

TEKNOLOGI PERTANIAN

PEMUTUAN BUAH CABAI MERAH BESAR (*Capsicum Annuum L.*) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN*Big Red Chili (Capsicum Annuum L.) Grading Using Digital Image Processing And Artificial Neural Network*

Ardika Aris Sugianto*, Dedy Wirawan Soediby, Bambang Marhaenanto

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121

*E-mail : ardikasugianto@gmail.com

ABSTRACT

Fresh big red chili grading in Indonesia is still manually done based on human visual which has a lot of disadvantages. This research aimed to develop an image processing algorithm to identify the quality of fresh big red chili into four classes namely I, II, III, and Reject. The samples, 400 pieces fresh big red chili fruit (Biola varieties) were obtained from Tanjung Market in Jember. Red chili image was analyzed to get seven image quality parameters namely r index, g index, perimeter, area, length, diameter, and the defect area using image processing program. Parameters of image quality related to the quality criteria of the fruit were used as input for the artificial neural networks (ANN) training with back propagation method. Three variations of ANN were used for training the ANN with 10, 15, and 20 hidden layer nodes. ANN trainings were done using 300 pieces data. The weight of the ANN was used to identify the class of 100 pieces testing data with feedforward propagation. The best ANN variations algorithm then integrated in a red chili image processing program so that the program will automatically determined the class of fresh red chilies. Image quality parameters according to red chilies quality criteria were r index, g index, perimeter, area, length, and defect area. Best ANN variations was ANN with 20 hidden layer nodes with highest prediction accuracy rate 100% and the lowest MSE value 1.05607 E-005. The accuracy of red chilies grading was obtained 100%.

Keywords: grading, image processing, artificial neural network, backpropagation

ABSTRAK

Pemutuan buah cabai merah segar di Indonesia masih dilakukan secara manual berdasarkan penglihatan manusia sehingga memiliki banyak kekuarangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan algoritma pengolahan citra yang mampu menggolongkan buah cabai merah segar dalam empat kelas mutu yaitu mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Sampel yang digunakan adalah 400 buah cabai merah segar varietas Biola yang didapatkan dari Pasar Tanjung di Kabupaten Jember. Citra cabai merah diolah untuk mendapatkan tujuh parameter mutu citra yaitu indeks r, indeks g, perimeter, area, panjang, diameter, dan area cacat menggunakan program pengolahan citra. Parameter mutu citra yang sesuai dengan kriteria mutu buah akan digunakan sebagai *input* pada pelatihan jaringan syaraf tiruan (JST) dengan metode *backpropagation*. Tiga variasi JST yang digunakan untuk pelatihan JST yaitu variasi JST dengan 10, 15, dan 20 *node* lapisan tersembunyi. Pelatihan JST dilakukan menggunakan 300 buah data *training*. Bobot-bobot hasil pelatihan variasi JST digunakan pada propagasi maju untuk menduga kelas mutu 100 buah data *testing*. Algoritma hasil pelatihan variasi JST terbaik kemudian diintegrasikan pada program pengolah citra cabai merah sehingga secara otomatis program dapat menentukan kelas mutu buah cabai merah segar. Parameter mutu citra yang sesuai dengan kriteria mutu buah cabai merah adalah indeks r, indeks g, perimeter, area, panjang, dan area cacat. Variasi JST terbaik adalah variasi JST dengan 20 *node* lapisan tersembunyi karena memiliki tingkat akurasi prediksi paling tinggi yaitu 100% dan nilai MSE terendah yaitu 1,05607 e-005. Program pemutuan buah cabai merah memiliki tingkat akurasi pemutuan sebesar 100%.

Keywords: pemutuan, pengolahan citra, jaringan syaraf tiruan, backpropagation

How to cite: Sugianto AA, Soediby DW, Marhaenanto B. 2015. Pemutuan buah cabai merah besar (*Capsicum Annuum L.*) menggunakan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) adalah tanaman tahunan berupa tumbuhan perdu berkayu dengan rasa buah pedas akibat kandungan *capsaicin* di dalamnya. Cabai merah termasuk salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan cocok untuk dikembangkan di daerah tropis seperti di Indonesia. Buah cabai merah dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahan seperti saus/sambal cabai, cabai kering, manisan cabai, pasta cabai dan lainnya (Piay *et al.*, 2010:1).

