

Seleksi Fitur *F-Score* untuk Klasifikasi Tingkat Kesegaran Daging Sapi Lokal Menggunakan Ekstraksi Fitur Citra

Titin Yulianti¹, Helmy Fitriawan¹, Hery Dian Septama¹, dan Isna Oktadiani²

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

²Jurusan Matematika, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

E-mail korespondensi: titin.yulianti@eng.unila.ac.id

Abstrak. Lokasi peternakan sapi di Indonesia yang tidak merata di setiap provinsi mengakibatkan kurangnya ketersediaan daging sapi secara nasional. Beberapa daerah dengan tingkat konsumsi daging sapi tinggi, namun hanya memiliki sedikit peternakan sapi. Hal ini mengakibatkan kemungkinan adanya daging sapi tidak segar yang dijual di pasaran. Oleh karena itu diperlukan kemampuan para konsumen untuk mengidentifikasi daging sapi sebelum membeli. Namun, kemampuan konsumen bersifat subyektif tergantung dari pengetahuan dan pengalaman sehingga penilaian yang bersifat obyektif menjadi sangat diperlukan.

Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan *Computer aided analysis* berbasis pengolahan citra. Metode ini diterapkan dengan mengekstraksi fitur-fitur citra untuk mengklasifikasikan suatu obyek, dalam hal ini daging sapi. Pada penelitian ini akan digunakan fitur histogram citra dan fitur persen rerata intensitas warna kanal R dari hasil penelitian sebelumnya. Fitur-fitur tersebut akan diklasifikasikan dengan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mengidentifikasi tingkat kesegaran daging sapi. Namun, jumlah fitur yang besar akan membuat tugas klasifikasi menjadi kompleks, karena classifier akan menghabiskan banyak waktu untuk mengklasifikasikan dataset. Efisiensi akan dicapai jika klasifikasi hanya menganalisis fitur penting atau fitur yang relevan saja. Oleh karena itu, diperlukan proses seleksi fitur sebelum melakukan klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan fitur citra yang paling relevan untuk mengklasifikasi tingkat kesegaran daging sapi berdasarkan nilai sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi. Pada penelitian ini dilakukan proses seleksi fitur dengan metode *F-Score*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ranking fitur tertinggi hingga terendah yaitu persen rerata R, deviasi, smoothness, means, entropi, skewness, dan energi. Klasifikasi terbaik yaitu dengan fitur persen rerata intensitas warna R dan standar deviasi menghasilkan sensitivitas 0,8 dengan spesifisitas 0,93 dan akurasi 83%.

Kata kunci: Daging sapi, *F-Score*, Klasifikasi, Seleksi fitur

1. Pendahuluan

Ditinjau dari pengembangan peternakan sapi, Indonesia memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan daging sapi bagi masyarakatnya. Tersedianya lahan cukup luas, tenaga kerja yang memadai, daya dukung sumber daya alam yang melimpah, serta dukungan pemerintah, menjadikan sektor peternakan sapi di Indonesia menjadi potensial. Namun demikian, hingga saat ini pemerintah dan masyarakat di Indonesia belum mampu menyediakan daging sapi untuk mencukupi permintaan daging nasional. Penyediaan daging sapi di Indonesia, sebagian besar diperoleh dari impor.

Kurangnya ketersediaan daging sapi secara nasional diakibatkan oleh lokasi peternakan sapi di Indonesia tidak merata di setiap provinsi. Seperti halnya di beberapa daerah dengan tingkat konsumsi daging sapi tinggi, namun hanya memiliki sedikit peternakan sapi. Hal ini juga memicu terjadinya peningkatan harga daging sapi di daerah dengan tingkat konsumsi daging yang tinggi. Sentra produksi sapi terbesar di Indonesia terdapat di Jawa Timur yaitu sebesar 21,09% dari produksi daging sapi seluruh

Indonesia, sedangkan Provinsi Lampung menghasilkan yaitu 2,44% dari produksi daging sapi nasional (Suryani,R. dkk., 2015).

