



Identifikasi Jenis Rambak Olahan Berbasis Analisis Citra dan Jaringan Saraf Tiruan

Sucipto Sucipto^{#,1}, Isna Arofatz Zahrok^{#2}, Yusuf Hendrawan^{*3}

[#]Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang, Jawa Timur 65145

¹ciptotip@ub.ac.id

²zutaforaisna@gmail.com

^{*}Departemen Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang, Jawa Timur 65145

³yusufhendrawan@gmail.com

⁺Halal-Qualified Industry Development (Hal-Q ID), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang, Jawa Timur 65145

Abstrak— Rambak merupakan produk turunan hewani dari kulit sapi, kerbau dan babi. Kemiripan fisik ketiganya berpotensi dipalsukan. Metode *Fourier transformed infrared spectroscopy* (FTIR) pernah digunakan untuk pembedaan rambak kerbau dan babi, namun harga alat dan penunjangnya mahal. Karena itu perlu teknik identifikasi yang lebih efisien dan murah. Salah satunya analisis citra yang terdiri dari 3 elemen utama yaitu sumber cahaya, kamera, dan *image analysis software data system* sehingga dapat mengganti metode yang mahal, rumit, dan lama. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi jenis rambak olahan menggunakan fitur warna dan tekstur citra serta mengetahui hasil klasifikasinya menggunakan Jaringan saraf tiruan (JST) *backpropagation*. Hasil penelitian menunjukkan fitur warna rambak kerbau memiliki nilai tertinggi dibanding rambak sapi dan babi pada *Red, Green, Blue* (RGB), serta *Saturation, Intensity*, sementara nilai *Hue*-nya terendah. Fitur tekstur menunjukkan *contrast, entropy, dan homogeneity* rambak sapi memiliki nilai terendah. *Correlation* rambak babi memiliki nilai terendah, dan *energy* rambak kerbau memiliki nilai terendah. Topologi terbaik JST untuk klasifikasi jenis rambak yaitu 11-10-10-1. *Mean square error* (MSE) terbaik yaitu 0,2362 dengan R 0,8317 dan akurasi 76,4228%. Studi ini menunjukkan analisis citra dan JST berpotensi untuk membedakan rambak babi dibanding jenis rambak hewan lain.

Kata kunci— Analisis citra, ANN, Rambak, Tekstur, Halal

I. PENDAHULUAN

Rambak adalah makanan kering dari kulit hewan yang diolah melalui tahap pembuangan bulu, pengembangan kulit, perebusan, pengeringan, dan dikukus untuk rambak mentah atau digoreng untuk rambak siap konsumsi. Rambak dapat

diproduksi dari kulit sapi, kerbau, dan babi. Rambak mudah dijumpai di pasar tradisional dalam berbagai bentuk dan label. Kemiripan fisik jenis rambak tersebut berpotensi dipalsukan.

Indonesia merupakan negara mayoritas muslim dengan jumlah 89% dari jumlah penduduk atau 237,6 juta [1]. Bagi muslim, babi merupakan produk hewani yang haram, sehingga peredaran rambak babi di pasar-pasar dan atau rumah makan meresahkan. Upaya identifikasi rambak babi dan jenis rambak lain terus dilakukan. Muttaqien, et al. [2], membandingkan jenis rambak kerbau dan babi menggunakan *Fourier Transformed Infrared Spectroscopy* (FTIR). FTIR merupakan alat analisis cepat dan non-destruktif untuk studi minyak dan lemak pangan. FTIR hanya perlu persiapan sampel minimum, namun harga alat dan penunjangnya mahal [3]. Karena itu, diperlukan teknik identifikasi yang lebih efisien dan murah.

Alternatifnya adalah analisis citra (*image analysis*). Analisis citra mengolah barisan data pixel guna mendapat informasi suatu citra [4]. Teknologi tersebut digunakan mengetahui karakteristik mutu produk pangan dan pertanian secara visual dan pengujian non-destruktif [5]. *Computer image analysis* terdiri dari 3 elemen utama yaitu sumber cahaya, kamera, dan *software data system* untuk *image processing* dan *analysis*. Analisis citra dapat digunakan sebagai salah satu metode yang efisien dari segi biaya, waktu, dan cara kerja. Analisis citra berpotensi besar untuk menilai kualitas daging secara obyektif dan efektif. Beberapa penelitian menggunakan teknik analisis citra untuk penilaian warna daging babi atau daging sapi [6].

Ciri obyek dapat diamati menggunakan analisis citra diantaranya warna dan tekstur. Warna telah digunakan untuk pemutuan biji kopi [7] dan tekstur digunakan pada pengenalan kulit sapi [8]. Warna merupakan karakteristik fisik yang bisa diamati oleh mata dan otak. Ciri warna dapat digunakan untuk pengukuran, klasifikasi, dan penemuan kembali [9]. Tekstur dapat diartikan karakteristik intrinsik suatu citra. Aspek tekstural citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar segmentasi, klasifikasi, dan interpretasi citra. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk ekstraksi ciri tekstur adalah *Gray level co-occurrence matrix* (GLCM). GLCM dapat digunakan mengkuantifikasi dan membandingkan berbagai aspek tekstur citra [10].

Sebagai teknik prediksi berbasis warna, *image analysis* telah digunakan untuk klasifikasi warna daging sapi, babi dan penentuan mutu *seafood* [11]. Sun, dkk. [11] menggunakan citra digital untuk mengukur dan menganalisis karakteristik warna daging sapi. Yuristiawan, et al. [12] menggunakan ekstraksi fitur warna dengan pendekatan statistika untuk mendeteksi kesegaran daging sapi lokal. Purwaningsih, et al. [8] menggunakan hasil ekstraksi ciri tekstur berbasis *co-occurrence matrix* untuk klasifikasi dan identifikasi kulit sapi tersamak. Adnan, et al. [5] menggunakan fitur warna dan tekstur citra untuk identifikasi varietas beras. Sandra, et al. [13] menggunakan untuk pemutuan buah manggis.