Budidaya tanaman cabai merah sudah cukup berkembang di Indonesia. Hal ini dapat terlihat dari peningkatan produktivitas dan harga cabai merah setiap tahunnya. Pada tahun 2012 produksi cabai merah Indonesia mengalami peningkatan sebanyak 65,51 ribu ton (7,37 persen) dibandingkan tahun 2011 yaitu sebanyak 954,36 ribu ton. Selain itu, harga cabai merah Indonesia pada Agustus 2013 juga naik 2,45 persen dibandingkan Juli 2013 atau naik 60,67 persen bila dibandingkan Agustus 2012 (Badan Pusat Statistik, 2013:79). Perkembangan komoditas cabai merah

disebabkan karena harganya yang menguntungkan serta dibutuhkan masyarakat secara luas.

Pemutuan buah cabai merah segar di Indonesia selama ini dilakukan menggunakan visual manusia dengan memperhatikan bentuk fisik dan ukuran buah yang dilakukan secara manual. Pemutuan dilakukan untuk menggolongkan buah cabai merah segar berdasarkan kualitas dan ukuran panjang buah. Pemutuan secara manual masih memiliki banyak kekurangan, diantaranya membutuhkan waktu yang relatif lama, menghasilkan produk sortasi yang beragam (karena keterbatasan visual dan rabaan manusia), dan perbedaan persepsi mutu produk hasil pemutuan karena unsur subyektifitas.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu metode yang dapat menggolongkan mutu buah cabai merah segar secara efektif dan efisien. Pengolahan citra merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Pengolahan citra menggunakan sistem visual berdasarkan sensor elektro-optika, sehingga mempunyai kemampuan yang lebih peka, tepat, dan obyektif daripada kemampuan visual manusia (Soediby, 2006:2). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan algoritma pengolahan citra yang

mampu menggolongkan buah cabai merah segar dalam empat kelas mutu yaitu mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan pada proses pemutuan di industri buah cabai merah segar agar proses pemutuan buah cabai merah segar menjadi lebih akurat, efektif dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Alat Dan Bahan Penelitian. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel buah cabai merah besar segar varietas Biola pada kelas mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject yang didapatkan dari Pasar Tanjung di Kabupaten Jember. Pada masing-masing kelas mutu diambil 75 sampel untuk data *training* dan 25 sampel untuk data *testing*, sehingga keseluruhan sampel adalah 400 buah cabai merah besar.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat penelitian

No.	Nama Alat	No.	Nama Alat
1	Kamera CCD 31BUO4.H	8	Lampu TL 15 watt 4 buah
2	Perangkat komputer	9	Kotak penutup
3	Jangka sorong	10	Program SharpDevelop 4.2
4	Penggaris	11	Program Jasc Paint Shop Pro 9
5	Meja sortasi	12	Program MATLAB R2007b
6	Kain tetron putih	13	Program Microsoft Excel
7	Meja pengambilan gambar	14	Program IC Capture 2.2

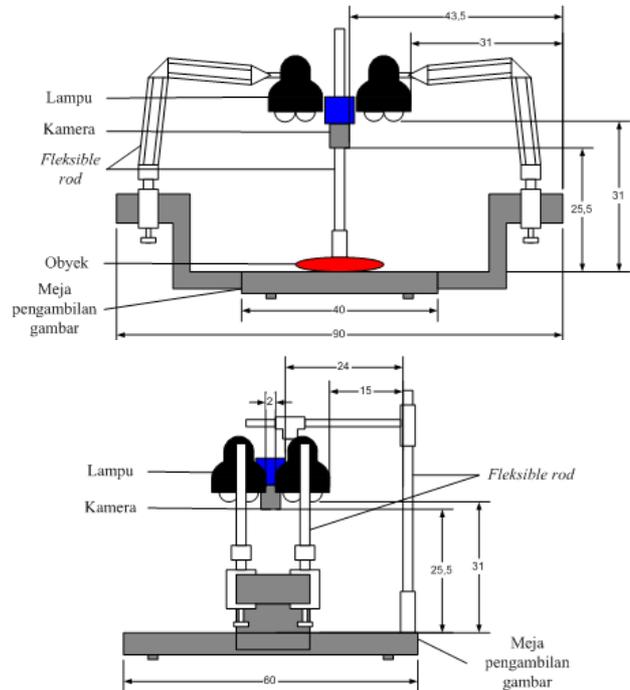
Tahapan Penelitian. Sampel buah cabai merah besar segar diperoleh dengan cara membeli dari pedagang cabai merah di Pasar Tanjung, Jember, Jawa Timur. Sampel kemudian dimutuskan secara manual untuk memisahkan sampel kedalam empat kelas mutu, yaitu mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Pedoman pemutuan yang digunakan adalah persyaratan mutu buah cabai merah besar segar berdasarkan SNI. Tabel 2. berikut menampilkan pedoman pemutuan yang digunakan pada pemutuan manual.