Harga daging sapi sangat bergantung pada jenis dan kualitasnya, meskipun di tingkat pasar tradisional konsumen belum memperhatikan jenis daging yang akan dibeli. Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian tahun 2015, secara umum perkembangan harga daging sapi di tingkat konsumen sejak tahun 1983 hingga tahun 2015 berfluktuasi dan cenderung meningkat. Selama periode tersebut, harga daging sapi di tingkat konsumen naik sebesar 13,21% per tahun. Harga daging sapi periode lima tahun terakhir (2011-2015) cenderung naik dari harga Rp.69.641 hingga Rp.104.326 (Suryani,R. dkk., 2015).

Tingginya harga daging sapi menyebabkan adanya oknum pedagang yang melakukan tindakan mencampur daging sapi segar dengan daging sapi yang sudah busuk. Tujuannya adalah untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Sampai saat ini permasalahan penjualan daging sapi busuk di pasar masih terus terjadi. Razia yang dilakukan pemerintah belum mampu menjamin bahwa tidak ada lagi pedagang yang menjual daging sapi busuk. Oleh karena itu diperlukan kemampuan para konsumen untuk mengidentifikasi daging sapi sebelum membeli.

Selama ini identifikasi daging sapi segar dan busuk oleh konsumen dilakukan secara subyektif yaitu melalui pengamatan secara manual. Namun demikian, mengidentifikasi daging sapi secara manual memiliki kelemahan. Pertama, keterbatasan visual manusia. Kedua, perbedaan persepsi manusia dalam menilai kualitas suatu objek. Ketiga, kemampuan dan pengetahuan setiap individu yang berbeda-beda (Gonzales, 2002 dan Yulianti, 2015). Oleh karena itu diperlukan suatu metode dan media yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi daging khususnya daging sapi.

Teknik pengolahan citra semakin banyak digunakan dalam sistem cerdas. Salah satu aplikasi pengolahan citra adalah di bidang computer aided analysis yang bertujuan untuk mengolah suatu objek citra dengan mengekstraksi fitur yang terdapat di dalamnya. Dari fitur tersebut dilakukan proses analisis dan klasifikasi dengan memanfaatkan algoritma komputasi untuk mendapatkan informasi.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan identifikasi kualitas daging sapi berbasis pengolahan citra yaitu dengan menghitung persen rerata intensitas masing-masing warna red, green, dan blue (Yulianti, dkk., 2016). Hasil menunjukkan bahwa nilai yang berpengaruh terhadap perubahan tingkat kesegaran daging yaitu persen rerata intensitas warna red. Nilai tersebut dapat membedakan daging sapi segar dan busuk. Namun demikian, diperlukan fitur-fitur lain untuk memperoleh hasil klasifikasi yang lebih baik. Pada pengolahan citra terdapat fitur histogram. Fitur histogram terdiri dari enam fitur yaitu mean, standar deviasi, skewness, energi, entropi, dan smoothness.

Namun demikian, fitur yang besar akan membuat tugas klasifikasi menjadi kompleks, karena classifier akan menghabiskan banyak waktu untuk mengklasifikasikan dataset. Efisiensi akan dicapai jika klasifikasi hanya menganalisis fitur penting atau fitur yang relevan saja. Fitur yang tidak relevan akan membuat proses klasifikasi menjadi jauh lebih sulit. Oleh karena itu, diperlukan proses seleksi fitur sebelum melakukan klasifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan fitur citra yang paling relevan untuk mengklasifikasi tingkat kesegaran daging sapi berdasarkan nilai sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi. Pada penelitian ini, fitur-fitur citra diekstraksi dan kemudian dilakukan klasifikasi. Sebelum proses klasifikasi, dilakukan proses seleksi fitur dengan metode F-Score. Seleksi fitur F-Score akan meranking fitur-fitur secara berurutan sehingga dilakukan proses eliminasi fitur secara bertahap dari fitur dengan ranking terendah hingga satu fitur dengan ranking tertinggi.

