DETEKSI KANDUNGAN LEMAK PADA DAGING SAPI MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION

Arity A. Putri Deni
arityputrideniputri@gmail.com
Universitas Muhammadiyah Maluku Utara

ABSTRAK

Daging sapi merupakan salah satu sumber protein hewani yang penting, dengan kualitas yang dapat ditentukan berdasarkan kandungan lemaknya. Penilaian kandungan lemak secara visual masih bersifat subjektif sehingga diperlukan metode yang lebih objektif. Penelitian ini mengusulkan sistem deteksi kandungan lemak pada daging sapi berbasis pengolahan citra digital untuk meningkatkan akurasi penilaian kualitas daging. Sistem yang dikembangkan menggunakan metode *Histogram Equalization* untuk meningkatkan kontras citra dan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk melakukan segmentasi area lemak. Kandungan lemak dihitung berdasarkan perbandingan jumlah piksel lemak terhadap total piksel citra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menghitung persentase kandungan lemak pada daging sapi secara efektif dan efisien.

Kata Kunci: Daging Sapi, Kandungan Lemak, Pengolahan Citra Digital, *Histogram Equalization*, *K-Nearest Neighbor*.

ABSTRACT

Beef is an important source of animal protein that contributes significantly to meeting Beef is an important source of animal protein, and its quality can be determined by fat content. Visual assessment of fat content is subjective and often inaccurate; therefore, an objective method is required. This study proposes a digital image processing–based system to detect fat content in beef. The developed system applies the Histogram Equalization method to enhance image contrast and the K-Nearest Neighbor (K-NN) method to segment fat areas. Fat content is calculated by comparing the number of fat pixels to the total number of image pixels. The results indicate that the system can effectively and efficiently detect and calculate the percentage of fat content in beef.

Keywords: *Beef, Fat Content, Digital Image Processing, Histogram Equalization, K-Nearest Neighbor.*

PENDAHULUAN

Daging merupakan bahan pangan yang penting untuk memenuhi kebutuhan gizi manusia. Di samping mengandung protein dengan kualitas biologis tinggi, daging juga mengandung berbagai zat gizi lain yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Namun, pengolahan yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan nilai gizi sehingga keunggulan daging tersebut tidak lagi optimal. Daging sapi mengandung energi sebesar 207 kilokalori, protein 18,8 gram, karbohidrat 0 gram, lemak 14 gram, kalsium 11 miligram, fosfor 170 miligram, dan zat besi 3 miligram. Selain itu, daging sapi juga mengandung vitamin A sebesar 30 IU, vitamin B1 sebesar 0,08 miligram, serta vitamin C sebesar 0 miligram (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi daging sapi di Indonesia pada tahun 2023 tercatat sebesar sekitar 2,9 kilogram per kapita per tahun. Angka ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan beberapa tahun sebelumnya. Namun demikian, tingkat konsumsi tersebut masih relatif rendah apabila dibandingkan dengan negara lain, seperti Malaysia atau Australia, sehingga kebutuhan akan penyediaan daging sapi yang berkualitas tinggi menjadi semakin penting dalam rangka mendukung upaya perbaikan gizi nasional (Badan Pusat Statistik, 2023).

Dengan perkembangan teknologi sekarang, terlebih dalam bidang teknologi pengolahan citra digital (digital image processing), terdapat peluang untuk mengembangkan sistem otomatis untuk mendeteksi kualitas daging berdasarkan karakteristik visualnya. Namun, di lapangan masih ditemukan beberapa masalah, seperti penilaian kualitas daging yang masih mengandalkan metode manual dan visual secara subjektif, yang dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam menentukan kandungan lemak dan kualitas keseluruhan daging. Selain itu, keterbatasan tenaga ahli dan perbedaan persepsi antar individu dalam menilai kualitas daging juga menjadi kendala utama. Hal ini berisiko mengakibatkan ketidaksesuaian standar kualitas daging di pasaran, menurunkan kepercayaan konsumen, serta berpotensi mempengaruhi kesehatan masyarakat jika kualitas daging yang beredar tidak terjamin.