Beberapa penelitian memadukan analisis citra dengan JST untuk klasifikasi atau prediksi, seperti Nugroho, et al. [14] untuk identifikasi jenis daging sapi, dan Hartono, et al. [15] untuk mengenal citra daging babi dan daging sapi. JST

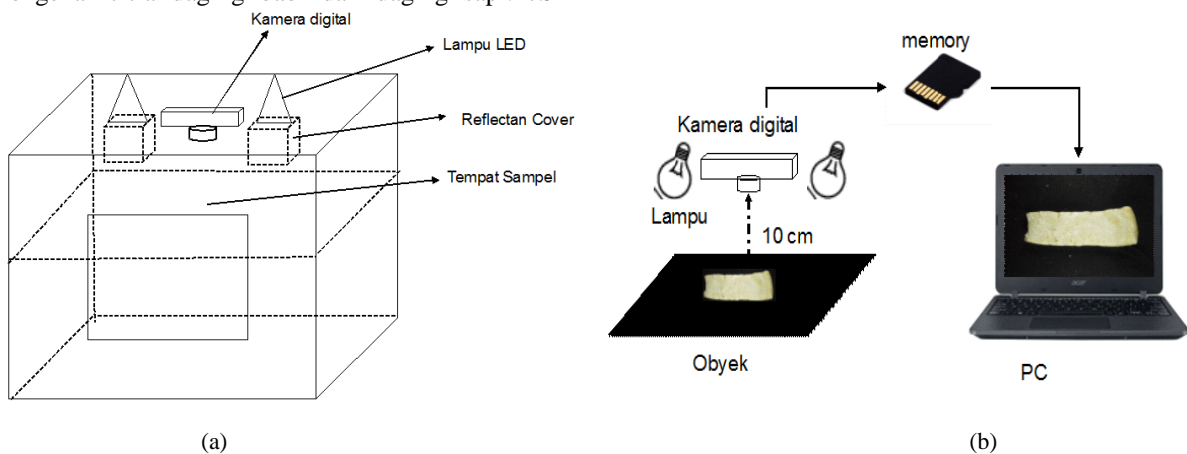
merupakan salah satu teknik klasifikasi yang cukup handal untuk memprediksi atau mengenali citra [15].

Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi jenis rambak olahan menggunakan fitur warna dan tekstur citra serta mengetahui hasil klasifikasinya menggunakan *JST backpropagation*. Pada penelitian ini analisis citra digunakan untuk mendapatkan informasi fitur warna dan tekstur citra rambak olahan. Nilai fitur warna dan tekstur digunakan sebagai *input* JST untuk klasifikasi jenis rambak olahan. Identifikasi jenis rambak olahan sapi, kerbau, dan babi berbasis citra diharapkan bisa menjadi alternatif metode deteksi bahan haram, khususnya rambak babi, yang lebih efisien.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian Jurusan Keteknikan Pertanian, dan Laboratorium Komputasi dan Analisis Sistem Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian bulan Mei sampai Juli 2017.

Bahan penelitian ini adalah rambak goreng sapi, kerbau, dan babi. Rambak sapi dan kerbau dari pasar Stonobetek, Kediri, serta rambak babi dari Bali. Gambar 1 merupakan skema rangkaian alat akuisisi citra. Peralatan terdiri atas *black box*, 2 lampu LED 5 Watt, *reflectan cover*, kamera digital, dan kain hitam. Uji kadar air menggunakan alat cawan aluminium, timbangan analitik, dan oven.



Gambar. 1 Skema (a) black box, dan (b) koneksi PC untuk akuisisi citra

Black box berukuran 30 x 30 x 30 cm sebagai tempat mengambil citra. Lampu LED 5 Watt (Yomiko, CV. Sinar Glodok Lestari, Indonesia) sebagai sumber cahaya. *Reflectan cover* berupa mika putih sebagai filter cahaya untuk membatasi atau memendarkan cahaya lampu sehingga efek pancaran cahaya lebih halus. Kamera digital untuk mengambil citra. Kain hitam sebagai alas dan penutup. Perangkat untuk mengolah data terdiri dari komputer dengan *processor* Intel Core i3. Perangkat lunak menggunakan Adobe Photoshop 7.0 dan Matlab R2012a. Adobe Photoshop 7.0 untuk *cropping* dan Matlab R2012a untuk analisis citra dan pemodelan JST. Tahap penelitian sebagai berikut:

A. Persiapan Sampel

Sampel disiapkan untuk uji kadar air dan analisis citra. Tiap jenis rambak ditimbang 2 gram untuk uji kadar air dan untuk akuisisi citra tiap jenis rambak diambil 23 potong. Kriteria sampel memiliki bau dan warna normal, serta tekstur renyah.

B. Uji Kadar Air

Pada uji kadar air, tiap jenis rambak ditimbang sebanyak 2 gram. Kadar air ditentukan menggunakan metode oven. Sampel dihaluskan supaya penguapan air optimal. Pemanasan pada suhu oven 105°C sampai bobot tetap atau konstan. Kadar air dihitung dengan Persamaan 1.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana berat awal adalah selisih berat cawan dan sampel sebelum dioven dengan cawan kosong, sementara berat akhir selisihnya setelah dioven.

C. Akuisisi Citra

Akuisisi citra dalam *black box* dengan kamera digital Samsung ST65 (Samsung Electronics Co., China). Kamera ditempatkan tegak lurus di atas sampel. Jarak sampel dan lensa kamera 10 cm. Gambar diambil 2 kali pada sisi berbeda. Hasil akuisisi citra dari 69 rambak didapat total 138 citra.

D. Cropping

Cropping untuk mengubah ukuran citra dengan memilih bagian yang dibutuhkan. Ukuran *cropping* 600x400 pixels menghemat waktu komputasi. *Cropping* untuk mengambil 3 bagian citra rambak olahan tanpa *background* menggunakan Adobe Photoshop 7.0 (Adobe System Incorporated, USA). Citra hasil *cropping* disimpan dalam format *bit map picture* (.bmp). *Bit map picture* merupakan format dasar citra serta bersifat *lossless compression* sehingga semua informasi dalam citra dapat ditampilkan dan lebih efektif untuk perbaikan dan analisis citra dibanding format citra yang bersifat *lossy compression* seperti JPEG [16]. Penelitian ini membagi citra rambak menjadi data training dan data validasi dengan proporsi 70%:30% sehingga didapat 291 citra untuk training dan 123 citra untuk validasi. Gambar 2 merupakan contoh representasi citra hasil *cropping*.