1.1. Identifikasi Kesegaran Daging

Identifikasi daging segar dan busuk dapat dilakukan dengan uji laboratorium. Namun, cara tersebut terbatas pada kalangan yang bekerja di laboratorium atau instansi tertentu yang memang tugasnya berkaitan dengan kualitas pangan. Guzek, dkk (2013) dalam penelitiannya menganalisis metode yang tepat untuk digunakan dan dikembangkan sebagai metode identifikasi daging di luar laboratorium. Hasilnya

menyatakan bahwa metode tersebut adalah dengan menggunakan spektroskopi infrared jarak dekat dan analisis citra berbasis komputer.

Penelitian terkait identifikasi daging sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Identifikasi daging sapi segar dan busuk dengan menggunakan sensor diteliti oleh Pambudi, dkk (2014) yang menggunakan sensor pH meter digital. Sedangkan identifikasi daging sapi berdasarkan pengolahan citra yaitu oleh Kiswanto (2012) yang melakukan penelitian identifikasi citra untuk mengidentifikasi jenis daging sapi dengan menggunakan transformasi wavelet haar. Proses pengolahan citra yaitu dengan normalisasi untuk mendapatkan indeks red green blue (RGB) dan dikonversi ke model hue saturation intensity (HSI) untuk mendapatkan nilai Hue, Saturasi dan intensitas sebagai parameter masukan.

Nai Chian, dkk (2014) melakukan penelitian klasifikasi kesegaran daging dengan menggunakan analisis tekstur dan perubahan warna serta histogram. Dalam penelitiannya juga digunakan citra warna RGB dan HSI. Nilai rata-rata dan nilai rata-rata interval warna tersebut digunakan sebagai parameter untuk klasifikasi. Sebelumnya penelitian lainnya menggunakan warna dan fitur tekstur citra multispektral sebagai parameter yaitu untuk memprediksi keempukan (tenderness) daging sapi (X. Sun., dkk., 2012)

Yuristiawan (2015) membuat aplikasi pendeteksi tingkat kesegaran daging sapi lokal dengan menggunakan ekstraksi fitur warna dengan pendekatan statistika. Pada penelitiannya yang lain Yuristiawan, dkk (2015) mengidentifikasi kualitas daging dengan mengekstraksi fitur warna dan diklasifikasikan dengan metode KNN. Identifikasi tersebut dibangun pada platform berbasis android.

Penelitian lainnya (Yulianti, dkk., 2016) menilai kualitas daging sapi segar dan busuk dengan menggunakan persen rerata intensitas warna kanal R, G, dan B. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kesegaran daging sapi dipengaruhi oleh perubahan persen rerata intensitas warna kanal R.

2.2 Ekstraksi Fitur

2.2.1 Persen Rerata Intensitas Warna

Penilaian rerata intensitas warna Red, Green, dan Blue dihitung dengan persamaan berikut (Yulianti, T., dkk. 2016 & Yudamson, A. dkk., 2016) berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Yulianti, T., dkk. 2016) diketahui bahwa perubahan nilai persen rerata intensitas warna kanal R mampu mendeteksi tingkat kesegaran daging. Namun, pada penelitian tersebut belum dilakukan penggabungan dengan fitur-fitur histogram. Pada penelitian ini akan digunakan fitur persen rerata intensitas warna kanal R, G, B yang kemudian digabungkan dengan fitur histogram.

2.2.2 Fitur Histogram

Ekstraksi fitur histogram merupakan metode untuk mendapatkan tekstur secara statistik [35]. Fitur pertama yang dihitung yaitu rerata intensitas atau mean, standar deviasi Skewness sering disebut sebagai orde tiga ternormalisasi. Nilai negatif menyatakan bahwa distribusi kecerahan cenderung ke kiri terhadap rerata dan nilai positif menyatakan bahwa distribusi kecerahan cenderung ke kanan terhadap rerata. Deskriptor energi adalah ukuran yang menyatakan distribusi intensitas piksel terhadap jangkauan aras keabuan. Citra seragam dengan satu nilai aras keabuan akan memiliki nilai energi maksimum yaitu sebesar 1. Secara umum, citra dengan sedikit aras keabuan akan memiliki energi lebih tinggi daripada yang memiliki banyak nilai aras keabuan. Energi sering disebut keseragaman.