Salah satu teknik dasar dalam pengolahan citra digital adalah analisis histogram. Histogram berfungsi untuk merepresentasikan distribusi tingkat keabuan (intensitas piksel) pada suatu citra, dan dapat digunakan untuk melakukan transformasi seperti histogram equalization guna menghasilkan distribusi intensitas yang lebih merata. Sementara itu, citra biner adalah jenis citra yang hanya memiliki dua nilai piksel, yaitu 0 (hitam) dan 1 (putih), yang sering digunakan untuk segmentasi dan deteksi objek.

Berdasarkan masalah tersebut maka dari itu dapat memutuskan akan menggunakan metode Histogram untuk proses pengklasifikasi yang berjudul “DETEKSI KANDUNGAN LEMAK PADA DAGING SAPI MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION ”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mendeteksi kandungan lemak pada daging sapi melalui pengolahan citra digital. Penelitian dilakukan dengan mengembangkan aplikasi berbasis Python yang mampu mengidentifikasi area lemak, menghitung persentase luas area lemak terhadap keseluruhan area daging, serta mengklasifikasikan citra ke dalam kategori tidak berlemak, rendah lemak, dan tinggi lemak. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu proses identifikasi lemak secara lebih terstruktur melalui analisis citra digital dibandingkan pengamatan visual secara konvensional yang cenderung subjektif.

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop ASUS VivoBook X415DAP/M415DA sebagai perangkat utama untuk pengembangan program, pengolahan data, dan pengujian sistem, serta smartphone untuk pengambilan citra daging sapi. Data penelitian terdiri atas 549 citra daging sapi yang meliputi 183 citra tidak berlemak, 199 citra rendah lemak, dan 167 citra tinggi lemak. Data diperoleh melalui pengambilan gambar secara langsung dan penambahan citra dari sumber daring seperti Kaggle dan Google Images yang diberi label secara manual. Citra disimpan dalam format JPEG atau PNG dengan resolusi minimal 512 × 512 piksel. Pengambilan citra dilakukan dengan memperhatikan pencahayaan yang merata, penggunaan latar belakang polos, posisi objek di tengah gambar, serta menghindari penggunaan flash untuk mengurangi pantulan cahaya pada permukaan daging.

Proses pengolahan dimulai dengan mengunggah citra daging sapi melalui antarmuka aplikasi berbasis Tkinter. Citra yang dimasukkan dapat berformat JPG, JPEG, PNG, atau WebP dan diseragamkan menjadi ukuran 256 × 256 piksel untuk menjaga konsistensi data serta efisiensi komputasi. Tahap pra-pemrosesan dilakukan dengan menghapus latar belakang menggunakan pustaka rembg berbasis model deep learning U²-Net sehingga

objek daging sapi dapat dipisahkan dari latar belakang. Citra selanjutnya dikonversi dari ruang warna RGB ke HSV menggunakan fungsi cv2.cvtColor. Penggunaan HSV bertujuan memperoleh informasi Hue, Saturation, dan Value yang dapat membantu membedakan karakteristik warna dan kecerahan area lemak dari area daging. Peningkatan kontras kemudian dilakukan menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) pada channel Value dengan parameter clipLimit sebesar 2.0 dan tileGridSize sebesar (8,8). Tahap ini bertujuan memperjelas perbedaan intensitas pada citra, terutama ketika terdapat variasi pencahayaan.

Setelah pra-pemrosesan, nilai HSV dinormalisasi ke rentang 0–1 dan digunakan sebagai fitur setiap piksel dalam proses segmentasi. Segmentasi dilakukan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dengan nilai (k=5), metode jarak Euclidean, dan pembobotan distance. Data latih awal dibentuk menggunakan pendekatan weak supervised learning, yaitu pemberian label awal berdasarkan karakteristik visual piksel yang memiliki nilai kecerahan tinggi, saturasi rendah, dan berada pada area foreground. Dalam proses klasifikasi, setiap piksel dikelompokkan ke dalam area lemak atau daging berdasarkan karakteristik fiturnya dan hasil perbandingan dengan tetangga terdekat. Hasil segmentasi kemudian digunakan untuk menghitung jumlah piksel yang teridentifikasi sebagai lemak serta jumlah keseluruhan piksel pada area daging.

