

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Warna Daging Sapi**

Warna adalah parameter fisik penting yang berperan dalam memengaruhi persepsi dan penerimaan konsumen terhadap kualitas suatu produk. Atribut warna pada suatu produk memiliki peranan penting bagi konsumen sebagai indikator kualitas produk, karena konsumen mengaitkannya dengan kesegaran dan sangat penting dalam penerimaan produk tertentu (Kurniawan, 2020). Pengukuran warna dilakukan dengan metode CIE Lab menggunakan alat *colour reader* yang meliputi nilai  $L^*$  (kecerahan),  $a^*$  (kemerahan), dan  $b^*$  (kekuningan). Hasil pengujian parameter warna dibahas lebih rinci pada bagian pembahasan berikut.

##### **4.1.1. Nilai $L^*$**

Hasil pengujian nilai  $L^*$  yang menggambarkan tingkat kecerahan warna pada daging sapi yang dibungkus dan tidak dibungkus daun jati remas selama penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam disajikan dalam bentuk tabel yang memuat nilai rata-rata dengan standar deviasi setiap perlakuan. Penyajian data ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai variasi nilai kecerahan daging pada masing-masing perlakuan selama penyimpanan suhu ruang. Data hasil pengujian parameter warna nilai  $L^*$  disajikan pada Tabel 5.

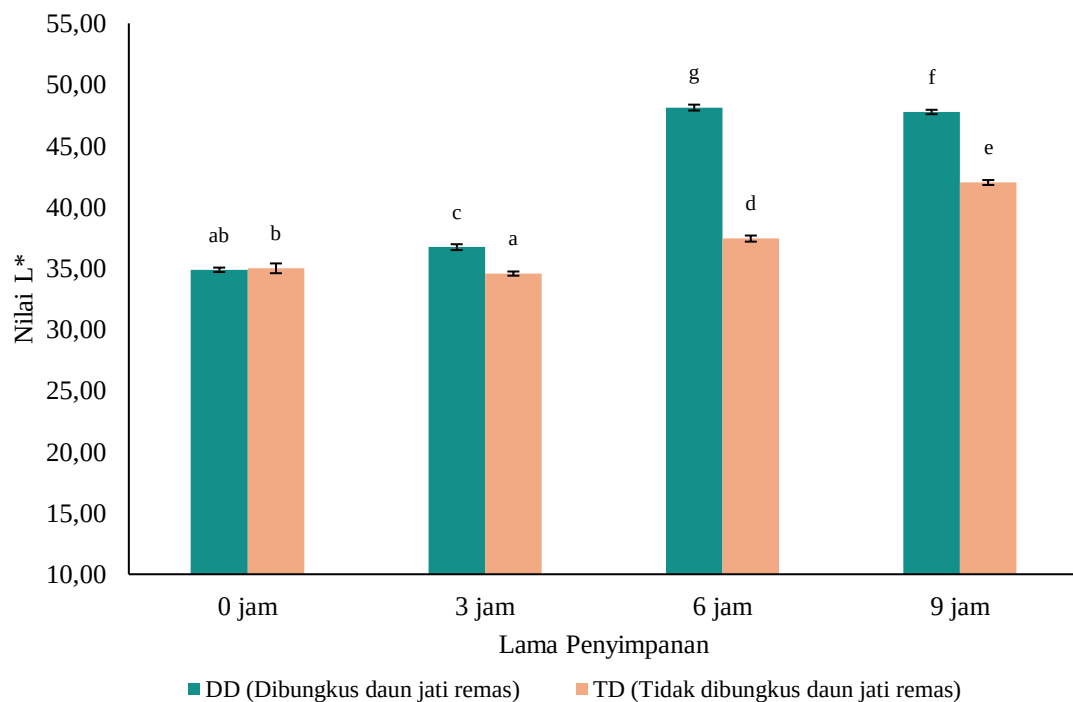
Tabel 5. Rata-rata Nilai L\* Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

| Lama Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan     |                                 | Rata-rata    |
|------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
|                  | Dibungkus Daun Jati Remas  | Tidak Dibungkus daun jati remas |              |
| 0,5 jam          | 34,87 ± 0,18 <sup>ab</sup> | 34,99 ± 0,40 <sup>b</sup>       | 34,93 ± 0,29 |
| 3 jam            | 36,72 ± 0,24 <sup>c</sup>  | 34,56 ± 0,17 <sup>a</sup>       | 35,64 ± 0,21 |
| 6 jam            | 48,12 ± 0,24 <sup>g</sup>  | 37,42 ± 0,25 <sup>d</sup>       | 42,77 ± 0,25 |
| 9 jam            | 47,76 ± 0,18 <sup>f</sup>  | 42,00 ± 0,20 <sup>e</sup>       | 44,88 ± 0,19 |
| Rata-rata        | 41,87 ± 0,21               | 37,24 ± 0,26                    |              |

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi. Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Berdasarkan hasil analisis nilai L\* (kecerahan) pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa daging sapi DD (dibungkus daun jati remas) berkisar antara 34,87 – 47,76, sedangkan daging sapi TD (tidak dibungkus daun jati remas) berkisar antara 34,99 – 42,00. Nilai rata-rata L\* tertinggi pada perlakuan DD terdapat pada penyimpanan 6 jam yaitu sebesar 48,12 ± 0,24, sedangkan nilai terendah terdapat pada penyimpanan 0,5 jam yaitu sebesar 34,87 ± 0,18. Sementara itu, pada perlakuan TD, nilai L\* tertinggi terdapat pada penyimpanan 9 jam yaitu sebesar 42,00 ± 0,20 dan terendah pada penyimpanan 0,5 jam yaitu sebesar 34,99 ± 0,40. Hasil analisis *Tests of Between-Subjects Effects* (Lampiran 5.1) menunjukkan bahwa perlakuan lama pembungkusan dan perlakuan pembungkusan daun jati memberikan interaksi yang signifikan terhadap nilai kecerahan (L\*) daging sapi dengan nilai  $p < 0,05$ . Hal tersebut mengindikasikan bahwa pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai L\* tidak bersifat konstan dan bergantung pada perlakuan pembungkusan. Perbedaan nilai superskrip pada perlakuan 0,5 jam dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti tingkat kebersihan, yang menyebabkan variasi jumlah mikroorganisme di awal perlakuan penyimpanan.

Hasil pengujian warna menunjukkan bahwa perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) menghasilkan nilai  $L^*$  yang lebih tinggi dibandingkan TD (tidak dibungkus daun jati remas). Perbedaan tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif pada daun jati yang dapat menghambat proses oksidasi pigmen mioglobin yang menyebabkan perubahan warna menjadi lebih gelap. Pernyataan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nuningtyas *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa oksidasi mioglobin selama penyimpanan dapat menurunkan kecerahan daging dan menyebabkan warna menjadi lebih kusam atau gelap. Perubahan nilai  $L^*$  daging sapi selama penyimpanan dengan perlakuan pembungkusan dan tanpa pembungkusan daun jati remas disajikan dalam grafik batang pada Ilustrasi 3.

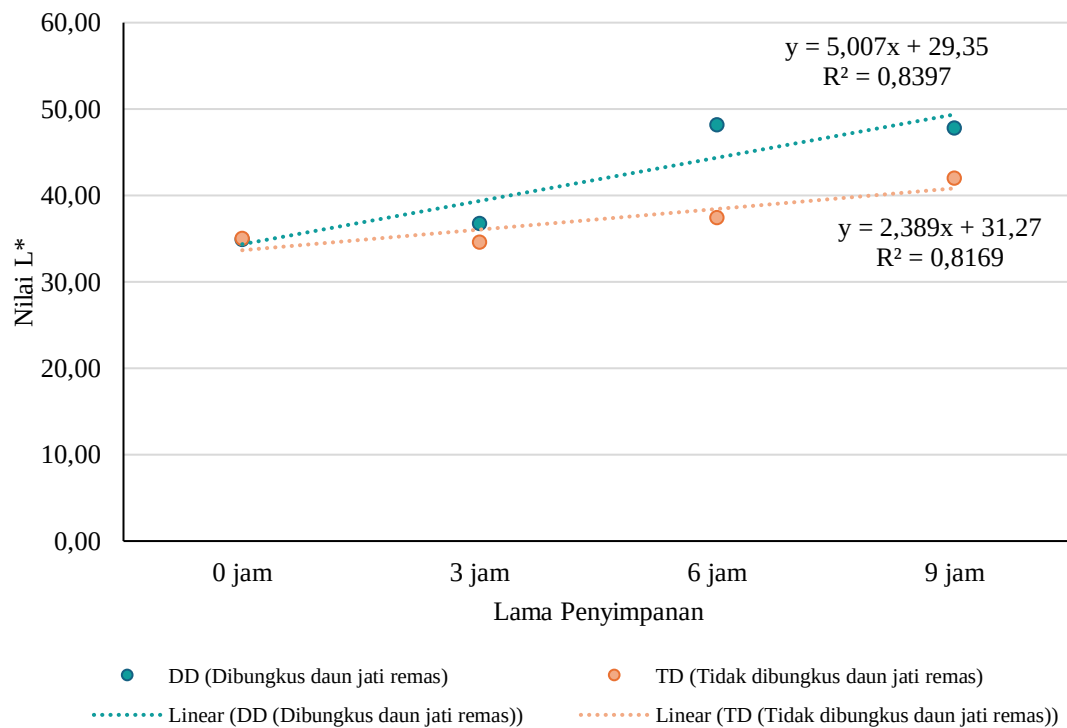


Ilustrasi 3. Grafik Nilai  $L^*$  pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan Ilustrasi 3, terlihat bahwa nilai  $L^*$  pada daging sapi yang disimpan pada suhu ruang dengan dua perlakuan, yaitu DD dan TD pada interval waktu 0, 3, 6, dan 9 jam secara umum mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama penyimpanan, namun menunjukkan perbedaan pola perubahan. Daging sapi dengan perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) mengalami kenaikan pada 0 – 6 jam, tetapi pada saat 9 jam mengalami sedikit penurunan menjadi  $47,76 \pm 0,18$ . Penurunan nilai  $L^*$  pada penyimpanan 9 jam disebabkan oleh kontak langsung antara permukaan daging dan daun jati remas, yang memungkinkan pigmen alami daun jati berpindah dan menempel pada permukaan daging sehingga tingkat kecerahan daging menurun. Hal ini didukung oleh pernyataan Charoensit *et al.* 2021 yang menyatakan bahwa daun jati diketahui mengandung senyawa pigmen seperti anthraquinone, flavonoid, dan anthocyanin yang memiliki intensitas warna tinggi dan berpotensi sebagai pewarna alami. Pigmen alami dapat berinteraksi dengan bahan pangan dan memengaruhi parameter warna seperti nilai kecerahan (Ryu *et al.*, 2023).

Perlakuan TD (Tidak dibungkus daun jati remas) mengalami kenaikan pada 3 – 9 jam, sedangkan pada penyimpanan 0 – 3 jam mengalami sedikit penurunan tingkat kecerahan. Penurunan nilai  $L^*$  pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) berkaitan dengan perubahan pigmen mioglobin pada permukaan daging akibat interaksi dengan oksigen. Hal ini sesuai dengan penelitian Rani dan Mhlongo (2023) yang menyatakan bahwa paparan oksigen dari udara bebas dapat mempercepat oksidasi oksimioglobin menjadi metmioglobin yang berwarna lebih gelap, sehingga menurunkan tingkat kecerahan permukaan daging selama

penyimpanan. Ilustrasi 4 menunjukkan perubahan nilai  $L^*$  daging sapi dari 0 – 9 jam dengan perlakuan dibungkus dan tidak dibungkus daun jati remas.



Ilustrasi 4. Perubahan Nilai  $L^*$  pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas.

