



**PEMUTUAN BUAH CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

Oleh

**Ardika Aris Sugianto
NIM 111710201042**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PEMUTUAN BUAH CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annum L.*)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Jurusan Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Ardika Aris Sugianto
NIM 111710201042

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Keluarga saya, Bapak Sugianto Sumowijoyo, Ibu Tuti Tenggono, Kakak Benny Sugianto dan Kakak Danny Sugianto untuk segala doa, motivasi dan dukungan dalam menyambut masa depan yang lebih baik;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Sahabat-sahabat seperjuangan TEP 2011 tercinta untuk setiap kebersamaan dan harapan yang pernah tercipta;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTO

Hidup ini tidak mudah, tapi tidak ada kesulitan yang tidak memiliki jalan keluar. Janganlah kita berfokus pada yang sulit, tapi pada yang harus kita lakukan dengan lebih baik dan segera.

(Mario Teguh)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardika Aris Sugianto

NIM : 111710201042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Maret 2015
Yang menyatakan,

Ardika Aris Sugianto
NIM 111710201042

SKRIPSI

**PEMUTUAN BUAH CABAI MERAH BESAR (*Capsicum annuum* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh

Ardika Aris Sugianto
NIM 111710201042

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy W Soedibyo, S.TP, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemutuan Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Selasa, 31 Maret 2015
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna M.Eng.
NIP. 196910051994021001

Dr. Saiful Bukhori S.T., M.Kom
NIP. 196811131994121001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.
NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Pemutuan Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan; Ardika Aris Sugianto, 111710201042; 2015; 56 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Pemutuan buah cabai merah segar di Indonesia selama ini masih dilakukan secara manual. Pemutuan secara manual memiliki banyak kekurangan, diantaranya membutuhkan waktu yang relatif lama, menghasilkan produk sortasi yang beragam, 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. Tujuan penelitian untuk mengetahui: (1) mempelajari hubungan antara kriteria mutu penampakan fisik buah cabai merah segar dengan parameter mutu citra, (2) menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik, (3) menyusun algoritma pemutuan menggunakan jaringan syaraf tiruan, dan (4) mengetahui tingkat akurasi program tersebut dalam melakukan pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik. 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.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah cabai merah segar varietas Biola yang didapatkan dari Pasar Tanjung di Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Sampel buah cabai merah digolongkan secara manual ke dalam empat kelas mutu yaitu mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Pada masing-masing kelas mutu terdapat 75 sampel untuk data *training* dan 25 sampel untuk data *testing*, sehingga keseluruhan sampel adalah 400 buah cabai merah besar. Setelah dimutukan secara manual, sampel buah cabai merah diambil citranya menggunakan kamera CCD.

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*. Variasi JST terbaik ditentukan berdasarkan variasi yang menghasilkan pendugaan hasil yang paling mendekati hasil sebenarnya. Algoritma hasil pelatihan variasi JST terbaik kemudian diintegrasikan pada program pengolah citra cabai merah sehingga secara otomatis program dapat menduga 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 $1,05607 \times 10^{-5}$. Program pemutuan buah cabai merah memiliki tingkat akurasi pemutuan sebesar 100%.

SUMMARY

Big Red Chili (*Capsicum annum L.*) Grading Using Digital Image Processing And Artificial Neural Network; Ardika Aris Sugianto, 111710201042; 2015; 56 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Fresh big red chili grading in Indonesia still done manually. Manual grading has many shortcomings, such as require a relatively long time, produce a diverse sorting, and differences in the quality perception of products as an element of subjectivity. Based on this, it needs a method that can classify the quality of fresh big red chilies effectively and efficiently. Image processing is an alternative to overcome this. The objective of this research was to determine: (1) the relationship between physical appearance quality parameters of fresh red chilies with image quality parameters, (2) developing image processing programs for fresh red chilies grading based on physical appearance, (3) developing grading algorithm using neural networks, and (4) determining the level of accuracy of the program in performing fresh red chilies grading based on physical appearance. The results of this research can be used in grading processes in the fresh red chilies industries in order to make fresh red chilies grading be more accurate, effective and efficient.

The sample used in this study was the fresh red chilli fruit (Biola varieties) obtained from Tanjung Market in Jember, East Java Province. Red chilies samples manually classified into four quality classes which were I, II, III, and Reject. In each quality class there were 75 samples for the training data and 25 samples for the testing data, so that the whole samples were 400 big red chilies. After manually graded, red chilies sample image taken using the CCD camera.

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. Image quality parameters in accordance with the quality criteria of the fruit will be 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 of training data. The weights of the ANN was used to identify the quality class of 100 pieces testing data with feedforward propagation. Best ANN variation was determined based on the variation of estimation results closest to the actual results. Best ANN variations algorithm then integrated in a red chili image processing program so that the program will automatically guess the quality 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). Red chilies grading program have 100% accuracy rate.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pemutuan Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dedy W Soediby, STp, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dr. Siswoyo Soekarno S.Tp., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
6. Bapak Sugianto Sumowijoyo, Ibu Tuti Tenggono, Kakak Benny Sugianto dan Kakak Danny Sugianto yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangatnya setiap waktu;
7. Teman-teman seperjuangan skripsi ENOTIN (Ana Kanzul Vikri, Eryalfan Setyo Prakoso, Ahmad Haris Hassanudin Slamet dan Moh. Ubaydilah);
8. Teman-teman sepermainan (Sherli Adisty, Effi Luciana, Meliana Andrayani dan Erfina);

9. Seluruh keluarga besar mahasiswa FTP, terutama teman-teman seperjuangan TEP angkatan 2011, yang telah membantu dan memberikan informasi serta motivasi selama ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik do'a, tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Jember, Maret 2015

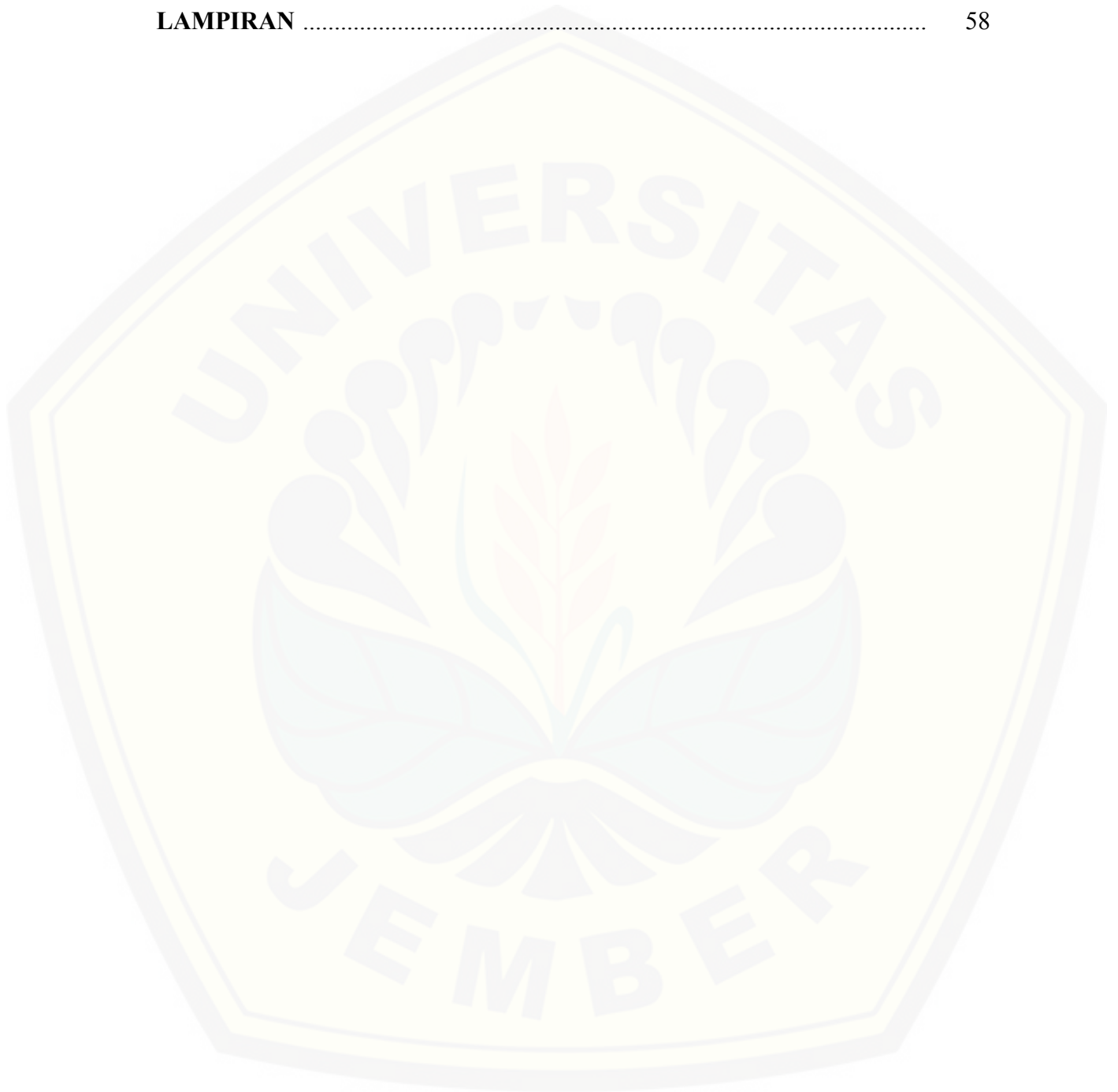
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Botani Tanaman Cabai Merah	4
2.2 Klasifikasi Cabai Merah	5
2.3 Varietas Cabai Merah	5
2.4 Syarat Mutu Buah Cabai Merah Segar	7
2.5 Citra Digital	7
2.6 Segmentasi Citra	8
2.7 Area	8
2.8 Perimeter	9
2.9 Pengolahan Warna	9

2.10 Jaringan Syaraf Tiruan.....	10
2.11 <i>Backpropagation</i>	10
2.12 Penelitian Terdahulu	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	13
3.2.1 Alat	13
3.2.2 Bahan	14
3.3 Tahapan Penelitian	14
3.3.1 Persiapan Sampel	15
3.3.2 <i>Image Acquisition</i>	16
3.3.3 Pengambilan Citra	17
3.3.4 Pendugaan Parameter Mutu Citra	18
3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra	19
3.3.6 Analisis Statistik terhadap Parameter Mutu Citra	20
3.3.7 <i>Training</i> Jaringan Syaraf Tiruan	21
3.3.8 Pembuatan Program Pemutuan	25
3.3.9 Validasi	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Deskripsi Sampel Buah Cabai Merah Besar	28
4.2 Program Pengolahan Citra Buah Cabai Merah Besar	28
4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) <i>Background</i>	31
4.4 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) <i>Area</i>	33
4.5 Operasi Morfologi	35
4.6 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) <i>Area Cacat</i>	37
4.7 Proses Ekstraksi Citra	40
4.8 Analisis Statistik terhadap Parameter Mutu Citra	43
4.9 Penentuan Variasi Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik	48
4.10 Integrasi Program Pengolahan Citra dengan JST	51
4.11 Validasi Program Pemutuan Cabai Merah	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	55

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58



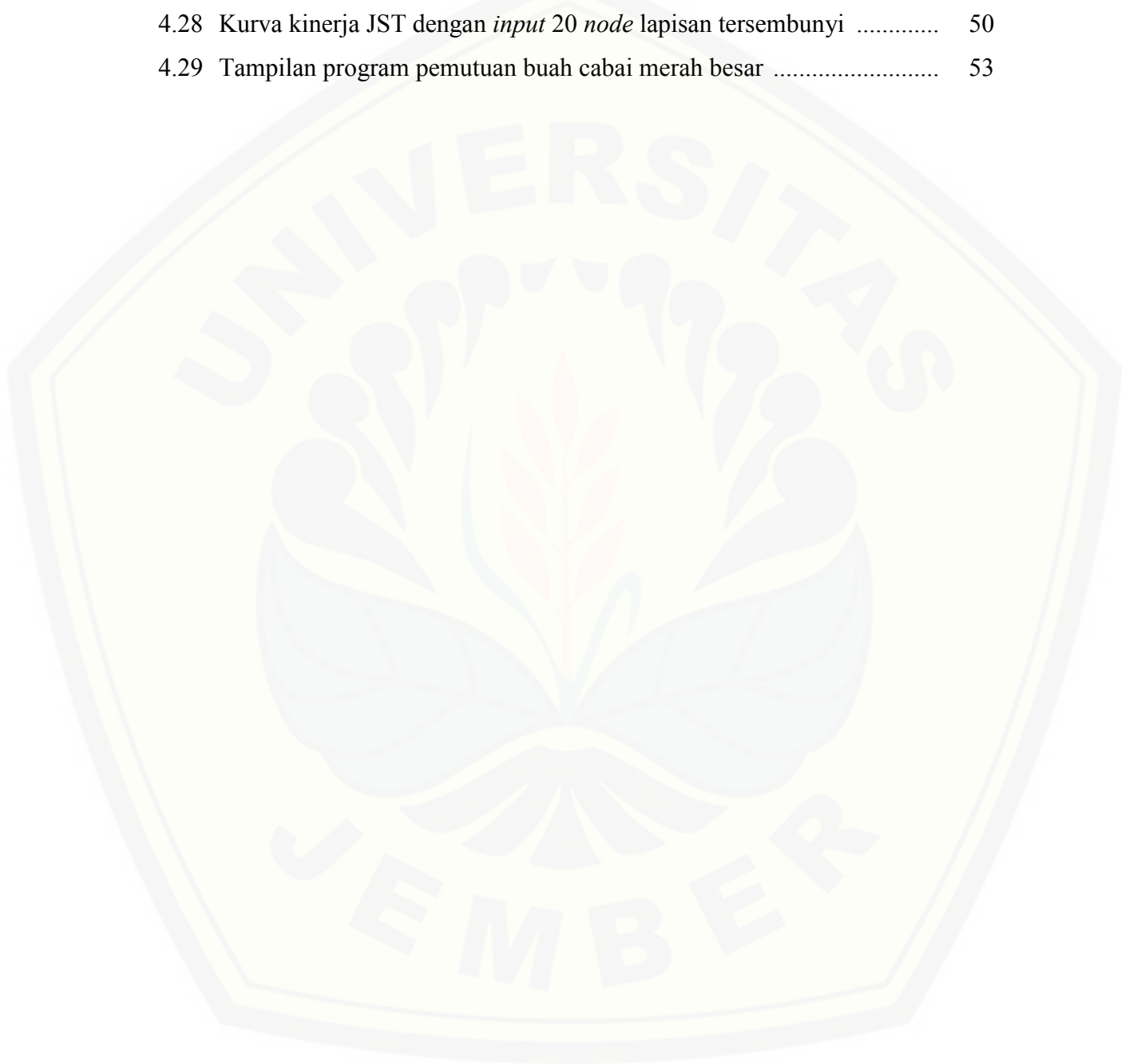
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Persyaratan mutu cabai merah segar	7
3.1 Pedoman pemutuan manual	16
3.2 Dugaan hubungan kriteria mutu buah cabai merah besar dan parameter mutu citra	19
3.3 Struktur JST	22
3.4 Definisi target	23
3.5 <i>Confusion matrix</i>	26
4.1 Definisi <i>output</i>	52
4.2 <i>Confussion matrix</i> hasil validasi program pemutuan cabai merah	54

DAFTAR GAMBAR

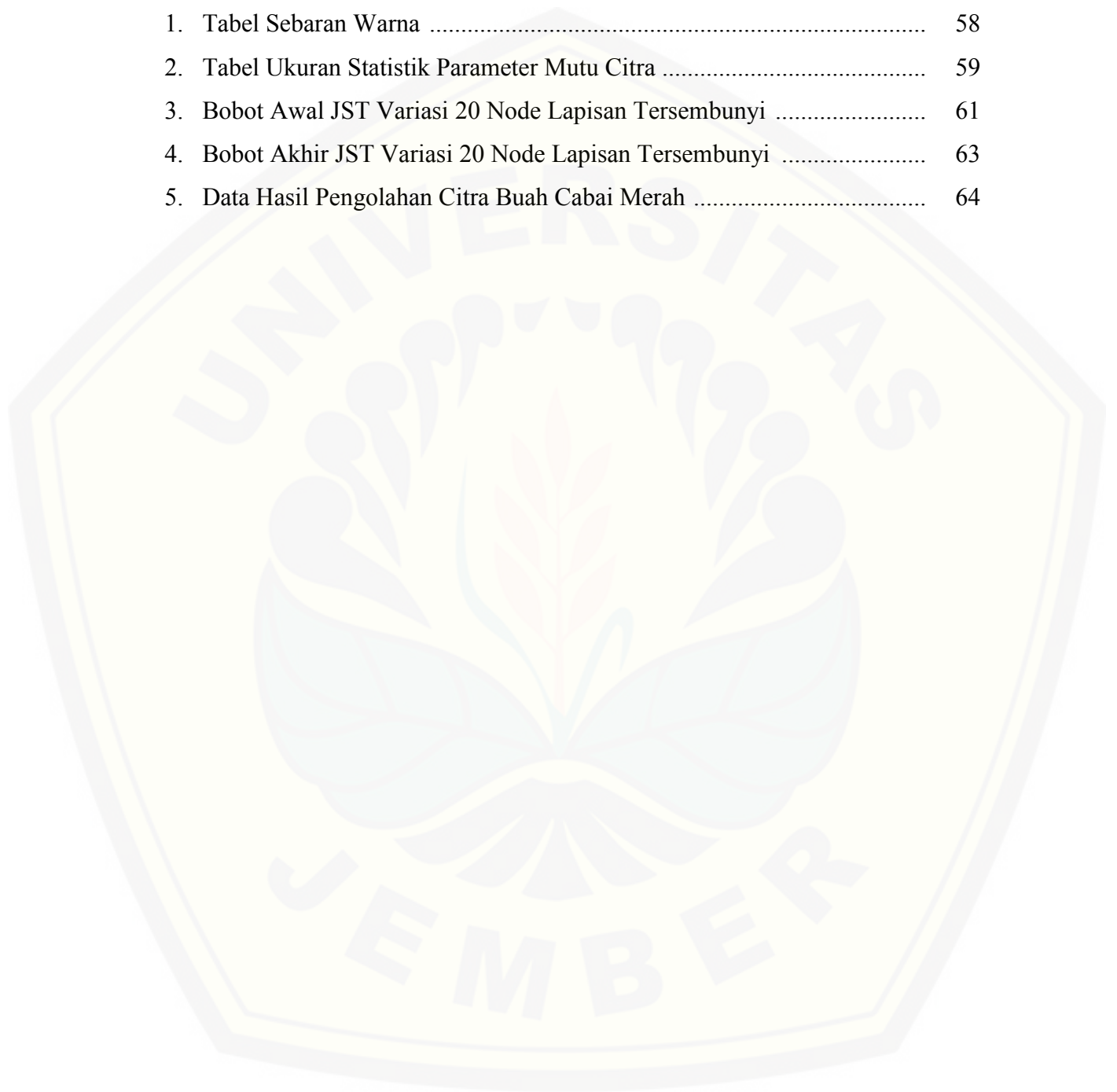
	Halaman
2.1 Arsitektur jaringan <i>backpropagation</i>	11
3.1 Diagram alir prosedur penelitian	15
3.2 Meja pengambilan gambar dan tata letak perangkatnya	17
3.3 Boxplot	20
4.1 Sampel buah cabai merah besar pada berbagai kelas mutu	29
4.2 Tampilan program pengolahan citra buah cabai merah besar	31
4.3 Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan <i>background</i>	32
4.4 Hasil <i>threshold background</i>	33
4.5 Sebaran nilai RGB dan H pembentuk buah dan tangkai	34
4.6 Hasil <i>threshold area</i>	35
4.7 Hasil operasi morfologi satu tahap	36
4.8 Hasil operasi morfologi dua tahap	36
4.9 Hasil operasi morfologi tiga tahap	37
4.10 Sebaran nilai RGB pembentuk area cacat dan area buah	38
4.11 Hasil <i>threshold area cacat putih</i>	39
4.12 Hasil <i>threshold area cacat hitam</i>	39
4.13 Hasil <i>threshold area cacat coklat</i>	39
4.14 Citra biner area hasil proses morfologi	40
4.15 Proses penentuan nilai parameter mutu diameter	41
4.16 Proses penentuan nilai parameter mutu panjang	41
4.17 Proses penentuan nilai parameter mutu perimeter	42
4.18 Citra biner area cacat buah	42
4.19 Boxplot parameter mutu area	43
4.20 Boxplot parameter mutu diameter	44
4.21 Boxplot parameter mutu panjang	45
4.22 Boxplot parameter mutu perimeter	46
4.23 Boxplot parameter mutu area cacat	46

4.24	Boxplot parameter mutu indeks warna merah	47
4.25	Boxplot parameter mutu indeks warna hijau	48
4.26	Kurva kinerja JST dengan <i>input</i> 10 <i>node</i> lapisan tersembunyi	49
4.27	Kurva kinerja JST dengan <i>input</i> 15 <i>node</i> lapisan tersembunyi	50
4.28	Kurva kinerja JST dengan <i>input</i> 20 <i>node</i> lapisan tersembunyi	50
4.29	Tampilan program pemutuan buah cabai merah besar	53



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Sebaran Warna	58
2. Tabel Ukuran Statistik Parameter Mutu Citra	59
3. Bobot Awal JST Variasi 20 Node Lapisan Tersembunyi	61
4. Bobot Akhir JST Variasi 20 Node Lapisan Tersembunyi	63
5. Data Hasil Pengolahan Citra Buah Cabai Merah	64



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 (Soedibyo, 2006:2).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah hubungan antara kriteria mutu penampakan fisik buah cabai merah segar dengan parameter mutu citra?
2. Bagaimanakah cara menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik?
3. Bagaimanakah cara menyusun algoritma pemutuan menggunakan jaringan syaraf tiruan?
4. Bagaimanakah tingkat akurasi program tersebut dalam melakukan pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari hubungan antara kriteria mutu penampakan fisik buah cabai merah segar dengan parameter mutu citra.
2. Menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik.
3. Menyusun algoritma pemutuan menggunakan jaringan syaraf tiruan.
4. Mengetahui tingkat akurasi program tersebut dalam melakukan pemutuan buah cabai merah segar berdasarkan penampakan fisik.