Gambar. 2 Contoh citra rambak sapi hasil *cropping*

E. Ekstraksi Ciri Citra

1) Fitur Warna

Ekstraksi fitur warna rambak olahan menggunakan Matlab R2012a (The MathWorks, Inc., USA). Ada 414 citra diekstraksi dan diambil nilai rata-rata (*colour mean value*). Ekstraksi fitur warna dilakukan pada sistem warna *Red, Green, Blue* (RGB) dan *Hue, Saturation, Intensity* (HSI). Ekstraksi *colour mean value* sesuai Persamaan [17]:

$$\text{Colour mean value} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \text{colour value} \quad (2)$$

Colour value merupakan nilai untuk setiap model warna pada tiap pixel-nya yaitu R [0,255], G [0,255], B [0,255], H [0°, 360°], S [0,1], I [0,1], dan M adalah jumlah pixel dari setiap model warna.

2) Fitur Tekstur

Ekstraksi ciri tekstur didapat dari konversi citra RGB ke grayscale. Proses ekstraksi tekstur mengikuti teknik Gray Level *Co-occurrence Matrix* (GLCM) pada Matlab 2012. Pada penelitian ini sudut yang digunakan adalah 0° dengan d=1, dan 3 level GLCM, yaitu 32, 64, dan 256. Nilai tekstur yang diekstraksi yaitu *contrast* (3), *correlation* (4), *energy* (5), *entropy* (6), dan *homogeneity* (7). Nilai-nilai tekstur dari ketiga level tersebut dibanding untuk dipilih level yang dapat digunakan membedakan 3 jenis rambak olahan.

$$\text{Contrast} = \sum_i^M \sum_j^N (i-j)^2 P[i, j] \quad (3)$$

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_i^M \sum_j^N (i-\mu)(j-\mu)P[i, j]}{\sigma^2} \quad (4)$$

$$\text{Energy} = \sum_i^M \sum_j^N P^2[i, j] \quad (5)$$

$$\text{Entropy} = \sum_i^M \sum_j^N P[i, j] \text{Log} P[i, j] \quad (6)$$

$$\text{Homogeneity} = \sum_i^M \sum_j^N \frac{P[i, j]}{1+|i-j|} \quad (7)$$

P (i,j) merupakan elemen ke (i,j) dari *co-occurrence matrix* yang ternormalisasi, μ dan σ adalah mean dan standar deviasi dari elemen-elemen pixel yang diberikan berdasar hubungan persamaan di bawah ini :

$$P[i, j] = \frac{N(i, j)}{M} \quad (8)$$

$$\mu = \sum_i^M i \sum_j^N P[i, j] \quad (9)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_i^M (i - \mu)^2 \sum_j^N P[i, j]} \quad (10)$$

dimana N(i,j) adalah jumlah angka pada citra dengan intensitas *pixel i* diikuti dengan intensitas *pixel j* pada satu *pixel* dengan perpindahan ke kiri, dan M merupakan total jumlah *pixel*.

F. Pemodelan Jaringan Saraf Tiruan (JST) Backpropagation

Arsitektur JST *Backpropagation* terdiri atas 3 layer yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. *Input* pemodelan ini 2 jenis, yaitu warna dan tekstur. Sebelum dianalisis, data input perlu dinormalisasi agar semua pola memiliki nilai *range* sama dengan fungsi aktivasinya. Penelitian ini menggunakan metode normalisasi minimum-maksimum, sehingga diperoleh interval data [-1 1] mengikuti Persamaan 11.

$$x_i = 2 \left(\frac{z_i - z_i^{\min}}{z_i^{\max} - z_i^{\min}} \right) - 1 \quad (11)$$

dimana x_i adalah nilai ternormalisasi, z_i nilai yang dinormalisasi, z_i^{\max} nilai maksimum pada data z_i , z_i^{\min} nilai minimum pada data z_i . Pada Matlab metode normalisasi minimum dan maksimum menggunakan fungsi *premnmx*. Jumlah *hidden layer* yang digunakan mengikuti hasil *trial and error* yaitu 1 dan 2 layer dengan variasi jumlah *node* di *hidden layer* yaitu 10, 20, 30, dan 40 dengan *output node* adalah jenis

rambak. Nilai output rambak olahan sapi dinotasikan dengan 1, kerbau dengan 0, dan babi dengan -1.

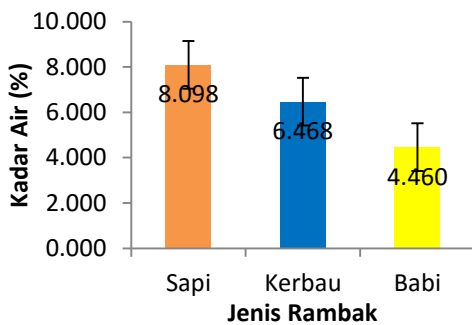
Fungsi aktivasi bervariasi meliputi *sigmoid biner (logsig)* dan *sigmoid bipolar (tansig)* pada *hidden layer*, dan pada *output layer* ditambah fungsi linier atau identitas (*purelin*). Pada penelitian ini *epoch* dibatasi sampai 5000, dengan goal MSE 0,01. *Learning rate* digunakan 0,1; 0,3; dan 0,6, momentum 0,6 dan 0,9. Pemodelan JST *Backpropagation* terdiri dari 2 tahap, yaitu training dan validasi. Sebanyak 414 citra rambak sapi, kerbau, dan babi dibagi menjadi 291 data training dan 123 data validasi. Prosedur training dan validasi yaitu membagi data menjadi data training dan data validasi; memilih model *hidden nodes* terbaik; melakukan pelatihan pada model *hidden nodes*; mengulangi langkah 1 sampai 4 menggunakan *hidden nodes* terbaik; menerapkan hasil terbaik sebagai model. Model terbaik dipilih berdasar nilai *Mean Square Error* (MSE) seperti Persamaan (12), dimana n adalah jumlah data; t_i adalah nilai target, dan y_i adalah nilai prediksi JST.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - y_i)^2 \tag{12}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hasil Uji Kadar Air Rambak Olahan

Kadar air rambak olahan sapi, kerbau, dan babi pada Gambar 3. Pengukuran kadar air rambak untuk menunjukkan kondisi sampel. Kadar air rambak olahan sapi sebesar 8,098%, rambak olahan kerbau 6,468%, dan rambak olahan babi 4,460%. Penelitian Rofi'ah [18] menyatakan kadar air krecek rambak sapi adalah 10,37%, krecek kerbau 8,70%, dan krecek babi sebesar 12,17%. Kadar air rambak goreng lebih rendah dari krecek rambak karena telah mengalami penguapan air selama penggorengan.