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan persamaan regresi linier (Ilustrasi 4), kedua perlakuan memiliki nilai slope positif yang menunjukkan bahwa model regresi memiliki korelasi positif antara lama penyimpanan dan nilai  $L^*$  daging sapi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan, maka nilai  $L^*$  daging sapi cenderung meningkat. Persamaan regresi linier nilai  $L^*$  pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) adalah  $y = 5,007x + 29,35$ , sedangkan

persamaan regresi linier pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) adalah  $y = 2,389x + 31,27$ .

Persamaan regresi linier pada perlakuan DD memiliki koefisien regresi sebesar 5,007. Sementara itu, pada perlakuan TD koefisien regresi sebesar 2,389 menunjukkan bahwa peningkatan nilai  $L^*$  per lama waktu penyimpanan lebih rendah dibandingkan perlakuan DD. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan pembungkusan menggunakan daun jati remas memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap laju perubahan kecerahan daging sapi selama penyimpanan dibandingkan daging yang tidak dibungkus.

Meskipun kedua perlakuan menunjukkan slope positif, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada perlakuan DD sebesar 0,8397, sedangkan pada perlakuan TD sebesar 0,8169. Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 menunjukkan bahwa hubungan antara lama penyimpanan pada kedua perlakuan dengan perubahan nilai  $L^*$  tergolong kuat. Menurut Ghozali (2016), nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati 1 menunjukkan bahwa variabel independen mampu menjelaskan variabel dependen secara kuat, sedangkan nilai yang mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah. Berdasarkan pengelompokan kekuatan korelasi, nilai  $R^2$  di atas 0,67 termasuk dalam kategori hubungan yang kuat ( $0 < R^2 < 1$ ).

Peningkatan nilai  $L^*$  selama penyimpanan secara ilmiah berkaitan dengan perubahan pigmen mioglobin, yang menyebabkan perubahan tingkat pemantulan cahaya pada permukaan daging. Perbedaan nilai slope antara perlakuan DD dan TD menunjukkan bahwa pembungkusan menggunakan daun jati remas mempercepat laju perubahan kecerahan. Kondisi tersebut berkaitan dengan interaksi langsung

antara permukaan daging dan daun jati remas yang dapat memengaruhi kondisi permukaan daging melalui perpindahan pigmen alami.

#### 4.1.2. Nilai $a^*$

Hasil pengujian nilai  $a^*$  daging sapi pada dua perlakuan penyimpanan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas) pada waktu penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Nilai  $a^*$  Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

| Lama Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan    |                                 | Rata-rata        |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|
|                  | Dibungkus Daun Jati Remas | Tidak Dibungkus Daun Jati Remas |                  |
| 0,5 jam          | $10,78 \pm 0,14^b$        | $10,52 \pm 0,10^a$              | $10,65 \pm 0,12$ |
| 3 jam            | $12,70 \pm 0,16^c$        | $10,73 \pm 0,09^b$              | $11,72 \pm 0,13$ |
| 6 jam            | $14,39 \pm 0,20^e$        | $13,67 \pm 0,12^d$              | $14,03 \pm 0,16$ |
| 9 jam            | $14,26 \pm 0,16^e$        | $16,90 \pm 0,14^f$              | $15,58 \pm 0,15$ |
| Rata-rata        | $13,03 \pm 0,17$          | $12,96 \pm 0,11$                |                  |

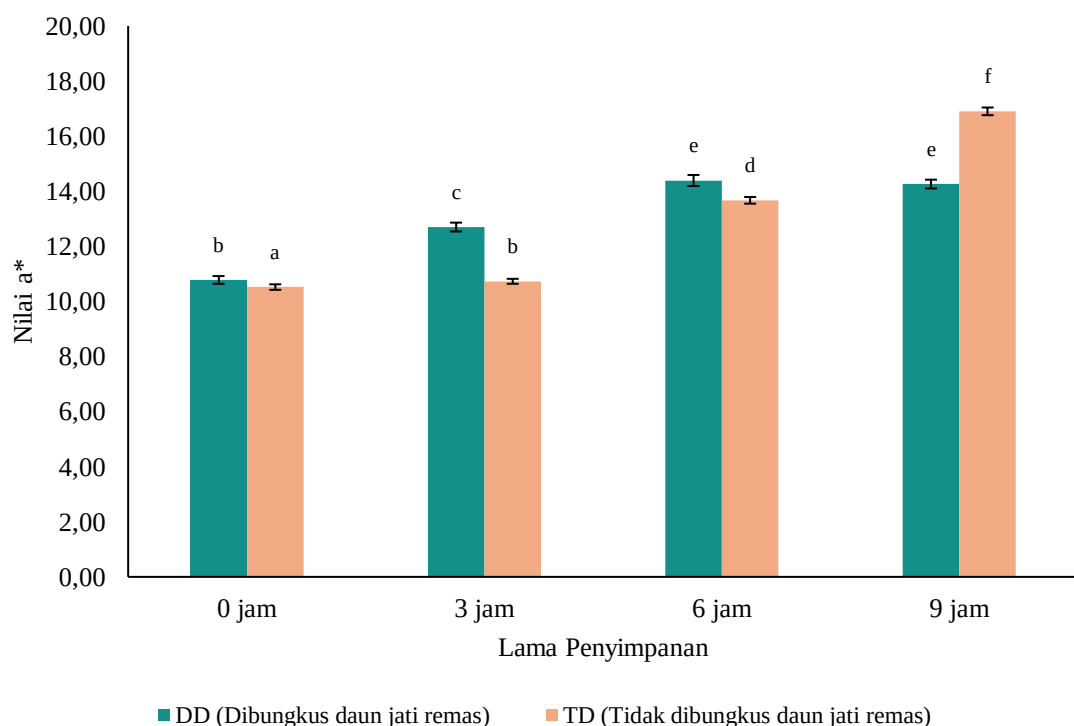
Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rata-rata dari 5 ulangan  $\pm$  standar deviasi. Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Nilai  $a^*$  positif menunjukkan warna kemerahan pada sampel, sedangkan nilai  $a^*$  negatif menunjukkan kehijauan sampel (Kurniawan, 2020). Berdasarkan data pada Tabel 6, nilai  $a^*$  menunjukkan peningkatan nilai kemerahan daging sapi pada kedua perlakuan seiring bertambahnya lama penyimpanan. Nilai  $a^*$  yang positif mencerminkan intensitas warna merah pada permukaan daging, secara instrumental digunakan sebagai indikator kualitas dan daya tarik visual produk daging (Mancini *et al.*, 2018). Nilai  $a^*$  pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) menunjukkan peningkatan yang relatif kecil dibandingkan TD (tidak dibungkus daun jati remas).

Nilai  $a^*$  tertinggi pada daging sapi diperoleh pada perlakuan TD pada penyimpanan 9 jam sebesar  $16,90 \pm 0,14$ , sedangkan nilai  $a^*$  terendah terdapat pada perlakuan TD pada penyimpanan 0,5 jam sebesar  $10,52 \pm 0,10$ . Perbedaan nilai superskrip pada perlakuan 0,5 jam menunjukkan bahwa perlakuan pembungkusan daun jati memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap parameter yang diamati ( $p < 0,05$ ), yang disebabkan oleh aktivitas senyawa bioaktif daun jati serta lama waktu kontak terhadap bahan.

Hasil analisis *Test of Between-Subjects Effects* (Lampiran 5.2) menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara perlakuan pembungkusan dan lama penyimpanan terhadap nilai  $a^*$  daging sapi ( $p < 0,05$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan intensitas warna merah dipengaruhi oleh kombinasi dari dua faktor. Nilai  $a^*$  pada perlakuan DD dan TD memiliki nilai rata-rata yang tidak jauh berbeda selisihnya. Peningkatan nilai  $a^*$  pada perlakuan DD dapat disebabkan oleh faktor pigmen warna merah daun jati yang mengenai permukaan daging secara langsung. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Alencar *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa pigmen dari bahan tumbuhan dapat memengaruhi warna produk daging ketika diaplikasikan langsung. Perlakuan TD terjadi kenaikan nilai yang lebih tinggi setiap lama penyimpanan. Hal ini dapat disebabkan oleh paparan udara bebas dan cahaya yang mengenai sampel daging. Udara yang mengandung oksigen dapat memicu terjadinya oksidasi, sedangkan cahaya menyebabkan fotooksidasi. Kedua hal tersebut membuat warna daging pada perlakuan TD tampak lebih merah secara visual.

Peningkatan nilai  $a^*$  ini menunjukkan intensitas warna merah yang semakin kuat pada permukaan daging. Secara fisikokimia, fenomena ini berkaitan dengan perubahan status pigmen mioglobin, terutama pembentukan oksimioglobin ketika daging terpapar oksigen dari udara bebas. Hal ini sesuai dengan pendapat Corlett *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa ketika mioglobin terikat oksigen, bentuknya berubah menjadi oksimioglobin yang memberikan warna merah. Perubahan nilai parameter warna  $a^*$  daging sapi selama penyimpanan dengan perlakuan pembungkusan daun jati remas dan tanpa pembungkusan disajikan dalam bentuk grafik batang pada Ilustrasi 5.

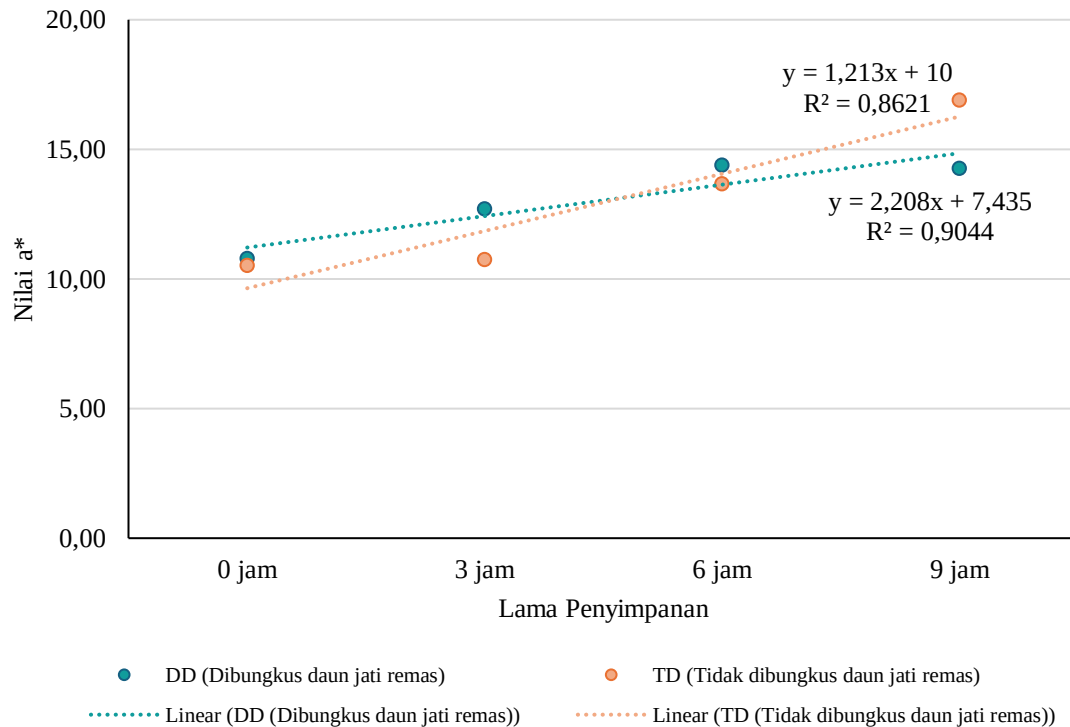


Ilustrasi 5. Grafik Nilai  $a^*$  pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil pengujian nilai  $a^*$ , terlihat bahwa nilai  $a^*$  daging sapi pada kedua perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas), cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama penyimpanan. Salah satu penyebab peningkatan nilai  $a^*$  karena pigmen utama daging yaitu mioglobin bereaksi dengan oksigen dari udara dan membentuk oksimioglobin ( $MbO_2$ ) yang berwarna merah cerah. Daging dengan perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) permukaannya lebih banyak terpapar oksigen bebas, sehingga menyebabkan proses oksidasi mioglobin berlangsung lebih cepat. Hal ini yang membuat nilai  $a^*$  pada perlakuan TD terutama pada penyimpanan 9 jam, menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan DD. Perbedaan nilai warna  $a^*$  dipengaruhi oleh jumlah paparan oksigen yang berlangsung terlalu lama sehingga terdapat aktivitas bakteri. Paparan oksigen yang terlalu lama membuat zat besi dalam daging teroksidasi sehingga warna berubah menjadi cokelat kusam.