1.4 Manfaat

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.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Cabai Merah

Tanaman cabai merah berbentuk perdu, berdiri tegak dengan batang berkayu, dan memiliki banyak cabang. Tinggi tanaman dewasa antara 65-120 cm. Lebar tajuk tanaman 50-90 cm. Dalam dunia tumbuh-tumbuhan (*Plantarum*), cabai merah tergolong dalam tumbuhan yang menghasilkan biji (*Spermatophyta*). Bijinya tertutup oleh bakal buah sehingga termasuk dalam golongan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*) (Prajnanta, 2002:8).

Lembaga pada cabai merah terdiri dari dua daun lembaga sehingga dimasukkan dalam kelas tumbuhan berbiji belah (*Dicotyledonae*). Hiasan bunganya termasuk lengkap, yaitu terdiri atas kelopak dan mahkota, dengan daun-daun mahkota yang berlekatan menjadi satu sehingga digolongkan dalam subklas *Sympetalae*. Cabai merah, seperti halnya cabai pada umumnya, termasuk dalam keluarga terung-terungan (*Solanaceae*), dan digolongkan ke dalam jenis cabai besar (Prajnanta, 2002:8).

Klasifikasi botani tanaman cabai merah adalah sebagai berikut.

Kingdom	:	<i>Plantarum</i>
Divisi	:	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	:	<i>Angiospermae</i>
Klas	:	<i>Dicotyledoneae</i>
Subklas	:	<i>Sympetalae</i>
Ordo	:	<i>Tubiflorae (Solanales)</i>
Famili	:	<i>Solanaceae</i>
Genus	:	<i>Capsicum</i>
Species	:	<i>Capsicum annum L.</i>

2.2 Klasifikasi Cabai Merah

Klasifikasi cabai merah digolongkan menjadi dua kelompok dengan ciri-ciri sebagai berikut :

1. Cabai merah besar

Ciri-ciri buah cabai merah besar adalah pada pangkalnya berpundak, ujung buah tumpul atau runcing, kulit buah tebal, rasa kurang pedas, buah muda berwarna hijau dan setelah tua menjadi merah serta permukaan buah licin. Garis tengah pangkal buah kurang lebih 1,7 cm dan panjang buah 9-14 cm. Beberapa varietas yang termasuk cabai merah segar antara lain Cipanas, Barito, Taiwan dan manggala (Badan Standardisasi Nasional, 1998:2).

2. Cabai merah keriting

Ciri-ciri buah cabai merah keriting adalah sub pangkal buah tidak berpundak, ujung buah runcing, kulit buah tipis, rasa pedas, buah muda berwarna hijau muda sampai hijau dan buah tua berwarna merah serta permukaan buahnya bergelombang. Beberapa varietas yang termasuk cabai merah keriting antara lain Bengkulu dan Cimeti (Badan Standardisasi Nasional, 1998:2).

2.3 Varietas Cabai Merah

Varietas cabai hibrida maupun non hibrida yang telah dibudidayakan di Indonesia sudah sangat banyak. Berikut ini beberapa varietas cabai hibrida dan non hibrida yang telah dibudidayakan di Indonesia :

1. Cabai Merah Teropong “Inko hot”

Cabai ini merupakan cabai jenis hibrida yang mempunyai potensi hasil tinggi (15 - 18 t/ha), penampilan buah menarik, besar dan lurus dengan kulit buah agak tebal. Varietas ini dapat dipanen pertama pada umur 85 hst. Diameter buah \pm 2,1 cm dan panjang buah \pm 11 cm. Varietas ini mempunyai tinggi tanaman 55 cm, agak toleran terhadap penyakit Antraknose dan dapat ditanam di dataran rendah maupun dataran tinggi. Hasil panen enam kali petik, 75 batang mendapatkan 31 - 85 kg, sehingga per batang menghasilkan 0,91 kg. Secara normal panen dilakukan 12 - 20 kali (Piay *et al.*, 2010:3-4).

2. Cabai Merah Biola

Cabai ini merupakan cabai jenis hibrida dengan tinggi tanaman 95 - 100 cm, umur mulai berbunga \pm 44 hari hst, umur mulai panen \pm 66 hst, ukuran buah panjang \pm 14,4 cm, diameter \pm 1,5 cm, berat perbuah \pm 12 g, hasil cabai segar per ha 20 – 22 t/ha (Piay *et al.*, 2010:4).

3. Cabai Merah Varietas Hot Beauty

Cabai ini merupakan cabai jenis hibrida dengan tinggi tanaman 87 - 95 cm, umur mulai berbunga 44 - 50 hst, umur mulai panen 87 - 90 hst. Ukuran buah : panjang 11,5 - 14,1 cm, diameter 0,78 - 0,85 cm, permukaan kulit buah halus, berat per buah 17 - 18 g. Hasil panen mencapai 16 - 18 t/ha. Beradaptasi dengan baik di dataran rendah-sedang dengan ketinggian 1 - 600 m dpl (Piay *et al.*, 2010:4).

4. Cabai Merah Varietas Hot Chili

Cabai ini merupakan cabai jenis hibrida. Umur mulai berbunga \pm 45 hst, mulai panen pada umur \pm 10 hst, tinggi tanaman \pm 120 cm, berat per buah \pm 18 g, rasa buah kurang pedas, hasil buah \pm 30 t/ha. Varietas ini dapat beradaptasi dengan baik di dataran rendah sampai tinggi (Piay *et al.*, 2010:4-5).

5. Cabai Merah Varietas Premium

Cabai ini merupakan cabai jenis hibrida. Tinggi tanaman \pm 110 cm, umur mulai berbunga \pm 32 hst. Umur mulai panen \pm 95 hst, ukuran buah panjang \pm 13 cm, berat per buah \pm 13 g, rasa pedas, hasil segar \pm 13 t/ha. Beradaptasi dengan baik di dataran rendah sampai sedang dengan ketinggian 200 – 500 m dpl (Piay *et al.*, 2010:5).

6. Cabai Merah Keriting Varietas Lembang - 1

Cabai ini merupakan cabai jenis non hibrida yang dilepas oleh Departemen Pertanian. Potensi hasil 9 t/ha, agak tahan penyakit Antraknose dan cocok ditanam di dataran rendah maupun tinggi (Piay *et al.*, 2010:5).

7. Cabai Merah Keriting Varietas Tanjung - 2

Cabai ini merupakan cabai jenis non hibrida yang dilepas oleh Departemen Pertanian. Potensi hasil 12 t/ha, toleran antraknose, dan cocok dataran rendah dan

tinggi. Tinggi tanaman 55 cm, umur berbunga 40 hst, umur panen 93 hst, berat buah ± 10 g/buah (Piay *et al.*, 2010:5).

2.4 Syarat Mutu Buah Cabai Merah Segar

Syarat mutu buah cabai merah segar berdasarkan SNI 01-4480-1998 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Persyaratan mutu cabai merah segar

Jenis uji	Satuan	Persyaratan		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
1. Keragaman warna	%	merah \geq (95)	merah \geq (95)	merah \geq (95)
2. Keseragaman	%	seragam (98)	seragam (96)	seragam (95)
- Bentuk	%	98 normal	96 normal	95 normal
3. Keseragaman ukuran				
a. Cabai merah besar segar				
- Panjang buah	Cm	12 - 14	9 - 11	<9
- Garis tengah pangkal	Cm	1,5 - 1,7	1,3 - <1,5	<1,3
b. Cabai merah keriting				
- Panjang buah	Cm	>12 - 17	10 - <12	<10
- Garis tengah pangkal	Cm	<1,3 - 1,5	1,0 - <1,3	<1,0
4. Kadar kotoran (max)	%	1	2	3
5. Tingkat kerusakan dan busuk				
a. Cabai merah besar (max)	%	0	1	2
b. Cabai merah keriting (max)	%	0	1	2

CATATAN

Mutu II: 5% dari jumlah buah atau panjang dan diameter buah boleh tidak memenuhi syarat mutu I, tetapi masih memenuhi syarat mutu II.

Mutu III: 10% dari jumlah buah atau panjang dan diameter buah boleh tidak memenuhi syarat mutu II, tetapi masih memenuhi syarat mutu III.

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1998:2-3

2.5 Citra Digital

Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel yang berarti elemen citra. Umumnya citra dibentuk dari kotak kotak persegi empat yang teratur

sehingga jarak horizontal dan vertikal antar piksel adalah sama pada seluruh bagian citra. Dalam komputer, setiap piksel diwakili oleh dua buah bilangan bulat (integer) untuk menunjukkan lokasinya dalam bidang citra dan sebuah nilai dalam bilangan bulat (integer) untuk menunjukkan cahaya atau keadaan terang-gelap piksel tersebut. Untuk menunjukkan lokasi suatu piksel, koordinat (0,0) digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra, dan koordinat (m-1,n-1) digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran $m \times n$ piksel. Untuk menunjukkan tingkat pencahayaan suatu piksel, seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan lebar selang nilai 0-255, dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih dan tingkat abu-abu berada di antara nilai-nilai 0 dan 255 (Ahmad 2005:11).

2.6 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda. Teknik sederhana untuk memisahkan beberapa obyek dalam citra dapat dilakukan dengan binerisasi melalui proses tresholding, yang menghasilkan citra biner (Ahmad, 2005:85). Citra biner adalah citra yang hanya memiliki dua macam intensitas (hitam dan putih), sehingga dapat memisahkan daerah (*region*) dan latar belakang dengan tegas (Ahmad, 2005:83).

2.7 Area

Area adalah jumlah piksel dalam obyek (S), jadi bila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu obyek, S_1, S_2, \dots, S_n maka akan ada A_1, A_2, \dots, A_n . Nilai area suatu obyek adalah jumlah dari piksel-piksel penyusun obyek yang membentuk suatu luasan. Unit yang umum digunakan untuk menyatakan area adalah piksel. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat obyek sesungguhnya pada beberapa benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam (Ahmad, 2005:147).

2.8 Perimeter

Perimeter adalah bagian terluar dari suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel atau piksel-piksel dari latar belakang. Nilai perimeter suatu obyek dapat dicari dengan menghitung banyaknya piksel yang merupakan piksel-piksel yang berada pada perbatasan dari obyek tersebut (Ahmad, 2005:147-148). Piksel-piksel pada daerah batas ini dapat ditelusuri dengan cara memeriksa piksel 4-tetangga dari piksel tersebut. Bila suatu piksel mempunyai satu atau lebih piksel 4-tetangga yang merupakan latar belakang, maka piksel tersebut merupakan batas daerah karena berada di tepi obyek (Ahmad, 2005:139).

2.9 Pengolahan Warna

Model warna adalah model yang formal untuk mendefinisikan dan menampilkan warna-warna pada monitor komputer dan televisi. Para ahli telah mengembangkan berbagai macam model warna seperti model RGB (red, green, blue), model CMYK (cyan, magenta, yellow, black), YCbCr (luminase dan dua komponen krominasi Cb dan Cr) dan HSI (hue, saturation, intensity). Model yang banyak digunakan secara luas dalam dunia komputer grafik adalah model RGB (Ahmad, 2005:264-265).

Salah satu cara menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Notasi untuk normalisasi komponen warna adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks warna biru (b) (Ahmad, 2005:271). Cara melakukan normalisasi komponen warna RGB adalah :

$$r = \frac{R}{R+G+B}$$

$$g = \frac{G}{R+G+B}$$

$$b = \frac{B}{R+G+B}$$

2.10 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologis (Siang, 2005:2-3). JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologis, dengan asumsi bahwa :

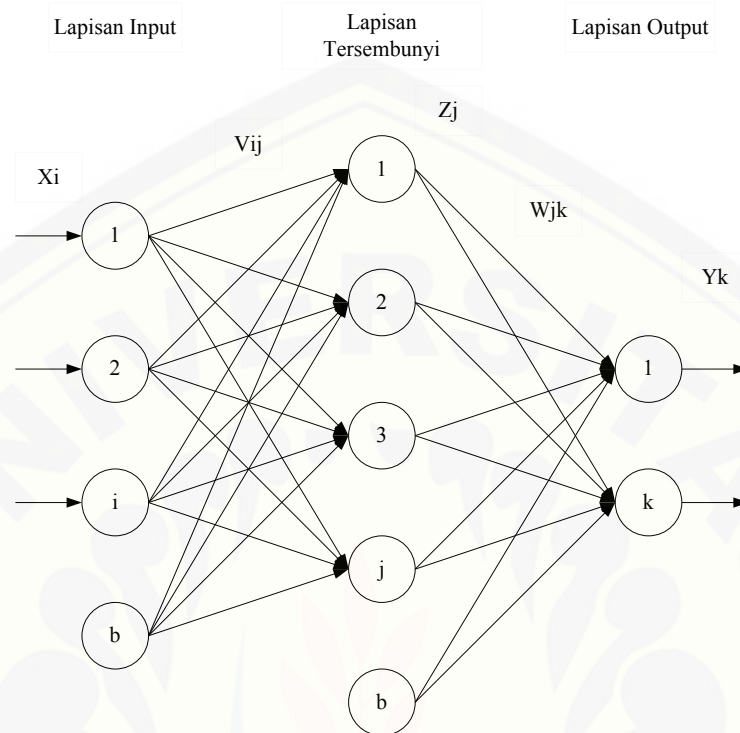
1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
2. Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

2.11 *Backpropagation*

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh jaringan dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error* output untuk mengubah nilai-nilai bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (Kusumadewi, 2004:93).

Pelatihan *backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layar keluaran. Fase ketiga

adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi (Siang, 2005:100). Arsitektur jaringan *backpropagation* ditampilkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur jaringan *backpropagation*

Keterangan :

- X_i : masukan ke *node* i (lapisan *input*)
- V_{ij} : nilai pembobot antara *node* i (lapisan *input*) dan *node* j (lapisan tersembunyi)
- Z_j : keluaran dari *node* j (lapisan tersembunyi)
- W_{jk} : nilai pembobot antara *node* j (lapisan tersembunyi) dan *node* k (lapisan *output*)
- Y_k : keluaran dari *node* k (lapisan *output*)
- b : bias

2.12 Penelitian Terdahulu

Soedibyo (2006) melakukan penelitian pemutuan edamame menggunakan pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan. Parameter mutu citra yang digunakan adalah panjang polong, area polong, perimeter, area cacat, r dan g . Penelitian ini menggunakan JST jenis *backpropagation* dengan variasi 20 lapisan tersembunyi, metode normalisasi input dengan rata-rata nol dan standar deviasi satu. Hasil

validasi JST menunjukkan bahwa program pengolahan citra edamame memiliki tingkat akurasi 81,4 persen.

Hashim *et al.* (2013) melakukan penelitian *grading* buah tomat menggunakan pengolahan citra. Kelas mutu buah tomat diklasifikasikan dengan cara melihat nilai persentase warna citra tomat dan tingkat kehalusan permukaan kulit citra tomat. Pengolahan citra dan analisisnya dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab dan *image processing toolbox* pada Matlab. Hasil dari penelitian ini adalah sistem dapat mengklasifikasikan kelas mutu buah tomat dengan kriteria jika permukaan kulit buah halus dan persentase warna merah pada kulit buah lebih dari 80% maka termasuk kelas mutu A, jika permukaan kulit buah halus dan persentase warna oranye pada kulit buah lebih dari 80% maka termasuk kelas mutu B, dan jika permukaan kulit buah cacat dan persentase warna merah dan oranye pada kulit buah kurang dari 80% maka termasuk kelas mutu C.

Seminar *et al.* (2003) melakukan penelitian aplikasi jaringan syaraf tiruan propagansi balik dan analisis komponen utama (PCA) pada sortasi mentimun. Mentimun diamati dari segi bentuk buah yang lurus dan data citra mentimun diekspresikan dalam delapan sumbu rotasi, yaitu 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° dan 315° . Sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu pelatihan data dan sortasi mentimun. Pada bagian pelatihan data, sistem diberi data masukan berupa data matriks citra yang telah direduksi dengan menggunakan PCA, lalu menghasilkan data jumlah epoch dan waktu pelatihan. Pada bagian sortasi mentimun, sistem diberi data masukan berupa citra mentimun, lalu menghasilkan data hasil pengenalan dan waktu pengujian. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat mengenali 100% mentimun lurus dan 75% mentimun bengkok yang diujikan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Energi, Otomatisasi dan Instrumentasi Pertanian serta Laboratorium Enjinering Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember mulai bulan Desember 2014 sampai Januari 2015.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Kamera CCD 31BU04.H untuk mengambil gambar citra sampel.
2. Perangkat komputer untuk mengolah data citra secara digital dan membuat program pemutuan.
3. Jangka sorong untuk mengukur diameter sampel.
4. Penggaris untuk mengukur panjang sampel.
5. Meja sortasi untuk tempat sortasi sampel.
6. Kain tetron putih untuk latar belakang saat pengambilan gambar citra sampel.
7. 4 buah lampu TL 15 watt untuk mengatur pencahayaan saat pengambilan gambar.
8. Meja pengambilan gambar untuk tempat sampel saat pengambilan gambar.
9. Kotak penutup untuk menutupi meja pengambilan gambar agar cahaya dari luar tidak mengganggu proses pengambilan gambar.
10. Program SharpDevelop 4.2 untuk perangkat lunak pembuatan program pengolahan citra.
11. Program Jasc Paint Shop Pro 9 untuk perangkat lunak analisis nilai RGB dan *Hue* citra.

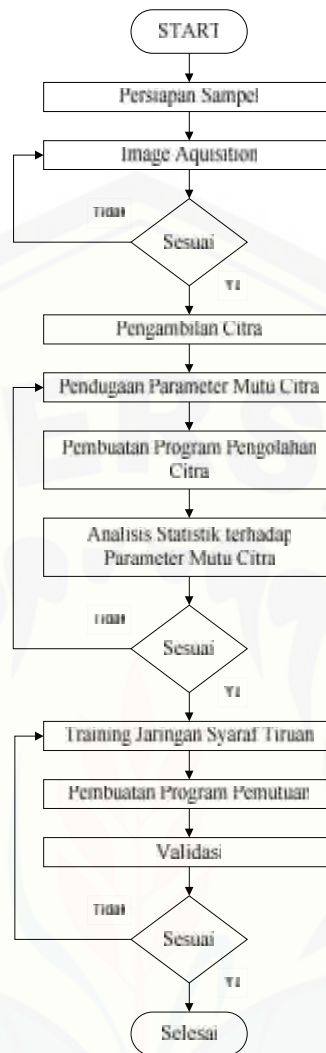
12. Program MATLAB R2007b dari The Math Works, Inc untuk perangkat lunak pembuatan algoritma JST.
13. Program Microsoft Excel untuk perangkat lunak analisis statistik dan JST.
14. Program IC Capture 2.2 untuk perangkat lunak merekam citra.

3.2.2 Bahan

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.

3.3 Tahapan Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1. Penelitian dimulai dari persiapan sampel buah cabai merah besar segar hingga proses validasi hasil pendugaan mutu program pemutuan.










Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

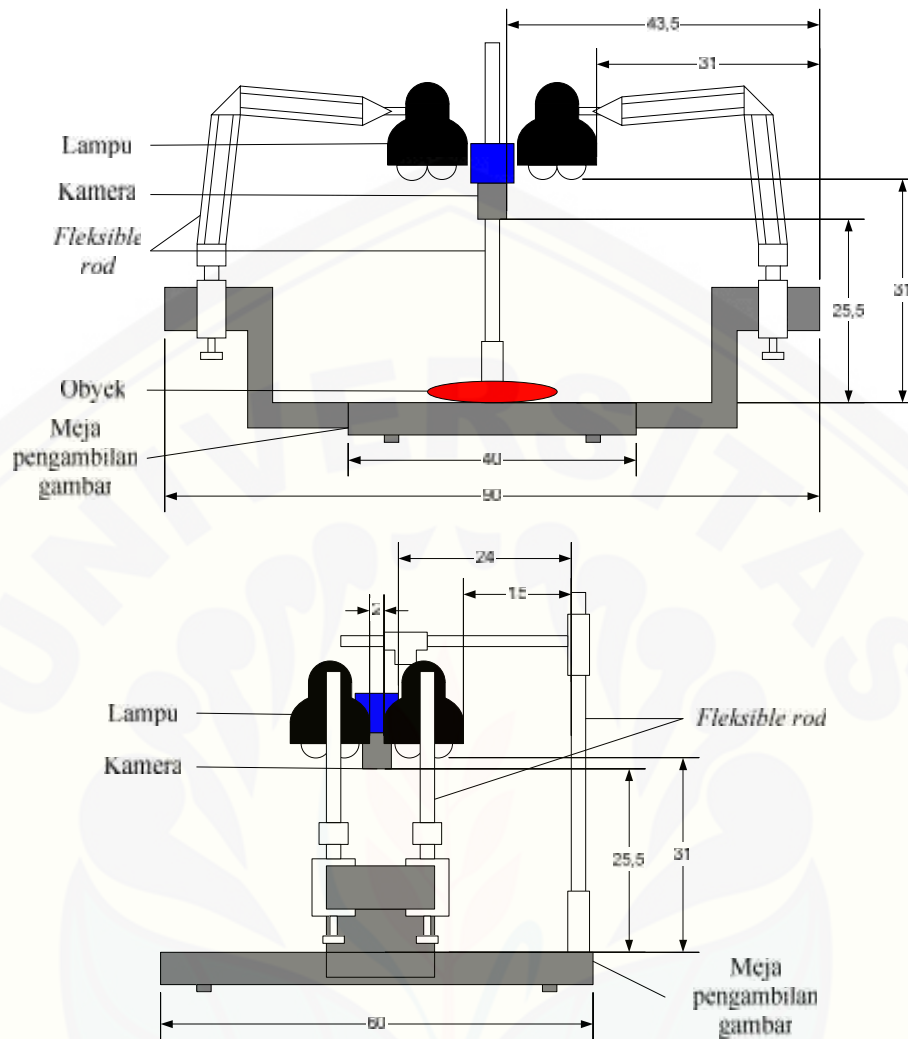
Persiapan sampel terdiri dari proses memperoleh sampel dan proses pemutuan manual sampel. Sampel buah cabai merah besar segar diperoleh dengan cara membeli dari pedagang cabai merah di Pasar Tanjung, Jember, Jawa Timur. Sampel kemudian dimutukan secara manual untuk memisahkan sampel kedalam empat kelas 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. Pedoman pemutuan yang digunakan pada pemutuan manual ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 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

3.3.2 Image Acquisition

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 3.2.



