramdan and Fitriah, 2023). Bahan yang telah kering dihaluskan menggunakan *grinder* lalu diayak dengan mesh ukuran 60 (Unawahi, Widyasanti and Rahimah, 2022). Sebanyak 10 gram bahan ekstrak dicampurkan dengan 100 mL pelarut (perbandingan 1:10 b/v) (Kwartiningsih *et al.*, 2013). Pelarut yang digunakan yaitu akuades : asam sitrat (85:15% v/v). Bahan lalu diekstraksi dengan metode maserasi selama 22 jam pada suhu kamar (Martha, Putri and Isromarina, 2023). Hasil yang diperoleh akan disaring dengan penyaring vakum dilengkapi kertas *Whatman* No. 41 (Hidayah, Winarni Pratjojo and NuniWidiarti, 2014). Selanjutnya dilakukan karakterisasi larutan ekstrak dengan pengujian pH, total padatan terlarut dan warna.

Pembuatan Label Kolorimetri

Kertas label *Whatman* No. 1 ukuran 2x2 cm yang direndam dalam larutan 10 mL ekstrak selama 12 jam pada suhu ruang lalu dikeringkan pada suhu ruang (Kuswandi *et al.*, 2022; Fakhri Kurniawan *et al.*, 2023).

Penentuan Efektivitas Perubahan Warna Label dengan Perubahan pH Daging Sapi.

Sebanyak 140 gram daging sapi bagian *topside* dihaluskan menggunakan *chopper* lalu dimasukkan ke wadah aluminium tertutup lalu dibungkus plastik *wrap*. Label kolorimetri ditempelkan di bagian atas kemasan (bagian dalam tutup wadah) dan disimpan di suhu ruang selama 6 jam. Perubahan warna label dan pH daging diamati setiap 3 jam menggunakan alat kolorimetri. Hasil pengamatan perubahan warna label diikuti perubahan pH daging akan mengidentifikasi lama penyimpanan daging sapi. Selanjutnya dilakukan penentuan hubungan perubahan pH dengan mutu daging sapi berdasarkan parameter perubahan warna dan total asam daging sapi.

Uji pH

Pengujian pH dilakukan di suhu ruang dengan alat pH meter. Pengujian pH daging dilakukan dengan melarutkan 5 gram daging dalam 50 ml akuades lalu diukur pH nya

(Harmini, Hafid and Fitrianiingsih, 2021). Pengujian pH ekstrak dengan mencelupkan elektroda ke dalam sediaan ekstrak. Nilai pH yang muncul di layar kemudian dicatat (Pratiwi *et al.*, 2023).

Uji Total Padatan Terlarut (TPT)

Prisma *hand* refraktometer dibersihkan dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu. Ekstrak diteteskan 1-3 tetes pada permukaan prisma lalu dilihat pada tempat yang cukup cahaya. Nilai total padatan terlarut dinyatakan dalam ° Brix (Alfadila, Anandito and Siswanti, 2020).

Uji Warna

Pengujian warna ekstrak dilakukan dengan memfoto larutan ekstrak dan diuji nilai warnanya dengan menggunakan software imageJ untuk menentukan intensitas komponen RGB yang terdiri atas Merah (R), Hijau (G) dan Biru (B) (Amalia *et al.*, 2021). Nilai total RGB dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$RGB \text{ Total} = \sqrt{0.299 (R^2) + 0.578 (G^2) + 0.144 (B^2)}$$

Pengujian warna label dilakukan menggunakan alat kolorimeter. Sistem notasi warna Hunter dicirikan dengan tiga parameter yaitu L* antara 0-100 dari warna hitam hingga putih, a* (*redness*) menunjukkan derajat hijau (-80) hingga merah (+100), dan b* (*yellowness*) menunjukkan derajat biru (-70) hingga kuning (+70). Daging giling dan label kolorimetri diletakkan di bawah sensor hingga alat menunjukkan nilai L*, a* dan b* (Al Hakim, Hartanto and Nurhartadi, 2016).