Gambar. 3 Kadar air rambak olahan

Huda, *et al.* [19] menyatakan penggorengan menurunkan kadar air rambak. Selama pengeringan kulit menyusut dan selama penggorengan, peningkatan suhu membantu menguapkan air tersisa. Kadar air rambak juga dipengaruhi waktu perendaman di air kapur selama produksi. Semakin lama waktu perendaman di air kapur maka kadar air semakin turun. Perendaman air kapur mempercepat laju pengeringan, karena larutan tersebut menarik molekul air dalam bahan. Semakin banyak air keluar dari bahan semakin banyak ruang kosong di

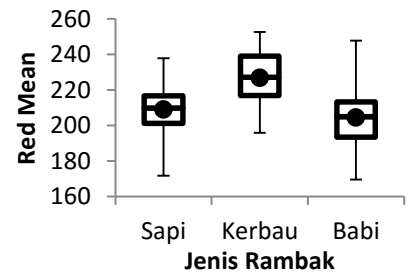
jaringan. Saat rambak digoreng mengembang sampai tingkat tertentu dan menyebabkan rambak lebih renyah [20].

B. Analisis Fitur Warna Citra Rambak Olahan

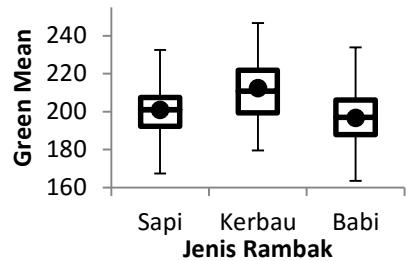
1) Modal Warna RGB

Red, green, dan blue (RGB) merupakan salah satu model warna yang sering digunakan untuk analisis citra. *RGB mean value* didapat dari pembagian jumlah nilai warna citra dengan jumlah piksel citra. Perbandingan *RGB mean value* ketiga jenis rambak olahan disajikan pada Gambar 4.

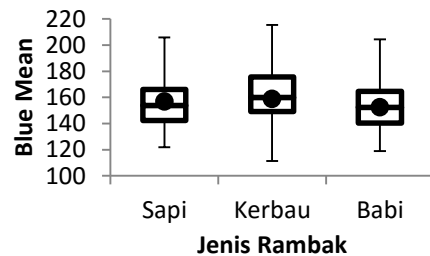
Pada Gambar 4 dapat dilihat ketiga jenis rambak memiliki nilai indikator hampir sama. Ditinjau dari nilai *Red mean*, rambak sapi menyebar sebesar 66 dengan *mean* 209, rambak kerbau sebesar 57 dengan *mean* 207, dan rambak babi sebesar 78 dengan *mean* 204. Nilai *Green mean* dan *Blue mean* juga memiliki pola sama tertinggi rambak kerbau, diikuti rambak babi dan rambak sapi.



(a)



(b)

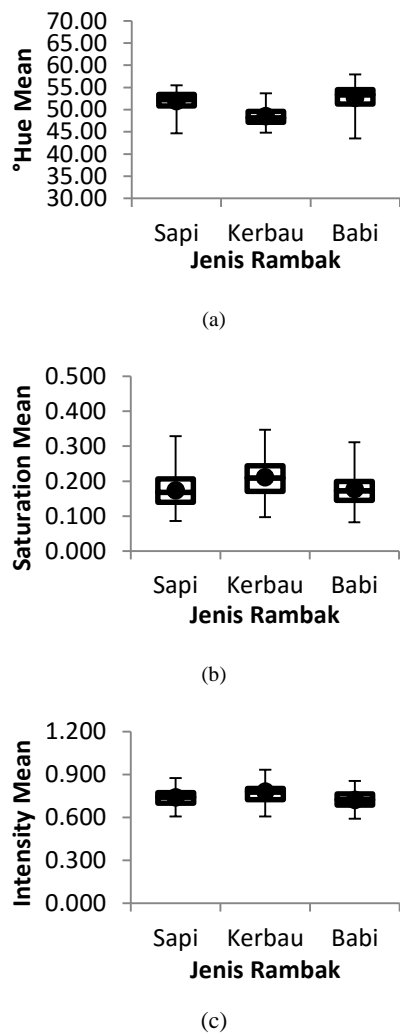


(c)

Gambar. 4 RGB mean value (a) red mean, (b) green mean, (c) blue mean rambak olahan

Modal Warna HSI

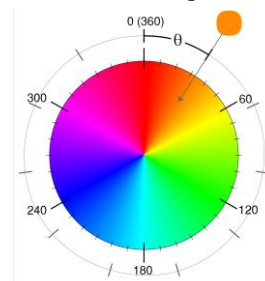
Hue, Saturation, dan Intensity (HSI) merupakan model warna berdasar persepsi manusia. Nilai *Hue* merupakan karakteristik warna berdasar cahaya yang dipantulkan oleh objek. Dalam menyatakan suatu warna tidak dapat hanya mengacu pada nilai *Hue*, tetapi harus disertai dengan *Saturation dan Intensity*. Berikut perbandingan nilai HSI ketiga jenis rambak.



Gambar. 5 HSI mean value (a) hue mean, (b) saturation mean, (c) intensity mean rambak olahan

Gambar 5 memperlihatkan 3 jenis rambak memiliki indikator *Hue, Saturation, dan Intensity* hampir sama. Pada Gambar 5a, nilai sebaran indikator *Hue* rambak sapi yaitu 10,77, rambak kerbau 8,86, dan rambak babi 14,43. Indikator *Saturation* mean (Gambar 5b) dan *Intensity* mean (Gambar 5c) memiliki pola sama tertinggi rambak kerbau diikuti rambak sapi dan rambak babi. Berdasar indikator *Hue*, rambak babi memiliki penyebaran nilai paling luas, diikuti rambak sapi dan kerbau, sementara pada indikator *Saturation dan Intensity*, rambak kerbau memiliki nilai penyebaran paling luas, diikuti rambak sapi dan rambak

babi. Menurut Hendrawan and Murase [17] *Hue* merupakan warna sebenarnya, *Saturation* menyatakan kedalaman warna, dan *Intensity* menyatakan banyak cahaya yang diterima. Obyek berwarna merah memiliki nilai hue 0° atau 360°, hijau pada 120°, dan biru pada 240° (Gambar 6).