Daging dengan perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) membatasi kontak langsung antara permukaan daging dan oksigen, sehingga pembentukan oksimioglobin berlangsung lebih lambat. Akibatnya, peningkatan nilai  $a^*$  pada perlakuan DD terjadi tetapi tidak setinggi pada perlakuan TD. Selain itu, pembungkusan dengan daun jati remas berpotensi menciptakan kondisi mikro lingkungan yang lebih lembap dan relatif tertutup sehingga laju difusi oksigen ke dalam jaringan daging menjadi lebih terbatas. Perbedaan peningkatan nilai  $a^*$  antara perlakuan DD dan TD tidak hanya dipengaruhi oleh lama penyimpanan, tetapi juga oleh interaksi antara ketersediaan oksigen, stabilitas pigmen mioglobin,

serta karakteristik fisik pembungkus yang digunakan. Persamaan regresi linier, nilai korelasi, dan regresi linier dapat dilihat pada Ilustrasi 6.



Ilustrasi 6. Perubahan Nilai a\* pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan persamaan regresi linier pada grafik perubahan nilai a\*, kedua perlakuan menunjukkan nilai slope positif yang menandakan bahwa model regresi memiliki korelasi positif antara lama penyimpanan dan nilai a\*. Hal ini berarti semakin lama durasi penyimpanan, maka nilai a\* daging sapi cenderung meningkat. Persamaan regresi linier pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) adalah  $y = 2,208x + 7,435$  dengan nilai koefisien

determinasi  $R^2 = 0,9044$ , sedangkan persamaan regresi linier pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) adalah  $y = 1,213x + 10$  dengan nilai  $R^2 = 0,8621$ .

Koefisien regresi pada perlakuan DD sebesar 2,208 menunjukkan bahwa pada setiap lama penyimpanan, nilai  $a^*$  naik sebesar 2,208. Sementara itu, pada perlakuan TD koefisien regresi sebesar 1,213 menunjukkan bahwa peningkatan nilai  $a^*$  setiap perlakuan lama penyimpanan lebih rendah dibandingkan perlakuan DD. Nilai  $a^*$  semakin naik berperan dalam meningkatkan intensitas warna merah daging, yang berkaitan dengan pembentukan pigmen oksimioglobin akibat reaksi mioglobin dengan oksigen. Nilai  $R^2$  pada kedua perlakuan tergolong tinggi, yaitu lebih dari 0,86, yang menunjukkan bahwa hubungan antara lama penyimpanan dan nilai  $a^*$  tergolong kuat.

Selain pembentukan oksimioglobin, kenaikan nilai  $a^*$  juga dipengaruhi oleh perubahan struktur dan kadar air daging selama penyimpanan. Penurunan daya ikat air menyebabkan permukaan daging lebih kering sehingga warna merah tampak lebih intens. Daging sapi dengan perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) mampu mempertahankan warna seperti daging kondisi awal karena berada dalam lingkungan kedap udara akibat lapisan daun yang berfungsi sebagai *barrier* penghalang pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$ . Hal ini didukung oleh penelitian Meldi dan Handayani (2025) yang menyatakan bahwa kondisi lingkungan daging dengan oksigen sangat rendah ( $<1,4$  mmHg) dapat mempertahankan mioglobin pada fase deoksigenasi sehingga daging tetap berwarna merah. Sementara itu, pada perlakuan TD paparan oksigen yang berlebihan dapat mempercepat oksidasi dan nilai  $a^*$  (kemerahan) terus meningkat.

#### 4.1.3. Nilai b\*

Hasil pengujian nilai b\* daging sapi pada dua perlakuan penyimpanan, yaitu DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas) pada lama penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Nilai b\* Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

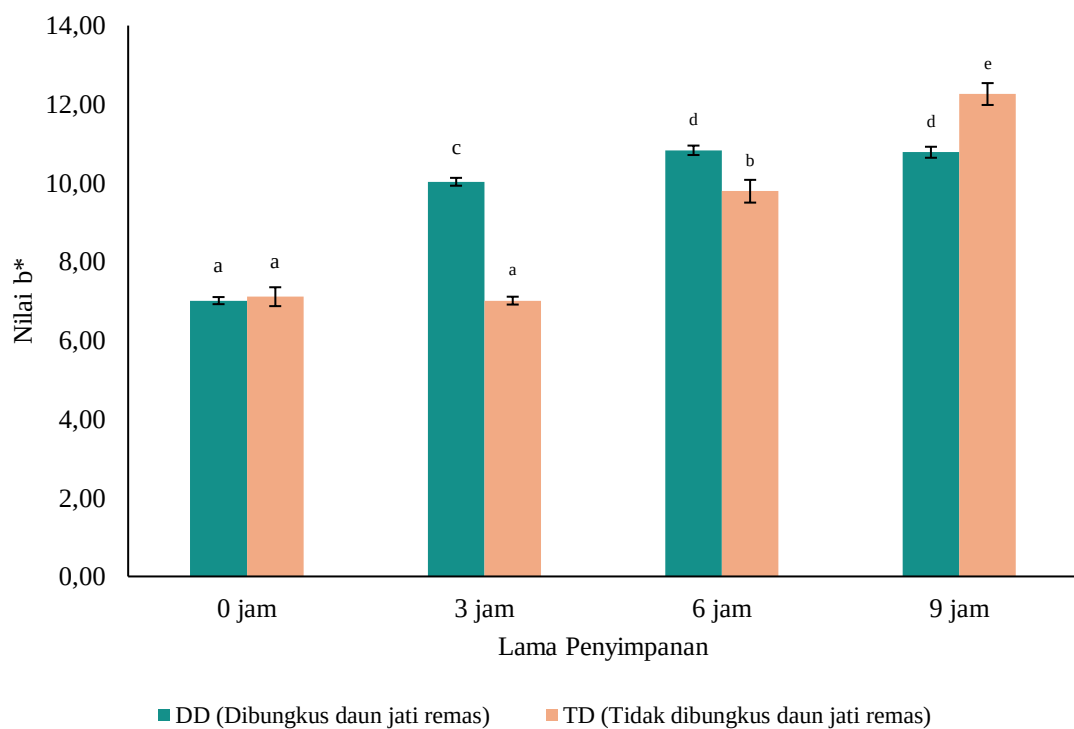
| Lama<br>Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan       |                                    | Rata-rata    |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|
|                     | Dibungkus Daun<br>jati remas | Tidak Dibungkus<br>Daun Jati Remas |              |
| 0,5 jam             | 7,01 ± 0,09 <sup>a</sup>     | 7,11 ± 0,24 <sup>a</sup>           | 7,06 ± 0,17  |
| 3 jam               | 10,03 ± 0,10 <sup>c</sup>    | 7,01 ± 0,10 <sup>a</sup>           | 8,52 ± 0,10  |
| 6 jam               | 10,83 ± 0,12 <sup>d</sup>    | 9,79 ± 0,29 <sup>b</sup>           | 10,31 ± 0,20 |
| 9 jam               | 10,78 ± 0,14 <sup>d</sup>    | 12,26 ± 0,28 <sup>c</sup>          | 11,52 ± 0,21 |
| Rata-rata           | 9,67 ± 0,11                  | 9,04 ± 0,23                        |              |

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi. Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Berdasarkan data pada Tabel 7 dapat diketahui bahwa rata-rata perlakuan daging sapi dibungkus dan tidak dibungkus daun jati remas terhadap lama penyimpanan memiliki nilai rata-rata yang relatif serupa. Nilai b\* pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) pada waktu 6 dan 9 jam memiliki superskrip huruf kecil yang sama, artinya tidak terdapat perbedaan nyata dengan nilai b\* masing-masing sebesar  $10,83 \pm 0,12$  pada 6 jam dan  $10,78 \pm 0,14$  pada 9 jam. Nilai b\* pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) 0,5 jam dan 3 jam memiliki superskrip huruf kecil yang sama, artinya tidak adanya perbedaan nyata antarperlakuan. Kesamaan superskrip pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa tingkat warna kekuningan daging relatif sama. Tidak adanya perbedaan

nyata pada nilai  $b^*$  pada penyimpanan 0,5 jam menunjukkan bahwa perlakuan belum memberikan pengaruh signifikan terhadap komponen warna kuning.

Hasil analisis *Test of Between-Subjects Effects* (Lampiran 5.3) menunjukkan bahwa adanya interaksi yang signifikan antara perlakuan pembungkusan dengan lama penyimpanan terhadap nilai  $b^*$  daging sapi ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan warna kuning dipengaruhi oleh kombinasi dua faktor, namun masih terdapat perlakuan lama penyimpanan dengan superskrip yang sama. Perubahan nilai parameter warna  $b^*$  daging sapi selama penyimpanan dengan perlakuan pembungkusan dan tanpa pembungkusan daun jati remas disajikan dalam bentuk grafik batang pada Ilustrasi 7.



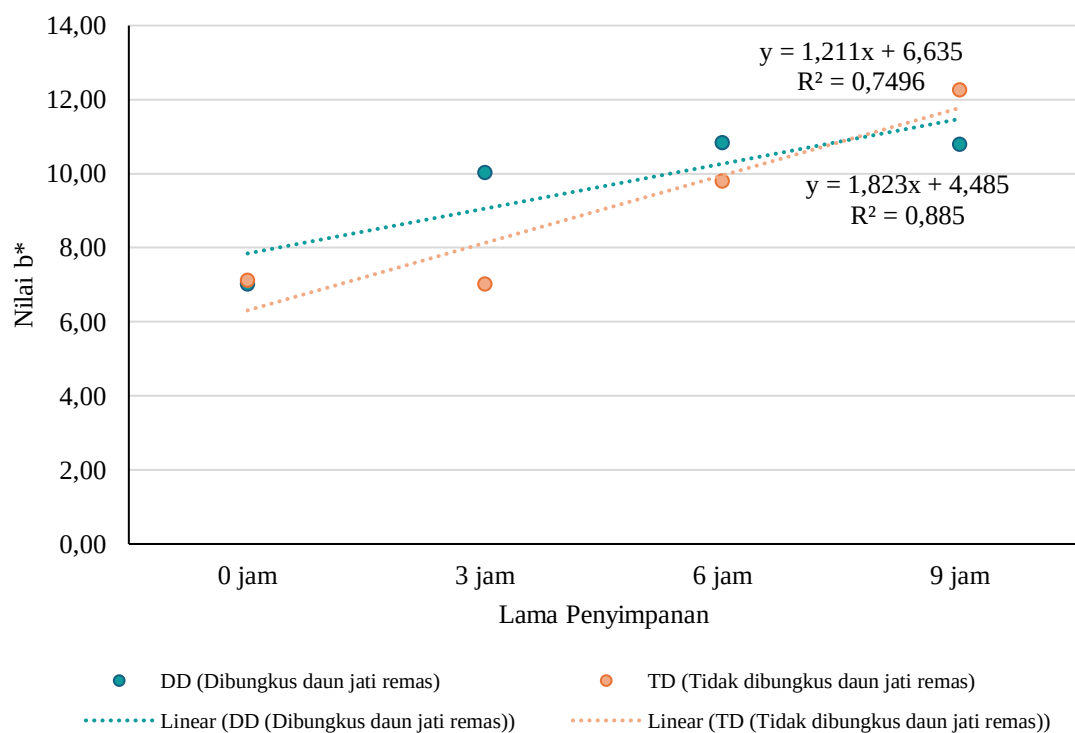
Ilustrasi 7. Grafik Nilai  $b^*$  pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan grafik perubahan nilai  $b^*$  pada daging sapi dengan perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas), nilai  $b^*$  menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan untuk kedua perlakuan. Nilai  $b^*$  merupakan parameter yang menggambarkan intensitas warna kekuningan pada permukaan daging (Pratama *et al.*, 2019). Nilai  $b^*$  pada perlakuan DD meningkat dari sekitar 7,01 pada 0,5 jam menjadi 10,78 pada 9 jam, sementara pada perlakuan TD nilai  $b^*$  meningkat dari sekitar 7,11 pada 0,5 jam sampai sekitar 12,26 pada 9 jam. Kenaikan nilai  $b^*$  ini menunjukkan adanya peningkatan rona kekuningan pada daging seiringnya lama penyimpanan. Hal ini sejalan dengan laporan penelitian Fadlilah *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa tingkat kekuningan ditandai dengan angka positif dan negatif, dimana semakin positif menunjukkan angka kuning pekat lalu semakin negatif menunjukkan angka biru.