Uji Total Asam

Pengujian total asam mengikuti metode pada penelitian (Arfianty, Farisi and Ekowati, 2017). Sebanyak 10 gram daging sapi giling dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Sampel didiamkan selama 30 menit dan diaduk. Selanjutnya larutan disaring dan dipipet sebanyak 10 ml lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan 2-3 tetes *fenolftalein*. Larutan dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berubah menjadi merah. Selanjutnya, dihitung jumlah total asam tertitrasi dengan menggunakan rumus:

$$TA = \frac{axbxcxd}{e} \times 100\%$$

Keterangan:

TA = Total asam (%)

a = Jumlah NaOH yang dibutuhkan dalam titrasi

b = Normalitas NaOH (0,1 N)

c = Berat ekivalen asam laktat (90)

d = Faktor pengencer (10)

e = Berat sampel (mg)

Analisis Data

Data hasil uji perubahan pH terhadap warna daging dan total asam diolah dengan menggunakan software IBM SPSS statistik 23. Analisis yang dilakukan yaitu *independent sample T-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai uji pH, total padatan terlarut, dan warna RGB total ekstrak, *paired sample T-test* untuk mengetahui uji pH, total asam, dan warna daging sapi serta uji One Way ANOVA dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan pengujian *Duncan Multiple Range Test (DMRT)*. Analisis dilakukan dengan taraf signifikansi 5%. Analisis efektivitas perubahan warna label kolorimetri dilakukan secara kualitatif berdasarkan konsistensi perubahan warna terhadap efektivitas label kolorimetri secara visual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Ekstrak

Pengujian karakterisasi ekstrak dilakukan dengan uji pH, total padatan terlarut, dan warna (RGB) ekstrak. Hasil Pengujian pH, TPT, dan RGB ekstrak seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai pH, TPT, dan Warna RGB Total Ekstrak

Jenis Ekstrak	Nilai pH	Nilai TPT (° Brix)	Warna RGB Total
Daun Jati	3,42 ± 0,00 ^b	3,00 ± 0,00 ^a	81,17± 0,70 ^b
Daun Ketapang	2,64 ± 0,01 ^a	4,95 ± 0,21 ^b	42,06± 0,86 ^a

Keterangan:

Angka menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=2)

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata (p<0,05: *independent sample T-test*)

Hasil *independent sample T-test* menunjukkan bahwa pH ekstrak daun jati dan ketapang berbeda nyata. Ekstrak daun jati memiliki pH 3,42 dan ekstrak daun ketapang memiliki pH 2,64 termasuk kategori asam. Senyawa antosianin lebih stabil pada pH asam dibandingkan kondisi basa atau netral. Pada pH sangat asam bentuk dominan antosianin adalah kation flavilium, dalam kondisi paling stabil dan paling berwarna (Rosyida & Achadi W, 2014). Semakin asam pH maka, warna yang dihasilkan akan lebih gelap. Selain itu juga dipengaruhi oleh disosiasi dari gugus OH⁻ sehingga semakin banyak gugus H⁺ dan terjadi protonasi H⁺ pada asam dan deprotonasi pada basa (Nursilawati, dkk, 2024). Hasil *independent sample T-test* menunjukkan bahwa Total Padatan Terlarut (TPT) ekstrak daun jati dan ketapang berbeda nyata. Ekstrak daun jati memiliki TPT sebesar 3,00 °Brix dan

ekstrak daun ketapang memiliki TPT sebesar 4,95 °Brix. Hal ini disebabkan perbedaan komponen kimia pada daun. Menurut (Murukan and Chougule, 2022) antosianin sebagai komponen utama pada daun jati dewasa memiliki kadar sebesar 3.25 mg/g. Sedangkan menurut (Eriani and Purnama, 2017) tanin sebagai komponen utama pada daun ketapang memiliki kadar sebesar 21,75 g/L.