Tabel 2. Pedoman pemutuan manual

Jenis uji	Satuan / Contoh	Persyaratan			
		Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu Reject
1. Warna					
- Merah		Merah	Merah	Merah	Merah
- Kehitaman		-	-	-	Kehitaman
2. Bentuk					
- Normal		Normal	Normal	Normal	Normal
- Tidak normal		-	-	-	Tidak Normal
3. Ukuran					
- Panjang buah	cm	12 - 14	9 - <12	<9	Semua ukuran
- Garis tengah pangkal	cm	1,5 - 1,7	1,3 - <1,5	<1,3	Semua ukuran
4. Kerusakan					
- Cacat Hitam		Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
- Cacat Putih		Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
- Cacat Cokelat		Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada

Pengambilan citra sampel dilakukan menggunakan perangkat meja pengambilan gambar dan kamera CCD. Metode pengambilan citra sampel dilakukan berdasarkan prosedur *image acquisition* yang telah

dilakukan. Prosedur *image acquisition* dilakukan untuk mendapatkan hasil citra cabai merah yang terbaik. Proses ini dilakukan dengan mengatur jarak kamera dan posisi penyinaran sehingga didapatkan hasil citra cabai merah yang mendekati aslinya, sedikit timbul bayangan, dan tidak ada cahaya berlebih yang mempengaruhi warna obyek. Metode penentuan *image acquisition* adalah *trial and error*. Jarak kamera dan posisi penyinaran terbaik hasil *image acquisition* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Meja pengambilan gambar dan tata letak peralatnya

Kriteria mutu yang menentukan kualitas buah cabai merah besar segar berdasarkan SNI adalah warna, bentuk, ukuran dan kerusakan. Kriteria mutu ini diduga dapat direpresentasikan dengan parameter mutu citra indeks warna, perimeter, area, diameter, panjang dan area cacat. Nilai parameter mutu citra diekstraksi menggunakan program pengolahan citra. Program pengolahan citra dalam penelitian ini dibuat menggunakan program SharpDevelop 4.2. Hasil analisa citra dari program ini disajikan dalam bentuk file teks.

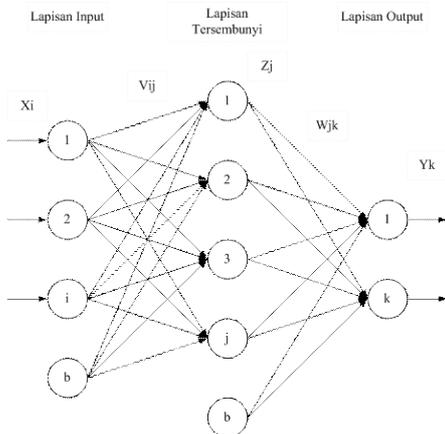
Hasil ekstraksi nilai indeks warna, perimeter, area, panjang, diameter, dan area cacat dari citra perlu dianalisis dengan ukuran statistik untuk mengetahui korelasi antara parameter mutu citra dengan kriteria mutu buah berdasarkan pemutuan manual. Ukuran statistik yang digunakan adalah rerata, standar deviasi, K1 (kuartil pertama), median/K2 (kuartil kedua), K3 (kuartil ketiga), nilai minimum dan nilai maksimum. Nilai-nilai parameter mutu citra yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik boxplot. Tabulasi data dan penggambaran grafik boxplot dilakukan dengan program MS Excel. Boxplot adalah penampakan garis yang didasarkan pada nilai kuartil, untuk memudahkan dalam menggambar suatu kelompok data. Untuk menggambar boxplot, dibutuhkan lima buah nilai dari data, yaitu nilai minimum, K1 (kuartil pertama), median, K3 (kuartil ketiga) dan nilai maksimum (Mason, 1996:148). Parameter mutu citra yang memiliki korelasi dengan kriteria mutu buah kemudian akan dijadikan data *input* pada prosedur pelatihan JST di tahap selanjutnya.