Gambar. 6 Roda warna hue

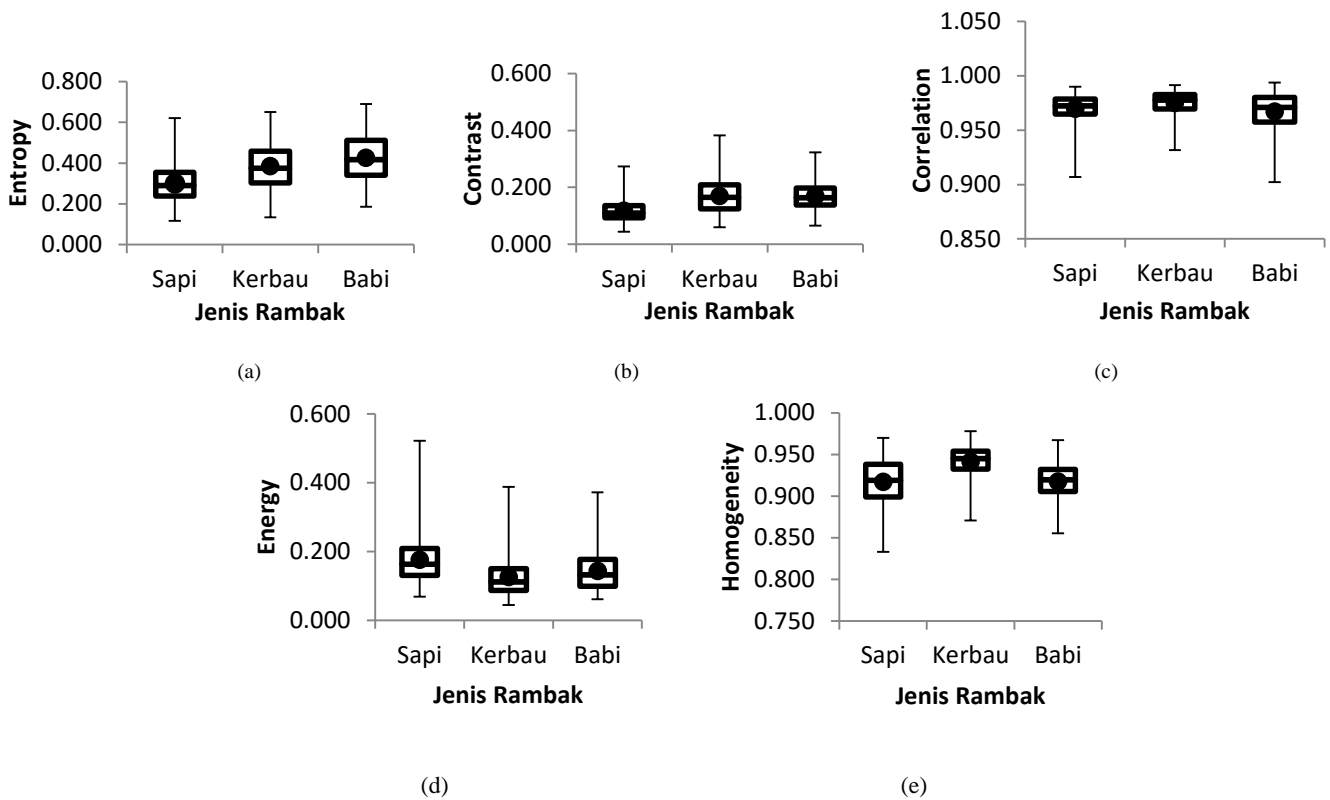
Pada model warna HSI rambak kerbau memiliki nilai hue terendah, sementara pada indikator *saturation* dan *intensity* rambak kerbau memiliki nilai tertinggi dibanding rambak sapi dan babi. Dibanding roda warna *Hue* pada Gambar 6, dapat dilihat warna rambak adalah kekuningan. Menurut Rofi'ah [18], rambak kerbau memiliki warna kuning kecoklatan sampai sangat coklat. Faktor yang memengaruhi perubahan warna dan flavor antara lain tipe minyak untuk menggoreng, suhu minyak, waktu dan suhu penggorengan, serta perlakuan pasca penggorengan. Menurut Huda, *et al.* [19], warna rambak setelah digoreng lebih terang dibanding sebelum digoreng. Pengembangan rambak saat digoreng menyebabkan total pigmen pada satu bagian rambak ikut mengembang atau menyebar ke bagian lain.

C. Analisis Fitur Tekstur Citra Rambak Olahan

Hasil analisis perbandingan level 32, 64, dan 256 menunjukkan level 32 berpotensi untuk membedakan ketiga jenis rambak dengan sudut 0° dan jarak (d) = 1. Pada penelitian ini tekstur citra menggunakan *entropy, contrast, correlation, energy, dan homogeneity*. Pada Matlab, kelima indikator tersebut didapat dengan fitur GLCM yang tersedia menggunakan fungsi *graycoprops*. Perbandingan nilai tekstur ketiga jenis rambak pada Gambar 7.

Gambar 7a menunjukkan nilai *entropy* rambak sapi menyebar sebesar 0,504 dengan nilai *mean* 0,133, rambak kerbau nilai *entropy* menyebar 0,518 dengan nilai *mean* 0,186, dan rambak babi nilai sebaran *entropy* sama rambak sapi yaitu 0,504 dengan nilai *mean* 0,425. Nilai *entropy* besar untuk citra dengan gray-level merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur atau bervariasi. *Entropy* menunjukkan ketidakteraturan bentuk citra [21].

Contrast (Gambar 7b) rambak kerbau memiliki sebaran nilai paling luas yaitu 0,323 dengan *mean* 0,173, diikuti rambak babi yaitu 0,258 dengan *mean* 0,127 dan rambak sapi yaitu 0,229 dengan *mean* 0,170. Kontras untuk mengukur kekuatan perbedaan intensitas dalam citra [22]. Semakin tinggi nilai *contrast* semakin tinggi tingkat kekontrasannya.



Gambar. 7 Fitur tekstur (a) *entropy*, (b) *contrast*, (c) *correlation*, (d) *energy*, (e) *homogeneity* rambak olahan

Gambar 7c menunjukkan sebaran nilai *correlation* citra rambak olahan. *Correlation* rambak babi memiliki nilai sebaran terluas yaitu 0,092 dengan nilai *mean* 0,970, diikuti rambak sapi yaitu 0,083 dengan *mean* 0,967, dan rambak kerbau yaitu 0,060 dengan *mean* 0,975. *Correlation* menunjukkan hubungan antar pixel pada citra [23].

Pada Gambar 7d nilai *energy* rambak sapi menyebar paling luas dibanding rambak kerbau dan rambak babi. Rambak sapi menyebar sebesar 0,453 dengan nilai *mean* 0,176. Rambak kerbau menyebar sepanjang 0,343 dengan *mean* 0,125, sementara rambak babi menyebar sepanjang 0,311 dengan *mean* 0,143. Nilai *energy* semakin besar jika pixel pada citra semakin homogen. *Energy* merupakan ukuran homogenitas citra [8].