Hasil pengukuran warna RGB total menunjukkan perbedaan nyata antara daun jati dan daun ketapang. Daun jati memiliki nilai RGB total sebesar 81,17 lebih tinggi dibandingkan dengan daun ketapang sebesar 42,06. Nilai RGB tinggi menandakan tingkat kecerahan warna lebih tinggi (Rusdianto, Wiyono and Tauvika, 2021). Hasil ini sejalan dengan pengamatan secara visual yaitu warna ekstrak daun jati memiliki kuning kecokelatan dan ekstrak daun ketapang memiliki merah pekat. Pengamatan ini sejalan dengan penelitian (Daud dan Sahriawati, 2018) bahwa senyawa antosianin pada daun jati berwarna kuning kecokelatan hingga merah kecokelatan ataupun penelitian (Charoensit *et al.*, 2021) bahwa ekstraksi daun jati dengan pelarut air memiliki visual warna kuning kecokelatan. Penelitian (Sulistiawati dan Saleh, 2021) juga menyatakan bahwa senyawa tanin memiliki warna merah hingga kecokelatan.

Perubahan Warna Label Kolorimetri

Hasil pengujian warna label kolorimetri dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Warna Label Kolorimetri

Ekstrak	Waktu (Jam)	Warna		
		L*	a*	b*
Jati	0	69,97±13,87 ^a	12,60±11,47 ^a	12,95±0,66 ^a
	3	80,15±1,00 ^a	3,98±0,47 ^a	11,40±1,15 ^a
	6	79,84±0,56 ^a	4,08±0,39 ^a	11,27±0,89 ^a
Ketapang	0	60,21±0,04 ^a	20,39±0,57 ^a	10,76±3,55 ^a
	3	59,9±0,74 ^a	19,88±1,46 ^a	9,54±2,26 ^a
	6	60,3±0,97 ^a	19,76±0,98 ^a	9,21±1,41 ^a

Keterangan:

Angka menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=2)

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata (p<0,05: *Duncan Multiple Range Test (DMRT)*)

Hasil analisis *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa perubahan parameter warna L*, a*, dan b* label kolorimetri daun jati dan ketapang tidak berpengaruh nyata antara 0, 3,

dan 6 jam. Kondisi ini dipengaruhi interaksi terbatas antara *carrier* bahan alami dengan daging yang tidak kontak secara langsung. Oleh karena itu, senyawa bersifat basa seperti amonia dan TVBN yang dihasilkan oleh bakteri saat deaminasi asam amino berperan penting dalam interaksi pigmen dan pembawa dalam label kolorimetri.

Bahan pembawa pigmen yaitu kertas memiliki keterbatasan yaitu sensitif terhadap air, mudah dipengaruhi oleh kelembaban udara lingkungan dan sifat barrier yang kurang baik terhadap gas (Suardana, Ratnawati and Kusmaningtyas, 2019). Hal ini menyebabkan senyawa basa yang dihasilkan oleh daging tidak dapat berinteraksi dengan pigmen pada kertas. Penelitian (Zeng *et al.*, 2023) mengembangkan film komposit berbasis pektin/kitosan dan antosianin beras hitam untuk monitoring kesegaran daging babi dan sapi menunjukkan kemampuan barrier gas yang baik dengan perubahan warna magenta hingga biru. Komposisi ekstrak pigmen pada larutan juga masih terbatas sehingga mempengaruhi serapan pigmen pada *carrier*. Perlakuan evaporasi larutan ekstrak dinilai dapat menghasilkan ekstrak yang lebih optimal (Prमितasari and Angelica, 2020).

Perubahan pH, Total Asam, dan Warna Daging Sapi Giling

Hasil uji pH, total asam, dan warna daging sapi yang disimpan pada suhu ruang pada 0 dan 6 jam seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penentuan pH, Total Asam, dan Warna Daging Sapi pada Kemasan Selama 6 Jam

Jam ke-	pH	Total Asam (%)	Warna		
			L*	a*	b*
0	5,36± 0,09 ^a	0,66±0,02 ^b	47,25± 4,31 ^a	34,52± 0,51 ^a	7,83±1,45 ^a
6	5,29± 0,01 ^b	0,82±0,01 ^a	45,82± 2,75 ^a	26,97± 5,33 ^a	9,26±1,8 ^a

Keterangan:

Angka menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=2)

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata (p<0,05: *Paired Sampel T-test*)