Sumber data yang digunakan dalam analisis JST adalah data hasil pengolahan citra, yang dibagi dalam dua bagian yaitu 300 data *training* dan 100 data *testing*. Data *training* memiliki nilai *target* yang dibagi menjadi 4 kelas mutu yaitu Mutu I, Mutu II, Mutu III dan mutu Reject (RJ). Masing-masing data memiliki nilai parameter mutu citra berupa area, panjang, diameter, perimeter, area cacat, r, dan g. Parameter mutu

citra yang memiliki korelasi dengan kriteria mutu buah berdasarkan pemutuan manual akan digunakan sebagai *node* pada *input* JST. Variasi dari struktur JST yang digunakan adalah berdasarkan jumlah *node* lapisan tersembunyi yang terdiri dari 10 *node*, 15 *node*, dan 20 *node*. Berdasarkan variasi-variasi tersebut dianalisis karakteristiknya dan dipilih variasi terbaik yang memberikan akurasi pendugaan tertinggi. Tabel 3. berikut menampilkan struktur JST yang digunakan dalam pelatihan.

Tabel 3. Struktur JST

Karakteristik	Spesifikasi
Algoritma	<i>Backpropagation gradient descent</i> dengan momentum
Metode normalisasi	Metode rerata 0 dan standar deviasi 1
<i>Node</i> lapisan input	Tergantung dari hasil penilaian korelasi parameter mutu citra dengan kriteria mutu buah
<i>Node</i> lapisan tersembunyi	10 <i>node</i> , 15 <i>node</i> , 20 <i>node</i>
<i>Node</i> lapisan output	2 definisi target bilangan bipolar mutu I (1,1); mutu II (1,-1); mutu III (-1,1); mutu RJ (-1,-1)
Bobot awal	Metode nguyen-widrow
Fungsi aktifasi	Sigmoid bipolar (<i>input-hidden</i>) Sigmoid bipolar (<i>hidden-output</i>)
Iterasi	500000
<i>Learning rate</i>	0.4
Momentum	0.9



Gambar 2. Arsitektur jaringan *backpropagation*

Keterangan :

- X_i : masukan ke *node* i
- V_{ij} : nilai pembobot antara *node* i ke *node* j
- Z_j : keluaran dari *node* j
- W_{jk} : nilai pembobot antara *node* j ke *node* k
- Y_k : keluaran dari *node* k
- b : bias

Nilai bobot-bobot hasil pelatihan JST digunakan pada propagansi maju terhadap data *testing* yang telah dinormalisasikan. Hasil propagansi maju berupa kelas mutu dibandingkan dengan kelas mutu yang sebenarnya. Variasi JST terbaik ditentukan berdasarkan variasi yang menghasilkan pendugaan hasil yang paling mendekati hasil sebenarnya. Hasil koleksi nilai bobot variasi JST terbaik diformulasikan menjadi fungsi propagansi maju. Fungsi tersebut diintegrasikan dengan program pengolahan citra sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai parameter mutu citra.