Peningkatan nilai  $b^*$  selama penyimpanan berkaitan dengan proses oksidasi lipid dan perubahan pigmen mioglobin di dalam jaringan otot. Selama penyimpanan, paparan oksigen dapat mengoksidasi pigmen mioglobin dan lipid yang menghasilkan produk sampingan yang memengaruhi warna daging, termasuk peningkatan rona kuning ( $b^*$ ) (Hu *et al.*, 2024). Selain itu, pembentukan pigmen oksidatif sekunder akibat reaksi antara produk peroksidasi lemak dan protein juga dapat memperkuat intensitas warna kekuningan permukaan daging.

Perbedaan tingkat kenaikan nilai  $b^*$  antara perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas) kemungkinan disebabkan oleh perbedaan paparan oksigen. Daging dengan perlakuan TD membuat permukaan

daging lebih banyak terpapar oksigen bebas, sehingga mempercepat reaksi oksidatif lipid dan pigmen mioglobin. Sebaliknya, pembungkusan dengan daun jati remas pada perlakuan DD tampaknya membatasi kontak langsung dengan oksigen, sehingga laju peningkatan nilai  $b^*$  sedikit lebih rendah dibandingkan TD. Persamaan regresi linier dan nilai korelasi dapat dilihat pada Ilustrasi 8.



Ilustrasi 8. Perubahan Nilai  $b^*$  pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan regresi linier, kedua perlakuan menunjukkan nilai slope yang positif, yang mengindikasikan adanya hubungan searah antara lama penyimpanan dan nilai  $b^*$ . Artinya, semakin lama waktu penyimpanan, maka nilai  $b^*$  daging sapi cenderung mengalami peningkatan. Nilai

persamaan regresi linier pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) adalah  $y = 1,211x + 6,635$  dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,7496$ , sedangkan pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) diperoleh persamaan regresi linier  $y = 1,823x + 4,485$  dengan nilai  $R^2 = 0,885$ . Berdasarkan nilai slope yang menunjukkan angka positif, dapat disimpulkan bahwa model regresi linier pada kedua perlakuan memiliki korelasi yang positif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama durasi penyimpanan, maka nilai  $b^*$  daging sapi cenderung mengalami peningkatan.

Persamaan regresi linier pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) memiliki koefisien regresi sebesar 1,211 yang menunjukkan bahwa nilai  $b^*$  meningkat pada setiap lama penyimpanan. Sementara itu, pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas), koefisien regresi sebesar 1,823 menunjukkan bahwa nilai  $b^*$  rata-rata meningkat setiap perlakuan lama penyimpanan. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada kedua perlakuan tergolong tinggi, terutama pada perlakuan TD yang mendekati nilai 1. Hal ini sesuai dengan penelitian Astutik dan Anggraeny (2019) yang menyatakan bahwa apabila  $R^2$  semakin mendekati 1 maka semakin besar pengaruh antar variabel independen.

#### **4.2. Kadar Air Daging Sapi**

Data hasil pengukuran nilai kadar air daging sapi pada dua perlakuan penyimpanan, yakni perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas) pada waktu penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam disajikan dalam Tabel 8.

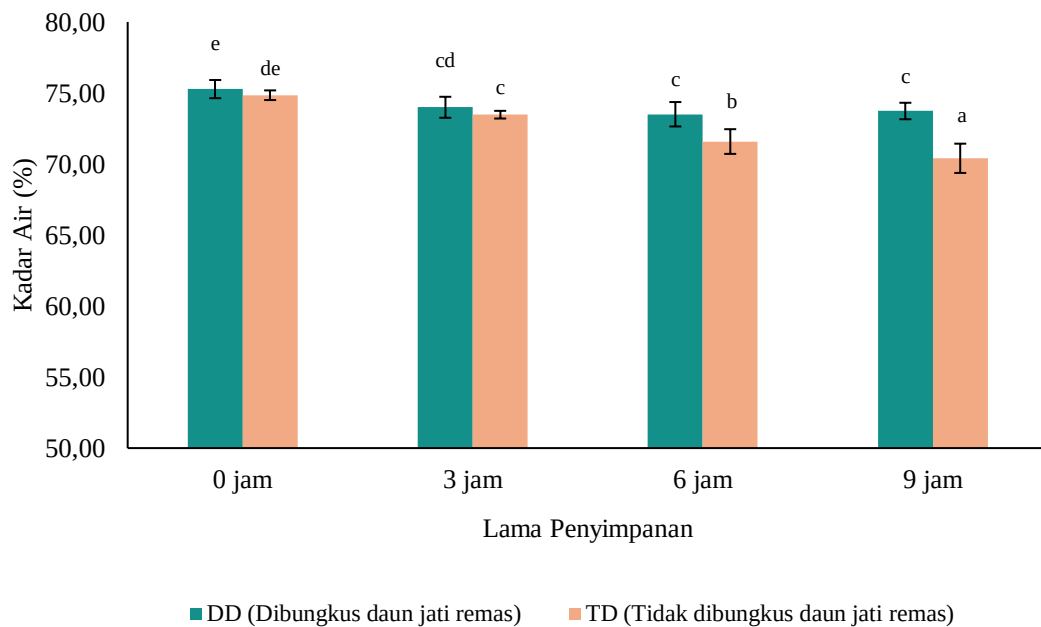
Tabel 8. Rata-rata Kadar Air pada Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

| Lama Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan     |                                 | Rata-rata    |
|------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
|                  | Dibungkus Daun Jati Remas  | Tidak Dibungkus Daun Jati Remas |              |
| 0,5 jam          | 75,27 ± 0,64 <sup>e</sup>  | 74,84 ± 0,34 <sup>de</sup>      | 75,05 ± 0,49 |
| 3 jam            | 73,99 ± 0,74 <sup>cd</sup> | 73,47 ± 0,27 <sup>c</sup>       | 73,73 ± 0,51 |
| 6 jam            | 73,50 ± 0,86 <sup>c</sup>  | 71,58 ± 0,87 <sup>b</sup>       | 72,54 ± 0,87 |
| 9 jam            | 73,73 ± 0,58 <sup>c</sup>  | 70,40 ± 1,03 <sup>a</sup>       | 72,07 ± 0,81 |
| Rata-rata        | 74,12 ± 0,71               | 72,57 ± 0,63                    |              |

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi. Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil pengujian kadar air daging sapi yang dibungkus daun jati remas (DD) dan tidak dibungkus daun jati remas (TD) pada penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam yang disajikan pada Tabel 8 menunjukkan nilai kadar air pada kedua perlakuan selama waktu penyimpanan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Rata-rata kadar air pada perlakuan DD adalah  $74,12 \pm 0,71$ , sedangkan pada perlakuan TD adalah  $72,57 \pm 0,63$ . Nilai kadar air daging sapi dengan perlakuan DD terhadap lama penyimpanan 0 hingga 9 jam menunjukkan kecenderungan menurun dari  $75,27 \pm 0,64$  menjadi  $73,73 \pm 0,58$ , dan terjadi juga pada perlakuan TD yang menurun dari  $74,84 \pm 0,34$  menjadi  $70,40 \pm 1,03$ . Nilai superskrip pada perlakuan 0,5 jam pada perlakuan DD dan TD memiliki perbedaan, artinya terdapat perbedaan yang nyata secara statistik ( $p < 0,05$ ) antara kedua perlakuan tersebut, sehingga pembungkusan dengan daun jati remas telah memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati meskipun pada waktu penyimpanan yang relatif singkat. Daun jati remas berfungsi sebagai penghalang fisik (*physical barrier*) yang membatasi kontak langsung antara permukaan daging dan udara lingkungan, sehingga dapat menekan laju evaporasi air dari jaringan otot. Perubahan nilai kadar air daging sapi selama penyimpanan

dengan perlakuan pembungkusan dan tanpa pembungkusan daun jati remas disajikan dalam bentuk grafik batang pada Ilustrasi 9.



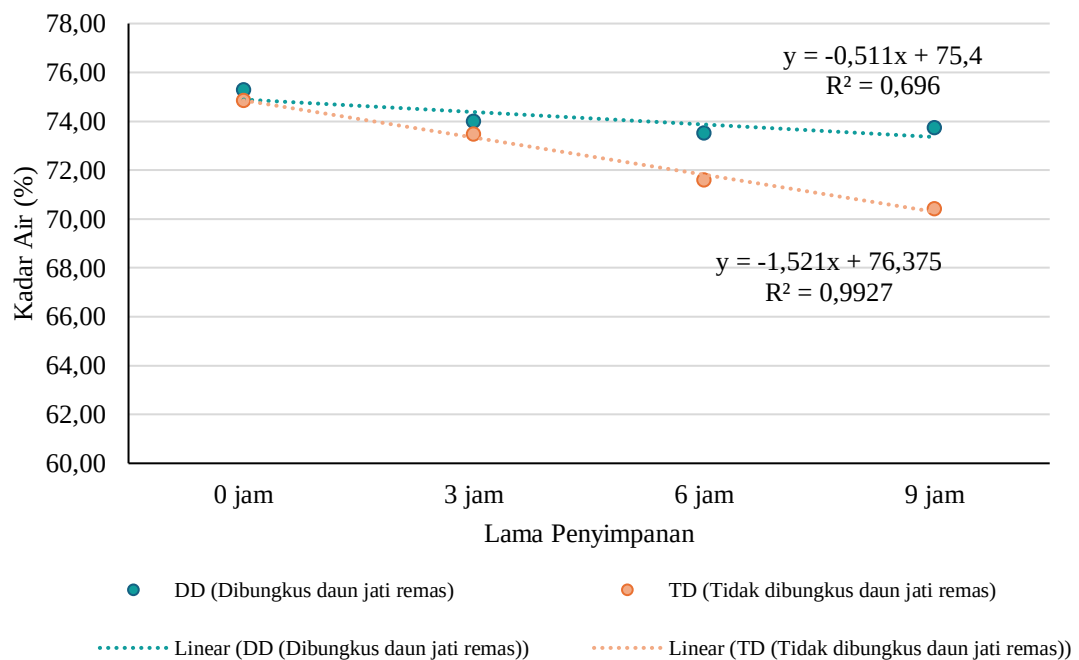
Ilustrasi 9. Grafik Kadar Air pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Grafik kadar air pada Ilustrasi 9 menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kadar air daging sapi seiring bertambahnya lama penyimpanan. Kadar air pada perlakuan DD menurun secara bertahap dari sekitar 75,27% pada 0,5 jam menjadi sekitar 73,73% pada 9 jam. Perlakuan daging sapi tidak dibungkus daun jati remas terjadi penurunan lebih besar hingga 70,40%. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramadhani *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa penambahan daun jati dapat memengaruhi kadar air karena daun jati bersifat polar sehingga dapat mengikat air menggunakan daya tarik antargugus polar. Penurunan nilai kadar air

pada daging terjadi karena senyawa aktif dalam daun jati, seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik, memiliki gugus hidroksil ( $-OH$ ) yang bersifat hidrofilik. Gugus ini memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga sebagian air dapat terikat secara kuat pada permukaan atau jaringan daging.