Hasil *paired sample T-test* menunjukkan bahwa pH daging sapi berbeda nyata selama penyimpanan. pH daging pada 0 jam adalah pH 5,36 dan turun menjadi 5,29 setelah disimpan selama 6 jam. Penurunan pH disebabkan oleh proses glikolisis anaerobik pada otot daging mengubah glikogen menjadi penimbunan asam laktat (Curll, 2016). Menurut (Buckle *et al.*, 2007) penimbunan asam laktat akan berhenti setelah cadangan glikogen otot habis atau setelah daging mengalami penurunan pH yang cukup rendah untuk menghentikan enzim-

enzim glikolitik dalam proses glikolisis anaerobik. Penurunan pH ini berpengaruh terhadap penurunan kecerahan warna daging (Zahro *et al.*, 2021). Hal ini sejalan dengan perubahan nilai L*, a*, dan b* pada jam ke-6 meskipun tidak signifikan. Nilai L* dan a* turun karena berkurangnya kecerahan dan visual warna merah pada daging sedangkan b* mengalami kenaikan karena mikroba menghasilkan hidrogen peroksidan dan daging menjadi hijau kebiruan (Iulietto *et al.*, 2015).

Penurunan pH sejalan dengan peningkatan total asam. Hasil pengujian total asam daging sapi pada jam ke-0 dan ke-6 menunjukkan berbeda nyata. Pada jam ke-0 nilai total daging sapi sebesar 0,66 % mengalami peningkatan pada jam ke-6 sebesar 0,82%. Peningkatan nilai total asam pada jam ke-6 terjadi karena pH daging sapi mengalami penurunan karena daging sapi mengalami proses glikolisis anaerob yang menghasilkan asam laktat sehingga pH menurun dan total asam meningkat (Arfianty, Farisi and Ekowati, 2017). Penurunan pH juga terjadi karena adanya aktivitas pekembangbiakan mikroba pada daging sehingga terjadi dekomposisi yang menghasilkan gugus hidroksil (Haq, Septinova and Santosa, 2015).

KESIMPULAN

Kertas label kolorimetri berbasis ekstrak daun jati tua dan daun ketapang tua tidak efektif dalam mendeteksi kesegaran daging sapi giling karena tidak terdapat perbedaan nyata warna label setelah aplikasi selama 6 jam di suhu ruang. Perubahan warna label tidak positif terhadap penurunan mutu daging sapi yaitu pH dan total asam yang berpengaruh nyata masing-masing sebesar 5,29 dan 0,82%. Diperlukan optimalisasi metode ekstraksi ataupun penggunaan jenis *carrier* yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Institut Teknologi Sumatera yang telah memberikan bantuan Hibah Penelitian Mahasiswa Institut Teknologi Sumatera Tanun 2024 dengan Nomor: 6390/IT9.I/KM.05.02/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfadila, R., Anandito, R.B.K. and Siswanti, S. (2020) ‘Pengaruh pemanis terhadap fisikokimia dan sensoris es krim sari kedelai jeruk manis (*Citrus sinensis*)’, *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1), pp. 1–11.
- Amalia, B. *et al.* (2021) ‘Karakterisasi label kolorimetrik dari karagenan/nanofiber selulosa dan ekstrak ubi ungu untuk indikator kerusakan pangan’, *Jurnal Kimia dan Kemasan*,