Gambar 3.2 Meja pengambilan gambar dan tata letak perangkatnya

3.3.3 Pengambilan Citra

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

1. Meja pengambilan gambar diselubungi dengan kain tetron putih sebagai latar belakang (*background*).

2. Buah cabai merah diletakkan pada meja pengambilan gambar dengan posisi tegak lurus menghadap ke kamera.
3. Jarak kamera dan posisi lampu diatur sesuai hasil prosedur *image acquisition*.
4. Keseluruhan meja pengambilan gambar beserta perangkatnya diselubungi dengan kotak penutup untuk menghilangkan cahaya dari luar sistem.
5. Proses perekaman dilakukan dengan menghubungkan kamera CCD dan komputer. Program perekaman citra IC Capture 2.2 dieksekusi untuk mendapatkan tampilan pada monitor. Untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan aslinya dilakukan pengaturan konfigurasi citra pada program IC Capture 2.2 meliputi kejenuhan warna (*saturation*) dan corak warna (*hue*). Konfigurasi citra pada program IC Capture 2.2 yang digunakan pada penelitian ini adalah kejenuhan warna (*saturation*) diset pada nilai 255 dan corak warna (*hue*) diset pada nilai 180.
6. Citra direkam dalam format RGB pada resolusi 1024 x 768 piksel. Citra tersebut disimpan dalam file berekstensi BMP pada media penyimpanan (*hard disk*).

3.3.4 Pendugaan Parameter Mutu Citra

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. Penjelasan tentang dugaan hubungan antara kriteria mutu buah cabai merah besar dan parameter mutu citra dijelaskan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Dugaan hubungan kriteria mutu buah dan parameter mutu citra

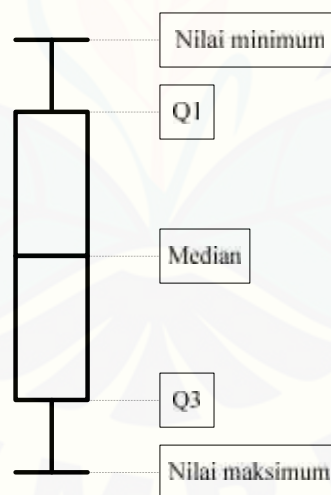
No	Kriteria Mutu Buah Cabai Merah Besar	Parameter Mutu Citra	Uraian
1	Warna	r dan g	Parameter mutu citra yang dapat merepresentasikan warna kulit buah cabai merah adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks warna biru (b). Karena penjumlahan r, g dan b sama dengan satu, maka cukup dua parameter mutu saja yang digunakan, yaitu r dan g (r dan g adalah variabel yang tidak memiliki dimensi).
2	Bentuk	Perimeter	Parameter mutu citra yang dapat merepresentasikan bentuk buah cabai merah adalah perimeter. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel.
3	Ukuran	Area, diameter, dan panjang	Parameter mutu citra yang dapat merepresentasikan ukuran buah cabai merah adalah area, panjang dan diameter. Area, panjang, dan diameter memiliki dimensi piksel.
4	Kerusakan	Area cacat	Parameter mutu citra yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan pada buah cabai merah adalah area cacat. Area cacat diperoleh berdasarkan fungsi threshold yang dapat memisahkan area buah cabai merah dengan area kerusakan. Area cacat memiliki dimensi piksel.

3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra

Program pengolahan citra bertujuan melakukan ekstraksi nilai parameter mutu citra berupa indeks warna, perimeter, area, panjang, diameter, dan area cacat dari citra buah cabai merah yang terekam. Program pengolahan citra dalam penelitian ini dibuat menggunakan program SharpDevelop 4.2. Hasil analisa citra dari program ini disajikan dalam bentuk file teks. Informasi yang didapat dari program ini dijadikan prosedur baku dalam tahapan berikutnya.

3.3.6 Analisis Statistik terhadap Parameter Mutu Citra

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. Bentuk grafik boxplot ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Boxplot

Berikut ini adalah persamaan ukuran statistik yang digunakan : (Usman *et al.*, 1995:83-95)

1 Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n_i}$$

Keterangan :

\bar{X} : rata-rata X

$\sum X_i$: jumlah seluruh nilai X_i

n_i : jumlah anggota sampel

2 Standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

s : standar deviasi

X_i : data

\bar{X} : rata-rata data

n : jumlah data

3 Median (Me / K_2) adalah nilai tengah-tengah dari data yang diobservasi, setelah data tersebut disusun mulai dari urutan yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya. Jika jumlah data ganjil, maka median terdapat tepat di tengah-tengah.

4 Kuartil (K) adalah nilai data dari kumpulan data yang dibagi 4 bagian yang sama banyaknya sesudah data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar. Ada tiga kuartil, yaitu kuartil pertama (K_1), kuartil kedua atau median (K_2), dan kuartil ketiga (K_3). Untuk menghitung letak kuartil dapat digunakan rumus :

$$\text{Letak } K_i = \text{data ke } \frac{i(n+1)}{4}$$

dengan $i = 1, 2, 3$

5 Minimum adalah nilai data yang terkecil.

6 Maksimum adalah nilai data yang terbesar.

3.3.7 Training Jaringan Syaraf Tiruan

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 3.3 berikut menampilkan struktur JST yang digunakan dalam pelatihan.

Tabel 3.3 Struktur JST

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	
- Node lapisan <i>input</i>	Tergantung dari hasil penilaian korelasi parameter mutu citra dengan kriteria mutu buah
- Node lapisan tersembunyi	10 <i>node</i> , 15 <i>node</i> , dan 20 <i>node</i>
- Node lapisan <i>output</i>	2 definisi target (1 dan -1)
Bobot awal	Nguyen-Widrow atau bilangan acak kecil
Fungsi aktivasi	Sigmoid bipolar (<i>input-hidden</i>) Sigmoid bipolar (<i>hidden-output</i>)
Iterasi	500.000
<i>Learning rate</i>	0,4
Momentum	0,9

Algoritma pelatihan yang digunakan adalah *backpropagation gradient descent* dengan momentum menggunakan satu lapisan tersembunyi. Jumlah *node output* adalah dua *node* yang dinyatakan dalam bilangan bipolar (1 dan -1). Perangkat lunak yang digunakan untuk pelatihan JST adalah Matlab, dan dilakukan secara terpisah dengan perangkat lunak pengolahan citra.

Langkah-langkah pengolahan data JST adalah :

1. Normalisasi data *input* menggunakan metode rerata 0 dan standar deviasi 1 atau nilai Z. Persamaan normalisasi dengan metode nilai Z dirumuskan sebagai berikut ini (Mason, 1996:278).

$$x' = \frac{(x - \bar{x})}{s}$$

Keterangan :

- x' : data normalisasi
 x : data asli
 \bar{x} : rerata data
 S : standar deviasi data

2. *Node* lapisan tersembunyi yang digunakan adalah 10 *node*, 15 *node* dan 20 *node*. Dari ketiga nilai ini dicari variasi yang memberikan hasil pendugaan yang paling baik.
3. Bobot awal pada lapisan *input* ke lapisan tersembunyi dan dari lapisan tersembunyi ke lapisan *output* ditentukan menggunakan metode Nguyen-Widrow. Metode Nguyen-Widrow secara sederhana dapat diimplementasikan dengan prosedur sebagai berikut ini (Kusumadewi, 2004:97-98).
 - a. Semua bobot (v_{ji}) ditentukan dengan bilangan acak pada kisaran $[-0.5, 0.5]$.
 - b. Hitung $\|V_j\| = \sqrt{v_{j1}^2 + v_{j2}^2 + \dots + v_{jn}^2}$
 - c. Bobot ditentukan ulang dengan : $V_{ij} = \beta V_{ij} \div \|V_j\|$
 - d. Set bias : $b_{ij} =$ bilangan acak antara $-\beta$ sampai β

Keterangan :

- n : jumlah *node* pada lapisan *input*
 p : jumlah *node* pada lapisan tersembunyi
 β : faktor penskalaan ($= 0.7 (p)^{1/n}$)

4. Kombinasi bilangan (definisi *target*) pada lapisan *output* ditentukan untuk masing-masing kelas mutu. Definisi target pada lapisan *output* ditampilkan pada tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Definisi target

Kelas Mutu	Target	
I	1	1
II	1	-1
III	-1	1
Reject	-1	-1

5. Konstanta *learning rate* ditetapkan sebesar 0,4. *Learning rate* adalah konstanta yang menentukan besarnya perubahan bobot.
6. Konstanta momentum ditetapkan sebesar 0,9. Momentum adalah konstanta yang membuat perubahan bobot didasarkan pada nilai bobot pola terakhir dan nilai bobot pola sebelumnya.
7. Fungsi aktivasi sigmoid bipolar digunakan dari lapisan *input* menuju lapisan tersembunyi, maupun dari lapisan tersembunyi menuju ke lapisan *output*. Persamaan fungsi aktivasi sigmoid bipolar *hyperbolic tangent* yang digunakan adalah sebagai berikut ini (Kusumadewi, 2004:61-62).

$$y = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}}$$

Sedangkan turunannya adalah sebagai berikut ini.

$$x = (1 + y)(1 - y)$$

8. Penghentian iterasi ditentukan dengan mengamati perilaku dari jaringan berdasarkan metode *trial and error*. Iterasi dihentikan apabila jumlah iterasi tertentu telah tercapai. Jumlah iterasi ditetapkan dengan metode *trial and error* melalui pengamatan pada fungsi kinerja jaringan atau MSE (*mean square error*). Persamaan MSE yang digunakan adalah sebagai berikut ini (Demuth *et al.*, 2002:4-8).

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

Keterangan :

t_i = nilai target

y_i = nilai prediksi JST

n = jumlah contoh pada pengujian

9. Nilai bobot-bobot hasil pelatihan JST dikoleksi.
10. Propagasi maju dilakukan terhadap data *testing* yang telah dinormalisasikan. Nilai bobot hasil pelatihan JST yang telah dikoleksi digunakan pada propagasi maju.
11. Bilangan pada *output* propagasi maju dirubah menjadi bilangan bipolar dengan cara dibulatkan. Jika *output* lebih besar dari 0 maka dibulatkan

menjadi 1, sedangkan jika *output* lebih kecil dari 0 maka dibulatkan menjadi -1.

12. Hasil propagasi maju berupa kelas mutu dibandingkan dengan kelas mutu yang sebenarnya.
13. Langkah di atas diulang pada tiap variasi JST.
14. Variasi JST terbaik ditentukan berdasarkan variasi yang menghasilkan pendugaan hasil yang paling mendekati hasil sebenarnya. Proses validasi pada model variasi JST dirumuskan dengan persamaan :

$$\text{Validasi}(\%) = \left[\frac{A}{B} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

A = Jumlah hasil pendugaan yang sama dengan target

B = Jumlah data

15. Hasil koleksi nilai bobot variasi JST terbaik diformulasikan menjadi fungsi propagasi maju.

Langkah 1 hingga langkah 12 dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab. Propagasi maju dilakukan pada data *testing* menggunakan *input* yang telah dinormalisasikan. Perhitungan dengan formula tersebut dibulatkan sesuai dengan langkah 11. Pasangan bilangan yang diperoleh (*output*) digunakan untuk mengidentifikasi kelas mutu buah cabai merah. Fungsi yang diperoleh pada langkah 15 diintegrasikan pada program pengolahan citra, sehingga program dapat mengidentifikasi kelas mutu buah cabai merah.

3.3.8 Pembuatan Program Pemutuan

Program pemutuan bertujuan melakukan analisa nilai parameter mutu citra untuk menentukan kelas mutu dari sampel yang dianalisis. Hasil analisa citra dari program ini disajikan dalam bentuk file teks. Program ini dibuat dengan cara mengintegrasikan fungsi propagasi maju hasil pelatihan variasi JST terbaik dengan program pengolahan citra, sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai parameter mutu citra.

3.3.9 Validasi

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*. Tabel 3.5 berikut menggambarkan *confusion matrix* dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris.

Tabel 3.5 *Confusion matrix*

Kelas Mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi
	I	II	III	RJ			
Aktual	I	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	$\sum x_{1j}$	$\frac{x_{11}}{\sum x_{1j}} - X_1$
	II	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	$\sum x_{2j}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{2j}} - X_2$
	III	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	$\sum x_{3j}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{3j}} - X_3$
	RJ	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	$\sum x_{4j}$	$\frac{x_{44}}{\sum x_{4j}} - X_4$
Total kolom	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	$\sum x_{i3}$	$\sum x_{i4}$	$\sum x_{ij}$		
Akurasi user	$\frac{x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{i3}}$	$\frac{x_{44}}{\sum x_{i4}}$			
Kesalahan komisi	$\frac{x_{12}}{\sum x_{i1}} - X_1$	$\frac{x_{21}}{\sum x_{i2}} - X_2$	$\frac{x_{31}}{\sum x_{i3}} - X_3$	$\frac{x_{41}}{\sum x_{i4}} - X_4$			

Sumber: Soediby, 2012:56

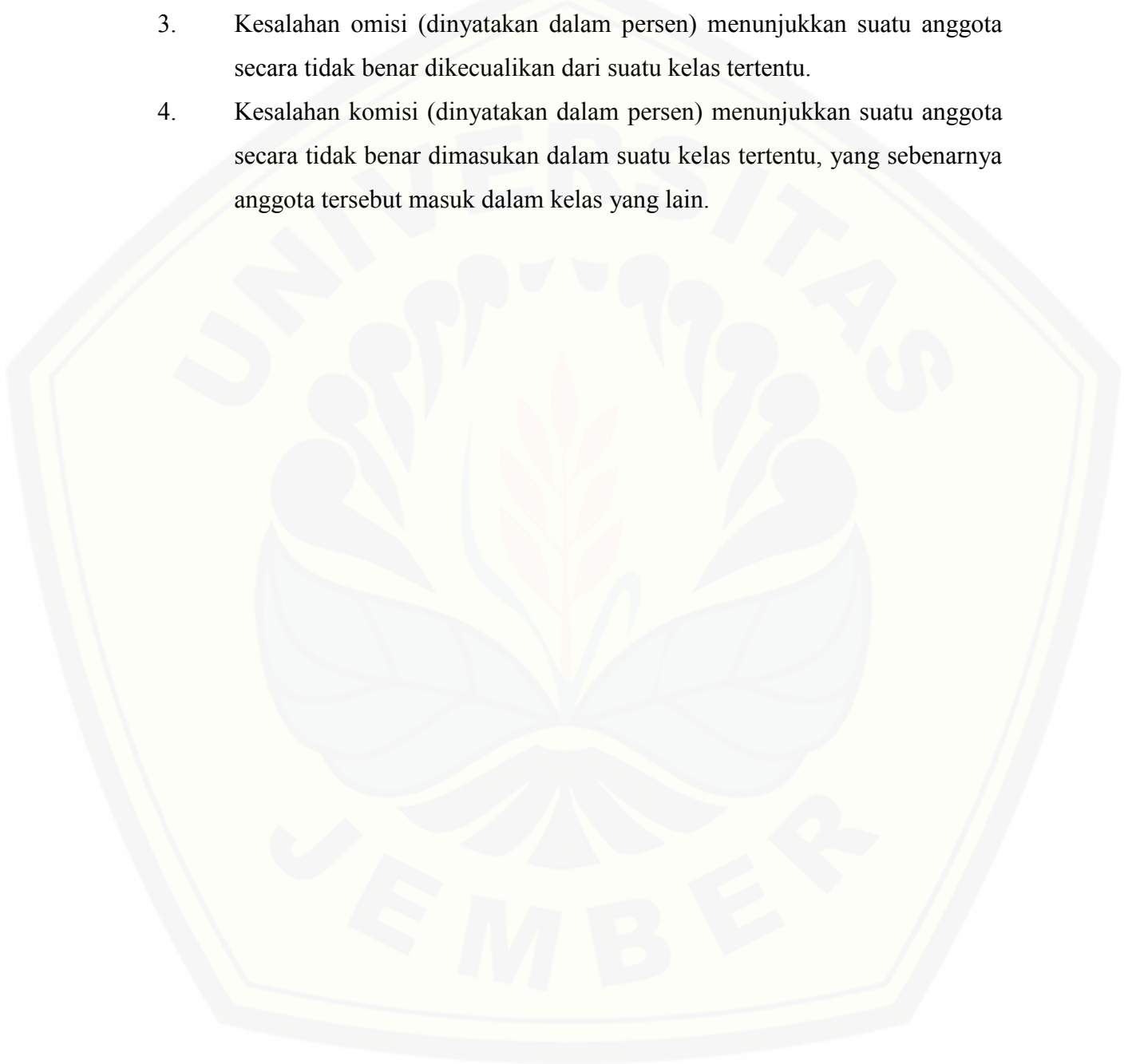
Setiap sel pada bidang diagonal (dicetak tebal) mewakili jumlah anggota yang diprediksi benar oleh JST. Akurasi total dirumuskan sebagai berikut ini.

$$Akurasi\ total = \frac{x_{11} + x_{22} + x_{33} + x_{44}}{\sum x_{ij}} \times 100\%$$

Terminologi pada *confusion matrix* dijelaskan sebagai berikut ini (Soediby, 2012:56-57).

1. Akurasi produksi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu baris. Ukuran ini menyatakan seberapa baik pekerjaan analis pada saat menghasilkan peta klasifikasi.

2. Akurasi user (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu kolom. Ukuran ini menyatakan peta probabilitas user dimana anggota-anggota pada peta klasifikasi telah ditempatkan pada posisi yang benar pada proses klasifikasi.
3. Kesalahan omisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dikecualikan dari suatu kelas tertentu.
4. Kesalahan komisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dimasukkan dalam suatu kelas tertentu, yang sebenarnya anggota tersebut masuk dalam kelas yang lain.



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

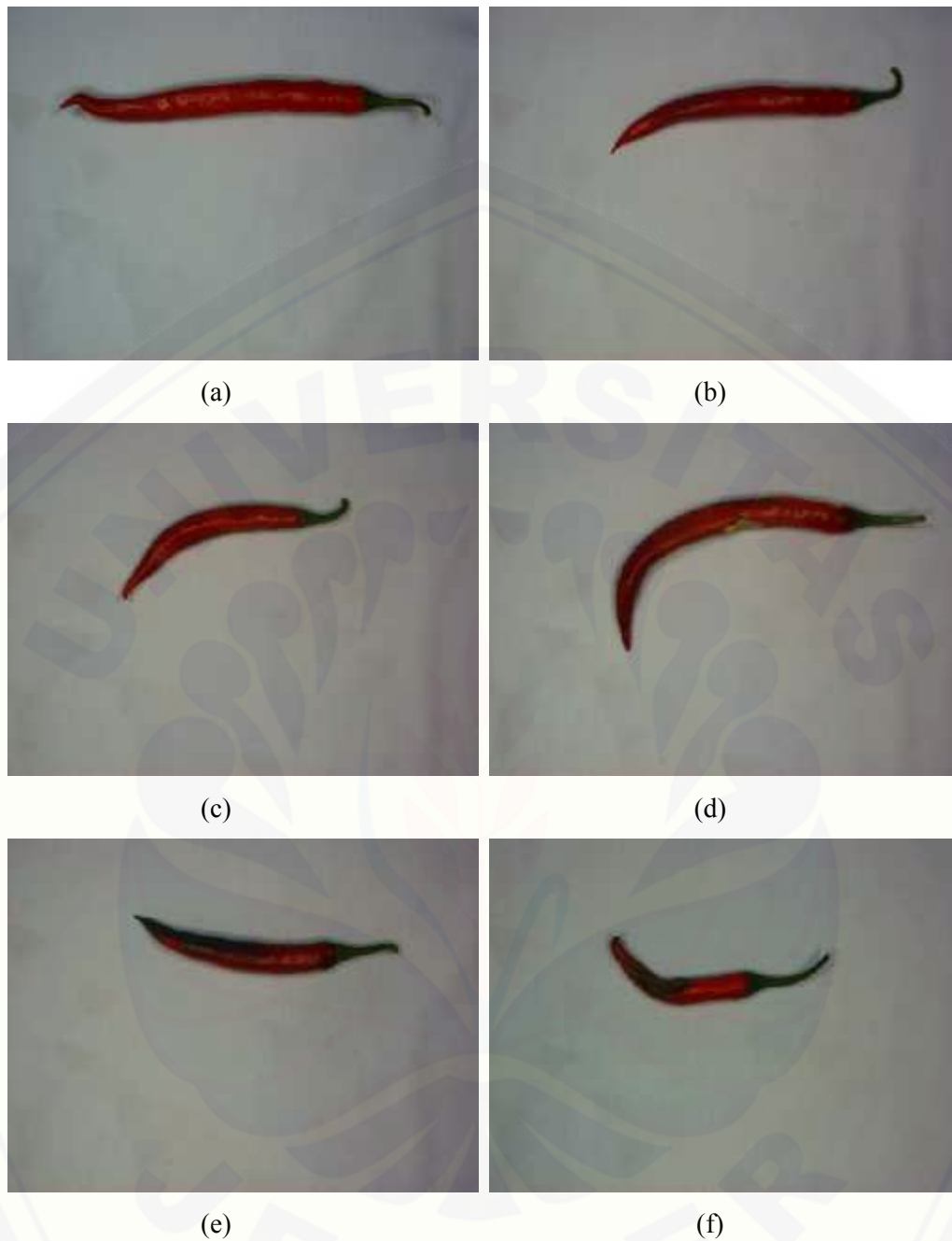
4.1 Deskripsi Sampel Buah Cabai Merah Besar

Sampel buah cabai merah besar yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel buah cabai merah besar varietas Biola pada berbagai kelas mutu yang diperoleh dari pedagang buah cabai merah besar di Jember. Sampel buah cabai merah besar tersebut digolongkan menjadi empat kelas mutu yaitu mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Kelas mutu Reject terdiri dari sampel buah cabai merah besar yang memiliki cacat berwarna hitam, cacat berwarna putih, dan cacat berwarna coklat. Penggolongan mutu sampel buah cabai merah besar dilakukan secara manual berdasarkan kriteria mutu SNI buah cabai merah segar.