Kadar air pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) menunjukkan sedikit peningkatan pada jam ke-9. Kenaikan ini disebabkan oleh terbentuknya lingkungan mikro yang lebih lembap akibat pembungkusan daun jati remas sehingga memungkinkan terjadinya keseimbangan uap air dan reabsorpsi kelembapan ke permukaan daging. Hal ini sejalan dengan penelitian Remiro *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa kemampuan otot untuk menahan air berkaitan dengan struktur protein otot dan berhubungan dengan bagaimana air dimobilisasi di dalam matriks protein sehingga perubahan struktural tersebut memengaruhi retensi maupun kehilangan kelembapan.

Penurunan kadar air pada perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) terjadi karena tingginya laju evaporasi air dari permukaan daging ke lingkungan selama penyimpanan. Perlakuan tanpa dibungkus daun jati remas menyebabkan permukaan daging memiliki kontak langsung dengan udara, sehingga laju tekanan uap menjadi tidak seimbang. Selain itu, paparan oksigen pada perlakuan TD dapat memicu oksidasi protein yang menurunkan sifat hidrofilik (mengikat air) pada serat otot, sehingga air lebih mudah terlepas dan menguap seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Penurunan nilai kadar air digambarkan dengan regresi linier, nilai korelasi, dan kurva regresi yang dapat dilihat pada Ilustrasi 10.



Ilustrasi 10. Perubahan Nilai Kadar Air pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil analisis regresi linier pada Ilustrasi 10, kedua perlakuan menunjukkan nilai slope yang bernilai negatif, yang menandakan adanya hubungan berlawanan arah antara lama penyimpanan dan kadar air daging sapi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, maka kadar air daging sapi cenderung mengalami penurunan. Pola penurunan kadar air tersebut dapat diamati secara konsisten dari waktu penyimpanan 0,5 jam hingga 9 jam. Pola penurunan kadar air tersebut dapat diamati secara konsisten dari waktu penyimpanan 0,5 jam hingga 9 jam sebagaimana ditunjukkan pada kurva regresi pada Ilustrasi 10.

Persamaan regresi linier pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) adalah  $y = -0,511x + 75,4$  yang memiliki koefisien regresi sebesar  $-0,511$ . Nilai ini

menunjukkan bahwa setiap penambahan lama penyimpanan, kadar air daging sapi pada perlakuan DD rata-rata menurun sebesar 0,511. Perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) diperoleh persamaan regresi linier  $y = -1,521x + 76,375$  dengan koefisien regresi sebesar  $-1,521$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar air pada perlakuan TD terjadi lebih cepat yaitu sebesar 1,521 pada setiap lama penyimpanan. Berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) perlakuan DD memiliki nilai  $R^2$  sebesar 0,696 yang menunjukkan hubungan yang cukup kuat antara lama penyimpanan dan kadar air. Sementara itu, perlakuan TD memiliki nilai  $R^2$  yang sangat tinggi yaitu 0,9927 yang mengindikasikan hubungan yang sangat kuat antara variabel lama penyimpanan dan kadar air.

Berdasarkan hasil analisis nilai kadar air pada Tabel 8, dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan dan pembungkusan berpengaruh terhadap perubahan nilai parameter mutu daging sapi. Perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) terjadi perubahan nilai yang relatif lebih stabil dibandingkan TD (tidak dibungkus daun jati remas) selama penyimpanan 0 hingga 9 jam. Grafik regresi menunjukkan kecenderungan penurunan mutu pada daging yang dibungkus daun jati berlangsung lebih lambat, sedangkan TD terjadi perubahan yang lebih tinggi seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa pembungkusan dengan daun jati remas memberikan efek protektif terhadap kualitas daging selama penyimpanan jangka pendek di suhu ruang.

Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan karena memiliki dampak pada penampilan, tekstur, dan rasa bahan pangan. Daging segar diketahui memiliki kadar air normal antara 65 – 80% dimana

air merupakan komponen utama jaringan otot yang tersebar dalam serat otot dan ruang ekstraseluler yang berperan menjaga kualitas daging (Zhu *et al.*, 2025). Nilai kadar air relatif berpengaruh pada kedua perlakuan yang menunjukkan bahwa penyimpanan sampai 9 jam belum cukup memicu perubahan struktur protein daging yang menyebabkan pelonggaran ikatan air. Perbedaan kadar air antara perlakuan DD dan TD yang tampak kecil juga menunjukkan bahwa pembungkusan daun jati remas tidak terlalu menghambat kehilangan air terikat pada lama penyimpanan daging sapi.

#### 4.3. Nilai pH Daging Sapi

Hasil pengujian pH pada daging sapi dengan perlakuan lama penyimpanan dan pembungkusan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Nilai pH pada Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

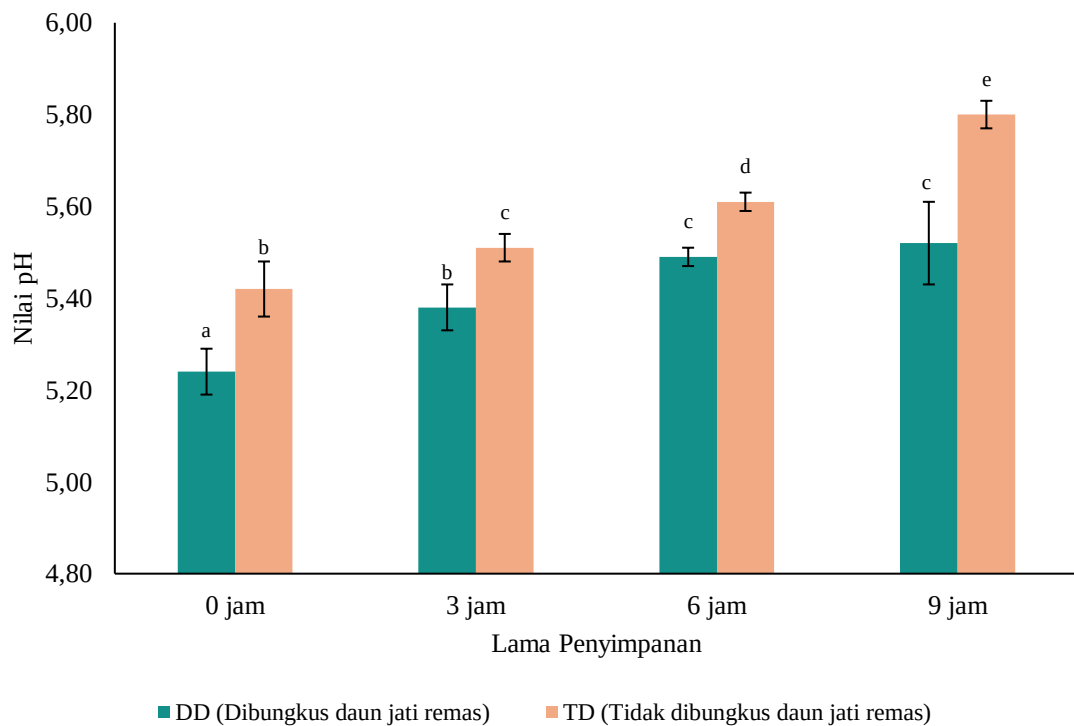
| Lama<br>Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan       |                                    | Rata-rata   |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------|
|                     | Dibungkus Daun<br>Jati Remas | Tidak Dibungkus<br>Daun Jati Remas |             |
| 0,5 jam             | 5,24 ± 0,05 <sup>a</sup>     | 5,42 ± 0,06 <sup>b</sup>           | 5,33 ± 0,06 |
| 3 jam               | 5,38 ± 0,02 <sup>b</sup>     | 5,51 ± 0,03 <sup>c</sup>           | 5,45 ± 0,04 |
| 6 jam               | 5,49 ± 0,05 <sup>c</sup>     | 5,61 ± 0,02 <sup>d</sup>           | 5,55 ± 0,03 |
| 9 jam               | 5,52 ± 0,09 <sup>c</sup>     | 5,80 ± 0,03 <sup>e</sup>           | 5,66 ± 0,06 |
| Rata-rata           | 5,41 ± 0,05                  | 5,59 ± 0,03                        |             |

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi. Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH daging sapi mengalami perubahan signifikan selama penyimpanan hingga 9 jam, dengan perbedaan nyata antara perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun

jati remas). Nilai pH awal daging sapi pada perlakuan DD sebesar  $5,24 \pm 0,05$ , lebih rendah dibandingkan perlakuan TD sebesar  $5,42 \pm 0,06$ . Peningkatan nilai pH terjadi seiring dengan bertambahnya lama waktu penyimpanan pada kedua perlakuan, namun nilai pH pada perlakuan TD cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan DD. Nilai pH pada penyimpanan 3 jam masing-masing sebesar  $5,38 \pm 0,02$  pada DD dan  $5,51 \pm 0,03$  pada TD, penyimpanan 6 jam sebesar  $5,49 \pm 0,05$  pada DD dan  $5,61 \pm 0,02$  pada TD, dan penyimpanan 9 jam sebesar  $5,52 \pm 0,09$  pada DD dan  $5,80$  pada TD. Rata-rata keseluruhan nilai pH meningkat dan menunjukkan perlakuan DD memiliki pH lebih rendah ( $5,41 \pm 0,05$ ) dibandingkan dengan TD ( $5,59 \pm 0,03$ ) yang mengindikasikan bahwa pembungkusan dengan daun jati remas mampu menekan laju peningkatan pH daging sapi selama penyimpanan.

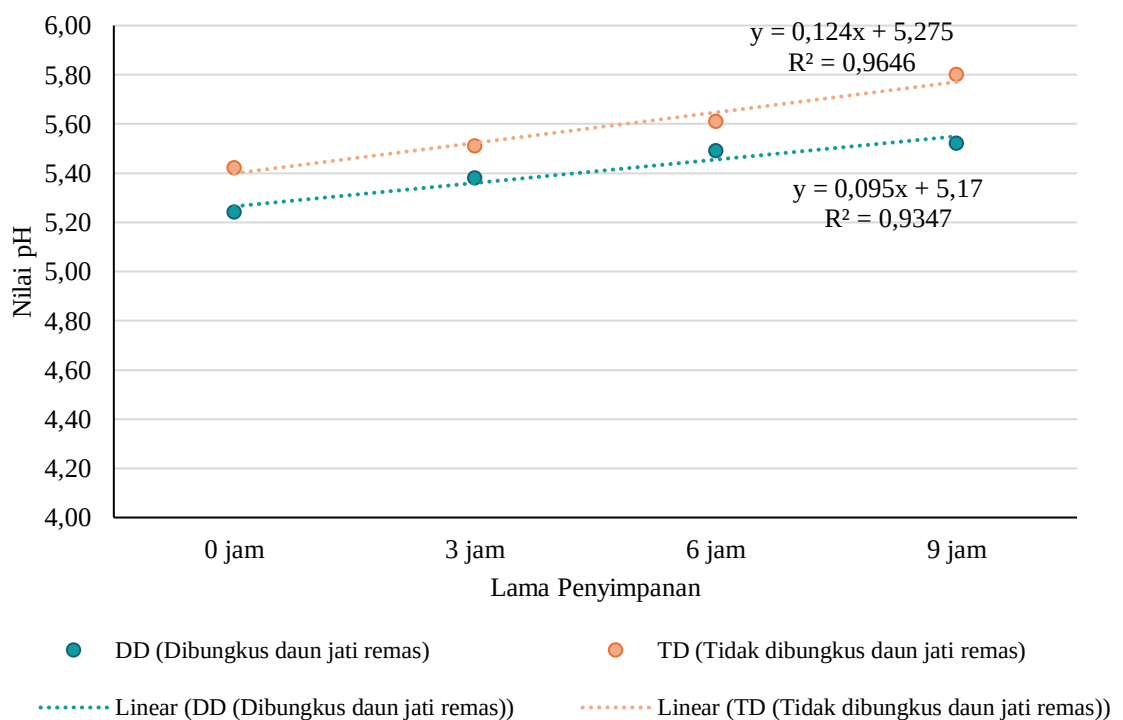
Nilai pH daging sapi cenderung meningkat selama penyimpanan karena timbulnya aktivitas mikroba *spoilage* (pembusukan) serta degradasi protein oleh enzim endogen dan eksogen dalam jaringan otot. Perlakuan tanpa pembungkusan daun jati kenaikan pH lebih cepat terjadi karena lingkungan lebih terbuka bagi mikroba berkembang bebas tanpa hambatan antimikroba alami. Sebaliknya, pembungkusan daun jati remas dapat memperlambat laju kenaikan pH melalui sifat antimikroba dan antioksidan senyawa fenolik alami yang menekan pertumbuhan mikroba *spoilage* dan menunda konversi protein menjadi senyawa basa. Kenaikan nilai pH dapat dilihat pada Ilustrasi 11.