- 43(2), pp. 66–74.
- Arfianty, B.N., Farisi, S. and Ekowati, C.N. (2017) ‘Dinamika Populasi Bakteri dan Total Asam Pada Fermentasi Bekasam Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Bella Noor Arfianty , Salman Farisi , dan Christina Nugroho Ekowati’, *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 4(2), pp. 43–49. Available at: <https://jurnalbiologi.fmipa.unila.ac.id/index.php/jbekh/article/download/133/118>.
- Badan Pusat Statistik (2024) *Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2023*, Badan Pusat Statistik. Available at: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTUwIzE=/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting--2007-2023.html>.
- Buckle, K.A. *et al.* (2007) *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Charoensit, P. *et al.* (2021) ‘Development of natural pigments from *Tectona grandis* (teak) leaves: Agricultural waste material from teak plantations’, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 19, p. 100365. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100365>.
- Curll, J.B.T.-R.M. in F.S. (2016) ‘Food Regulations in Australia and New Zealand’, in Elsevier. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03405-3>.
- Daud, A. and Sahriawati, S. (2018) ‘Pengembangan Prosedur Analisis Total Volatil Bases Dengan Menggunakan Indikator Alami’, *Agrokompleks*, 17(1), pp. 8–16.
- Eriani, W. and Purnama, I.H. (2017) ‘Pengaruh Waktu Maserasi, Perlakuan Bahan Dan Zat Fiksasi Pada Pembuatan Warna Alami Daun Ketapang (*Terminalia catappa* Linn)’. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ezati, P., Tajik, H. and Moradi, M. (2019) ‘Fabrication and characterization of alizarin colorimetric indicator based on cellulose-chitosan to monitor the freshness of minced beef’, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 285, pp. 519–528.
- Fakih Kurniawan, M. *et al.* (2023) ‘Pembuatan Label indikator Ekstrak Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Menggunakan Carrier Jenis Kitosan, Pati, dan Kertas’, *Jamb.J.Chem*, 5(1), pp. 82–89. Available at: <https://doi.org/10.34312/jambchem.v5i1.12766>.
- FAO (2003) *per capita meat consumption*, www.fao.org. Available at: <https://www.fao.org/4/y4252e/y4252e05b.htm>.
- Fung, F., Wang, H.-S. and Menon, S. (2018) ‘Food safety in the 21st century’, *Biomedical Journal*, 41(2), pp. 88–95. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>.
- Al Hakim, M.L., Hartanto, R. and Nurhartadi, E. (2016) ‘Pengaruh penggunaan asam asetat dan edible coating ekstrak bawang putih terhadap kualitas fillet ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) selama penyimpanan suhu dingin’, *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1), pp. 24–33.
- Haq, A.N., Septinova, D. and Santosa, P.E. (2015) ‘Kualitas fisik daging dari pasar tradisional di Bandar Lampung’, *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(3).
- Harmini, W.O., Hafid, H. and Fitriainingsih, F. (2021) ‘pH, Daya Ikat Air, dan Rendemen Bakso Daging Sapi dengan Penambahan Agar-Agar’, *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 2(2), pp. 134–138. Available at: <https://doi.org/10.56625/jipho.v2i2.16846>.
- Hidayah, T., Winarni Pratjojo and NuniWidiarti (2014) ‘Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Ekstrak Zatwarna Alami Kulit Buah Naga’, *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), pp. 135–140.
- Holman, B.W.B. *et al.* (2021) ‘The association between total volatile basic nitrogen (TVB-N) concentration and other biomarkers of quality and spoilage for vacuum packaged beef’, *Meat Science*, 179, p. 108551. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108551>.