Gambar 7e menunjukkan rambak sapi memiliki nilai sebaran *homogeneity* terluas yaitu 0,137 dengan nilai *mean* 0,917. Pada rambak kerbau nilai *homogeneity* menyebar sebesar 0,107 dengan *mean* 0,942. rambak babi menyebar sebesar 0,112 dengan *mean* 0,918. Nilai *homogeneity* besar jika variasi intensitas dalam citra kecil. *Homogeneity* merepresentasikan kekasaran pada bidang.

D. Pemodelan Jaringan Saraf Tiruan (JST) Backpropagation

Pemodelan dengan membagi data menjadi data training dan data validasi. Data input JST diwakili oleh nilai fitur warna dan tekstur citra rambak olahan, dan target *output* berupa angka yang mewakili jenis rambak, yaitu 1 untuk sapi, 0 untuk kerbau dan -1 untuk babi. Berikut hasil *trial and error* data input.

TABEL I
TRIAL AND ERROR DATA INPUT

Kombinasi Input	R Validasi	MSE Validasi
Warna (RGB-HSI)	0,4611	0,5272
Warna (RGB)	0,4545	0,5718
Warna (HSI)	0,3523	0,6042
Tekstur	0,6547	0,3867
Warna dan Tekstur	0,8249	0,2481

Hasil pemodelan terbaik menggunakan input warna dan tekstur, dengan fungsi aktivasi *logsig* pada *hidden layer* dan *tansig* pada *output layer*, fungsi pembelajaran *traingdm*, momentum 0,9 dan *learning rate* 0,1. Menurut Irwansyah and Faisal [24], fungsi aktivasi *log-sigmoid* umum digunakan pada *multilayer network* yang menggunakan algoritma pelatihan *backpropagation* dengan range [0 1]. Fungsi lain yang sering dipakai pada *backpropagation* adalah fungsi sigmoid bipolar (*tansig*) dengan range [-1 1]. *Traingdm* (*gradient descent with momentum*) merupakan metode paling sederhana yang modifikasi penurunan tercepatnya dilakukan dengan menambah momentum. Perubahan bobot saat ini dilakukan memperhitungkan perubahan bobot epoch sebelumnya [25].

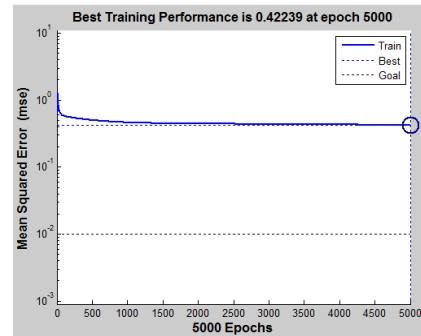
Learning rate menentukan kecepatan pelatihan sampai JST optimal [13]. Semakin kecil *learning rate* perubahan bobot kecil dan pergerakan kurva MSE semakin halus. *Learning rate* terlalu besar menyebabkan ketidakstabilan perubahan MSE. Momentum untuk mengimbangi *learning rate* diperlukan guna menghindari perubahan bobot mencolok [25]. Optimasi model JST klasifikasi jenis rambak olahan pada Tabel 2.

TABEL II
OPTIMASI TOPOLOGI JST

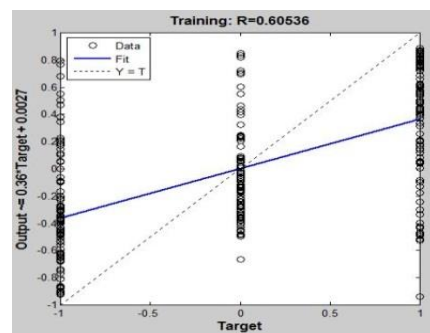
Topologi	Training		Validasi	
	R	MSE	R	MSE
11-10-1	0,6146	0,4150	0,8249	0,2481
11-20-1	0,6448	0,3905	0,7713	0,2894
11-30-1	0,6644	0,3735	0,7179	0,3572
11-40-1	0,6785	0,3625	0,7216	0,3289
11-10-10-1	0,6054	0,4224	0,8317	0,2362
11-10-20-1	0,6825	0,3569	0,7730	0,3227
11-10-30-1	0,7007	0,3406	0,7048	0,4013
11-10-40-1	0,7085	0,3327	0,7333	0,3804
11-20-10-1	0,6562	0,3799	0,7724	0,2985
11-20-20-1	0,6561	0,3802	0,7635	0,2863
11-20-30-1	0,6827	0,3572	0,7419	0,3049
11-20-40-1	-0,0912	0,8847	0,1704	0,8153
11-30-10-1	0,6529	0,3834	0,7695	0,2998
11-30-20-1	0,7105	0,3319	0,7495	0,3174
11-30-30-1	0,7412	0,3025	0,6778	0,3789
11-30-40-1	0,7763	0,2694	0,5608	0,5340
11-40-10-1	0,7260	0,3185	0,7151	0,3324
11-40-20-1	0,7205	0,3236	0,7038	0,3463
11-40-30-1	0,7238	0,3195	0,6661	0,4179
11-40-40-1	0,0507	0,7619	0,2422	0,7361

Menurut Hendrawan and Murase [17] model terbaik dipilih berdasar MSE validasi terkecil. Nilai MSE bergantung model JST yang dijalankan. Pilihan 2 *hidden layer* dengan 10 *nodes* tiap layer memberikan MSE validasi terendah 0,2362 dan R

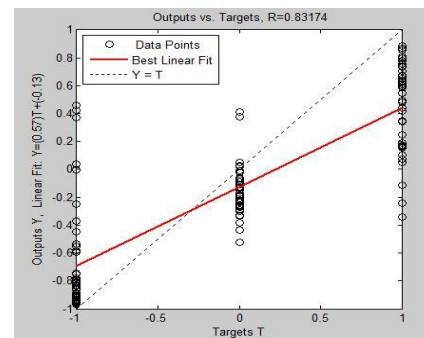
tertinggi 0,8317. Grafik training error dan koefisien korelasi model terbaik pada Gambar 8.