Proses validasi dilakukan untuk menguji ketepatan yang dimiliki oleh program pemutuan dalam menduga kelas mutu buah cabai merah. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan program pemutuan untuk menduga kelas mutu yang dimiliki oleh 100 data *testing*. Hasil dari proses validasi ditampilkan dalam *confusion matrix*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

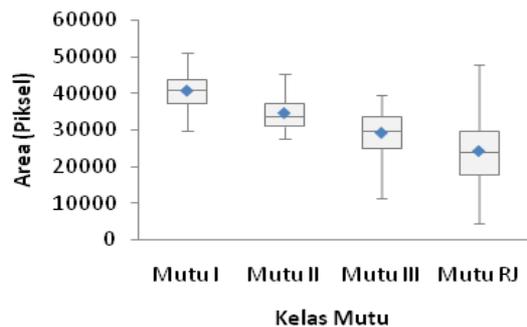
Program Pengolahan Citra Buah Cabai Merah Besar. Hasil pengambilan citra buah cabai merah besar dengan menggunakan kamera CCD memiliki format RGB dengan resolusi 1024 x 768 piksel dan ekstensi BMP. Program pengolahan citra buah cabai merah besar dibuat untuk mendapatkan nilai parameter mutu citra yang menentukan mutu buah cabai merah besar. Prosedur mengolah citra menggunakan program ini dimulai dengan membuka *file* citra yang disimpan dalam *hardisk* menggunakan tombol “Buka File”. Selanjutnya dengan menekan tombol “Olah”, maka program secara otomatis mengekstraksi nilai parameter mutu citra area, panjang, diameter, perimeter, area cacat, indeks warna merah, dan indeks warna hijau. Data hasil analisis citra dari program ini akan disimpan secara otomatis dalam bentuk *file text*.

Analisis Statistik Terhadap Parameter Mutu Citra. Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra menunjukkan bahwa parameter mutu citra area, panjang, dan perimeter memiliki sebaran nilai semakin menurun dari kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Kelas mutu Reject memiliki sebaran nilai mencakup kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Berdasarkan konsistensi penurunan nilai area, panjang, dan perimeter dari mutu I ke mutu III, maka parameter mutu area, panjang, dan perimeter dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu I, mutu II, dan mutu III.

Parameter mutu area cacat, indeks warna merah, dan indeks warna hijau memiliki sebaran nilai yang berbeda antara kelas mutu Reject dengan kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka parameter mutu area cacat, indeks warna merah, dan indeks warna hijau dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu Reject. Sedangkan parameter mutu diameter memiliki sebaran nilai yang semakin besar dari kelas mutu I ke kelas mutu III. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria mutu buah dimana semakin tinggi mutu buah, maka diameter buah semakin besar. Oleh karena itu, parameter mutu diameter tidak dapat digunakan sebagai *input* JST.

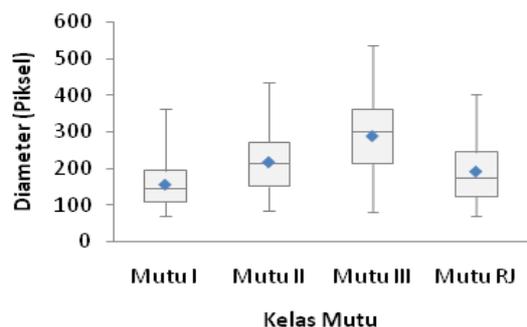
Hasil ekstraksi parameter mutu citra pada masing-masing kelas mutu berdasarkan ukuran statistik pada data sebanyak 400 sampel buah cabai merah besar ditampilkan pada grafik boxplot berikut ini.