Jumlah seluruh sampel buah cabai merah besar adalah 400 buah yang terdiri atas masing-masing 100 buah kelas mutu I, mutu II, mutu III, dan mutu Reject. Sampel buah cabai merah besar terlebih dahulu digosok dengan *tissue* kering sebelum diambil citranya untuk memastikan buah dalam keadaan kering. Hasil pengambilan citra sampel dianalisis menggunakan program pengolahan citra untuk diambil nilai parameter mutu citranya. Nilai parameter mutu citra tersebut dianalisis menggunakan JST dengan perincian 300 buah untuk data *training* dan 100 buah untuk data *testing*, sehingga dari masing-masing kelas mutu terdapat 75 buah untuk data *training* dan 25 buah untuk data *testing*.

4.2 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. Gambar 4.1 berikut ini menunjukkan contoh citra yang terekam pada berbagai kelas mutu.



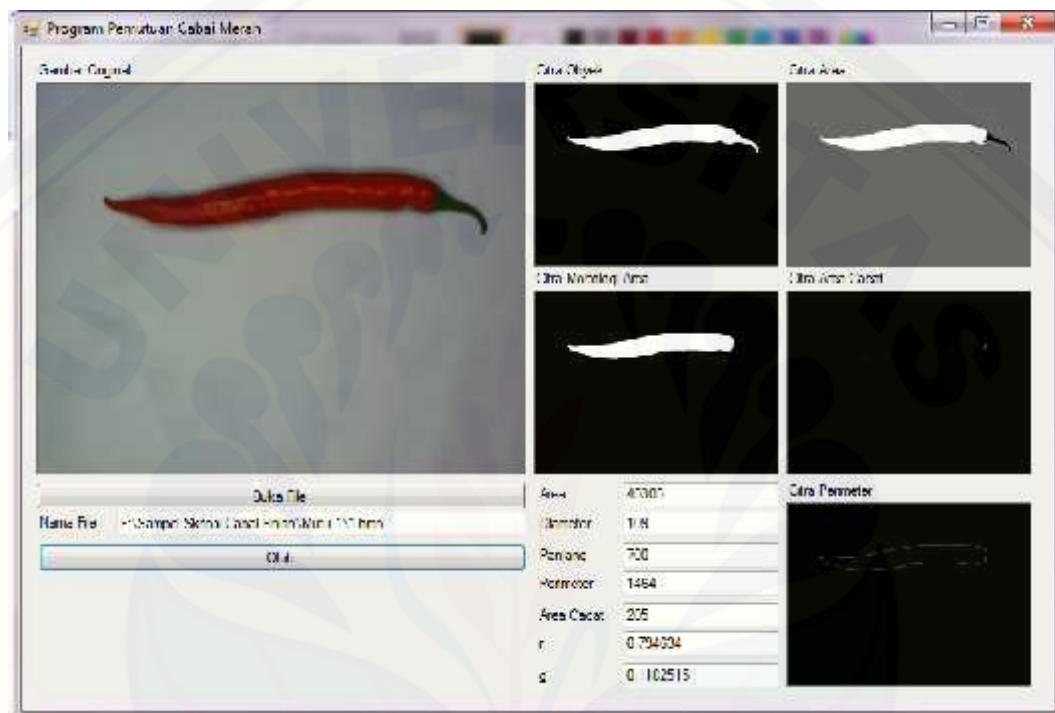
Gambar 4.1 Sampel buah cabai merah besar pada berbagai kelas mutu : (a) Kelas mutu I; (b) Kelas mutu II; (c) Kelas mutu III; (d) Kelas mutu Reject cacat putih; (e) Kelas mutu Reject cacat hitam; (f) Kelas mutu Reject cacat coklat

Program pengolahan citra dalam penelitian ini dibuat menggunakan program SharpDevelop 4.2. Program pengolahan citra buah cabai merah besar terdiri dari beberapa komponen, yaitu :

1. *Picture box* “Gambar Original” untuk menampilkan citra asli obyek.
2. *Picture box* “Citra Obyek” untuk menampilkan citra biner obyek.
3. *Picture box* “Citra Area” untuk menampilkan citra biner area obyek.
4. *Picture box* “Citra Morfologi Area” untuk menampilkan citra hasil proses morfologi citra biner area obyek.
5. *Picture box* “Citra Area Cacat” untuk menampilkan citra biner area cacat obyek.
6. *Picture box* “Perimeter” untuk menampilkan citra biner perimeter obyek.
7. *Button* “Buka File” untuk membuka *file* citra yang disimpan dalam *hardisk*.
8. *Text box* “Nama File” untuk menampilkan nama *file* citra.
9. *Button* “Olah” untuk mengolah *file* citra yang telah dibuka.
10. *Text box* “Area” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai area obyek.
11. *Text box* “Diameter” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai diameter obyek.
12. *Text box* “Panjang” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai panjang obyek.
13. *Text box* “Perimeter” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai perimeter obyek.
14. *Text box* “Area Cacat” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai area cacat obyek.
15. *Text box* “r” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai indeks warna merah obyek.
16. *Text box* “g” untuk menampilkan hasil analisis citra nilai indeks warna hijau obyek.

Prosedur mengolah citra menggunakan program ini dimulai dengan membuka *file* citra yang disimpan dalam *hardisk* menggunakan tombol “Buka File”. Setelah *file* citra berhasil dibuka, maka nama *file* akan muncul pada *text box* “Nama File” dan citra asli obyek akan muncul pada *picture box* “Gambar Original”. Selanjutnya dengan menekan tombol “Olah”, maka hasil analisis citra akan ditampilkan pada 7 buah *text box* dan 5 buah *picture box* yang telah tersedia.

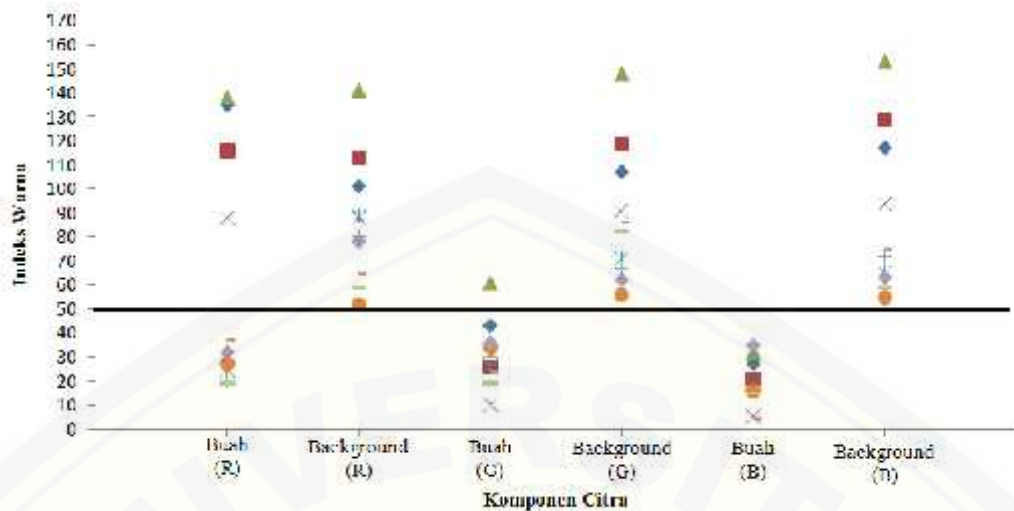
Data hasil analisis citra akan disimpan dalam *file text* yang secara otomatis muncul pada saat program dieksekusi. Informasi data hasil analisis citra dituliskan pada *file text* saat tombol “Olah” ditekan. Apabila dilakukan proses analisis citra kembali, informasi berikutnya akan ditambahkan pada baris baru *file text*. Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan tampilan program pengolahan citra buah cabai merah besar.



Gambar 4.2 Tampilan program pengolahan citra buah cabai merah besar

4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (*Threshold*) *Background*

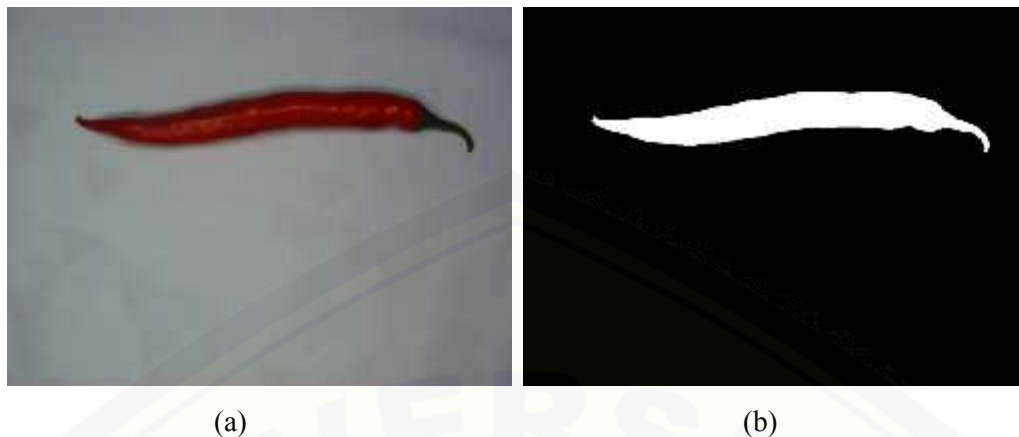
Nilai batas segmentasi (*threshold*) *background* ditentukan untuk mengetahui apakah suatu piksel merupakan obyek ataukah latar belakang (*background*). Nilai *threshold* ditentukan dengan melihat perbedaan parameter warna RGB yang dimiliki oleh obyek dan *background*. Proses penentuan nilai *threshold* dilakukan dengan mengambil beberapa sampel warna RGB dari citra, kemudian sampel dianalisis menggunakan grafik untuk mengetahui perbedaan warna RGB yang dimiliki oleh obyek dan *background*. Grafik yang digunakan untuk menentukan fungsi *threshold background* ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan *background*

Citra buah cabai merah besar terdiri dari *background* dan obyek buah. *Background* memiliki kombinasi nilai R terkecil 52, G terkecil 56, dan B terkecil 55 berbeda dengan kombinasi nilai RGB yang dimiliki obyek buah, sehingga *background* dapat dipisahkan dengan obyek buah menggunakan nilai *threshold* $R > 50$ dan $G > 50$ dan $B > 50$.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diformulasikan fungsi *threshold background* sebagai berikut : jika gambar original memiliki (nilai $R > 50$ AND nilai $G > 50$ AND nilai $B > 50$) maka tampilkan citra biner obyek menjadi berwarna hitam (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 0$), selain itu tampilkan citra biner obyek menjadi berwarna putih (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 255$). Hasil dari proses *threshold background* menggunakan formula ini ditampilkan pada gambar 4.4 berikut.

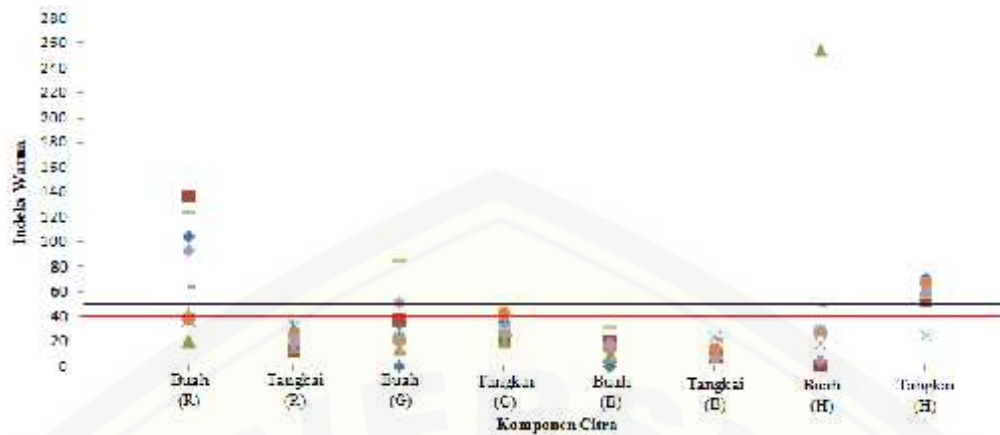


Gambar 4.4 Hasil *threshold background* : (a) Citra asli; (b) Citra biner obyek

4.4 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (*Threshold*) Area

Citra obyek buah cabai merah besar terdiri dari badan buah dan tangkai buah. Panjang, diameter, area dan perimeter buah diukur dari bagian badan buah, sehingga nilai *threshold* area ditentukan untuk mengetahui apakah suatu piksel merupakan area buah ataukah area tangkai. Beberapa kendala dalam menentukan nilai *threshold* area pada penelitian ini adalah karakteristik badan buah cabai merah besar yang mengkilat dan beberapa warna cacat pada buah yang menyerupai warna tangkai, sehingga penentuan nilai *threshold* menggunakan parameter warna RGB tidak mendapatkan hasil yang sempurna. Salah satu solusi untuk mendapatkan nilai *threshold* area yang lebih baik adalah dengan menggunakan kombinasi parameter warna RGB dan parameter warna *Hue* (H).

Nilai *threshold* area ditentukan dengan melihat perbedaan parameter warna RGB dan H yang dimiliki oleh buah dan tangkai. Proses penentuan nilai *threshold* dilakukan dengan mengambil beberapa sampel warna RGB dan sampel warna H dari citra, kemudian sampel dianalisis menggunakan grafik untuk mengetahui perbedaan warna RGB dan H yang dimiliki oleh buah dan tangkai. Grafik yang digunakan untuk menentukan fungsi *threshold* area ditampilkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Sebaran nilai RGB dan H pembentuk buah dan tangkai

Tangkai memiliki nilai R terbesar 32 berbeda dengan sebagian besar nilai R buah, sehingga tangkai dapat dipisahkan dengan buah menggunakan nilai *threshold* $R < 40$. Kombinasi nilai RGB untuk menentukan nilai *threshold* tidak dapat dilakukan karena buah dan tangkai memiliki nilai G dan nilai B yang berdekatan. Sebagian buah yang memiliki nilai $R > 40$ dipisahkan dengan tangkai menggunakan perbedaan parameter warna H. Buah memiliki nilai H terbesar 49 dan beberapa nilai H sebesar 254 berbeda dengan sebagian besar nilai H tangkai, sehingga buah dapat dipisahkan dengan tangkai menggunakan nilai *threshold* $H > 50$ dan $H < 200$.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diformulasikan fungsi *threshold* area sebagai berikut : jika citra biner obyek berwarna putih (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 255$) AND (nilai $R < 40$) AND (nilai $H < 50$ AND nilai $H > 200$) maka tampilkan citra biner area menjadi berwarna hitam (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 0$), selain itu tampilkan citra biner area menjadi berwarna putih (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 255$), selain itu jika citra biner obyek berwarna hitam (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 0$) maka tampilkan citra biner area berwarna abu-abu (nilai $R = \text{nilai } G = \text{nilai } B = 100$). Hasil dari proses *threshold* area menggunakan formula ini ditampilkan pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hasil *threshold* area : (a) Citra biner obyek; (b) Citra biner area

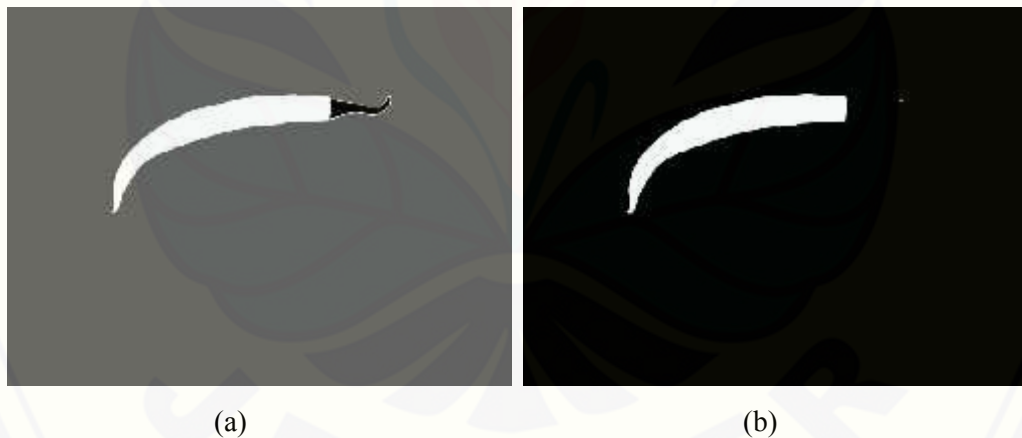
4.5 Operasi Morfologi

Hasil dari proses *threshold* belum mampu menghasilkan citra biner area dengan sempurna, oleh karena itu perlu dilakukan operasi *opening* dan *closing* untuk menyempurnakan citra biner area. Operasi *opening* merupakan operasi morfologi yang memanfaatkan operasi erosi dan dilasi secara berurutan, sedangkan operasi *closing* merupakan operasi morfologi yang memanfaatkan operasi dilasi dan erosi secara berurutan. Operasi *opening* bertujuan untuk menghilangkan titik-titik putih hasil *threshold* tidak sempurna pada bagian tangkai, sedangkan operasi *closing* bertujuan untuk menghilangkan titik titik hitam hasil *threshold* tidak sempurna pada bagian buah. Hasil dari operasi morfologi satu tahap pada citra biner area ditampilkan pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Hasil operasi morfologi satu tahap : (a) Citra biner area; (b) Citra biner area hasil morfologi satu tahap

Operasi morfologi dengan satu tahap mampu menipiskan garis putih pada bagian tangkai buah, tetapi masih banyak garis pada tangkai buah yang belum terhapus, oleh karena itu perlu dilakukan operasi morfologi dengan dua tahap. Hasil dari operasi morfologi dua tahap pada citra biner area ditampilkan pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Hasil operasi morfologi dua tahap : (a) Citra biner area; (b) Citra biner area hasil morfologi dua tahap

Operasi morfologi dengan dua tahap mampu menghapus sebagian besar garis pada tangkai buah, namun masih terdapat sedikit titik putih yang tersisa pada bagian tangkai buah, oleh karena itu perlu dilakukan operasi morfologi dengan tiga tahap. Pada operasi morfologi dengan tiga tahap, garis pada tangkai buah

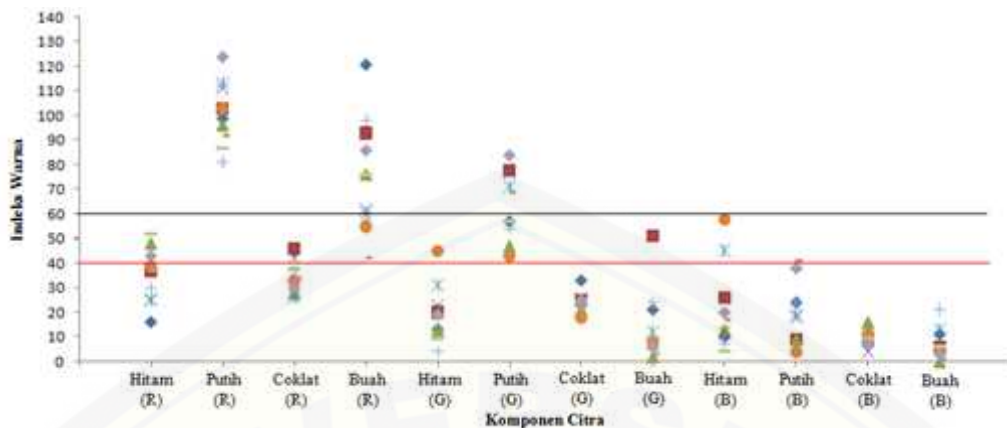
telah terhapus dengan sempurna. Hasil dari operasi morfologi tiga tahap pada citra biner area ditampilkan pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Hasil operasi morfologi tiga tahap : (a) Citra biner area; (b) Citra biner area hasil morfologi tiga tahap