(a)



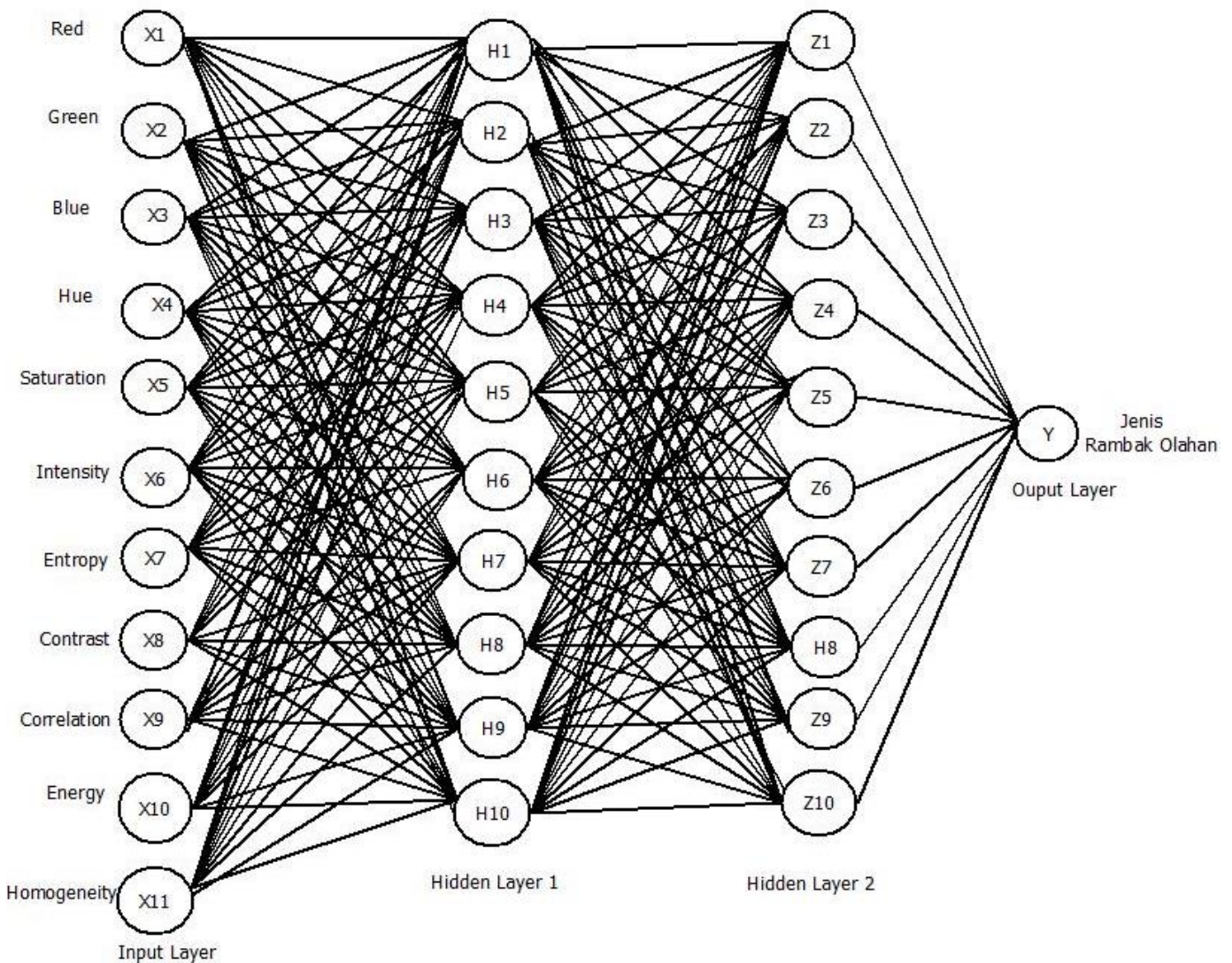
(b)



(c)

Gambar. 8 Simulasi JST terbaik (a) Performa *training error*, (b) *R training*, dan (c) *R validasi*

Pada Gambar 8a tampak tidak terjadi penurunan MSE signifikan sejak awal hingga *epoch* maksimum. Pada epoch ke 5000, nilai MSE training 0,42239 dengan R=0,60636 (Gambar 8b). Hasil *training* divalidasi untuk mengukur kemampuan model memprediksi keluaran dari masukan JST [13]. Pada Gambar 8c dapat dilihat nilai R validasi 0,83174 dan MSE validasi 0,2362. Menurut Ratner [26], nilai R 0,7-1,0 mengindikasikan hubungan kuat. Arsitektur JST terbaik disajikan pada Gambar 9.



Gambar. 9 Topologi JST terpilih

Ketepatan model dilihat dari akurasi (Persamaan 12), dimana A adalah jumlah data prediksi yang sama data aktual, B adalah jumlah data aktual [17]:

$$\text{Akurasi} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (12)$$

$$\text{Akurasi} = \left[\frac{94}{123} \right] \times 100\% = 76,4228\%$$

Pada rambak olahan sapi 21 data teridentifikasi benar, sementara 20 data teridentifikasi sebagai rambak olahan kerbau (akurasi 51,2195%). Pada rambak olahan kerbau 40 data teridentifikasi benar dan 1 data teridentifikasi sebagai rambak olahan babi (akurasi 97,5610%). Pada rambak olahan babi 33 data teridentifikasi benar, sisanya 8 data dikenali sebagai rambak olahan kerbau (akurasi 80,4878%). Akurasi rata-rata model 76,4228%. Akurasi model belum mencapai goal sehingga perlu perbaikan pada penelitian berikutnya. Menurut Adnan, et al. [5] penambahan input umumnya mampu meningkatkan akurasi rata-rata. Penelitian ini menggunakan

sampel rambak dari pasar secara langsung sehingga memengaruhi akurasi klasifikasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam analisis citra rambak indikator warna *red*, *green*, dan *blue* (RGB) diperoleh rata-rata RGB rambak kerbau tertinggi, diikuti rambak sapi dan babi. Rerata indikator warna *hue*, *saturation*, dan *intensity* (HSI) rambak kerbau H terkecil dan nilai S serta nilai I tertinggi dibanding rambak sapi dan babi. Ekstraksi fitur tekstur menggunakan GLCM, pembeda terbaik ketiga jenis rambak pada level 32. Rerata indikator *entropy*, *contrast*, dan *homogeneity* citra rambak sapi terkecil dibanding rambak kerbau dan babi. Rerata indikator *correlation* rambak babi terkecil, dan pada rerata *energy* citra rambak kerbau memiliki nilai terkecil.