Perhitungan kandungan lemak dilakukan dengan membandingkan jumlah piksel area lemak terhadap total piksel area daging, kemudian mengalikan hasilnya dengan 100% untuk memperoleh persentase luas area lemak. Nilai tersebut digunakan untuk mengelompokkan citra ke dalam kategori tidak berlemak, rendah lemak, dan tinggi lemak berdasarkan ambang batas yang ditentukan dalam sistem. Hasil perhitungan divisualisasikan melalui tampilan citra asli, citra setelah penghapusan latar belakang, citra hasil segmentasi, serta histogram sebelum dan sesudah peningkatan kontras. Area yang teridentifikasi sebagai lemak ditandai dengan warna merah untuk memudahkan pengamatan hasil klasifikasi.

Program diimplementasikan dalam berkas app.py menggunakan bahasa pemrograman Python dengan dukungan pustaka OpenCV, NumPy, PIL, rembg, Scikit-learn, dan Matplotlib. Antarmuka aplikasi dikembangkan menggunakan Tkinter untuk memudahkan pengguna dalam mengunggah citra dan melihat hasil analisis. Sistem juga menyimpan hasil pengolahan ke dalam file CSV yang berisi nama file citra, rasio lemak, kategori lemak, nama daging, dan waktu analisis. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap tahapan sistem dapat berjalan sesuai rancangan dan menghasilkan keluaran yang diharapkan. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai kinerja sistem dalam melakukan segmentasi dan menghitung persentase area lemak pada citra daging sapi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi

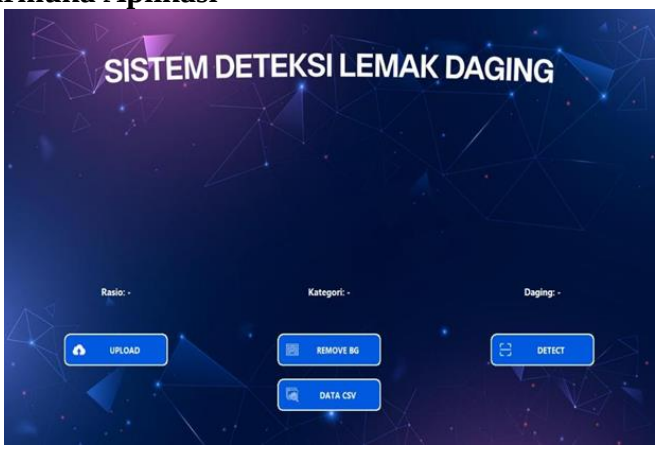
Sistem deteksi kandungan lemak pada daging sapi telah berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis desktop menggunakan bahasa pemrograman Python. Aplikasi ini dilengkapi dengan antarmuka grafis (Graphical User Interface/GUI) yang memudahkan pengguna dalam melakukan proses pemilihan citra, pemrosesan, serta melihat hasil analisis secara langsung.

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa pustaka pendukung, yaitu OpenCV untuk pengolahan citra digital, NumPy untuk komputasi numerik, scikit-learn untuk proses klasifikasi berbasis K-Nearest Neighbor (KNN), serta

pustaka rembg untuk proses pemisahan objek daging dari latar belakang citra. Seluruh proses dijalankan secara terintegrasi dalam satu aplikasi sehingga pengguna dapat melakukan analisis kandungan lemak dengan lebih efisien.

Alur penggunaan sistem dimulai dari pemilihan citra daging sapi melalui tombol Upload. Selanjutnya, pengguna dapat melakukan penghapusan latar belakang menggunakan tombol Remove BG. Setelah itu, proses deteksi lemak dilakukan dengan menekan tombol Detect, yang akan menghasilkan visualisasi area lemak, nilai persentase kandungan lemak, serta kategori tingkat kandungan lemak. Hasil deteksi juga disimpan secara otomatis ke dalam file CSV

2. Tampilan Antarmuka Aplikasi



Gambar 1 Tampilan Utama

Gambar 1 menunjukkan tampilan antarmuka utama dari sistem deteksi kandungan lemak pada daging sapi. Antarmuka dirancang secara sederhana dan informatif, dengan menampilkan tiga area citra utama, yaitu citra asli, citra hasil penghapusan latar belakang, dan citra hasil deteksi lemak.