4.6 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (*Threshold*) Area Cacat

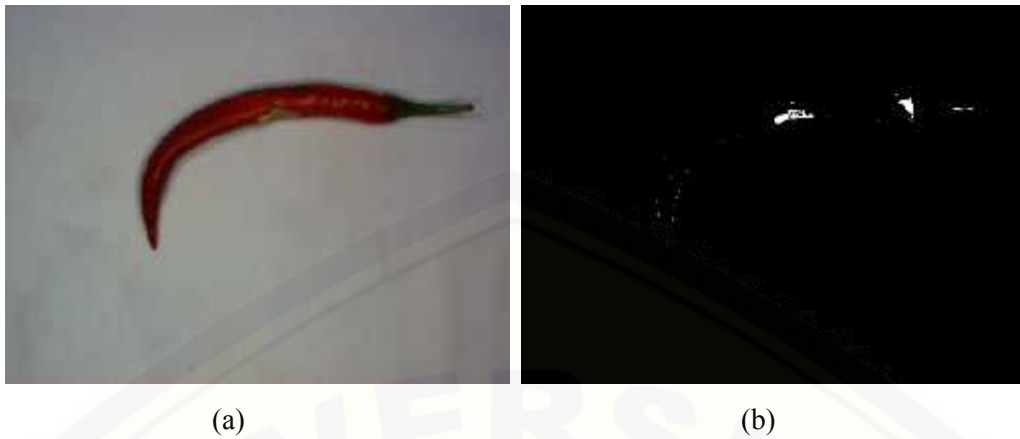
Nilai batas segmentasi (*threshold*) area cacat ditentukan untuk mengetahui apakah suatu piksel pada area buah merupakan area cacat ataukah area buah normal. Nilai *threshold* ditentukan dengan melihat perbedaan parameter warna RGB yang dimiliki oleh area cacat dan area buah. Proses penentuan nilai *threshold* dilakukan dengan mengambil beberapa sampel warna RGB dari citra, kemudian sampel dianalisis menggunakan grafik untuk mengetahui perbedaan warna RGB yang dimiliki oleh area cacat dan area buah. Grafik yang digunakan untuk menentukan fungsi *threshold* area cacat ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Sebaran nilai RGB pembentuk area cacat dan area buah

Citra cacat terdiri dari cacat berwarna hitam, cacat berwarna putih, dan cacat berwarna coklat. Buah memiliki nilai R terkecil 42 dan G terbesar 51 berbeda dengan sebagian besar nilai R dan G cacat buah, sehingga buah dapat dipisahkan dengan area cacat menggunakan nilai *threshold* $R < 40$ atau $G > 60$. Nilai B tidak ditambahkan sebagai nilai *threshold* karena menyebabkan hasil *threshold* pada beberapa sampel menjadi kurang bagus.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diformulasikan fungsi *threshold* area cacat sebagai berikut : jika citra morfologi berwarna putih (nilai R = nilai G = nilai B = 255) AND (nilai R < 40) OR (nilai G > 60) maka tampilkan citra area cacat menjadi berwarna putih (nilai R = nilai G = nilai B = 255), selain itu tampilkan citra area cacat menjadi berwarna hitam (nilai R = nilai G = nilai B = 0). Hasil dari proses *threshold* area cacat pada berbagai warna cacat menggunakan formula ini ditampilkan pada gambar 4.11, 4.12, dan 4.13 berikut.



Gambar 4.11 Hasil *threshold* area cacat putih : (a) Citra asli buah cacat putih; (b) Citra biner area cacat putih



Gambar 4.12 Hasil *threshold* area cacat hitam : (a) Citra asli buah cacat hitam; (b) Citra biner area cacat hitam



Gambar 4.13 Hasil *threshold* area cacat coklat : (a) Citra asli buah cacat coklat; (b) Citra biner area cacat coklat

4.7 Proses Ekstraksi Citra

Proses ekstraksi citra adalah proses mendapatkan nilai parameter mutu citra dengan melakukan operasi tertentu pada piksel - piksel pembentuk citra. Berikut ini adalah proses ekstraksi citra untuk mendapatkan parameter mutu citra berupa nilai area, diameter, panjang, perimeter, area cacat, indeks warna merah (r), dan indeks warna hijau (g).

1. Area

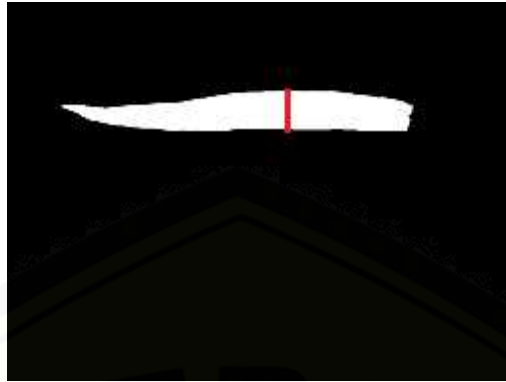
Penentuan nilai area buah cabai merah besar dilakukan dengan menghitung jumlah seluruh piksel dengan warna putih pada citra biner area hasil proses morfologi. Citra biner area hasil proses morfologi ditampilkan pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Citra biner area hasil proses morfologi

2. Diameter

Penentuan nilai diameter buah cabai merah besar dilakukan dengan menentukan ordinat paling atas dan ordinat paling bawah piksel berwarna putih pada citra biner area hasil proses morfologi, kemudian dihitung jaraknya. Proses penentuan nilai parameter mutu diameter ditampilkan pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Proses penentuan nilai parameter mutu diameter

3. Panjang

Penentuan nilai panjang buah cabai merah besar dilakukan dengan mencari absis paling kiri dan absis paling kanan piksel berwarna putih pada citra biner area hasil proses morfologi, kemudian dihitung jaraknya. Proses penentuan nilai parameter mutu panjang ditampilkan pada Gambar 4.16 berikut.



Gambar 4.16 Proses penentuan nilai parameter mutu panjang

4. Perimeter

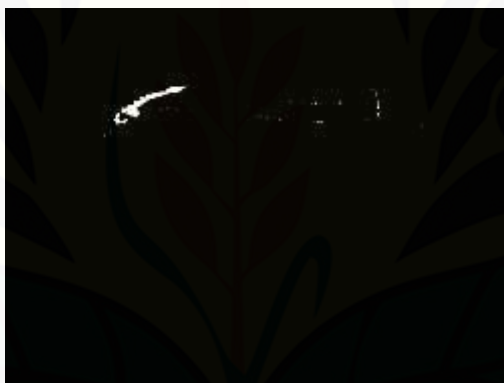
Penentuan nilai perimeter buah cabai merah besar dilakukan dengan menentukan piksel perbatasan dari citra biner area hasil proses morfologi, kemudian menghitung jumlah pikselnya. Proses penentuan nilai parameter mutu perimeter ditampilkan pada Gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.17 Proses penentuan nilai parameter mutu perimeter

5. Area Cacat

Penentuan nilai area cacat buah cabai merah besar dilakukan dengan menghitung jumlah seluruh piksel dengan warna putih pada citra biner area cacat. Citra biner area cacat buah ditampilkan pada Gambar 4.18 berikut.



Gambar 4.18 Citra biner area cacat buah

6. Indeks Warna Merah (r)

Penentuan nilai indeks warna merah dilakukan dengan menghitung jumlah keseluruhan nilai $R/(R+G+B)$ yang tersimpan dalam variable array pada piksel citra biner buah cabai merah tanpa cacat, kemudian dibagi dengan area. Piksel citra biner buah cabai merah tanpa cacat didapatkan dari piksel yang memiliki kombinasi citra biner area hasil proses morfologi berwarna putih dan citra biner area cacat berwarna hitam.

7. Indeks Warna Hijau (g)

Penentuan nilai indeks warna hijau dilakukan dengan menghitung jumlah keseluruhan nilai $G/(R+G+B)$ yang tersimpan dalam variable array pada piksel

citra biner buah cabai merah tanpa cacat, kemudian dibagi dengan area. Piksel citra biner buah cabai merah tanpa cacat didapatkan dari piksel yang memiliki kombinasi citra biner area hasil proses morfologi berwarna putih dan citra biner area cacat berwarna hitam.

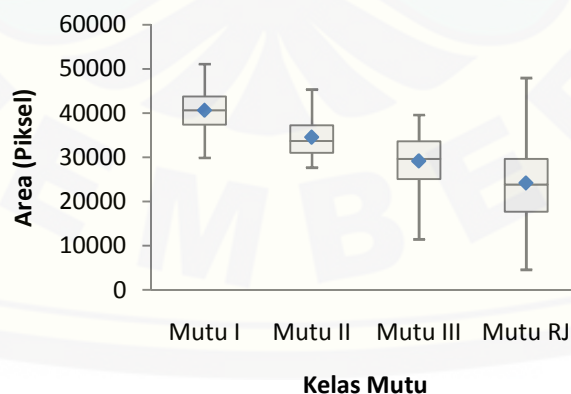
4.8 Analisis Statistik terhadap Parameter Mutu Citra

Hasil ekstraksi parameter mutu citra dari keseluruhan sampel diolah dengan program MS Excel untuk mendapatkan ukuran statistik berupa rerata, standar deviasi, K1, K2, K3, nilai minimum dan nilai maksimum. Ukuran statistik dari parameter mutu citra ditampilkan dalam grafik Boxplot untuk mempermudah proses analisis data. Proses ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara parameter mutu citra dengan kriteria mutu buah berdasarkan pemutuan manual. Parameter mutu citra yang memiliki korelasi dengan kriteria mutu buah kemudian akan dijadikan data *input* pada pelatihan JST.

Hasil ekstraksi parameter mutu citra pada masing-masing kelas mutu berdasarkan ukuran statistik pada data sebanyak 400 sampel buah cabai merah besar dapat dijabarkan sebagai berikut ini.

1. Area

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra area ditampilkan pada Gambar 4.19.

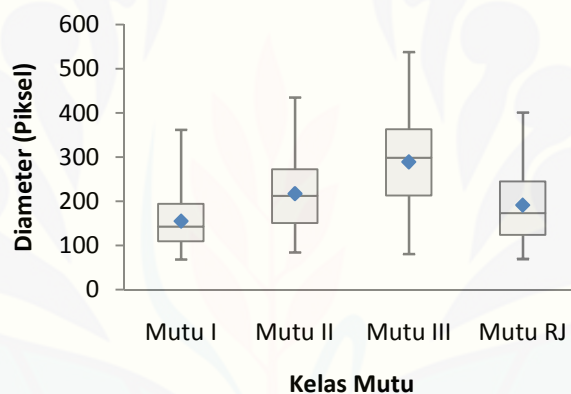


Gambar 4.19 Boxplot parameter mutu area

Dari grafik diatas terlihat bahwa sebaran nilai area semakin menurun dari kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Kelas mutu Reject memiliki sebaran nilai area mencakup kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Hal ini sesuai dengan kriteria mutu buah dimana semakin tinggi mutu buah, maka ukuran buah semakin besar, sedangkan mutu Reject merupakan buah pada berbagai ukuran yang memiliki cacat. Berdasarkan konsistensi penurunan area dari kelas mutu I ke mutu III, maka parameter mutu area dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu I, mutu II, dan mutu III.

2. Diameter

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra diameter ditampilkan pada Gambar 4.20.

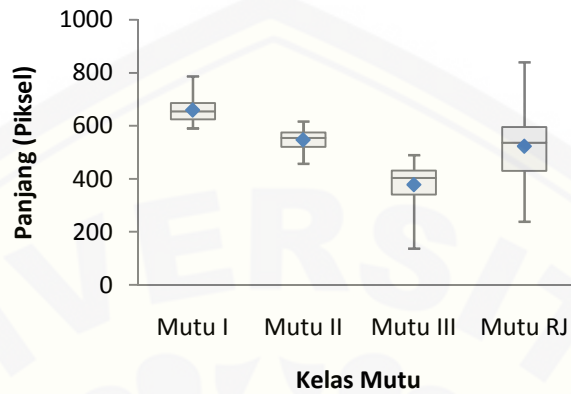


Gambar 4.20 Boxplot parameter mutu diameter

Dari grafik diatas terlihat bahwa diameter terbesar dimiliki oleh kelas mutu III, disusul mutu II, disusul mutu RJ dan kemudian mutu I. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria mutu buah dimana semakin tinggi mutu buah, maka diameter buah semakin besar, sedangkan mutu Reject merupakan buah pada berbagai ukuran diameter yang memiliki cacat. Hasil ekstraksi nilai parameter mutu citra diameter pada berbagai kelas mutu menjadi tidak beraturan dan saling tumpang tindih dikarenakan bentuk buah cabai merah yang bervariasi, sehingga pengukuran diameter buah secara akurat tidak dapat dilakukan. Berdasarkan penjelasan diatas, maka parameter mutu diameter tidak dapat digunakan sebagai *input* JST.

3. Panjang

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra panjang ditampilkan pada Gambar 4.21.

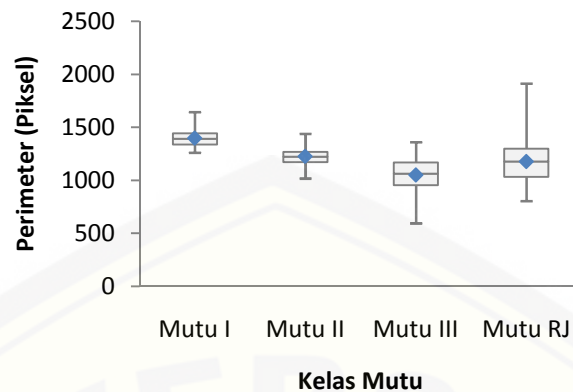


Gambar 4.21 Boxplot parameter mutu panjang

Dari grafik diatas terlihat bahwa sebaran nilai panjang semakin menurun dari kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Kelas mutu Reject memiliki sebaran nilai panjang mencakup kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Hal ini sesuai dengan kriteria mutu buah dimana semakin tinggi mutu buah, maka panjang buah semakin besar, sedangkan mutu Reject merupakan buah pada berbagai ukuran panjang yang memiliki cacat. Berdasarkan konsistensi penurunan panjang dari kelas mutu I ke mutu III, maka parameter mutu panjang dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu I, mutu II, dan mutu III.

4. Perimeter

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra perimeter ditampilkan pada Gambar 4.22.

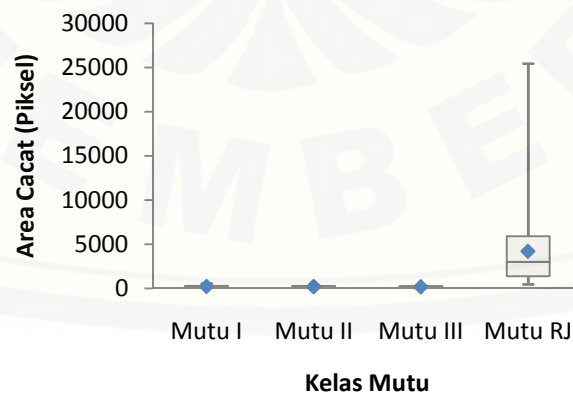


Gambar 4.22 Boxplot parameter mutu perimeter

Dari grafik diatas terlihat bahwa sebaran nilai perimeter semakin menurun dari kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Kelas mutu Reject memiliki sebaran nilai perimeter mencakup kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Hal ini sesuai dengan kriteria mutu buah dimana semakin tinggi mutu buah, maka bentuk buah semakin besar, sedangkan mutu Reject merupakan buah pada berbagai bentuk yang memiliki cacat. Berdasarkan konsistensi penurunan perimeter dari kelas mutu I ke mutu III, maka parameter mutu perimeter dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu I, mutu II, dan mutu III.

5. Area Cacat

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra area cacat ditampilkan pada Gambar 4.23.

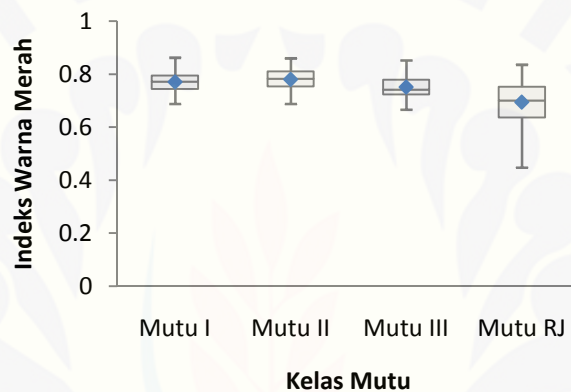


Gambar 4.23 Boxplot parameter mutu area cacat

Dari grafik diatas terlihat bahwa sebaran nilai area cacat terbesar dimiliki oleh kelas mutu Reject. Kelas mutu I, mutu II, dan mutu III memiliki nilai area cacat yang kecil. Hal ini sesuai dengan kriteria mutu buah dimana kelas mutu Reject terdiri dari buah pada berbagai ukuran yang memiliki cacat. Berdasarkan penjelasan diatas, maka parameter mutu area cacat dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu Reject.

6. Indeks Warna Merah (r)

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra indeks warna merah ditampilkan pada Gambar 4.24.

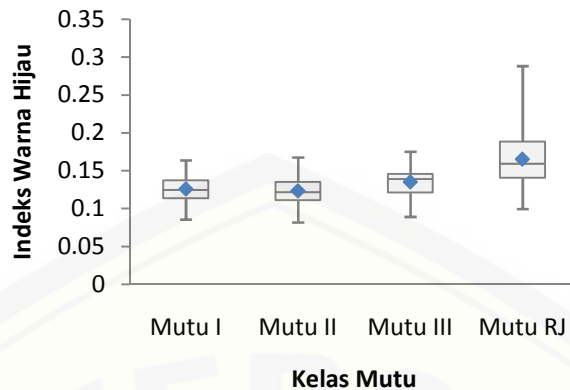


Gambar 4.24 Boxplot parameter mutu indeks warna merah

Dari grafik diatas terlihat bahwa semua kelas mutu memiliki nilai indeks warna merah yang hampir sama. Namun kelas mutu Reject memiliki kisaran warna yang lebih lebar. Hal ini dikarenakan kelas mutu Reject memiliki warna buah yang cenderung lebih gelap dibandingkan dengan warna buah pada kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Berdasarkan penjelasan diatas, maka parameter mutu indeks warna merah dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu Reject.

7. Indeks Warna Hijau (g)

Hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra indeks warna hijau ditampilkan pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Boxplot parameter mutu indeks warna hijau

Dari grafik diatas terlihat bahwa semua kelas mutu memiliki nilai indeks warna hijau yang hampir sama. Namun kelas mutu Reject memiliki kisaran warna yang lebih lebar. Hal ini dikarenakan kelas mutu Reject memiliki warna buah yang cenderung lebih gelap dibandingkan dengan warna buah pada kelas mutu I, mutu II, dan mutu III. Berdasarkan penjelasan diatas, maka parameter mutu indeks warna hijau dapat digunakan sebagai *input* JST untuk membedakan kelas mutu Reject.

4.9 Penentuan Variasi Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap parameter mutu citra buah cabai merah besar, dipilih enam parameter mutu citra sebagai *input* JST. Keenam parameter mutu citra tersebut adalah area, panjang, perimeter, area cacat, indeks warna merah dan indeks warna hijau. Dengan demikian terdapat enam *node input* pada JST.

Variasi dari struktur JST yang digunakan berdasarkan jumlah *node* lapisan tersembunyi yang terdiri dari 10 *node*, 15 *node*, dan 20 *node*. Pelatihan JST dilakukan pada ketiga variasi JST dengan menggunakan nilai *learning rate* 0,4 dan momentum 0,9. Normalisasi input dilakukan dengan metode rata-rata nol dan standar deviasi satu. Sumber data yang digunakan dalam pelatihan JST adalah 300 buah data *training* yang terdiri dari 75 buah pada masing-masing kelas mutu.

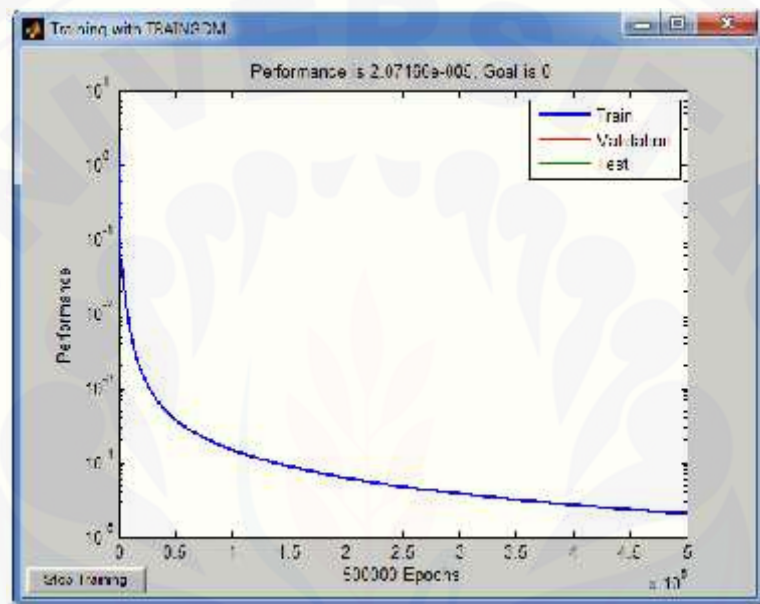
Hasil dari pelatihan ketiga variasi JST setelah dilakukan iterasi sebanyak 500.000 kali adalah :

1. JST dengan 10 *node* lapisan tersembunyi

MSE : 2,07166 e-005

Gradient : 1,10297 e-005

Kurva kinerja JST dengan *input* 10 *node* lapisan tersembunyi ditampilkan pada Gambar 4.26.