Pemodelan jaringan saraf tiruan (JST) menunjukkan kombinasi input warna dan tekstur lebih baik dibanding warna atau tekstur saja. Topologi JST terbaik untuk klasifikasi jenis rambak olahan yaitu 11-10-10-1 dengan fungsi pembelajaran *Trainngdm* dan fungsi aktivasi *logsig* pada *hidden layer* dan

tansig pada output layer. Kombinasi momentum 0,9 dan learning rate 0,1 menghasilkan MSE validasi terkecil 0,2362, R sebesar 0,83171, dan akurasi 76,4228%. Tingkat akurasi tersebut menunjukkan hasil belum kuat, sehingga perlu dicari penyebabnya, diantaranya standarisasi sampel. Penelitian lanjutan analisis citra dan JST terhadap rambak perlu dilakukan untuk menguji beragam rambak dari berbagai daerah sehingga mengenali pola sifat dielektrik rambak tersebut. Pengenalan rambak olahan memang lebih kompleks dibanding rambak mentah sehingga membutuhkan sampel lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi serta Universitas Brawijaya yang telah membantu publikasi.

REFERENSI

- [1] K. Safitri and A. Wardani, "Deteksi Cemaran Babi pada Produk Sosis Sapi di Kota Malang dengan Metode Polymerase Chain Reaction," *J Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, pp. 1006-1014, 2015.
- [2] A. T. Muttaqien, Y. Erwanto, and A. Rohman, "Determination of buffalo and pig" Rambak" crackers using fur spectroscopy and chemometrics," *Asian J Anim. Sci.*, vol. 10, pp. 49-58, 2016.
- [3] S. Sucipto, T. Djatna, I. Irzaman, T. T. I, A. M. Fauzi, I. Tun Tedja, et al., "Application of Electrical Properties to Differentiate Lard from Tallow and Palm Oil," *Media Peternakan*, vol. 36, pp. 32-39, 2013.
- [4] S. D. Gupta and Y. Ibaraki, "Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications," ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [5] A. Adnan, S. Suhartini, and B. Kusbiantoro, "Identifikasi Varietas Berdasarkan Warna dan Tekstur Permukaan Beras Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan," *J Pen Pert Tan Pang*, vol. 32, pp. 91-97, 2013.
- [6] K. Chen, X. Sun, C. Qin, and X. Tang, "Color grading of beef fat by using computer vision and support vector machine," *Comput Electron Agric*, vol. 70, pp. 27-32, 2010.
- [7] I. Sofi'i, "Pemutuan Biji Kopi dengan Pengolahan Citra Digital dan Artificial Neural Network," Master, Agriculture Technology, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2005.
- [8] N. Purwaningsih, I. Soesanti, and H. A. Nugroho, "Ekstraksi Ciri Tekstur Citra Kulit Sapi Berbasis Co-occurrence Matrix," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, Yogyakarta, 2015, pp. 3-13.
- [9] A. Girolami, F. Napolitano, D. Faraone, and A. Braghieri, "Measurement of meat color using a computer vision system," *Meat sci*, vol. 93, pp. 111-118, 2013.
- [10] R. K. Dewi and R. H. Ginardi, "Identifikasi Penyakit pada Daun Tebu dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Color Moments," *J Tek Inf I Komput*, vol. 1, pp. 70-77, 2014.
- [11] X. Sun, H. Gong, F. Zhang, and K. Chen, "A digital image method for measuring and analyzing color characteristics of various color scores of beef," in *2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing*, Tianjin, China 2009, pp. 1-6.
- [12] D. Yuristiawan, F. Z. Rahmanti, and H. A. Santoso, "Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kesegaran Daging Sapi Lokal Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dengan Pendekatan Statistika," *Riptek*, vol. 9, pp. 9-16, 2015.
- [13] Sandra, H. K. Purwadaria, I. W. Budiastara, and A. Trisnobudi, "Pengembangan pemutuan buah manggis untuk ekspor secara non destruktif dengan jaringan syaraf tiruan," Doctor, Agriculture Technology, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- [14] N. Nugroho, E. Sedyono, and S. Suhartono, "Perbandingan Kinerja Jaringan Saraf Tiruan Model Backpropagation dan General Regression Neural Network Untuk Mengidentifikasi Jenis Daging Sapi," *J Sist Inf Bis*, vol. 1, pp. 33-40, 2012.
- [15] A. F. Hartono, D. Dwijanto, and Z. Abidin, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Sebagai Sistem Pengenalan Citra Daging Babi dan Citra Daging Sapi," *UNNES J Math*, vol. 1, pp. 124-130, 2012.
- [16] C. Solomon and T. Breckon, *Fundamentals of Digital Image Processing: A practical approach with examples in Matlab*: John Wiley & Sons, 2011.
- [17] Y. Hendrawan and H. Murase, "Bio-inspired feature selection to select informative image features for determining water content of cultured Sunagoke moss," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, pp. 14321-14335, 2011.
- [18] A. Rofi'ah, "Identifikasi Pembeda Rambak Olahan Kulit Sapi, Kerbau, dan Babi menggunakan Metode Dielektrik dan Jaringan Syaraf Tiruan," Bachelor, Agroindustrial Tehnology, Universitas Brawijaya, Malang, 2017.
- [19] N. Huda, A. A. Putra, and R. Ahmad, "Physicochemical and Nutritional Characteristics of Indonesian Buffalo Skin Crackers," *Int J Meat Sci*, vol. 1, pp. 36-51, 2011.
- [20] A. Widati and S. I. Mustakim, "Pengaruh Lama Pengapuran terhadap Kadar Air, Kadar Protein, Kadar Kalsium, Daya Kembang dan Mutu Organoleptik Kerupuk Rambak Kulit Sapi," *J Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, vol. 2, pp. 47-56, 2007.
- [21] Y. Permedi, "Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik," *J Inf*, vol. 9, pp. 1028-1038, 2015.
- [22] S. B. Sulistyono, "Pemutuan Buah Jeruk Siam Pontianak (Citrus nobilis var. microcarpa) dengan Teknik Pengolahan Citra," Master, Human Ecology, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2008.
- [23] B. Issac and N. Israr, *Case Studies in Intelligent Computing: Achievements and Trends*. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [24] E. Irwansyah and M. Faisal, *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: DeePublish, 2015.
- [25] J. J. Siang, "Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan Matlab," ed. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005.
- [26] B. Ratner, "The correlation coefficient: Its values range between +1/-1, or do they?," *J Targeting, Meas Ana Mark*, vol. 17, pp. 139-142, 2009.