Ilustrasi 11. Grafik Nilai pH pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan Ilustrasi 11, grafik batang menunjukkan bahwa nilai pH daging sapi pada kedua perlakuan mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama penyimpanan. Pengamatan pada jam ke-0 menunjukkan nilai pH perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) sekitar 5,2, sedangkan perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) sekitar 5,4. Pengamatan jam ke-3, 6, dan 9 menunjukkan nilai pH terus meningkat secara bertahap pada kedua perlakuan, dengan nilai pH perlakuan TD selalu lebih tinggi dibandingkan DD. Pengamatan jam ke-9 menunjukkan pH perlakuan DD berada sekitar 5,5 sedangkan TD sebesar 5,8. Hasil nilai pH menunjukkan semakin lama penyimpanan di suhu ruang, maka nilai pH daging semakin meningkat.

Peningkatan nilai pH selama penyimpanan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan proses degradasi protein yang menghasilkan senyawa bersifat basa seperti amonia. Kondisi ini menyebabkan daging menjadi kurang asam dibandingkan kondisi awal. Nilai pH yang relatif tinggi dapat mempercepat pertumbuhan bakteri karena sebagian besar bakteri pembusuk tumbuh optimal pada pH mendekati netral. Hal ini sejalan dengan pendapat Haq *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai pH, semakin besar peluang pertumbuhan mikroorganisme sehingga daging lebih cepat mengalami kerusakan. Perubahan nilai pH digambarkan dengan regresi linier, nilai korelasi, dan kurva regresi yang dapat dilihat pada Ilustrasi 12.



Ilustrasi 12. Perubahan Nilai pH pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil analisis regresi linier pada Ilustrasi 12, nilai pH mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada kedua perlakuan, yaitu DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas). Perlakuan DD pada pengujian nilai pH diperoleh persamaan regresi  $y = 0,095x + 5,17$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9347, sedangkan pada perlakuan TD diperoleh persamaan  $y = 0,124x + 5,275$  dengan  $R^2$  sebesar 0,9646. Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 pada kedua perlakuan menunjukkan bahwa hubungan antara lama penyimpanan dan peningkatan pH bersifat sangat kuat dan linier. Selain itu, nilai kemiringan (slope) pada perlakuan TD lebih besar dibandingkan DD yang menunjukkan laju peningkatan pH pada sampel yang tidak dibungkus daun jati remas berlangsung lebih cepat dibandingkan sampel yang dibungkus.

Nilai pH dapat memengaruhi kualitas produk, semakin rendah pH suatu produk umumnya akan meningkatkan daya simpan produk karena bakteri akan sulit hidup pada pH rendah kecuali bakteri yang tahan terhadap pH rendah (Subagja *et al.*, 2022). Nilai pH daging sapi yang tinggi dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme. Daging dengan pH rendah berkisar antara 5,1 – 6,1 cenderung memiliki struktur jaringan yang lebih rapat atau padat, sedangkan nilai pH yang tinggi sekitar 6,2 – 7,2, menyebabkan serabut otot mengembang dan terbuka sehingga lebih mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Sejalan dengan pernyataan tersebut, peningkatan pH yang terjadi selama penyimpanan menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dan proses degradasi protein yang menghasilkan senyawa bersifat basa. Laju kenaikan pH yang lebih rendah pada

perlakuan DD mengindikasikan bahwa pembungkusan daun jati remas mampu memperlambat perubahan pH, sehingga berpotensi menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan mempertahankan kualitas produk lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa pembungkusan.

#### 4.4. *Total Plate Count* (TPC) Daging Sapi

Hasil pengujian *Total Plate Count* (TPC) pada daging sapi dengan perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) dan TD (tidak dibungkus daun jati remas) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata Total Bakteri pada Daging Sapi Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

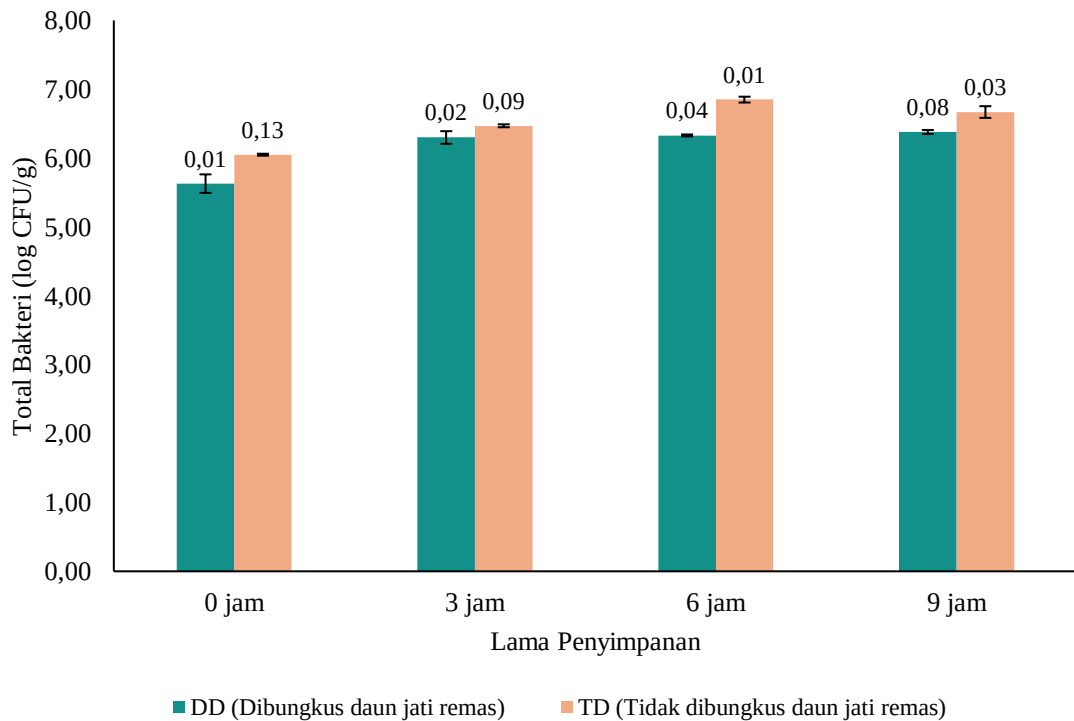
| Lama Penyimpanan | Perlakuan Pembungkusan    |                                 |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|
|                  | Dibungkus Daun Jati Remas | Tidak Dibungkus Daun Jati Remas |
| 0,5 jam          | 5,63 ± 0,01               | 6,05 ± 0,13                     |
| 3 jam            | 6,30 ± 0,02               | 6,47 ± 0,09                     |
| 6 jam            | 6,33 ± 0,04               | 6,87 ± 0,01                     |
| 9 jam            | 6,38 ± 0,08               | 6,67 ± 0,03                     |

Berdasarkan Tabel 10 rata-rata total bakteri (log CFU/g), perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) jumlah bakteri pada awal penyimpanan (0,5 jam) sebesar 5,63 log CFU/g. Nilai ini kemudian mengalami peningkatan sebesar 6,30 log CFU/g pada 3 jam penyimpanan dan sedikit meningkat lagi sebesar 6,33 log CFU/g pada 6 jam, pada 9 jam penyimpanan total bakteri tercatat sebesar 6,38 log CFU/g. Peningkatan total bakteri ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah bakteri secara bertahap selama penyimpanan, namun kenaikannya relatif lambat

dan cenderung stabil. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembungkusan dengan daun jati remas mampu memperlambat laju pertumbuhan mikroorganisme dikarenakan adanya senyawa antimikroba alami seperti tanin dan flavonoid serta efek pembatasan kontak langsung dengan udara dan lingkungan. Hal ini sejalan dengan penelitian Rinaldi *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa senyawa aktif tersebut memiliki potensi untuk merusak membran plasma sel bakteri sehingga pertumbuhan bakteri tersebut menjadi terhambat.

Pengujian daging sapi dengan perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) memiliki jumlah bakteri sebesar 6,05 log CFU/g pada 0,5 jam penyimpanan, yang merupakan nilai terendah dibandingkan perlakuan lama penyimpanan lainnya. Perlakuan penyimpanan 3 jam terjadi peningkatan cukup signifikan menjadi 6,47 log CFU/g, kemudian meningkat lagi pada 6 jam menjadi 6,87 log CFU/g, namun saat penyimpanan 9 jam terjadi sedikit penurunan menjadi 6,67 log CFU/g. Penurunan total bakteri pada penyimpanan 9 jam menandakan bakteri sedang berada pada fase log (pertumbuhan eksponensial) dengan proses pembelahan secara cepat. Hal ini didukung oleh penelitian Rinaldi *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan populasi menurun dikarenakan nutrisi di dalam medium sudah berkurang, adanya hasil metabolisme yang mungkin dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Perubahan ini menunjukkan bahwa tanpa pembungkusan daun jati daging lebih rentan terhadap pertumbuhan bakteri yang lebih cepat akibat kontak langsung dengan oksigen dan potensi kontaminasi dari lingkungan sekitar. Perubahan total bakteri pada daging sapi perlakuan dibungkus

dan tidak dibungkus daun jati remas selama penyimpanan 0, 3, 6, dan 9 jam dapat dilihat pada Ilustrasi 13.



Ilustrasi 13. Grafik Total Bakteri pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

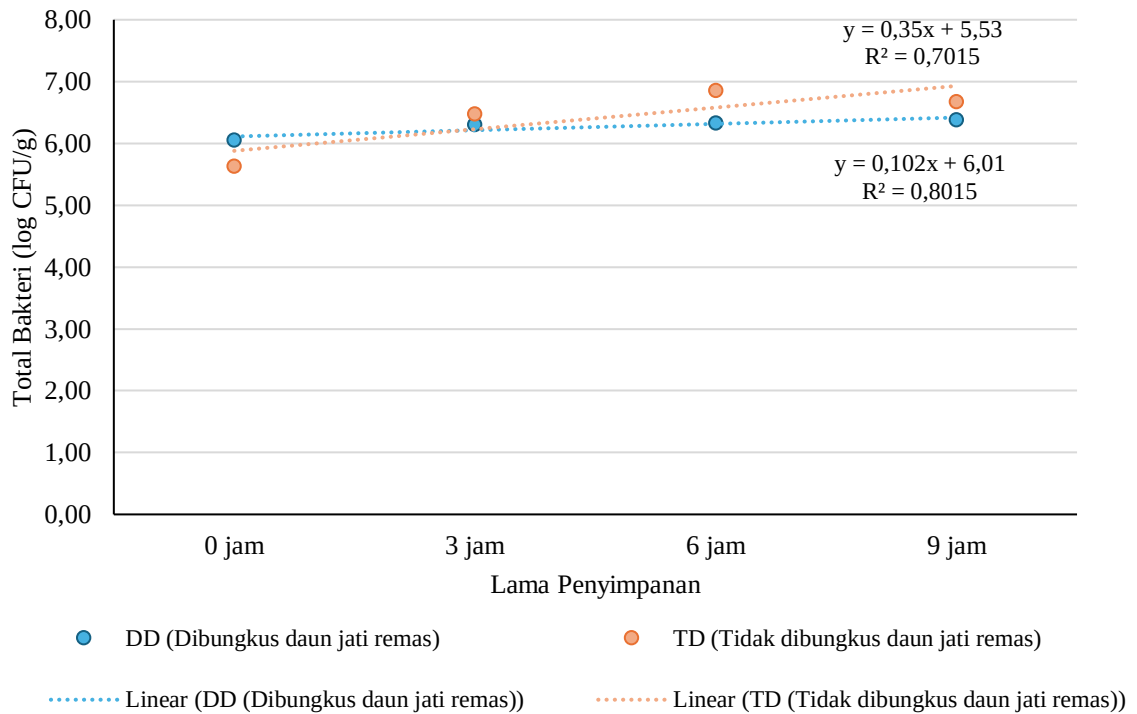
Berdasarkan Ilustrasi 13, menunjukkan bahwa total bakteri (log CFU/g) pada daging sapi cenderung meningkat seiring bertambahnya lama penyimpanan pada suhu ruang, baik pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) maupun TD (tidak dibungkus daun jati remas). Peningkatan jumlah bakteri pada daging sapi perlakuan TD terjadi lebih cepat dibandingkan dengan daging sapi perlakuan DD, artinya pembungkusan menggunakan daun jati remas mampu memperlambat pertumbuhan mikroorganisme. Perbedaan tersebut berkaitan dengan adanya senyawa bioaktif

pada daun jati yang memiliki aktivitas antibakteri, sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri selama proses penyimpanan.