Entropi mengindikasikan kompleksitas citra. Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. Perlu diketahui, entropi dan energi berkecenderungan berkebalikan. Entropi juga merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data.

Properti kehalusan atau smoothness biasa disertakan untuk mengukur tingkat kehalusan/kekasaran intensitas pada citra. Perlu diketahui, di dalam menghitung kehalusan, varians perlu dinormalisasi sehingga nilainya berada dalam jangkauan [0 1] dengan cara membaginya dengan .

2.2 Seleksi Fitur

Pendekatan seleksi fitur dihadirkan untuk mengurangi resiko kesalahan dalam proses klasifikasi dengan membuang fitur yang tidak relevan. Salah satu metode seleksi fitur yaitu F-Score (I. H. Witten, 2011).

F-score adalah teknik sederhana yang mengukur diskriminasi dua set bilangan real. Dengan training vektor x_k , $k = 1, \dots, m$, jika jumlah instance positif dan negatif masing-masing n^+ dan n^- , maka *F-score* dari fitur ke- i didefinisikan di dalam persamaan (22).

$$F_i = \frac{(\bar{x}_i^{(+)} - \bar{x}_i)^2 + (\bar{x}_i^{(-)} - \bar{x}_i)^2}{\frac{1}{n_+ - 1} \sum_{k=1}^{n_+} (x_{k,i}^{(+)} - \bar{x}_i^{(+)})^2 + \frac{1}{n_- - 1} \sum_{k=1}^{n_-} (x_{k,i}^{(-)} - \bar{x}_i^{(-)})^2} \quad (22)$$

Dimana masing-masing \bar{x} , $\bar{x}_i^{(+)}$, $\bar{x}_i^{(-)}$ adalah rata-rata dari fitur ke- i dari keseluruhan positif dan negatif keseluruhan dataset; $x_{k,i}^{(+)}$ adalah fitur ke- i dari positif *instance* ke- k , dan $x_{k,i}^{(-)}$ adalah fitur ke- i dari negatif *instance* ke- k negatif.

Diskriminasi antara positif dan negatif set dindikasikan oleh numerator, dan denominator diindikasikan satu di dalam setiap dua set. sebuah fitur yang memiliki nilai *F-score* yang besar adalah fitur yang sangat dikriminatif.

2. Eksperimental

2.1. Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dimulai dengan persiapan alat dan bahan yakni pembelian alat dan bahan yang digunakan, pemotongan dan pengirisan daging. Selanjutnya dilakukan persiapan pengambilan citra yaitu merangkai alat-alat yang digunakan, mengukur jarak penangkap citra terhadap objek, dan memberi label pada daging sapi yang merupakan objek pada penelitian ini. Setelah perlengkapan siap, dilakukan proses akuisisi citra yaitu pengambilan citra daging. Akuisisi citra ini dilakukan secara berkala setiap 4 jam dengan mengatur waktu pengambilan menggunakan *timer*. Akuisisi citra dilakukan sampai daging terlihat membusuk yaitu ± 24 jam.



Gambar 1. Sample citra daging 1 jam setelah pemotongan, 5 jam setelah pemotongan dan 9 jam setelah pemotongan

2.2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data meliputi proses pengolahan citra, seleksi fitur, dan klasifikasi. Adapun langkah-langkahnya dapat dilihat pada flowchart berikut.



Gambar 2. Tahap pemrosesan citra meliputi *pre-processing* dan ekstraksi fitur.

Citra yang diperoleh pada tahap sebelumnya, diproses dengan pengolahan citra untuk memperoleh fitur-fitur dari citra tersebut.