1. Area

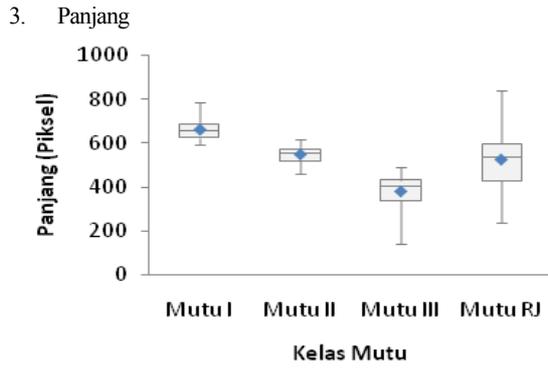


Gambar 3. Boxplot parameter mutu area

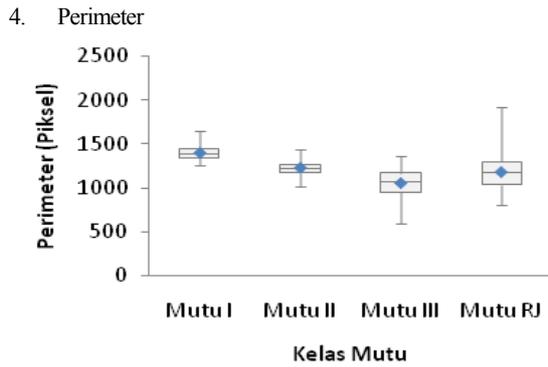
2. Diameter



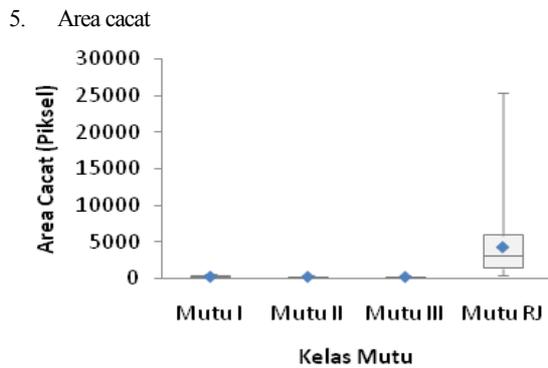
Gambar 4. Boxplot parameter mutu diameter



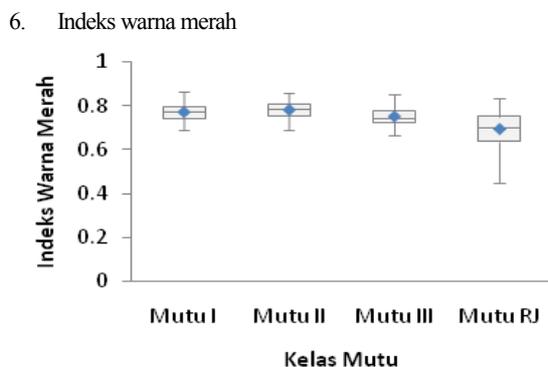
Gambar 5. Boxplot parameter mutu panjang



Gambar 6. Boxplot parameter mutu perimeter

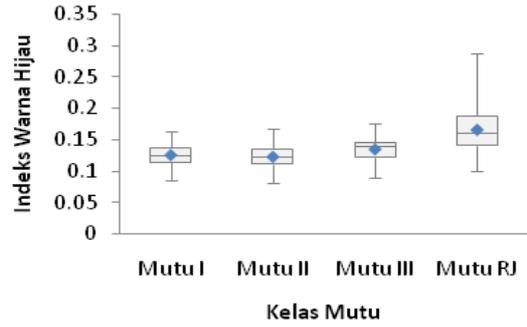


Gambar 7. Boxplot parameter mutu area cacat



Gambar 8. Boxplot parameter mutu indeks warna merah

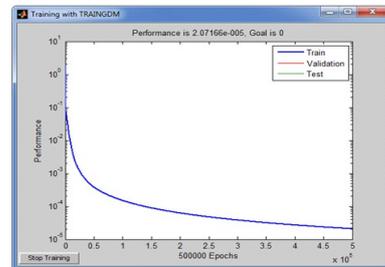
7. Indeks warna hijau



Gambar 9. Boxplot parameter mutu indeks warna hijau

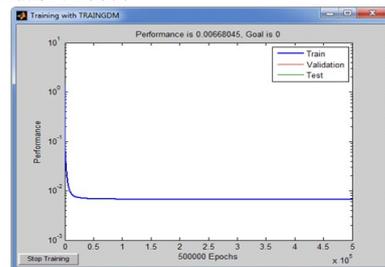
Penentuan Variasi Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik. Hasil dari pelatihan ketiga variasi JST setelah dilakukan iterasi sebanyak 500.000 kali adalah :

1. JST dengan 10 *node* lapisan tersembunyi
 MSE : 2,07166 e-005
 Gradient : 1,10297 e-005
 Kesalahan prediksi : 1 buah
 Validasi : 99%