Adapun fungsi dari masing-masing komponen pada antarmuka adalah sebagai berikut:

1) Upload, digunakan untuk memilih citra daging sapi sebagai data masukan sistem.
2) Remove BG, digunakan untuk menghilangkan latar belakang citra sehingga hanya objek daging yang dianalisis.
3) Detect, digunakan untuk menjalankan proses deteksi lemak dan perhitungan rasio kandungan lemak.
4) Data CSV, digunakan untuk menampilkan riwayat hasil deteksi yang telah disimpan dalam basis data berbentuk file CSV.

Keberadaan antarmuka ini membantu pengguna dalam memahami alur kerja sistem serta mempermudah interpretasi hasil deteksi.

3. Data Uji Penelitian

Data uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra daging sapi mentah dengan variasi distribusi kandungan lemak. Citra diperoleh melalui proses pengambilan gambar menggunakan kamera smartphone dengan kondisi pencahayaan yang relatif seragam dan latar belakang polos. Pengambilan citra dilakukan dengan jarak dan sudut yang konsisten untuk meminimalkan pengaruh distorsi visual.

Secara umum, data uji dikelompokkan ke dalam tiga kategori berdasarkan pengamatan visual, yaitu:

1) Daging dengan kandungan lemak rendah
2) Daging dengan kandungan tidak berlemak
3) Daging dengan kandungan lemak tinggi

Pengelompokan ini digunakan sebagai acuan awal untuk mengevaluasi hasil deteksi dan klasifikasi yang dihasilkan oleh sistem.

4. Hasil Pra-Pemrosesan Citra

1) Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal yang menghasilkan citra digital dalam format RGB sebagai masukan sistem. Citra yang diperoleh masih bersifat mentah dan mengandung variasi warna, pencahayaan, serta latar belakang yang dapat mempengaruhi proses analisis. Oleh karena itu, citra hasil akuisisi perlu diproses lebih lanjut sebelum dilakukan deteksi kandungan lemak.

2) Resize dan Normalisasi Citra

Pada tahap implementasi, seluruh citra uji diproses dengan ukuran 256 × 256 piksel. Penyeragaman ukuran ini menghasilkan proses komputasi yang lebih stabil dan konsisten, terutama pada saat perhitungan jumlah piksel area lemak dan area daging.

Selain itu, nilai kanal warna pada citra dinormalisasi ke dalam rentang tertentu untuk menyesuaikan kebutuhan proses transformasi ruang warna HSV. Normalisasi ini membantu mengurangi pengaruh perbedaan pencahayaan antar citra dan meningkatkan kestabilan hasil segmentasi.

3) Background Removal (Segmentasi Objek)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses penghapusan latar belakang menggunakan pustaka rembg mampu memisahkan objek daging sapi dari latar belakang citra dengan baik. Proses ini menghasilkan sebuah binary mask yang merepresentasikan area daging secara jelas.

Masker objek ini digunakan sebagai pembatas area analisis sehingga seluruh proses deteksi lemak hanya dilakukan pada area daging, tanpa terpengaruh oleh warna atau tekstur latar belakang. Dengan demikian, hasil perhitungan rasio lemak menjadi lebih akurat



Gambar 2 menunjukkan hasil segmentasi objek daging setelah latar belakang dihilangkan.

5. Hasil Transformasi Ruang Warna HSV dan Histogram Equalization

Citra hasil segmentasi objek kemudian dikonversi ke ruang warna HSV. Berdasarkan hasil pengamatan, penggunaan ruang warna HSV memberikan pemisahan karakteristik visual yang lebih jelas antara area lemak dan area daging dibandingkan ruang warna RGB.

Selain itu, diterapkan metode Histogram Equalization pada kanal Value (V) untuk meningkatkan kontras citra. Hasil penerapan metode ini menunjukkan bahwa area lemak menjadi lebih terang, sedangkan jaringan daging tampak lebih gelap dan kontras. Peningkatan kontras ini membantu sistem dalam membedakan kedua area tersebut secara lebih jelas pada tahap segmentasi lemak.