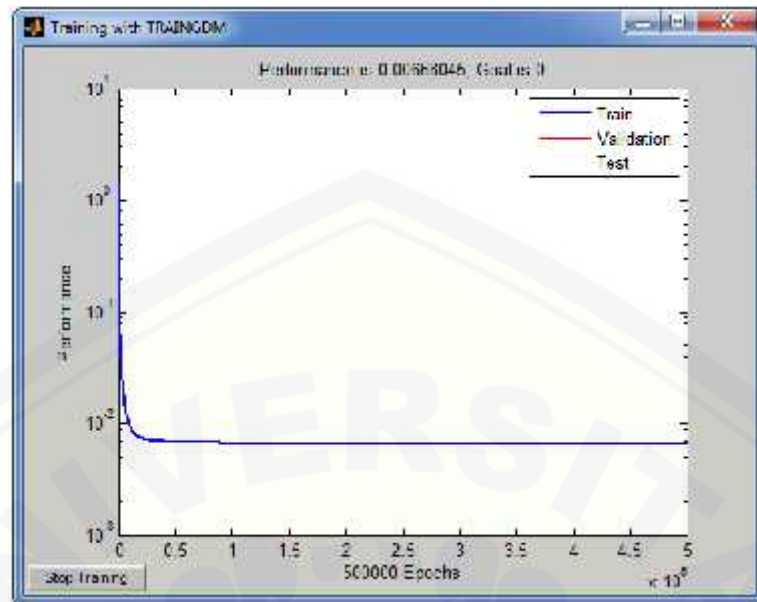
Gambar 4.26 Kurva kinerja JST dengan *input* 10 *node* lapisan tersembunyi

2. JST dengan 15 *node* lapisan tersembunyi

MSE : 0,00668045

Gradient : 8,74447 e-006

Kurva kinerja JST dengan *input* 15 *node* lapisan tersembunyi ditampilkan pada Gambar 4.27.



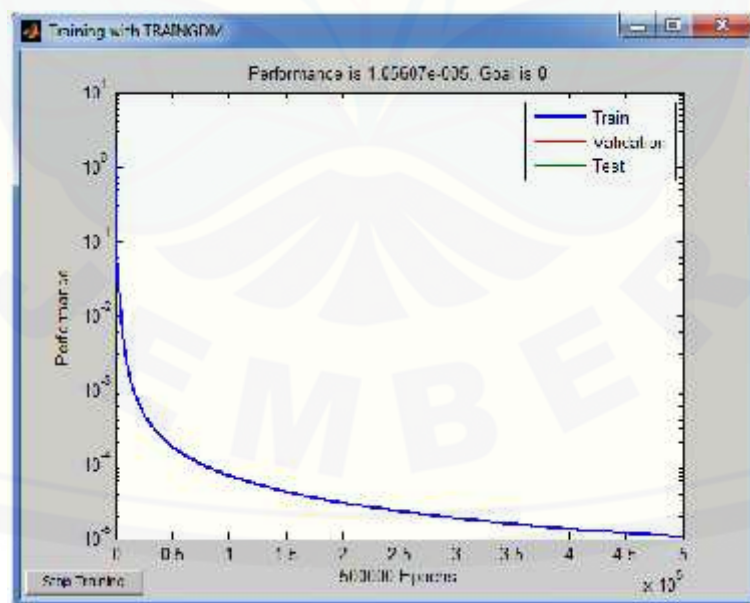
Gambar 4.27 Kurva kinerja JST dengan *input* 15 *node* lapisan tersembunyi

3. JST dengan 20 *node* lapisan tersembunyi

MSE : 1,05607 e-005

Gradient : 7,72106e-006

Kurva kinerja JST dengan *input* 20 *node* lapisan tersembunyi ditampilkan pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Kurva kinerja JST dengan *input* 20 *node* lapisan tersembunyi

Pemilihan variasi JST terbaik didapat dengan melakukan propagasi maju pada 100 buah data *testing*. Variasi terbaik adalah variasi JST yang menunjukkan kesesuaian pendugaan target yang paling besar. Hasil propagasi maju data *testing* dengan jumlah masing-masing sampel 100 buah pada ketiga variasi JST dijelaskan sebagai berikut ini.

1. JST dengan 10 *node* lapisan tersembunyi
Kesalahan prediksi : 1 buah
Validasi : 99%
2. JST dengan 15 *node* lapisan tersembunyi
Kesalahan prediksi : 0 buah
Validasi : 100%
3. JST dengan 20 *node* lapisan tersembunyi
Kesalahan prediksi : 0 buah
Validasi : 100%

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 $1,05607 \times 10^{-5}$.

4.10 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 pada program pengolahan citra, sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai parameter mutu citra. Berikut ini merupakan tahapan proses fungsi propagansi maju JST pada program pengolahan citra.

1. Normalisasi data *input*

Data yang digunakan sebagai *input* JST adalah enam buah parameter mutu citra hasil ekstraksi program pengolahan citra. Keenam parameter mutu citra tersebut adalah area, panjang, perimeter, area cacat, indeks warna merah dan indeks warna hijau. Seluruh data *input* terlebih dahulu dinormalkan dengan

metode rata-rata nol dan standar deviasi satu sebelum dilakukan tahap propagansi maju. Nilai rata-rata dan standar deviasi yang digunakan pada proses normalisasi data *testing* merupakan nilai rata-rata dan standar deviasi dari 300 buah data *training*.

2. Propagansi maju

Data *input* yang telah dinormalisasi selanjutnya diberikan fungsi propagansi maju JST dengan bobot-bobot hasil dari pelatihan variasi JST terbaik, yaitu variasi JST dengan 20 *node* lapisan tersembunyi. Fungsi aktivasi yang digunakan pada proses propagansi maju data *testing* sama dengan fungsi aktivasi yang digunakan pada proses pelatihan JST, yaitu fungsi aktivasi sigmoid bipolar *hyperbolic tangent*. Hasil dari proses propagansi maju adalah nilai *output* berupa dua buah bilangan bipolar.

3. Pendugaan mutu

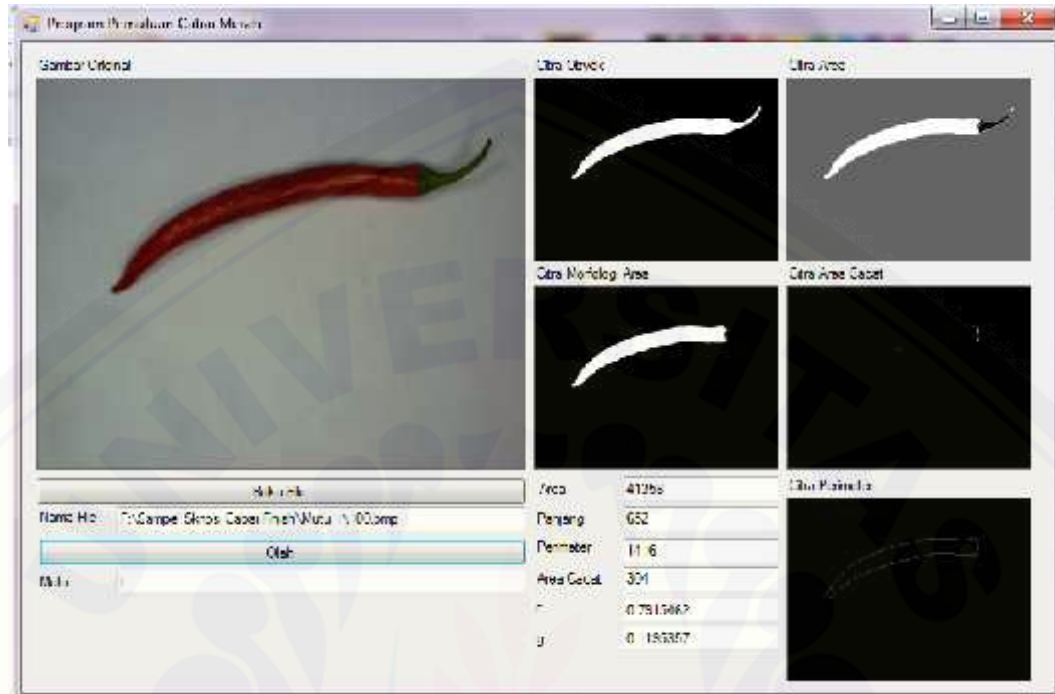
Hasil dari proses propagansi maju berupa dua buah bilangan bipolar perlu diterjemahkan sebagai kelas mutu. Proses penerjemahan *output* hasil propagansi maju JST ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Definisi *output*

Output		Kelas Mutu
Y1	Y2	
>0	>0	I
>0	<0	II
<0	>0	III
<0	<0	Reject

Program pemutuan buah cabai merah tidak memiliki *text box* “Diameter” karena program tidak mampu menganalisis nilai parameter mutu citra diameter buah cabai merah dengan akurat. Hasil ekstraksi nilai parameter mutu citra diameter juga tidak ditampilkan pada *file text* yang dihasilkan program. Program pemutuan buah cabai merah memiliki tambahan *text box* “Mutu” untuk menampilkan hasil pendugaan kelas mutu buah. Hasil pendugaan mutu buah akan ditambahkan pada *file text* yang dihasilkan program, sehingga mempermudah

dalam proses validasi program. Gambar 4.29 berikut ini menunjukkan tampilan program pemutuan buah cabai merah besar.



Gambar 4.29 Tampilan program pemutuan buah cabai merah besar

4.11 Validasi Program Pemutuan Cabai Merah

Proses validasi dilakukan untuk menguji akurasi yang dimiliki oleh program pemutuan dalam menduga kelas mutu buah cabai merah. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan program pemutuan cabai merah untuk menduga kelas mutu yang dimiliki oleh 100 buah data *testing*. Hasil pendugaan mutu program ditampilkan dalam *confusion matrix* untuk memudahkan analisis tingkat akurasi program. *Confussion matrix* hasil validasi program pemutuan cabai merah ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Confussion 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	0	25	100%	0%
II	0	25	0	0	25	100%	0%
III	0	0	25	0	25	100%	0%
RJ	0	0	0	25	25	100%	0%
Total kolom	25	25	25	25	100		
Akurasi user	100%	100%	100%	100%			
Kesalahan komisi	0%	0%	0%	0%			
Akurasi total = 100%							

Berdasarkan Tabel 4.2 kelas mutu I, II, III dan RJ memiliki tingkat akurasi produksi 100%, artinya setiap kelas mutu I, II, III dan RJ dapat digolongkan dengan benar oleh program pemutuan cabai merah. Tingkat akurasi user pada seluruh kelas mutu I, II, III dan RJ adalah 100%, artinya seluruh kelas mutu I, II, III dan RJ dapat digolongkan dengan benar sesuai dengan kelas mutunya. Tingkat kesalahan komisi pada kelas mutu I, II, III dan RJ adalah 0%, artinya tidak ada kesalahan penggolongan kelas mutu I, II, III dan RJ ke kelas mutu yang lain. Tingkat kesalahan omisi pada kelas mutu I, II, III dan RJ adalah 0%, artinya tidak ada kesalahan penggolongan pada setiap kelas mutu I, II, III dan RJ. Akurasi total program adalah sebesar 100%, artinya program pemutuan cabai merah dapat menduga dengan benar seluruh data *testing* citra buah cabai merah.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Proses pemutuan buah cabai merah besar dapat dilakukan dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan variabel area, panjang, perimeter, area cacat, indeks warna merah dan indeks warna hijau.
2. Arsitektur JST terbaik adalah variasi dengan karakteristik 20 *node* lapisan tersembunyi.
3. Validasi JST menunjukkan bahwa program pemutuan buah cabai merah besar memiliki tingkat akurasi 100%.

5.2 Saran

Beberapa saran bagi penelitian selanjutnya adalah :

1. Penelitian untuk mengetahui operasi yang mampu menganalisis nilai parameter mutu citra diameter buah cabai merah besar yang bentuknya melengkung secara akurat perlu dilakukan untuk meningkatkan akurasi program pengolahan citra.
2. Penelitian pengembangan algoritma program yang mampu menganalisa citra buah cabai merah besar dalam jumlah banyak (majemuk) perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja program pengolahan citra.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Edisi 40 September 2013*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. *SNI Cabai Merah Segar 01-4480-1998*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Demuth, H., dan Mark, B. 2002. *Neural Network Toolbox for Use with MATLAB*. USA: The Mathworks ,Inc.
- Hashim, Mohamad, Zakaria, Bakri, dan Sakaguchi. 2013. *Development of Tomato Inspection and Grading System using Image Processing*. International Journal of Engineering and Computer Science Volume 2 Issue 8 August 2013: 2319-2326.
- Kusumadewi, S. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATHLAB & EXCEL LINK*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- 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 annum L.)*. Jawa Tengah: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Prajnanta, F. 2002. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Jakarta: Penerbar Swadaya.
- Seminar, Marimin, Suroso dan Teguh. 2003. *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dan Analisis Komponen Utama Untuk Sortasi Mentimun*. Jurnal Keteknikan Pertanian, 17 (2): 39 – 51.
- Siang, J. J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Soediby, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (Glycine Max (L.) Merr.) Dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).

Soediby, D. W. 2012. *Pengembangan Sistem Pemutuan Berbasis Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Alat Sortasi Kopi Beras Tipe Konveyor Sabuk*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).

Usman, H., dan Akbar, R. P. S. 1995. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.



LAMPIRAN

1. Tabel Sebaran Warna

a. Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan *background*

No	R		G		B	
	Buah	Background	Buah	Background	Buah	Background
1	135	101	43	107	27	117
2	116	113	26	119	21	129
3	138	141	61	148	32	153
4	88	88	10	91	5	94
5	25	89	26	71	18	65
6	27	52	34	56	16	55
7	20	80	30	67	15	72
8	37	65	24	86	5	75
9	19	59	19	82	15	59
10	32	78	36	62	35	63
Maksimum	138	141	61	148	35	153
Minimum	19	52	10	56	5	55

b. Sebaran nilai RGB dan H pembentuk buah dan tangkai

No	R		G		B		H	
	Buah	Tangkai	Buah	Tangkai	Buah	Tangkai	Buah	Tangkai
1	104	28	0	36	0	10	4	70
2	136	12	37	22	19	7	1	53
3	20	15	13	20	8	11	254	59
4	37	17	23	27	8	16	18	63
5	37	32	28	29	8	23	28	24
6	38	25	20	42	14	13	27	66
7	42	22	19	34	15	7	29	71
8	64	25	10	25	5	21	49	64
9	123	18	84	30	31	6	23	55
10	93	18	51	25	18	6	4	59
Maksimum	136	32	84	42	31	23	254	71
Minimum	20	12	0	20	0	6	1	24

c. Sebaran nilai RGB pembentuk area cacat dan area buah

No	R				G				B			
	Hitam	Putih	Coklat	Buah	Hitam	Putih	Coklat	Buah	Hitam	Putih	Coklat	Buah
1	16	99	45	121	13	57	33	21	10	24	9	11
2	37	103	46	93	20	78	25	51	26	9	9	6
3	48	96	28	76	13	47	21	2	13	9	16	0
4	25	111	42	62	23	77	26	7	12	18	4	6
5	25	113	26	60	31	71	20	12	45	19	10	13
6	39	103	33	55	45	43	18	8	58	4	11	4
7	30	81	37	98	4	54	23	24	7	24	8	21
8	37	92	34	42	18	69	25	3	17	41	8	1
9	52	87	38	76	9	57	24	5	4	38	9	6
10	43	124	30	86	19	84	25	6	20	38	7	3
Maksimum	52	124	46	121	45	84	33	51	58	41	16	21
Minimum	16	81	26	42	4	43	18	2	4	4	4	0

2. Tabel Ukuran Statistik Parameter Mutu Citra

a. Hasil analisis statistik parameter mutu area

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	40620.1	34529.7	29142.3	24164.8
Standar deviasi	4248.09	4450.25	5814.44	8485.89
Minimum	29903	27683	11465	4606
Q1	37367.3	31044.3	25059	17694.5
Q2	40666	33725.5	29632	23805.5
Q3	43765.3	37268	33612.3	29646.8
Maximum	51121	45353	39587	47954

b. Hasil analisis statistik parameter mutu diameter

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	155.32	217.17	289	191.41
Standar deviasi	59.4488	81.9612	105.058	80.6984
Minimum	69	85	81	70
Q1	109.75	150.75	213.25	124.25
Q2	143	212	298.5	173.5
Q3	194.25	272.5	362.75	245
Maximum	362	435	538	401

c. Hasil analisis statistik parameter mutu panjang

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	658.94	546.72	378.18	523
Standar deviasi	39.0179	40.4545	74.1965	115.641
Minimum	591	458	138	239
Q1	624.75	520.25	340.25	430.5
Q2	655	554.5	403.5	536.5
Q3	686	575.25	431.5	596
Maximum	787	617	490	840

d. Hasil analisis statistik parameter mutu perimeter

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	1397.46	1225.12	1048.89	1177.04
Standar deviasi	79.1145	78.5649	150.634	205.74
Minimum	1261	1017	595	804
Q1	1339	1170	952.75	1032.75
Q2	1391.5	1223.5	1062.5	1176.5
Q3	1444	1267	1169.25	1298.25
Maximum	1644	1439	1360	1912

e. Hasil analisis statistik parameter mutu area cacat

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	230.39	218.3	198.68	4206.56
Standar deviasi	80.5743	65.1363	61.3193	4090.22
Minimum	93	101	70	477
Q1	171.75	166.75	148.5	1394.5
Q2	218.5	208.5	197	3014.5
Q3	280	252.75	242	5893.25
Maximum	545	390	339	25420

f. Hasil analisis statistik parameter mutu indeks warna merah

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	0.76964	0.7795	0.75032	0.69402
Standar deviasi	0.03795	0.03727	0.04358	0.08005
Minimum	0.68817	0.68818	0.66627	0.44762
Q1	0.74393	0.75419	0.72302	0.63667
Q2	0.77133	0.78237	0.74211	0.70002
Q3	0.79448	0.80995	0.77955	0.75237
Maximum	0.86227	0.86004	0.85177	0.83587

g. Hasil analisis statistik parameter mutu indeks warna hijau

Parameter Statistik	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu RJ
Mean	0.12592	0.12321	0.135	0.16517
Standar deviasi	0.01656	0.01694	0.01985	0.03686
Minimum	0.08557	0.08182	0.08924	0.09961
Q1	0.11391	0.11122	0.12129	0.14079
Q2	0.12483	0.12173	0.13924	0.15922
Q3	0.13739	0.13507	0.14602	0.18864
Maximum	0.16383	0.16765	0.17521	0.28815

3. Bobot Awal JST Variasi 20 Node Lapisan Tersembunyi

a. Bobot lapisan input ke lapisan tersembunyi

Node Lapisan Input	Node Lapisan Tersembunyi						b
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
Z1	0.316839838	0.150082029	-0.30016406	0.733734363	0.466921867	0.016675781	-0.60032811
Z2	-0.32685697	0.108952324	-0.66733298	-0.62647586	-0.5719997	-0.12257136	0.177047526
Z3	-0.1227593	0.589244651	0.491037209	-0.07365558	-0.58924465	0.478761279	-0.38055384
Z4	0.856618	-0.01822591	0.145807319	-0.03645183	-0.71081068	0.054677745	-0.25516281
Z5	0.832097248	0.277365749	0.351329949	0.314347849	0.09245525	-0.31434785	0.480767299
Z6	0.426466269	0.542775252	0.633237794	-0.10338576	0.297234066	-0.43938949	-0.40061983
Z7	-0.066665604	0.013331207	0.533248294	0.639897953	-0.5465795	-0.43992984	0.373273806
Z8	0.370335855	-0.57465909	-0.51080808	-0.62573989	-0.40864646	-0.15324242	-0.14047222
Z9	0.053608522	-0.62990013	-0.37525965	0.509280958	-0.50928096	0.428868175	-0.29484687
Z10	-0.57443285	-0.61450956	-0.4007671	0.133589035	-0.24046026	-0.56107395	0.26717807
Z11	-0.04361775	0.596109266	-0.36348126	-0.63972702	0.348942009	-0.52341301	0.189010255
Z12	0.585500228	-0.21956259	0.018296882	0.146375057	0.768469049	0.365937642	0.439125171
Z13	0.270973581	0.765101876	-0.09563773	-0.22315471	0.079698112	-0.57382641	0.52600754
Z14	0.204384628	-0.72320715	-0.59743199	0.047165683	-0.45593494	0.298715995	0.330159784
Z15	-0.31616942	-0.56207897	-0.84311846	-0.14051974	0.263474519	-0.29860445	-0.15808471
Z16	-0.11299832	-0.45199328	0.60265771	-0.60265771	-0.2824958	-0.16949748	-0.5273255
Z17	0.505402092	-0.05615579	0.449246304	-0.07487438	0.917211203	0.018718596	0.149748768
Z18	-0.68399304	0.073945193	-0.33275337	0.33275337	-0.31426707	-0.49913005	-0.53610265
Z19	-0.43594143	-0.51418733	0.435941432	0.51418733	-0.34651755	0.033533956	-0.54772129
Z20	-0.66529504	0.176506847	0.59740779	-0.25797155	-0.2987039	-0.1357745	-0.57025289

b. Bobot lapisan tersembunyi ke lapisan output

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan Output	
	Y1	Y2
Z1	-0.62050783	-0.972128934
Z2	-1.108910454	-0.316831558
Z3	-0.826294959	-0.804550355
Z4	0.797176212	-0.833411494
Z5	-1.121087131	0.270607238
Z6	-1.083848982	-0.394126903
Z7	0.613279828	0.976704912
Z8	0.797578539	0.833026474
Z9	-1.130888279	0.226177656
Z10	0.189598768	1.137592607
Z11	0.885977526	0.738314605
Z12	-0.934419077	0.675962736
Z13	1.094101535	0.364700512
Z14	-0.966963843	0.628526498
Z15	-1.061403181	-0.451096352
Z16	-0.320680009	1.107803667
Z17	0.679825412	-0.931612602
Z18	-0.691970568	0.922627425
Z19	0.922627425	-0.691970568
Z20	-0.250182487	1.125821192
b	0.885977526	0.738314605