Tahap selanjutnya yaitu seleksi fitur dan klasifikasi. Fitur yang telah diekstraksi kemudian diseleksi dengan menggunakan algoritma *F-Score*. Fitur dengan ranking paling bawah akan dieliminasi satu persatu hingga diperoleh fitur yang paling relevan. Pengujiannya dilakukan dengan menganalisis hasil klasifikasi yaitu berdasarkan nilai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi.

Percobaan dilakukan dengan mengklasifikasi tanpa seleksi fitur dan dengan seleksi fitur. Oleh karena seleksi fitur dilakukan dengan metode *F-Score*, maka pengujian dilakukan dengan menghilangkan satu fitur paling akhir secara bertahap hingga tersisa satu fitur. Performa klasifikasi dievaluasi dengan menghitung nilai sensitivitas, spesifisitas dan akurasi dari setiap percobaan yang dilakukan.

3. Pembahasan

3.1 Hasil Seleksi Fitur

Hasil seleksi fitur dengan metode *F-score* ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Hasil perankingan dari seleksi fitur *F-Score*

atribut	Fitur	Nilai <i>F-Score</i>	Ranking
C1	Mean	0,478	4
C2	Standar Deviasi	0,591	2
C3	<i>Skewness</i>	0,33	6
C4	Energi	0,165	7
C5	Entropi	0,399	5
C6	<i>Smoothness</i>	0,514	3
C7	Persen rerata intensitas warna R	0,652	1

3.2 Evaluasi Peforma

Berdasarkan kombinasi fitur-fitur yang diperoleh dari hasil perangkingan dilakukan klasifikasi dengan metode K-Nearest Neighbour (KNN). Berikut ini merupakan evaluasi performa klasifikasi tingkat kesegaran daging sapi dengan algoritma KNN tanpa seleksi fitur dan dengan seleksi fitur. Evaluasi performa dihitung dari sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi.

Tabel 2. Sensitivitas, Spesifisitas, Akurasi Klasifikasi KNN

Fitur	Sensitivitas	Spesifisitas	Akurasi
Semua Fitur	0,85	0,80	83%
{C7,C2,C6,C1,C5,C3}	0,75	0,80	77%
{C7,C2,C6,C1,C5}	0,80	0,80	80%
{C7,C2,C6,C1}	0,70	0,87	77%
{C7,C2,C6}	0,75	0,87	80%
{C7,C2}	0,80	0,93	86%
{C7}	0,80	0,87	83%

Berdasarkan perbandingan sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi hasil klasifikasi tanpa seleksi fitur dan dengan seleksi fitur dapat dilihat bahwa spesifitas tertinggi 0,93 dengan sensitivitas 0,85 dan akurasi 86%. Spesifisitas dan akurasi tertinggi diperoleh dari klasifikasi dengan seleksi fitur dengan subset fitur persen rerata intensitas warna R dan standar deviasi. Namun, sensitivitas tertinggi dari hasil klasifikasi yaitu diperoleh dengan menggunakan semua fitur. Klasifikasi dengan menggunakan semua fitur menghasilkan sensitivitas 0,85, spesifisitas 0,80, dan akurasi 83%. Spesifisitas dan akurasi klasifikasi dengan semua fitur lebih rendah dari menggunakan seleksi fitur yaitu rerata intensitas warna R dan standar deviasi.

Dalam penelitian ini spesifisitas tinggi lebih diperlukan karena spesifisitas menyatakan tingkat keberhasilan klasifikasi daging tidak segar sebagai daging tidak segar.

Seleksi fitur *F-Score* dengan mengeliminasi fitur pada ranking terendah untuk membentuk subset-subset fitur terdapat hasil klasifikasi terendah dengan sensitivitas 0,75, spesifisitas 0,8 dan akurasi 77%.

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur dari hasil seleksi fitur mempengaruhi hasil klasifikasi. Hal tersebut sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mencari fitur yang paling relevan untuk mengklasifikasi kesegaran daging sapi lokal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan seleksi fitur F-score untuk klasifikasi tingkat kesegaran daging sapi lokal dengan metode KNN diperoleh fitur yang paling relevan. Adapun fitur tersebut yaitu subset fitur persen rerata intensitas warna R dan standar deviasi dengan spesifitas 0,93 dengan sensitivitas 0,8 dan akurasi 86%.