Peningkatan jumlah bakteri dapat dijelaskan berdasarkan konsep TPC. TPC merupakan metode penghitungan jumlah bakteri hidup berdasarkan koloni yang terbentuk, dengan asumsi bahwa satu sel bakteri hidup akan tumbuh dan menghasilkan satu koloni (Nurraifah *et al.*, 2021). Nilai TPC mencerminkan tingkat penanganan, kesegaran, tingkat dekomposisi, serta kualitas sanitasi suatu bahan pangan. Semakin tinggi nilai TPC, maka semakin rendah tingkat kesegaran dan semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan mutu. Kenaikan jumlah koloni pada grafik menunjukkan bahwa selama penyimpanan pada suhu ruang, bakteri terus tumbuh dan berkembang sehingga kualitas mikrobiologis daging menurun dan umur simpan menjadi lebih pendek.

Perlakuan TD yang tidak dibungkus menyebabkan daging kontak langsung dengan udara dan lingkungan sekitar, sehingga peluang terjadinya kontaminasi mikroba menjadi lebih besar. Kondisi tersebut dapat mempercepat pertumbuhan bakteri karena tidak adanya penghalang fisik yang melindungi permukaan daging dari paparan debu, udara, maupun mikroorganisme dari lingkungan. Hal ini sejalan dengan Kapitan (2017) yang menyatakan bahwa bakteri seperti *Salmonella* dan *E. coli* dapat mengontaminasi bahan pangan, terutama daging, akibat penyimpanan yang terlalu lama atau penanganan yang kurang higienis. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perlindungan pembungkus, risiko peningkatan jumlah bakteri selama penyimpanan pada suhu ruang menjadi lebih tinggi. Kenaikan total bakteri pada

daging sapi dengan perlakuan pembungkusan dan tanpa pembungkusan daun jati remas dapat dijelaskan menggunakan regresi linier pada Ilustrasi 14.



Ilustrasi 14. Perubahan Total Bakteri pada Daging Sapi dengan Perlakuan Dibungkus Daun Jati Remas dan Tidak Dibungkus Daun Jati Remas

Berdasarkan hasil analisis regresi linier pada Ilustrasi 14, diperoleh persamaan untuk perlakuan TD (tidak dibungkus daun jati remas) yaitu  $y = 0,35x + 5,53$  dengan nilai  $R^2 = 0,7015$ , sedangkan pada perlakuan DD (dibungkus daun jati remas) diperoleh persamaan  $y = 0,102x + 6,01$  dengan nilai  $R^2 = 0,8015$ . Nilai slope DD yaitu 0,35 lebih besar dibandingkan nilai slope pada perlakuan DD yaitu 0,102, hal ini menunjukkan peningkatan total bakteri pada daging sapi dibungkus daun jati remas berlangsung lebih lambat. Perbedaan kemiringan garis regresi ini menandakan bahwa perlakuan pembungkusan memberikan pengaruh terhadap laju

pertumbuhan mikroba selama penyimpanan. Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 pada kedua perlakuan menunjukkan bahwa lama penyimpanan memiliki hubungan yang kuat dengan peningkatan total bakteri. Semakin lama daging disimpan pada suhu ruang, semakin tinggi jumlah bakteri yang terbentuk.

Peningkatan jumlah bakteri tersebut berkaitan dengan kondisi suhu ruang yang mendukung pertumbuhan bakteri mesofilik. Hal ini sejalan dengan penelitian Edi dan Rahmah (2018) menyatakan bahwa suhu penyimpanan yang hangat dapat meningkatkan laju pertumbuhan bakteri mesofilik yang memiliki suhu optimum 30 – 37°C. Suhu ruang di daerah tropis seperti Indonesia umumnya berada pada kisaran tersebut, sehingga semakin lama daging disimpan maka aktivitas mikroorganisme semakin meningkat dan mempercepat proses pembusukan. Perlakuan DD menunjukkan laju peningkatan yang lebih rendah dibandingkan TD, sehingga mengindikasikan bahwa pembungkusan daun jati remas mampu menghambat pertumbuhan bakteri, meskipun penyimpanan tetap dilakukan pada suhu ruang.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan dan perlakuan pembungkusan menggunakan daun jati remas memengaruhi sifat fisik, kimia, dan mikrobiologis daging sapi yang meliputi warna, kadar air, pH, dan *Total Plate Count* (TPC). Pembungkusan dengan daun jati remas mampu mempertahankan mutu daging lebih baik hingga 6 jam dibandingkan tanpa pembungkusan yang ditunjukkan oleh perubahan nilai warna dan pH yang lebih terkendali, serta penurunan kadar air dan laju pertumbuhan bakteri yang lebih lambat selama penyimpanan pada suhu ruang.

#### **5.2. SARAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan daun jati remas sebagai pembungkus alami dapat dipertimbangkan sebagai alternatif kemasan ramah lingkungan. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji efektivitasnya pada waktu, pengolahan daging sapi, dan suhu penyimpanan serta mengevaluasi parameter mutu lain seperti uji bakteri spesifik yang berkembang, uji organoleptik dan kandungan senyawa aktif daun jati agar pemanfaatannya lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. A. P. 2025. Pengempukan daging sapi dengan sistem marinasi beberapa bahan tambahan terhadap sifat fisik, organoleptik dan kandungan protein. *Journal Innovation Research and Knowledge*. 4(10): 7609-7618. <https://doi.org/10.53625/jirk.v4i10.9865>
- Aldo, R. S., R. Elisia, Maiyontoni, dan M. K. Susalam. 2024. The jurnal review “Teknologi packaging dan penyimpan produk pertanian”: review article: the effect of adding starfruit extract (*Averrhoa bilimbi L.*) to drinking water on the performance of laying quails. *Journal Tropical Animal*. 2(3): 106-114. <https://doi.org/10.24036/jeta.v2i3>
- Alencar, N. R. C. L., A. F. Neto., M. A. A. Queiroz., F. A. L. Carvalho., A. C. Viana., E. B. S. Júnior, ... and R. T. S. Rodrigues. 2026. Effects of Hibiscus rosa-sinensis flower powder as a natural colorant and antioxidant on the physicochemical and sensory properties of frozen lamb burgers. *Journal Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-026-06573-3>
- Alp, D., dan Ö. Bulantekin. 2021. The microbiological quality of various foods dried by applying different drying methods: a review. *Journal European Food Research and Technology*. 247(6): 1333-1343. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03731-z>.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, 18<sup>th</sup> edition. AOAC, Inc., Gaithersburg.
- Asriani., A. Hamundu, dan D. Herdhiansyah. 2023. Preferensi masyarakat terhadap agroindustri krupuk sagu melalui pendekatan uji organoleptik. *Jurnal Agroindustri Halal*. 9(2): 196 – 205.
- Astutik, E. F., dan A. N. Anggraeny. 2019. Pengaruh *Current Ratio* (CR) dan *Debt To Asset Ratio* (DAR) terhadap *Return On Asset* (ROA) pada PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk periode 2008-2017. *Jurnal SEKURITAS* (Saham, Ekonomi, Keuangan Dan Investasi). 3(1): 97.
- Azzahra, A. 2023. Analisis kandungan klorofil dan biokimia berdasarkan kesehatan pohon pada tanaman jati (*Tectona grandis Linn. f*) di Kampus Universitas Hasanuddin Tamalanrea (Unpublished doctoral dissertation). Universitas Hasanuddin.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 3932:2008. Mutu karkas dan daging sapi. Dewan Standardisasi Indonesia, Jakarta.
- Bahanawan, A., dan Krisdianto. 2020. Pengaruh pengeringan terhadap perubahan warna, penyusutan tebal, dan pengurangan berat empat jenis bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 38(2): 69-80.
- Beti, V. N., D. A. Wuri, dan N. H. G. Kallau. 2020. Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera Lamk*) terhadap kualitas mikrobiologi dan organoleptik daging sapi. *Jurnal Kajian Veteriner*. 8(2): 182–201. <https://doi.org/10.35508/jkv.v8i2.2942>
- Bolla, N. E., I. M. Mahaputra, I. M. Robi, W. S. Juniartini, A. L. Nazara, dan I. B. N. Swacita. 2023. Evaluasi kualitas daging dan produk olahan daging dari

- pasar tradisional kumbasari dan pasar cokroaminoto, Kota Denpasar, Bali. Jurnal Buletin Veteriner Udayana Volume. 15(2): 222-241.
- Charoensit, P., F. Sawasdipol., N. Tibkawin., N. Suphrom., dan N. Khorana. 2021. Development of natural pigments from *Tectona grandis* (teak) leaves: Agricultural waste material from teak plantations. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 19: 100365. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100365>
- Corlett, M. T., D. W. Pethick, K. R. Kelman, R. H. Jacob, dan G. E. Gardner. 2021. Consumer perceptions of meat redness were strongly influenced by storage and display times. Journal Foods. 10(3): 540. <https://doi.org/10.3390/foods10030540>
- Dembińska, K., A. H. Shinde, M. Pejchalová, A. Richert, dan M. S. Brzezinska. 2025. The application of natural phenolic substances as antimicrobial agents in agriculture and food industry. Foods. 14(11): 1893. <https://doi.org/10.3390/foods14111893>
- Dina, D., E. Soetrisno., dan W. Warnoto. 2017. Pengaruh perendaman daging sapi dengan ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) terhadap susut masak, pH dan organoleptik (bau, warna, tekstur). Jurnal Sain Peternakan Indonesia. 12(2): 209-220.
- Edi, S., dan R. S. N. Rahmah. 2018. Pengaruh lama penyimpanan daging ayam pada suhu ruang dan refrigerator terhadap angka lempeng total bakteri dan adanya bakteri *Salmonella sp.* Jurnal Biosains. 4(1): 23–30. <https://doi.org/10.24114/jbio.v4i1.9452>
- El-Mesery, H.S., H. Mao, A. E. Abomohra. 2019. Applications of non-destructive technologies for agricultural and food products quality inspection. Journal Sensors. 19(4):846. <https://doi.org/10.3390/s19040846>
- Fadiji, T., M. Rashvand., M. O. Daramola., dan S. A. Iwarere. 2023. A review on antimicrobial packaging for extending the shelf life of food. Processes. 11(2): 590. <https://doi.org/10.3390/pr11020590>
- Fadlilah, A., D. Rosyidi, dan A. Susilo. 2022. Karakteristik warna L\* a\* b\* dan tekstur dendeng daging kelinci yang difermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*. Jurnal Wahana Peternakan. 6(1): 30–37. <https://doi.org/10.37090/jwputb.v6i1.533>
- Farahmandfar, R., dan Hosseini, S. 2019. Bioactive compounds from plants and by-products: Antioxidant and antibacterial properties. Journal of Food Science & Nutrition. 7(2): 465-475. <https://doi.org/10.1002/fsn3.815>.
- Feng, Y. H., S. S. Zhang, B. Z. Sun, P. Xie, K. X. Wen, dan C. C. Xu. 2020. Changes in physical meat traits, protein solubility, and the microstructure of different beef muscles during post-mortem aging. Foods. 9(6): 806.
- Ghozali, I. 2016. Aplikasi analisis multivariat dengan program IBM SPSS 23. Semarang: BPFE Universitas Diponegoro.
- Hafid, H., A. Napirah., dan L. Meliana. 2017. Efek pencairan kembali terhadap pH, susut masak dan warna daging sapi bali yang dibekukan. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. pp. 275-279.
- Hafizah, Q. A., L. Permatasari, dan N. R. I. Muchlishah. 2024. Faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas antibakteri daun mangrove (*Rhizophora mucronata*)

- terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Jurnal Kesehatan Tambusai. 5(2): 3833-3834. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i2.28302>
- Hajrawati, H., W. Wahyuni, dan I. I. Arief. 2017. Kualitas fisik, mikrobiologis, dan organoleptik daging ayam broiler pada pasar tradisional di Bogor.
- Hanani, Z. N., F. C. Yee., dan M. A. R. Nor-Khaizura. 2019. Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging. Food Hydrocolloids. 89: 253-259.
- Handayani, B. R. 2022. Pengolahan dendeng tradisional siap makan. Intimedia, Malang.
- Haq, A. N., D. Septinova, dan P. E. Santosa. 2015. Kualitas fisik daging dari pasar tradisional di Bandar Lampung. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. 3(3): 98-103. <https://doi.org/10.23960/jipt.v3i3.p%25p>
- Hasbullah, U. H. A., S. F. P. Afinda, dan E. P. Nurlaili. 2021. Pengemas kertas aktif dengan penambahan minyak atsiri jahe (*Zingiber officinale* Rosc). Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 10(2): 30-38. <https://doi.org/10.17728/jatp.5040>
- Hu, Y., M. Xu, X. Gao, dan Z. Zhang. 2024. Influence of chitosan/lycopene on myoglobin and meat quality of beef during storage. Journal Coatings. 14(11): 1445. <https://doi.org/10.3390/coatings14111445>
- Ilahi, N. F., N. L. Ananta, dan L. Advinda. 2022. Kualitas mikrobiologi daging sapi dari pasar tradisional. Prosiding Seminar Nasional Biologi. 1(2): 283–293.
- Izzah, A. N., W. Nurtiana., M. A. Ningrum., S. Anggraeni., I. Nugroho., A. S. Hasanah, ... dan R. Febriyani. 2024. Effect of Beef Treatment at Different Temperatures on Myoglobin Changes: A Brief Review: Pengaruh Perlakuan Daging Sapi Pada Suhu Berbeda Terhadap Perubahan Mioglobin: Review Singkat. Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology. 5(1): 1-8. <https://doi.org/10.21070/jtfat.v5i01.1620>
- Kapitan, L. A. V. 2017. Aktivitas antimikroba ekstrak laos putih (*Alpinia galanga*) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Jurnal Info Kesehatan. 15(1): 14–20.
- Khalisa, Y. M. Lubis, dan R. Agustina. 2021. Uji organoleptik minuman sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 6(4): 594-601. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18689>
- Kurniawan, H. 2020. Pengaruh kadar air terhadap nilai warna cie pada gula semut effect of moisture content on cie color values in granulated palm sugar. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 9(3): 213-221. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v9.i3.213-221>
- Liur, I. J. 2020. Kualitas kimia dan mikrobiologis daging ayam broiler pada pasar tradisional Kota Ambon. Al-Hayat: Journal Biology and Applied Biology. 3(2): 59-66. <https://doi.org/10.21580/ah.v3i2.6166>
- Mahardani, O. T., dan L. Yuanita. 2021. Efek metode pengolahan dan penyimpanan terhadap kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan. Jurnal Unesa Chemistry. 10(1): 64-78. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p64-78>
- Mahrani, M., Y. L. Anggrayni, I. Infitria, dan G. Gusparia. 2025. Pelatihan branding dan desain packaging untuk produk hasil peternakan. Jurnal Pengabdian

- Kepada Masyarakat. 8(8): 3266-3273.  
<https://doi.org/10.31604/jpm.v8i8.3266-3273>
- Mancini, R. A., R. Ramanathan, M. C. Hunt, D. H. Kropf, dan G. G. Mafi. 2022. Interrelationships between visual and instrumental measures of ground beef color. *Journal Meat and Muscle Biology*. 6(1): 1-8.  
<https://doi.org/10.22175/mmb.14040>
- Martiana, A., dan W. Wijayanti. 2023. Kualitas mikrobiologi, kimia, dan organoleptik daging sapi dari pasar tradisional sampai ke konsumen di Bogor. *Jurnal Besemah Teknologi Hasil Pertanian*. 2(2): 27-34.
- Martiana, A., I. I. Arief, H. Nuraini, dan E. Taufik. 2020. The quality of Bali beef from east Nusa Tenggara during distribution process from slaughterhouse to consumers. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 8(1): 8-14. <https://doi.org/10.29244/jipthp.8.1.8-14>
- Nuningtyas, Y. F., M. H. Natsir, F. E. Hermanto, F. Marwi, dan R. A. Fionita. 2024. Pengaruh pemberian feed additive ekstrak nano cair jahe, kunyit, daun jati dan probiotik terhadap persentase karkas dan kualitas fisik daging ayam broiler. *Jurnal Tropical Animal Production*. 25(1): 84-97.
- Nurraifah, Y., I. I. Arief, dan N. Ulupi. 2021. Penggunaan bakteriosin yang diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum* sebagai pengawet alami untuk daging ayam yang disimpan di suhu ruang. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 9(1): 7-14.  
<https://doi.org/10.29244/jipthp.9.1.7-14>
- Paerunan, A., J. Sakung, J., dan H. Hamidah. 2018. Analisis kandungan bakteri pada daging sapi dan ayam yang dijual di pasar Sentral Daya Kota Makassar. *Jurnal kolaboratif sains*. 1(1): 1-11.
- Pareda, N. K., H. J. Edy, dan J. S. Lebang. 2020. Formulasi dan uji aktivitas antibakteri sabun cair kombinasi ekstrak etanol daun jati (*Tectona Grandis Linn. F.*) dan daun ekor kucing (*Acalypha Hispida Burm. F.*) terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Pharmacon*. 9(4): 558-571.  
<https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.31366>
- Prasetya, D. A., dan H. Evanuarini. 2019. Kualitas mayonnaise menggunakan sari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) sebagai pengasam ditinjau dari kestabilan emulsi, droplet emulsi dan warna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 14(1): 20-29. <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2019.014.01.3>
- Pratama, A. W. 2019. Perbedaan penurunan nilai, a\*, b\*, dan L\* pada daging ayam broiler (*Gallus domesticus*) akibat ozonisasi dan perebusan. *Jurnal Pasundan Food Technology*. 6(2): 86-90.  
<https://doi.org/10.23969/pftj.v6i2.1327>
- Ramadhani, P. D., S. Supriyadi, H. K. Hendrasty, E. M. B. Laksana, dan U. Santoso. 2023. Karakteristik edible film aktif berbasis kitosan dengan penambahan ekstrak daun jati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 34(1): 1-12.  
<https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.1>
- Rani, Z. T., dan L. C. Mhlongo. 2023. Changes in the physico-chemical quality of red meat during the distribution of carcasses from the abattoir to the retailers. *Journal Sustainability*. 15(12): 9183.  
<https://doi.org/10.3390/su15129183>

- Remiro, V., M. I. Cambero., M. D. Romero-de-Ávila., D. Castejón., J. Segura, dan M. E. Fernández-Valle. 2025. Contributions to estimating the Water-Holding Capacity in fresh pork hams using NMR relaxometry. *Foods*. 14(13): 2329. <https://doi.org/10.3390/foods14132329>
- Rinaldi, N. A., D. Luthfianto, dan D. P. D. Kusudaryati. 2023. Analisis pertumbuhan bakteri pada daging sapi dengan pengemas daun jati (*Tectona Grandis*) dan daun pisang (*Musa Paradisiaca*). *Jurnal Kesehatan Husada*. 21(1): 51-57.
- Rizky, T. A, dan Soegandi. 2018. Uji aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi daun jati (*Tectona grandis*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Jurnal Indonesia Natural Research Pharmaceutical*. 3(1): 93-104.
- Rosmawati, R., M. I. Said., E. Abustam, dan A. B. Tawali. 2020. Komposisi kimia dan korelasi beberapa karakteristik daging pipi sapi bali. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*. 22(1): 89-100.
- Ryu, K. K., Y. K. Kang., E. W. Jeong., Y. Baek., K. Y. Lee., dan H. G. Lee. 2023. Applications of various natural pigments to a plant-based meat analog. *Lwt*. 174: 114431. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114431>
- Sagita, A., M. D. Sianggaputra, dan C. D. Pratama. 2022. Analisis dampak sampah plastik di laut terhadap aktivitas nelayan skala kecil di Jakarta. *Jurnal Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 8(1): 1-11. <https://doi.org/10.15578/marina.v8i1.10731>
- Shukla, S., H. Mishra, dan S. S. Sandhu. 2016. Evaluation of antibacterial potential of different extracts of *Tectona grandis*. *Journal Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 5(5): 1272-1281. <https://doi.org/10.20959/wjpps20165-6748>
- Silvia, D., M. R. Yusuf, dan Z. Zulkarnain. 2022. Analisis kadar pH dan organoleptik daging ayam dengan metode vakum dan non-vakum. *Jurnal METANA*. 18(1): 1-6. <https://doi.org/10.14710/metana.v18i1.40661>
- Sinaga, A. S. 2019. Segmentasi ruang warna L\*a\*b. *J. Mantik Penusa*. 3(1): 43-46.
- Sinaga, M. O. A., N. L. P. Sriyani, dan I. G. Suarta. 2021. Kualitas organoleptik daging sapi bali yang dilayukan dengan lama waktu yang berbeda. *Jurnal Majalah Ilmiah Peternak*. 24(2): 77-81.
- Soeparno. 2009. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suwiti, N. K., N. N. C. Susilawati, dan I. B. N. Swacita. 2017. Karakteristik fisik daging sapi bali dan wagyu. *Jurnal Buletin Veteriner Udayana*. 9(2): 125-131.
- Tahuk, P. K., A. A. Dethan, dan S. Sio. 2020. Meat and fat colors characteristics of male bali cattle fattened with green feed in smallholder farms. *Journal Tropical Animal Science and Technology*. 2(2): 17-25. <https://doi.org/10.32938/jtast.v2i2.592>
- Victor, I, dan V. Orsat. 2018. Colour changes during the processing of Arenga pinnata (palm) sap into sugar. *Journal of Food Sci Technol*. 55(9): 3845-3849. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3314-8>
- Zakaria, L., K. A. P. Lestari, dan V. R. Violeta. 2025. Pelapisan kombucha kulit apel manalagi (*Malus sylvestris*) sebagai pengawet alami pada daging sapi

- segar. *Journal Pharmacy and Science*. 10(1): 77-82.  
<https://doi.org/10.53342/pharmasci.v10i1.500>
- Zambrano, M. V., B. Dutta, D. G. Mercer, H. L. MacLean, dan M. F. Touchie. 2019. Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries. *Journal of Trends in Food Science & Technology*. 88: 484-496.
- Zhu, Y., J. Zhu., X. Shi., dan M. Fan. 2025. Effects of freezing, frozen storage and thawing on the water status, quality, nutrition and digestibility of meat: a review. *Food Science & Nutrition*. 13(8): e70774.  
<https://doi.org/10.1002/fsn3.70774>