4. Bobot Akhir JST Variasi 20 Node Lapisan Tersembunyi

a. Bobot lapisan input ke lapisan tersembunyi

Node Lapisan Input	Node Lapisan Tersembunyi						
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	b
Z1	-0.24321986	2.483428269	-1.84784699	5.736080848	1.871638572	1.446847582	0.702469903
Z2	-1.03839976	0.777812642	-2.56433521	0.185620093	-1.51673929	0.977000204	1.962135971
Z3	-0.94729417	-0.11726146	0.367595673	1.353768958	-1.27435045	1.380819198	-1.06189485
Z4	1.727901535	-1.33370636	-1.04912179	-0.62491475	-1.99606369	2.110729021	1.711389983
Z5	2.413774552	-0.91535969	-1.27536603	1.531921709	0.282278073	-1.12117672	-0.20462808
Z6	3.826735723	0.894988974	4.313651457	-0.14127383	-1.523292	0.111091337	1.596540889
Z7	-0.61996947	2.644167367	2.300492021	0.959882506	-1.04547167	-0.34215315	-1.38885451
Z8	0.294662642	-0.26593343	-0.52281082	-4.21632634	-0.33684418	-1.06175274	-1.444359
Z9	1.154847671	-3.78161344	-0.83817188	0.920473066	-1.96285161	-1.95009259	-1.662017
Z10	1.101872167	-4.13439937	-1.04038621	-0.18516842	-1.71403544	-1.47954111	-1.81762488
Z11	0.294233807	0.646021836	-0.77139323	-4.49951447	-0.60754815	-0.4234494	-1.42863946
Z12	-0.17313906	-0.12291007	0.134169043	-0.07551324	0.26857916	0.148460543	1.86753937
Z13	0.601709263	0.856783269	-1.0232166	-2.32704545	-0.39500458	-0.39061167	-1.50218966
Z14	3.373882423	0.16793916	-1.08503992	1.254516259	-1.97221139	2.2309078	-0.37831004
Z15	-3.62007183	1.255056174	-1.64226556	0.758165712	1.198552875	-1.14449437	0.668747396
Z16	-1.10472388	0.134150756	1.089591689	-3.14241452	-1.49252853	-0.29565415	-0.65248142
Z17	1.663328142	2.23453158	1.08160222	-0.26651749	3.845647807	-2.04914844	0.352964338
Z18	-1.91662574	-3.71548063	-1.39127517	0.015401656	-1.4027633	-2.6896964	-4.05361451
Z19	2.708878898	-1.15615735	1.80351369	1.422416997	0.033615076	-0.01569145	-2.63415767
Z20	-1.03044642	4.03898271	1.719379101	-0.51803347	-0.87357415	-1.13939488	-2.61930039

b. Bobot lapisan tersembunyi ke lapisan output

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan Output	
	Y1	Y2
Z1	-5.186120719	-4.433807863
Z2	-2.078688697	-2.521041811
Z3	-1.147008475	-2.585145892
Z4	3.153481979	-3.491480279
Z5	-2.72642133	0.445950066
Z6	-3.525830041	2.321658788
Z7	-0.295748684	2.852509166
Z8	2.967273224	4.236144141
Z9	-4.045834939	2.404177329
Z10	-2.114793322	4.912969722
Z11	3.780564223	3.903721369
Z12	-3.113467171	1.210187403
Z13	3.864568657	1.13808679
Z14	-2.590237935	1.813818139
Z15	-0.290789529	-3.412107046
Z16	2.322345457	3.182730695
Z17	3.622255443	-2.221603773
Z18	-4.141417901	4.292424144
Z19	-0.495866435	-3.994511997
Z20	0.676003193	4.702728446
b	-2.622972316	0.656777364

5. Data Hasil Pengolahan Citra Buah Cabai Merah

a. Data *training*

No	Mutu	Parameter Mutu Citra							Output JST		Pendugaan Mutu
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1	Y2	
1	I	45305	700	109	1464	205	0.794634	0.1182515	1.00	1.00	I
2	I	43089	670	171	1438	230	0.7868881	0.1193082	1.00	1.00	I
3	I	40616	687	97	1432	162	0.7447761	0.1341069	1.00	1.00	I
4	I	34402	598	96	1261	274	0.7225689	0.1423827	1.00	0.99	I
5	I	45110	655	240	1480	198	0.7262155	0.1409979	1.00	1.00	I
6	I	43346	657	142	1390	227	0.7752702	0.1214536	1.00	1.00	I
7	I	38434	656	159	1368	206	0.7480401	0.1357202	1.00	1.00	I
8	I	39031	641	90	1334	209	0.7435188	0.1367305	1.00	1.00	I
9	I	45320	717	165	1514	389	0.7127729	0.1483037	1.00	1.00	I
10	I	46554	730	118	1536	270	0.7385595	0.1427153	1.00	1.00	I
11	I	39524	661	93	1391	319	0.8111871	0.111309	0.99	1.00	I
12	I	39851	618	129	1309	190	0.7864756	0.1177457	1.00	1.00	I

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
13	I	42018	673	104	1407	122	0.8297645	0.1009807	1.00	1.00	I
14	I	45103	669	121	1401	172	0.7603668	0.1303508	1.00	1.00	I
15	I	40855	680	136	1425	160	0.8239744	0.1024228	1.00	1.00	I
16	I	37488	599	158	1291	209	0.7867562	0.1161585	1.00	1.00	I
17	I	48318	656	164	1400	230	0.8116282	0.1034672	1.00	1.00	I
18	I	36549	625	132	1305	143	0.7415482	0.1367165	1.00	1.00	I
19	I	40716	644	152	1359	270	0.7303126	0.1394277	1.00	1.00	I
20	I	41981	655	131	1373	250	0.7651891	0.1262095	1.00	1.00	I
21	I	45906	705	90	1466	349	0.7886729	0.1124663	1.00	1.00	I
22	I	39240	629	144	1334	222	0.7518424	0.1342681	1.00	1.00	I
23	I	40823	686	127	1432	211	0.7531889	0.1300658	1.00	1.00	I
24	I	41331	620	138	1305	278	0.7897298	0.1174757	1.00	0.99	I
25	I	37263	620	179	1314	124	0.7440689	0.1373568	1.00	1.00	I
26	I	44775	692	94	1457	240	0.835323	0.0946363	1.00	1.00	I
27	I	43676	689	186	1434	195	0.8218291	0.1037895	1.00	1.00	I
28	I	37388	645	143	1363	257	0.7353685	0.1457294	1.00	1.00	I
29	I	46123	716	161	1514	372	0.7303267	0.1438092	1.00	0.99	I
30	I	46359	644	159	1388	252	0.7209679	0.1477366	1.00	1.00	I
31	I	40481	650	89	1379	151	0.7227315	0.1464371	1.00	1.00	I
32	I	37625	650	115	1360	190	0.7962791	0.1129484	1.00	1.00	I
33	I	49650	652	196	1424	278	0.8622655	0.0855727	1.00	1.00	I
34	I	40567	654	80	1372	345	0.8099193	0.1086122	1.00	1.00	I
35	I	45434	694	130	1451	183	0.7859271	0.1170868	1.00	1.00	I
36	I	40169	659	125	1380	245	0.7806495	0.1231261	1.00	1.00	I
37	I	34747	663	69	1382	166	0.7877359	0.1170863	1.00	1.00	I
38	I	45527	622	205	1385	306	0.7983986	0.115214	1.00	1.00	I
39	I	42414	683	135	1427	158	0.7194898	0.1507225	1.00	1.00	I
40	I	39513	679	109	1411	221	0.7951027	0.1165747	1.00	1.00	I
41	I	46412	717	174	1506	204	0.7704091	0.1265333	1.00	1.00	I
42	I	41606	720	155	1528	300	0.8119461	0.1067899	1.00	1.00	I
43	I	32849	617	99	1302	195	0.7804985	0.1211813	1.00	1.00	I
44	I	44409	686	158	1440	306	0.8084275	0.1102389	1.00	1.00	I
45	I	51121	720	135	1521	398	0.8408374	0.0941173	1.00	1.00	I
46	I	34267	618	110	1288	96	0.7825856	0.1218154	1.00	1.00	I
47	I	37305	610	245	1311	258	0.7815721	0.124143	1.00	0.98	I
48	I	39551	635	113	1339	202	0.7313167	0.140062	1.00	1.00	I
49	I	39959	676	88	1412	309	0.7845371	0.1136796	1.00	1.00	I
50	I	43765	787	134	1644	277	0.7927491	0.1139201	1.00	1.00	I
51	I	42423	659	191	1430	224	0.7552738	0.1365254	1.00	1.00	I
52	I	44890	663	194	1461	149	0.7539166	0.132728	1.00	1.00	I
53	I	36617	614	121	1284	120	0.7722605	0.1255151	1.00	0.99	I
54	I	35600	644	84	1355	136	0.826306	0.1043829	1.00	1.00	I
55	I	31961	603	90	1266	154	0.7067487	0.1552927	1.00	1.00	I
56	I	38306	678	72	1418	140	0.6882461	0.1592615	1.00	1.00	I
57	I	36818	609	118	1275	194	0.7211466	0.1475174	1.00	1.00	I
58	I	42153	621	293	1465	211	0.7815067	0.1196476	1.00	1.00	I
59	I	36558	609	219	1300	93	0.7471743	0.1346893	1.00	1.00	I
60	I	42108	695	222	1454	195	0.7528068	0.1363503	1.00	1.00	I
61	I	33521	617	98	1294	116	0.7576643	0.1286162	1.00	1.00	I
62	I	41738	667	217	1437	276	0.7214751	0.1456928	1.00	1.00	I
63	I	38263	677	165	1425	169	0.7697819	0.1277113	1.00	1.00	I
64	I	40797	651	90	1367	297	0.7635558	0.1316916	1.00	1.00	I
65	I	31151	607	76	1271	95	0.7108861	0.1508073	1.00	1.00	I

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
66	I	34948	608	105	1283	131	0.7913096	0.1163138	1.00	0.99	I
67	I	38227	636	190	1357	109	0.7807013	0.1188921	1.00	1.00	I
68	I	39797	637	195	1339	193	0.7444345	0.135925	1.00	1.00	I
69	I	41927	651	119	1374	243	0.7604109	0.1280534	1.00	1.00	I
70	I	37001	725	220	1512	545	0.7592363	0.1343997	0.99	1.00	I
71	I	38137	624	120	1317	148	0.7242966	0.142085	1.00	1.00	I
72	I	39167	660	155	1378	183	0.6946608	0.1579133	1.00	1.00	I
73	I	43766	663	333	1469	239	0.7486852	0.1382032	1.00	1.00	I
74	I	39961	667	100	1392	174	0.6939726	0.1578687	1.00	1.00	I
75	I	43110	658	201	1394	310	0.8421829	0.0927382	1.00	1.00	I
76	II	34338	589	203	1243	244	0.7273545	0.1504577	1.00	-1.00	II
77	II	40384	549	302	1384	283	0.8183738	0.1072795	1.00	-1.00	II
78	II	38834	510	430	1313	166	0.7973965	0.1132488	1.00	-1.00	II
79	II	37307	568	315	1252	238	0.8164846	0.1113506	1.00	-1.00	II
80	II	36389	473	340	1129	295	0.7779615	0.1242412	0.99	-0.99	II
81	II	32241	541	159	1146	243	0.7952347	0.1208065	1.00	-1.00	II
82	II	29119	538	203	1209	140	0.8126422	0.1057305	1.00	-1.00	II
83	II	33534	564	224	1191	206	0.7362428	0.1426345	1.00	-1.00	II
84	II	31623	563	184	1177	266	0.8097578	0.1085017	1.00	-1.00	II
85	II	34119	580	106	1223	166	0.7485977	0.1364314	1.00	-1.00	II
86	II	32235	511	168	1105	218	0.7620838	0.131764	1.00	-1.00	II
87	II	38848	568	332	1333	204	0.7748553	0.1261877	1.00	-1.00	II
88	II	28741	481	137	1048	172	0.7770759	0.1241004	0.99	-1.00	II
89	II	31934	554	275	1205	102	0.7436323	0.1398737	1.00	-1.00	II
90	II	32855	576	237	1223	180	0.7907091	0.1174684	1.00	-1.00	II
91	II	37826	534	327	1297	282	0.7711694	0.1247528	1.00	-1.00	II
92	II	35523	527	344	1319	160	0.8121296	0.1071609	1.00	-1.00	II
93	II	32330	567	196	1261	181	0.7648916	0.1289762	1.00	-1.00	II
94	II	36840	604	202	1273	258	0.7730438	0.129256	1.00	-1.00	II
95	II	28814	568	178	1212	126	0.6978014	0.1618201	0.99	-1.00	II
96	II	30795	518	135	1127	138	0.7290764	0.146588	1.00	-1.00	II
97	II	36784	592	208	1251	219	0.8135402	0.1085211	1.00	-1.00	II
98	II	27683	503	151	1067	145	0.7879729	0.1176129	1.00	-1.00	II
99	II	42519	539	357	1346	326	0.8600363	0.0818191	1.00	-1.00	II
100	II	33620	613	130	1281	320	0.8176684	0.1053011	1.00	-0.99	II
101	II	29976	488	198	1140	167	0.7520652	0.1364989	1.00	-1.00	II
102	II	29419	535	141	1128	179	0.7907694	0.1168423	1.00	-1.00	II
103	II	32597	524	222	1170	164	0.7089253	0.1549163	1.00	-0.99	II
104	II	34454	592	138	1241	244	0.8028498	0.1106268	1.00	-1.00	II
105	II	27691	479	126	1017	157	0.6881821	0.1676508	1.00	-1.00	II
106	II	32974	560	150	1213	195	0.8166286	0.1106899	1.00	-1.00	II
107	II	30822	558	209	1208	163	0.7517737	0.1355012	1.00	-1.00	II
108	II	41930	586	224	1237	333	0.8597245	0.0856355	1.00	-1.00	II
109	II	34576	517	220	1244	141	0.7900415	0.1162684	1.00	-1.00	II
110	II	34240	591	134	1243	230	0.7481713	0.1356364	1.00	-1.00	II
111	II	34763	598	223	1259	180	0.7419663	0.1393912	1.00	-0.99	II
112	II	31386	567	109	1192	201	0.7740082	0.125343	1.00	-1.00	II
113	II	40667	576	272	1254	186	0.826504	0.104445	1.00	-1.00	II
114	II	31265	499	193	1170	219	0.7205488	0.1470924	1.00	-1.00	II
115	II	30445	562	215	1176	123	0.8113676	0.1074339	1.00	-1.00	II
116	II	34844	533	291	1185	381	0.7411571	0.1377405	0.99	-1.00	II
117	II	30222	587	172	1225	200	0.7463915	0.1386095	1.00	-1.00	II
118	II	29083	555	101	1167	155	0.7675111	0.1263375	1.00	-1.00	II

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
119	II	28367	558	136	1167	157	0.7243146	0.1445858	1.00	-1.00	II
120	II	30696	599	113	1253	118	0.7700461	0.1282075	1.00	-1.00	II
121	II	35787	549	238	1248	180	0.6948057	0.1609024	1.00	-1.00	II
122	II	28871	500	156	1119	360	0.7716705	0.1226955	1.00	-1.00	II
123	II	31682	555	249	1223	140	0.8139935	0.1112439	1.00	-1.00	II
124	II	40209	559	382	1354	189	0.7424682	0.1386239	1.00	-1.00	II
125	II	36273	615	208	1278	250	0.7776114	0.1245251	1.00	-0.98	II
126	II	43117	551	335	1360	390	0.7868493	0.1196019	1.00	-1.00	II
127	II	30013	591	93	1234	225	0.8082772	0.1096365	1.00	-1.00	II
128	II	44290	576	379	1372	351	0.7901217	0.1226191	1.00	-1.00	II
129	II	29925	544	140	1143	219	0.8143751	0.1124117	1.00	-1.00	II
130	II	31739	556	213	1190	168	0.7532529	0.1384768	1.00	-1.00	II
131	II	32543	485	274	1241	238	0.7862939	0.1175975	1.00	-1.00	II
132	II	31024	552	216	1187	120	0.7763692	0.1237709	1.00	-1.00	II
133	II	33831	540	179	1170	132	0.762822	0.134923	1.00	-1.00	II
134	II	38450	598	158	1297	185	0.8408691	0.0953647	1.00	-0.99	II
135	II	34410	604	115	1265	167	0.7866903	0.1199007	1.00	-0.99	II
136	II	32590	553	133	1170	193	0.7545037	0.1331707	1.00	-1.00	II
137	II	35412	538	228	1258	164	0.7752187	0.1208438	1.00	-1.00	II
138	II	41401	574	307	1362	206	0.8063	0.109705	1.00	-0.99	II
139	II	37618	569	275	1315	197	0.7666051	0.1284308	1.00	-0.99	II
140	II	33189	458	331	1273	318	0.776604	0.1251703	0.99	-1.00	II
141	II	42703	617	248	1333	304	0.759742	0.1343518	1.00	-0.99	II
142	II	43308	514	435	1264	328	0.7837902	0.123428	1.00	-1.00	II
143	II	31051	465	265	1167	206	0.7775441	0.1234268	1.00	-1.00	II
144	II	43623	596	332	1439	250	0.7048034	0.1586142	1.00	-1.00	II
145	II	32682	460	292	1239	251	0.8182604	0.1078354	0.98	-0.98	II
146	II	30680	461	233	1151	243	0.7413734	0.1393805	0.98	-0.98	II
147	II	35486	529	184	1218	161	0.7996246	0.1140103	1.00	-1.00	II
148	II	30091	553	86	1163	217	0.8010892	0.1138259	1.00	-1.00	II
149	II	28863	546	99	1149	174	0.7455751	0.136012	1.00	-1.00	II
150	II	35222	588	89	1248	316	0.7908171	0.1174912	1.00	-1.00	II
151	III	38217	386	414	1310	211	0.7386757	0.1446656	-1.00	1.00	III
152	III	37065	401	462	1298	171	0.7207239	0.1478682	-1.00	1.00	III
153	III	27070	444	240	1072	99	0.6693957	0.1714885	-0.99	1.00	III
154	III	33848	307	417	1110	299	0.7284141	0.1477273	-1.00	1.00	III
155	III	33925	381	372	1191	260	0.751709	0.1349569	-1.00	1.00	III
156	III	34173	368	388	1185	185	0.6916599	0.160523	-1.00	1.00	III
157	III	33976	490	264	1166	261	0.7410452	0.1377725	-0.99	1.00	III
158	III	32892	474	341	1208	240	0.7369778	0.143185	-0.99	0.99	III
159	III	31402	310	436	1091	152	0.6928197	0.1574035	-1.00	1.00	III
160	III	36082	363	510	1276	256	0.8103614	0.1086963	-1.00	1.00	III
161	III	29133	449	252	1002	253	0.8162485	0.1039519	-1.00	1.00	III
162	III	23075	389	205	895	128	0.7987773	0.1141509	-1.00	1.00	III
163	III	17694	162	253	696	145	0.8103773	0.1104803	-1.00	1.00	III
164	III	26537	426	291	1081	230	0.7982789	0.1159442	-1.00	1.00	III
165	III	36762	404	379	1168	339	0.8324547	0.1001563	-1.00	1.00	III
166	III	22877	351	233	1003	190	0.6662746	0.1752147	-1.00	1.00	III
167	III	28129	444	137	954	132	0.80874	0.1079628	-1.00	1.00	III
168	III	36634	430	306	1222	255	0.7525055	0.13761	-1.00	1.00	III
169	III	35791	362	444	1173	260	0.770964	0.1287666	-1.00	1.00	III
170	III	30304	403	365	1069	111	0.7046738	0.1586728	-1.00	1.00	III
171	III	38043	422	396	1226	264	0.726384	0.1450477	-1.00	1.00	III