- Ilahi, N.F., Ananta, N.L. and Advinda, L. (2021) ‘Kualitas mikrobiologi daging sapi dari pasar tradisional’, in *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, pp. 283–293.
- Ilham, N. (2009) ‘Kebijakan pengendalian harga daging sapi nasional’, *Analisis Kebijakan Pertanian*, 7(3), pp. 211–221.
- Iulietto, M.F. *et al.* (2015) ‘Meat Spoilage: A Critical Review of a Neglected Alteration Due to Ropy Slime Producing Bacteria’, *Italian Journal of Animal Science*, 14(3), p. 4011. Available at: <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.4011>.
- Kuswandi, B. *et al.* (2022) ‘Colorimetric Paper-Based Dual Indicator Label for Real-Time Monitoring of Fish Freshness’, *Food Technology and Biotechnology*, 60(4), pp. 499–508. Available at: <https://doi.org/10.17113/ftb.60.04.22.7588>.
- Kuswandi, B. and Nurfawaidi, A. (2017) ‘On-package dual sensors label based on pH indicators for real-time monitoring of beef freshness’, *Food Control*, 82, pp. 91–100.
- Kwartiningsih, E. *et al.* (2013) ‘Ekstraksi dan Uji Stabilitas Antosianin dari Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa* L.)’, *Simposium Nasional RAPI XII FT UMS* [Preprint].
- Liu, D. *et al.* (2022) ‘Recent advances in pH-responsive freshness indicators using natural food colorants to monitor food freshness’, *Foods*, 11(13), p. 1884.
- Martha, S., Putri, P.D. and Isromarina, R. (2023) ‘Karakteristik Fisik dan Penetapan Kadar Antosianin Total Serta Kadar Fenol Total Bubuk Instan Antosianin Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.)’, *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 7(2), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.61685/jibf.v7i2.88>.
- Murukan, G. and Chougule, K.M. (2022) ‘Expression Analysis of Anthocyanin Biosynthetic Genes From the Young and Mature Leaves of *Tectona Grandis* L.F.’, *Journal of Advanced Scientific Research*, 13(03), pp. 84–91. Available at: <https://doi.org/10.55218/jasr.202213314>.
- Nami, M. *et al.* (2024) ‘Recent Progress in Intelligent Packaging for Seafood and Meat Quality Monitoring’, *Advanced Materials Technologies*, 9(12), p. 2301347.
- Pramitasari, R. and Angelica, N. (2020) ‘Ekstraksi, pengeringan semprot, dan analisis sifat fisikokimia antosianin beras hitam (*Oryza sativa* L.)’, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(2), pp. 83–94.
- Pratiwi, T.B. *et al.* (2023) ‘Uji Sifat Fisik pH Dan Viskositas Pada Emulsi Ekstrak Bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm. F.)’, *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), pp. 226–234.
- Purchas, R.W. *et al.* (2014) ‘A comparison of the nutrient content of uncooked and cooked lean from New Zealand beef and lamb’, *Journal of Food Composition and Analysis*, 35(2), pp. 75–82. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.04.008>.
- Ramdan, S.R.K. and Fitriah, V. (2023) ‘Optimasi Fase Gerak pada Isolasi dan Identifikasi Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.)’, *Pharmacy Genius*, 2(2), pp. 135–144. Available at: <https://doi.org/10.56359/pharmgen.v2i2.280>.
- Rodrigues, C. *et al.* (2021) ‘Bio-Based Sensors for Smart Food Packaging—Current Applications and Future Trends’, *Sensors*, p. 2148. Available at: <https://doi.org/10.3390/s21062148>.
- Schaefer, D. and Cheung, W.M. (2018) ‘Smart Packaging: Opportunities and Challenges’, *Procedia CIRP*, 72, pp. 1022–1027. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.240>.
- Sezer, A.D. and Haksöz, Ç. (2012) ‘Optimal decision rules for product recalls’, *Mathematics of Operations Research*, 37(3), pp. 399–418.
- Suardana, I.G.P., Ratnawati, T. and Kusmaningtyas, A. (2019) ‘“Aksiologi Packaging” Perspektif Small Bisnis And Customer di Sidoarjo’, *DiE: Jurnal Ilmu Ekonomi dan Manajemen*, 10(02).

- Sulistiyawati, R.R., Saleh, C. and Kartika, R. (2021) 'Uji Fitokimia dan Uji Stabilitas Zat Warna dari Ekstrak daun ketapang (*Terminalia Catappa* Linn)', *Jurnal Atomik*, 06(2), pp. 60–63.
- Unawahi, S., Widyasanti, A. and Rahimah, S. (2022) 'Ekstraksi Antosianin Bunga Telang (*Clitoria ternatea* Linn) dengan Metode Ultrasonik Menggunakan Pelarut Aquades dan Asam Asetat', *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 10(1), pp. 1–9.
- Zahro, S.F. *et al.* (2021) 'Pengaruh pelayuan terhadap daya simpan dan keempukan daging', *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(3), pp. 235–239.
- Zeng, F. *et al.* (2023) 'Intelligent pH indicator composite film based on pectin/chitosan incorporated with black rice anthocyanins for meat freshness monitoring', *Food Chemistry*: X, 17, p. 100531. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100531>.