Klasifikasi tingkat kesegaran daging sapi lokal dengan metode KNN memiliki performa yang lebih baik dengan hanya menggunakan fitur yang relevan dibandingkan tanpa seleksi fitur.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada LPPM Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui dana hibah penelitian BLU tahun 2019.

Daftar Pustaka

A. Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta, Indonesia: ANDI OFFSET, 2013.

- I. H. Witten and E. Frank. 2011. *Data Mining - Practical Machine Learning Tools and Techniques*, 3 ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Kiswanto. 2012. *Identifikasi Citra untuk Mengidentifikasi Jenis Daging Sapi dengan Menggunakan Transformasi Wavelet Haar*. Tesis Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro Semarang.
- N. B. O. Mohd Shahizan Bin Othman and Fatimatufaridah Binti Jusoh, "Review of Feature Selection for Solving Classification Problems," *J. Inf. Syst. Res. Innov.*, pp. 64 – 70
- Prambudi, Prastyono E., dkk. 2014. *Identifikasi daging segar dan busuk menggunakan sensor pH meter digital*. IST Akprind Yogyakarta. Laporan penelitian hibah bersaing.
- Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- R. C. Gonzales and R. E. Wood, *Digital Image Processing*, second edition ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2002.
- Suryani, Retno, dkk. 2015. *Outlook komoditas pertanian subsektor peternakan daging sapi. Pusat data dan sistem informasi pertanian, Sekretaris Jenderal, Kementerian Pertanian*.
- V. N. Chian, F. S. A. Saad, M.F.Ibrahim, S. Sudin, A. Zakaria, and A. Y. M. Shakaff. 2014. "Meat Color Recognition and Classification Based on Color using NIR/VIS Camera," presented at the 8 th MUCET, Melaka, Malaysia.
- X. Sun, K. J. Chen, K. R. Maddock-Carlin, V. L. Anderson, A. N. Lepper, C. A. Schwartz, et al. 2012. "Predicting beef tenderness using color and multispectral image texture feature," *Meat Science Journal*, vol. 92, pp. 386-393.
- Y.-W. C. Chih-Jen Lin, "Combining SVMs with Various Feature Selection Strategies," [Online], Available : <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/features.pdf>
- Yudamson, Afri. 2016. *Rerata Intensitas Warna Terpisah untuk Identifikasi Daging Kambing, Daging Babi, Daging Celeng, dan Daging Anjing*. JPKM UNIMED. 211-213 vol: 23 issue : 1 2018.
- Yulianti, T., Nugroho, H. A., & Setiawan, N. A. 2014. *Studi Perbandingan Metode Penilaian Kualitas Citra pada Citra Retina*. Dalam Seminar Nasional CITEE. Yogyakarta, Indonesia.
- Yulianti, T. 2015. *Pengembangan metode penilaian kualitas citra retina tanpa menggunakan citra referensi berbasis ekstraksi fitur*. Tesis. Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yulianti, T., Yudamson, A., Septama, H. D., Sulistiyanti, S. R., Setiawan, F. X. A., & Telaumbanua, M. (2016). *Meat quality classification based on color intensity measurement method*. Dalam 2016 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD) (hlm. 248–252). Bandung, Indonesia: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISESD.2016.7886727>
- Yuristiawan, Dedy. 2015. *Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kesegaran Daging Sapi Lokal Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dengan Pendekatan Statistika*. Riptek Vol. 9, No. 1, Tahun 2015, Hal. 9 – 16.
- Yuristiawan, Dedy., dkk. 2015. *Identifikasi kualitas daging sapi berbasis android dengan ekstraksi fitur warna dan klasifikasi KNN*. <http://eprints.dinus.ac.id/id/eprint/17000> : diakses tanggal 09 Juli 2016.