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
172	III	29680	428	214	1092	196	0.795947	0.1149508	-1.00	1.00	III
173	III	18720	300	183	807	70	0.7205043	0.1451244	-1.00	1.00	III
174	III	31557	408	299	1109	213	0.7422777	0.1416415	-1.00	1.00	III
175	III	30465	397	298	954	141	0.7128162	0.1577865	-1.00	1.00	III
176	III	33080	419	258	1047	113	0.721224	0.1501921	-1.00	1.00	III
177	III	30317	315	431	1087	187	0.7618603	0.1391868	-1.00	1.00	III
178	III	27722	230	322	1001	291	0.8221917	0.1029286	-1.00	1.00	III
179	III	19658	417	102	888	141	0.7613392	0.1252923	-1.00	1.00	III
180	III	29144	460	299	1159	211	0.8063228	0.1083858	-0.99	0.99	III
181	III	32274	448	265	1187	203	0.7502646	0.1333104	-0.99	1.00	III
182	III	33734	237	362	1131	256	0.7277254	0.1418272	-1.00	1.00	III
183	III	33733	369	512	1269	264	0.7485505	0.1344059	-1.00	1.00	III
184	III	30400	434	179	1041	241	0.7620605	0.1303555	-1.00	1.00	III
185	III	31198	371	373	1208	168	0.737376	0.1410044	-1.00	1.00	III
186	III	22881	335	284	983	175	0.7222909	0.1464355	-1.00	1.00	III
187	III	28834	418	301	1100	327	0.8128263	0.109238	-1.00	1.00	III
188	III	32812	418	285	1074	157	0.8000146	0.1097847	-1.00	1.00	III
189	III	32336	439	312	1255	265	0.7304959	0.1439712	-1.00	1.00	III
190	III	22231	440	143	941	175	0.7232667	0.1480664	-1.00	0.99	III
191	III	32753	381	409	1211	245	0.762417	0.1327879	-1.00	1.00	III
192	III	36371	413	371	1249	300	0.7367134	0.1412992	-1.00	1.00	III
193	III	29483	283	337	987	333	0.6907535	0.1619206	-1.00	1.00	III
194	III	21516	401	100	873	185	0.6732483	0.1650155	-1.00	1.00	III
195	III	36949	322	538	1265	324	0.7783614	0.1249412	-1.00	1.00	III
196	III	25103	238	333	911	305	0.7305316	0.1450158	-1.00	1.00	III
197	III	25802	445	158	1012	193	0.7233449	0.1457432	-0.99	1.00	III
198	III	32730	399	304	982	167	0.7726199	0.1221696	-1.00	1.00	III
199	III	27673	442	128	972	146	0.6968153	0.1569228	-1.00	1.00	III
200	III	32628	376	357	1059	199	0.8327438	0.0965627	-1.00	1.00	III
201	III	22759	395	239	927	146	0.7641183	0.1311607	-1.00	1.00	III
202	III	33572	452	320	1259	206	0.819019	0.1062473	-0.98	0.98	III
203	III	39072	379	443	1232	132	0.6772513	0.1663488	-1.00	1.00	III
204	III	39587	426	434	1199	252	0.8517689	0.0892415	-1.00	1.00	III
205	III	35463	444	329	1270	173	0.7320887	0.1414718	-1.00	1.00	III
206	III	27190	436	313	1124	214	0.7419447	0.1402027	-0.99	0.99	III
207	III	22366	409	86	870	107	0.7698227	0.1237136	-1.00	1.00	III
208	III	35732	415	387	1187	277	0.7271159	0.1455362	-1.00	1.00	III
209	III	28020	444	141	958	129	0.7310554	0.1449458	-1.00	1.00	III
210	III	11465	138	167	595	153	0.8334517	0.0970011	-1.00	1.00	III
211	III	26367	294	235	893	211	0.7317011	0.1449955	-1.00	1.00	III
212	III	30946	405	334	1186	271	0.7361473	0.1393015	-1.00	1.00	III
213	III	37935	342	474	1281	144	0.727402	0.1436667	-1.00	1.00	III
214	III	25139	200	334	943	202	0.8411036	0.090957	-1.00	1.00	III
215	III	30767	425	356	1135	143	0.7758825	0.1226623	-1.00	1.00	III
216	III	29457	423	199	1071	86	0.7373921	0.1388929	-1.00	1.00	III
217	III	31337	375	332	1106	198	0.8139631	0.100811	-1.00	1.00	III
218	III	25096	449	130	951	199	0.7200754	0.1458847	-1.00	1.00	III
219	III	32829	466	288	1066	205	0.7398896	0.1418802	-0.99	0.99	III
220	III	34920	422	387	1360	291	0.742821	0.1399071	-1.00	1.00	III
221	III	24262	448	100	969	212	0.7450223	0.1378999	-1.00	1.00	III
222	III	31016	304	430	1094	317	0.7655059	0.125712	-1.00	1.00	III
223	III	30234	347	410	1125	219	0.6867746	0.169015	-1.00	1.00	III
224	III	22601	409	81	872	127	0.8161417	0.104154	-1.00	1.00	III

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
225	III	28134	223	326	998	225	0.7565252	0.1306209	-1.00	1.00	III
226	Reject	30126	665	118	1359	2253	0.7530549	0.1372773	-1.00	-1.00	Reject
227	Reject	38609	657	336	1510	1663	0.7726681	0.1317941	-1.00	-1.00	Reject
228	Reject	39857	530	330	1419	1340	0.8111259	0.1085062	-1.00	-1.00	Reject
229	Reject	33182	761	112	1351	6398	0.7022532	0.1676451	-1.00	-1.00	Reject
230	Reject	47954	707	304	1501	538	0.7800332	0.1281257	-0.99	-0.99	Reject
231	Reject	43468	556	252	1387	2395	0.8183565	0.1101936	-1.00	-1.00	Reject
232	Reject	31536	498	198	1139	637	0.752139	0.1410429	-0.99	-1.00	Reject
233	Reject	33586	840	168	1652	2546	0.6515529	0.1837881	-1.00	-1.00	Reject
234	Reject	34389	556	213	1222	542	0.8066001	0.1137141	-1.00	-1.00	Reject
235	Reject	42528	718	122	1516	5282	0.7976446	0.1255705	-1.00	-1.00	Reject
236	Reject	42052	733	168	1543	6934	0.744328	0.1480205	-1.00	-1.00	Reject
237	Reject	32299	434	331	1241	916	0.800962	0.1161901	-1.00	-1.00	Reject
238	Reject	33160	757	126	1519	3732	0.6745375	0.1736169	-1.00	-1.00	Reject
239	Reject	28587	565	125	1260	3198	0.7596349	0.1301915	-1.00	-1.00	Reject
240	Reject	31932	576	110	1211	757	0.7399763	0.1437731	-1.00	-1.00	Reject
241	Reject	31265	427	299	1210	477	0.7857415	0.1207993	-1.00	-0.99	Reject
242	Reject	30303	596	112	1243	1850	0.7438311	0.1540439	-1.00	-1.00	Reject
243	Reject	17312	404	99	894	6260	0.7287263	0.157467	-1.00	-1.00	Reject
244	Reject	20857	415	106	908	3309	0.6823391	0.1817851	-1.00	-1.00	Reject
245	Reject	29291	676	147	1912	5996	0.7825998	0.123576	-1.00	-1.00	Reject
246	Reject	30530	607	84	1268	502	0.6935598	0.1594596	-1.00	-1.00	Reject
247	Reject	12999	301	149	923	3016	0.7614753	0.1471805	-1.00	-1.00	Reject
248	Reject	41568	702	111	1463	499	0.8287323	0.0996147	-0.99	-0.99	Reject
249	Reject	39079	642	130	1469	3022	0.8278153	0.1076027	-1.00	-1.00	Reject
250	Reject	27810	581	102	1234	2305	0.7799544	0.1311511	-1.00	-1.00	Reject
251	Reject	33596	650	197	1421	825	0.8039726	0.1135217	-0.99	-1.00	Reject
252	Reject	29703	551	155	1213	2974	0.8004477	0.1168035	-1.00	-1.00	Reject
253	Reject	20530	536	90	1036	925	0.7580651	0.1520008	-1.00	-1.00	Reject
254	Reject	24290	465	283	1328	4346	0.6713206	0.1701062	-1.00	-1.00	Reject
255	Reject	26183	598	195	1348	3259	0.6953626	0.1589764	-1.00	-1.00	Reject
256	Reject	26361	596	240	1444	8101	0.6515096	0.1836485	-1.00	-1.00	Reject
257	Reject	22918	537	166	1163	5859	0.6258382	0.1941718	-1.00	-1.00	Reject
258	Reject	17714	343	245	914	682	0.7375255	0.142101	-1.00	-1.00	Reject
259	Reject	26388	556	138	1037	4588	0.719088	0.1537153	-1.00	-1.00	Reject
260	Reject	24137	477	187	1033	2358	0.7033814	0.1566135	-1.00	-1.00	Reject
261	Reject	22569	584	171	1168	802	0.7396376	0.1525381	-0.99	-1.00	Reject
262	Reject	21518	344	399	1171	4707	0.6171376	0.2052083	-1.00	-1.00	Reject
263	Reject	29628	633	156	1365	2315	0.6799088	0.171313	-1.00	-1.00	Reject
264	Reject	16139	522	202	1371	10266	0.574024	0.2237396	-1.00	-1.00	Reject
265	Reject	23810	486	354	1279	2058	0.7745162	0.1323945	-1.00	-1.00	Reject
266	Reject	26838	507	137	1121	1876	0.7000598	0.1581395	-1.00	-1.00	Reject
267	Reject	29034	518	189	1151	1595	0.7346656	0.1440175	-1.00	-1.00	Reject
268	Reject	20585	465	95	995	5644	0.5972811	0.2050664	-1.00	-1.00	Reject
269	Reject	27050	525	215	1299	4628	0.6903929	0.1636359	-1.00	-1.00	Reject
270	Reject	17845	571	189	1066	7708	0.5812876	0.2195321	-1.00	-1.00	Reject
271	Reject	4606	404	85	887	10416	0.447623	0.2881504	-1.00	-1.00	Reject
272	Reject	23126	566	177	1205	4352	0.6372182	0.1906719	-1.00	-1.00	Reject
273	Reject	19436	591	171	1071	5469	0.6423945	0.185911	-1.00	-1.00	Reject
274	Reject	17321	378	295	1222	4883	0.6165332	0.2343394	-1.00	-1.00	Reject
275	Reject	36020	598	91	1271	554	0.8358675	0.1055841	-1.00	-1.00	Reject
276	Reject	16201	702	245	1357	21820	0.5475208	0.2339743	-1.00	-1.00	Reject
277	Reject	13070	607	347	1374	25420	0.5318679	0.2570544	-1.00	-1.00	Reject

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
278	Reject	16940	423	163	1139	2055	0.7320899	0.1448414	-1.00	-1.00	Reject
279	Reject	29521	713	73	1487	749	0.8155501	0.1232127	-1.00	-1.00	Reject
280	Reject	18734	518	113	1080	4541	0.6462546	0.1814236	-1.00	-1.00	Reject
281	Reject	24221	494	267	1189	2142	0.6852482	0.1678533	-1.00	-1.00	Reject
282	Reject	21059	613	110	1271	11274	0.6626381	0.1819057	-1.00	-1.00	Reject
283	Reject	31356	638	149	1407	1969	0.8099284	0.1158599	-1.00	-1.00	Reject
284	Reject	33668	644	215	1323	1879	0.7756817	0.1258674	-1.00	-1.00	Reject
285	Reject	23856	385	401	1178	3013	0.7357415	0.1463293	-1.00	-1.00	Reject
286	Reject	13492	362	197	949	3771	0.6033738	0.2005732	-1.00	-1.00	Reject
287	Reject	13216	492	95	1017	7165	0.5640989	0.2250609	-1.00	-1.00	Reject
288	Reject	20142	410	118	884	996	0.7114429	0.1519374	-1.00	-1.00	Reject
289	Reject	25205	599	104	1252	930	0.7182297	0.1470226	-1.00	-1.00	Reject
290	Reject	13117	429	249	870	6742	0.6350085	0.1879594	-1.00	-1.00	Reject
291	Reject	23701	559	235	1021	1372	0.7234064	0.1466065	-1.00	-1.00	Reject
292	Reject	14412	323	326	870	9520	0.5860054	0.2163328	-1.00	-1.00	Reject
293	Reject	30181	498	275	1235	2910	0.7272634	0.143611	-1.00	-1.00	Reject
294	Reject	19492	395	136	850	553	0.7036491	0.1518224	-1.00	-1.00	Reject
295	Reject	23445	539	115	1183	1202	0.7171	0.1517705	-1.00	-1.00	Reject
296	Reject	23475	551	151	1032	1331	0.6765537	0.1657129	-1.00	-1.00	Reject
297	Reject	23801	446	245	1091	1514	0.8049583	0.1164399	-1.00	-1.00	Reject
298	Reject	21738	394	360	1126	4629	0.6739128	0.1674686	-1.00	-1.00	Reject
299	Reject	13392	373	287	899	5769	0.5912992	0.2048681	-1.00	-1.00	Reject
300	Reject	16994	473	170	946	3940	0.6213378	0.2003717	-1.00	-1.00	Reject

b. *Data testing*

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
1	I	36575	623	137	1306	131	0.7692418	0.1269484	1.00	1.00	I
2	I	38129	646	150	1409	189	0.7318282	0.1432606	1.00	1.00	I
3	I	45363	703	84	1498	388	0.7378401	0.1409207	1.00	0.98	I
4	I	35599	612	96	1295	222	0.7592961	0.1307133	1.00	0.76	I
5	I	43736	699	226	1464	316	0.8338374	0.0983955	0.97	0.93	I
6	I	40534	617	210	1342	211	0.6881736	0.1638266	1.00	1.00	I
7	I	37254	608	213	1381	152	0.7483584	0.1353949	1.00	1.00	I
8	I	29903	609	126	1277	171	0.7742448	0.1227936	1.00	0.89	I
9	I	41197	691	222	1447	327	0.8032556	0.1095513	1.00	1.00	I
10	I	36653	591	239	1310	196	0.7760301	0.1233145	1.00	0.99	I
11	I	35930	645	227	1354	189	0.7270205	0.1474136	1.00	1.00	I
12	I	45296	720	129	1509	314	0.7533223	0.1329746	1.00	1.00	I
13	I	41497	655	256	1399	250	0.8242065	0.1043439	1.00	1.00	I
14	I	46526	762	225	1588	338	0.8135533	0.1065119	0.99	0.90	I
15	I	42710	625	316	1381	295	0.8259459	0.1039557	1.00	0.99	I
16	I	44009	716	156	1523	291	0.8029208	0.1111367	1.00	1.00	I
17	I	39748	687	152	1443	223	0.7916391	0.1171846	1.00	1.00	I
18	I	43857	710	196	1539	382	0.7497627	0.1375077	1.00	0.99	I
19	I	36637	640	145	1351	251	0.7967895	0.1138651	1.00	1.00	I
20	I	44098	726	207	1536	286	0.7857419	0.1206653	1.00	1.00	I
21	I	42150	679	192	1438	315	0.7892888	0.119403	1.00	1.00	I
22	I	35159	621	87	1301	148	0.7592998	0.1241432	1.00	1.00	I
23	I	35097	653	143	1379	216	0.7944248	0.1122928	1.00	1.00	I
24	I	50180	632	362	1396	367	0.812686	0.1094023	1.00	1.00	I

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
25	I	41358	652	256	1416	304	0.7915462	0.1195357	1.00	1.00	I
26	II	38078	573	262	1258	262	0.7566141	0.1320105	1.00	-1.00	II
27	II	32266	479	270	1166	246	0.7714971	0.1263973	1.00	-1.00	II
28	II	34483	573	235	1280	170	0.7674751	0.1241238	1.00	-1.00	II
29	II	45353	586	320	1400	294	0.7976189	0.1160188	1.00	-1.00	II
30	II	32563	512	211	1158	204	0.800972	0.1133133	1.00	-1.00	II
31	II	30250	489	119	1041	101	0.8082941	0.1111551	0.32	-1.00	II
32	II	28360	499	255	1140	207	0.6917191	0.1649829	1.00	-1.00	II
33	II	44565	566	254	1359	288	0.8142999	0.1050937	1.00	-1.00	II
34	II	37255	609	105	1274	232	0.7911411	0.117855	1.00	-0.89	II
35	II	31210	485	196	1177	165	0.7809402	0.1189179	1.00	-1.00	II
36	II	40135	521	347	1333	337	0.8123872	0.1095271	1.00	-1.00	II
37	II	35198	575	154	1230	237	0.834627	0.0990728	1.00	-1.00	II
38	II	32942	563	91	1197	162	0.7931116	0.1159785	1.00	-1.00	II
39	II	33154	492	219	1163	236	0.8170499	0.1097677	1.00	-1.00	II
40	II	39510	570	85	1222	267	0.825955	0.1016562	1.00	-1.00	II
41	II	28843	521	188	1134	210	0.70878	0.1538305	1.00	-1.00	II
42	II	33844	461	297	1235	245	0.8002225	0.1143759	0.21	-0.09	II
43	II	31010	488	227	1188	244	0.7605059	0.1339062	1.00	-1.00	II
44	II	43124	585	278	1256	308	0.8385866	0.0990674	1.00	-1.00	II
45	II	36459	543	263	1224	269	0.8105261	0.1130633	1.00	-1.00	II
46	II	33117	550	113	1170	287	0.8106853	0.1123645	1.00	-1.00	II
47	II	37230	564	280	1292	272	0.815717	0.1023956	1.00	-1.00	II
48	II	37572	586	181	1277	220	0.8448247	0.0932684	1.00	-1.00	II
49	II	40721	557	267	1214	230	0.7495602	0.1384076	1.00	-1.00	II
50	II	33993	535	198	1190	124	0.7900254	0.1152111	1.00	-1.00	II
51	III	18053	226	199	699	222	0.6974139	0.1573945	-1.00	1.00	III
52	III	30229	281	307	1059	279	0.7211733	0.1508899	-1.00	1.00	III
53	III	25167	433	249	1082	185	0.7828468	0.1215122	-1.00	1.00	III
54	III	29584	378	248	1023	229	0.770472	0.1267796	-1.00	1.00	III
55	III	24489	349	272	1010	162	0.7317264	0.1438787	-1.00	1.00	III
56	III	32244	418	274	992	169	0.7903537	0.1117594	-0.71	1.00	III
57	III	25844	452	235	976	133	0.8219479	0.1005269	-1.00	1.00	III
58	III	24948	425	154	915	144	0.787553	0.1203454	-1.00	1.00	III
59	III	29202	434	206	1011	220	0.7269247	0.1444396	-1.00	1.00	III
60	III	38015	395	330	1082	161	0.7047548	0.1554899	-1.00	1.00	III
61	III	18857	243	247	808	147	0.7784493	0.1206279	-1.00	1.00	III
62	III	20300	290	211	804	172	0.7193744	0.1489131	-1.00	1.00	III
63	III	22198	328	245	808	169	0.7020236	0.1564405	-1.00	1.00	III
64	III	24134	285	324	953	181	0.748794	0.1376579	-1.00	1.00	III
65	III	24456	446	99	952	189	0.7249212	0.1401129	-0.97	1.00	III
66	III	25126	412	252	912	124	0.7855599	0.1197959	-1.00	1.00	III
67	III	19224	285	204	774	78	0.6884913	0.1621317	-1.00	1.00	III
68	III	21432	385	187	889	149	0.7445481	0.1375557	-1.00	1.00	III
69	III	27506	437	106	960	118	0.673965	0.1666802	-1.00	1.00	III
70	III	24511	431	168	980	122	0.7829111	0.1203701	-1.00	1.00	III
71	III	38631	406	315	1100	210	0.7617724	0.1320315	-1.00	1.00	III
72	III	35881	462	267	1162	182	0.7349162	0.1397821	-1.00	1.00	III
73	III	34999	424	376	1204	218	0.7026388	0.1568537	-1.00	1.00	III
74	III	22425	334	264	930	211	0.6961275	0.1646906	-1.00	1.00	III
75	III	25097	240	324	883	223	0.7441995	0.132166	-1.00	1.00	III
76	Reject	16852	558	130	1052	7893	0.6048803	0.2042761	-1.00	-1.00	Reject
77	Reject	17678	538	153	1037	7179	0.6116748	0.1983773	-1.00	-1.00	Reject

No	Mutu	Parameter Mutu Citra						Output JST		Pendugaan Mutu	
		Area	Panjang	Diameter	Perimeter	Area Cacat	r	g	Y1		Y2
78	Reject	25763	511	273	998	695	0.7475424	0.1364406	-1.00	-1.00	Reject
79	Reject	20819	542	146	1131	4242	0.6474634	0.1820208	-1.00	-1.00	Reject
80	Reject	20521	398	227	1142	2166	0.6666957	0.1861846	-1.00	-1.00	Reject
81	Reject	25683	537	263	1252	1922	0.7424957	0.1400127	-1.00	-1.00	Reject
82	Reject	9216	265	241	804	10918	0.5549319	0.2224424	-1.00	-1.00	Reject
83	Reject	25205	528	204	1236	964	0.6999876	0.1616331	-1.00	-1.00	Reject
84	Reject	8733	453	70	909	6960	0.5399854	0.2349719	-1.00	-1.00	Reject
85	Reject	13166	239	189	931	7133	0.6379236	0.1858602	-1.00	-1.00	Reject
86	Reject	29431	509	315	1257	2170	0.7509592	0.1421909	-1.00	-1.00	Reject
87	Reject	14418	384	270	1010	7400	0.6100091	0.197155	-1.00	-1.00	Reject
88	Reject	25244	563	88	1180	1402	0.7639439	0.1278735	-1.00	-1.00	Reject
89	Reject	16909	558	182	1141	8443	0.616128	0.2032385	-1.00	-1.00	Reject
90	Reject	17700	569	176	1199	7950	0.6082405	0.2033711	-1.00	-1.00	Reject
91	Reject	18612	431	222	827	2185	0.650331	0.1764769	-1.00	-1.00	Reject
92	Reject	9855	330	277	1161	12855	0.6213197	0.1999917	-1.00	-1.00	Reject
93	Reject	15750	465	120	943	2825	0.7134944	0.1520374	-1.00	-1.00	Reject
94	Reject	25730	561	226	1146	3510	0.6900947	0.1674032	-1.00	-1.00	Reject
95	Reject	15122	565	166	948	6321	0.6036966	0.1989638	-1.00	-1.00	Reject
96	Reject	24807	421	280	1175	4066	0.6619422	0.1754643	-1.00	-1.00	Reject
97	Reject	17745	396	74	834	762	0.658163	0.1760014	-1.00	-1.00	Reject
98	Reject	29455	627	168	1298	3353	0.6723606	0.1696074	-1.00	-1.00	Reject
99	Reject	21106	412	224	1089	716	0.7162173	0.149649	-1.00	-1.00	Reject
100	Reject	14905	455	137	1041	11863	0.5965964	0.2054216	-1.00	-1.00	Reject