6. Hasil Segmentasi Area Lemak

Segmentasi area lemak dilakukan dengan menganalisis nilai Saturation (S) dan Value (V) pada ruang warna HSV. Berdasarkan hasil implementasi, piksel dengan tingkat kecerahan tinggi dan saturasi rendah berhasil diidentifikasi sebagai area lemak.

Hasil segmentasi divisualisasikan dengan memberikan penanda warna merah pada area yang terdeteksi sebagai lemak. Visualisasi ini memudahkan pengguna dalam melihat distribusi lemak pada permukaan daging sapi.



Gambar 3 menunjukkan contoh hasil segmentasi area lemak pada salah satu citra uji.

7. Perhitugan Persentase Kandungan Lemak

Setelah area lemak berhasil diidentifikasi, sistem menghitung persentase kandungan lemak dengan membandingkan jumlah piksel area lemak terhadap total jumlah piksel objek daging. Perhitungan ini menghasilkan nilai persentase yang merepresentasikan proporsi area lemak pada citra daging sapi.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa citra dengan distribusi lemak yang lebih luas menghasilkan nilai persentase yang lebih tinggi, sedangkan citra dengan sedikit area lemak menghasilkan nilai persentase yang lebih rendah. Nilai ini menjadi dasar utama dalam menentukan kategori kandungan lemak.

8. Klasifikasi Kandungan Lemak

Berdasarkan nilai persentase kandungan lemak yang diperoleh, sistem mengklasifikasikan daging sapi ke dalam tiga kategori, yaitu:

a. Tidak Berlemak, jika persentase lemak kurang dari 10%
b. Rendah Lemak, jika persentase lemak berada pada rentang 10% hingga 25%
c. Tinggi Lemak, jika persentase lemak lebih dari 25%

Klasifikasi ini memudahkan pengguna dalam memahami mutu daging sapi berdasarkan hasil analisis citra yang dilakukan oleh sistem.

9. Pengujian Sistem

1) Pengujian Daging Rendah Lemak

Pada pengujian daging sapi dengan kandungan lemak rendah, sistem menghasilkan nilai rasio lemak sebesar 16,82%. Berdasarkan nilai tersebut, sistem mengklasifikasikan

daging ke dalam kategori Rendah Lemak. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa area lemak yang terdeteksi relatif sedikit dan tersebar tipis.



Gambar 4 rendah lemak

2) Pengujian Daging Tidak Berlemak

Pada pengujian daging sapi dengan kandungan lemak sangat sedikit, diperoleh nilai rasio lemak sebesar 1,26%. Sistem mengklasifikasikan citra tersebut ke dalam kategori Tidak Berlemak, yang sesuai dengan kondisi visual daging pada citra uji.



Gambar 5 tidak berlemak

3) Pengujian Daging Tinggi Lemak

Pada pengujian daging sapi dengan distribusi lemak yang dominan, sistem menghasilkan nilai rasio lemak sebesar 30,91%. Nilai ini menunjukkan dominasi area lemak pada permukaan daging, sehingga sistem mengklasifikasikannya ke dalam kategori Tinggi Lemak.



Gambar 6 tinggi lemak

10. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem deteksi kandungan lemak pada daging sapi mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan area lemak dengan cukup baik. Kombinasi proses penghapusan latar belakang, peningkatan kontras menggunakan Histogram Equalization, serta segmentasi berbasis warna HSV memberikan hasil yang konsisten pada berbagai citra uji.

Namun demikian, pada beberapa kondisi tertentu masih ditemukan kesalahan segmentasi, terutama pada area daging yang memiliki pantulan cahaya tinggi sehingga terdeteksi sebagai lemak. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pencahayaan pada saat akuisisi citra sangat berpengaruh terhadap hasil deteksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem deteksi kandungan lemak pada daging sapi menggunakan metode pengolahan citra digital, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode Histogram Equalization terbukti mampu meningkatkan kontras citra daging sapi, sehingga perbedaan intensitas antara area lemak dan jaringan daging menjadi lebih jelas. Peningkatan kualitas citra ini sangat membantu proses segmentasi pada tahap selanjutnya.
2. Sistem yang dibangun mampu memberikan output berupa persentase kandungan lemak dan visualisasi hasil segmentasi, sehingga dapat menjadi alternatif metode non-destruktif dalam membantu analisis kandungan lemak pada daging sapi secara cepat dan objektif.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

3. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah dan variasi data citra yang lebih banyak, baik dari segi jenis potongan daging maupun kondisi pencahayaan, agar sistem dapat diuji dengan tingkat generalisasi yang lebih tinggi.
4. Metode segmentasi dapat dikembangkan dengan membandingkan algoritma lain, seperti Fuzzy C-Means, Watershed, atau metode berbasis deep learning, untuk memperoleh hasil segmentasi yang lebih akurat.
5. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan tahap klasifikasi mutu daging sapi berdasarkan persentase kandungan lemak, sehingga hasil analisis menjadi lebih informatif bagi pengguna.
6. Pengujian akurasi sistem sebaiknya dibandingkan dengan hasil pengukuran laboratorium atau penilaian ahli (expert judgment) untuk mengetahui tingkat validitas sistem secara lebih objektif.
7. Pengembangan antarmuka pengguna (user interface) yang lebih interaktif dan user-friendly juga dapat dilakukan agar sistem lebih mudah digunakan oleh masyarakat umum maupun pelaku industri pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Basma, N. M., Dhuha, N. S., Nonci, F. Y., Anggraeni, R., & Rusny. (2023). Studi Literatur Perbandingan Metode GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectrometry) dan HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) dalam Identifikasi Kandungan Lemak Babi pada Produk Olahan Daging.Jurnal RITMA. 1(2), 22-29.

Edi, Pribadi. O., (2023). Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan Babi dengan Metode Color Moment dan Local Binary Pattern Histogram. bulletin of computer science research. 3 (5), 336-342.

Ikhsan, M., Supiyandi, & Hakiki, A. W. (2024). Analisis perbandingan metode histogram equalization dan gaussian filter untuk perbaikan kualitas citra Journal of Science and Social Research, VII (2), 487 – 492.

Irnawati, Ruslin, Susilowati, E.R, Zaeni, A., (2021). Autentikasi Halal: Aplikasi Spektroskopi FTIR Kombinasi Kemometrika untuk Analisis Lemak Babi dalam Campuran Biner dengan Lemak Sapi. Indonesian.J.Chemom.Pharm.Anal. 1(2), 102-109.

Iskandar, A. S., Safitri, D., Lidya,B., & Setyaningrum, S., (2023). Penentuan Sensitivitas dan Spesifisitas Kit PRIME-CYTO untuk Deteksi Kandungan Babi dengan Metode Polymerase Chain Reaction. Jurusan Teknik Kimia. 3(1), 47-64.

Kusnadi, Atmaja, Putri. A. S. D., (2025). Implementasi Transformasi Citra Skala Abu-abu dan Histogram Metode Ekualisasi dalam Pengolahan Citra Digital. Jurnal Krisnadana (Jurnal Komputer, Sistem Kendali & Jaringan. 4 (2), 111-121.

Lasniari, S., Jasril, Sanjaya, S., Yanto, F., & Affandes, M. (2022). Pengaruh Hyperparameter Convolutional Neural Network Arsitektur ResNet-50 Pada Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Daging Babi. Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi. 5 (3), 2620-8342.

N. M. Surbakti, A. Angelyca, A. Talia, C. B. Perangin-Angin, D. O. Nainggolan, N. D. Friskauly, and S. R. B. Tumorang, (2024)."Penggunaan Bahasa Pemrograman Python dalam Pembelajaran Kalkulus Fungsi Dua Variabel," Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa, 2 (3), 98–107.

Nurhayati, O. D., Adi, K., & Pujiyanto, S. (2020). Perbandingan metode segmentasi otomatis region of interest dan k-mean clustering pada aplikasi deteksi kualitas daging sapi berbasis mobile. Jurnal sistem komputer. 10 (1), 2087-4685.

Pratama,A.R., Juwita.A.R., AlMudzakir.T. (2021). Klasifikasi Daging Sapi Berdasarkan Ciri Warna Dengan Metode Otsu dan K-Nearest Neighbor. Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. 6 (1), 2503-054.

Ratna, S. (2020). Pengolahan citra digital dan histogram dengan phyton dan text editor phycharm. Technologia. 11 (3).