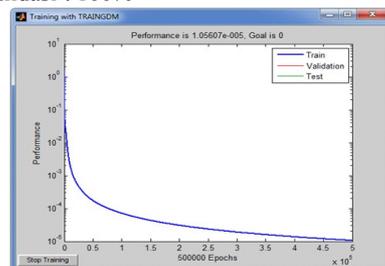
Gambar 10. Kurva kinerja JST dengan *input* 10 *node* lapisan tersembunyi

2. JST dengan 15 *node* lapisan tersembunyi
 MSE : 0,00668045
 Gradient : 8,74447 e-006
 Kesalahan prediksi : 0 buah
 Validasi : 100%



Gambar 11. Kurva kinerja JST dengan *input* 15 *node* lapisan tersembunyi

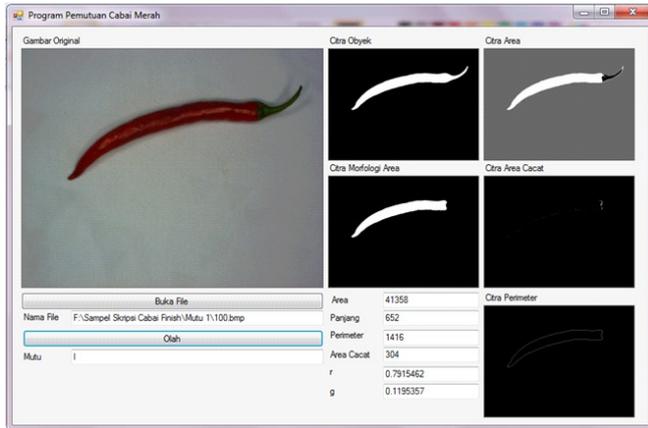
3. JST dengan 20 *node* lapisan tersembunyi
 MSE : 1,05607 e-005
 Gradient : 7,72106e-006
 Kesalahan prediksi : 0 buah
 Validasi : 100%



Gambar 12. Kurva kinerja JST dengan input 20 node lapisan tersembunyi

Berdasarkan hasil diatas, maka variasi JST terbaik adalah JST dengan 20 node lapisan tersembunyi karena memiliki tingkat akurasi prediksi paling tinggi yaitu 100% dan nilai MSE terendah yaitu 1,05607 e-005.

Integrasi Program Pengolahan Citra Dengan JST. Proses integrasi program pengolahan citra dengan JST dilakukan dengan cara memasukkan fungsi propagansi maju menggunakan bobot-bobot hasil pelatihan variasi JST terbaik (JST dengan 20 node lapisan tersembunyi) pada program pengolahan citra, sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai parameter mutu citra. Tampilan program pemutuan buah cabai merah besar ditampilkan pada Gambar 13. berikut.



Gambar 13. Tampilan program pemutuan buah cabai merah besar

Validasi Program Pemutuan Cabai Merah. Program pemutuan cabai merah memiliki tingkat akurasi total 100%. Hasil validasi program pemutuan cabai merah ditampilkan pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Confusion matrix hasil validasi program pemutuan cabai merah

Kelas mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi (%)	Kesalahan omisi (%)
	I	II	III	RJ			
Aktual	I	25	0	0	25	100	0
	II	0	25	0	25	100	0
	III	0	0	25	25	100	0
	RJ	0	0	0	25	100	0
Total kolom	25	25	25	25	100		
Akurasi user (%)	100	100	100	100			
Kesalahan komisi (%)	0	0	0	0			

SIMPULAN

Parameter mutu citra yang sesuai dengan kriteria mutu buah cabai merah adalah indeks r, indeks g, perimeter, area, panjang, dan area cacat. Variasi JST terbaik adalah variasi JST dengan 20 node lapisan tersembunyi karena memiliki tingkat akurasi prediksi paling tinggi yaitu 100%. Program pemutuan buah cabai merah memiliki tingkat akurasi pemutuan sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2013. *Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Edisi 40 September 2013*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Mason, R. D., dan Lind, D. A. 1996. *Teknik Statistika untuk Bisnis & Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.

Piay, Tyasdjaja, Ermawati, dan Hantoro. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Cabai Merah (Capsicum annuum L.)*. Jawa Tengah: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.

Soedibyo, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (Glycine Max (L.) Merr.) Dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).