



**PEMUTUAN BUAH TOMAT VARIETAS KALIURANG
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

Oleh :

Bagus Fikri Sampurna

141710201036

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

2019



**PEMUTUAN BUAH TOMAT VARIETAS KALIURANG
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

Bagus Fikri Sampurna

141710201036

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

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, puji syukur kehadiran-Nya yang telah memudahkan segala urusan khususnya dalam penelitian ini, semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu mengiringi setiap usaha yang hamba lakukan;
2. Orang tuaku tercinta, Ibunda Supriningsih dan Ayahanda Marsudi Iman Sampurno, terimakasih telah menjadi orang tua yang selalu memberikan dukungan dan mendidik serta selalu mendoakan saya selama ini;
3. pacarku tercinta Anugerah Nurin Ghausia yang selalu mendukung dan mendoakan saya
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

MOTTO

“ Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati,
padahal kamulah orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang
yang beriman”

(QS. Ali Imran : 139)



*) www.rumahfiqih.com. Tanpa tahun

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Fikri Sampurna

NIM : 141710201036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Tomat Varietas Kaliurang Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 13 Juni 2019

Yang menyatakan,

Bagus Fikri Sampurna

NIM 141710201036

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemutuan Buah Tomat Varietas Kaliurang Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” karya Bagus Fikri Sampurna

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si.

NIP 197407071999031001

Askin S.TP., M.MT.

NIP 1970830220003310

Tim Penguji,

Ketua

Anggota

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono M.Eng., M. Phil.

NIP. 196412311989021040

Dian Purbasari S.Pi., M.Si

NIP. 760016795

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

NIP 196809231994031009

RINGKASAN

Pemutuan Buah Tomat Varietas Kaliurang Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan; Bagus Fikri Sampurna, 141710201036; 2019; halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penanganan pasca panen buah tomat yang kurang tepat dalam menentukan mutu buah yang unggul menyebabkan tingkat kualitas buah tomat yang rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi alternatif yang bersifat objektif untuk mendapatkan hasil pemutuan yang lebih akurat. Citra digital dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk memutuan buah tomat berdasarkan variabel citra buah tomat. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis hubungan antara variabel mutu buah tomat dengan variabel mutu citra, menganalisis dan menentukan variabel mutu citra tomat untuk input jaringan saraf tiruan dan mengidentifikasi tingkat akurasi program dalam penentuan mutu buah tomat.

Penelitian dilakukan di laboratorium Instrumentasi dan Laboratorium Engineering Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Mei 2018 sampai Juni 2018. Buah tomat yang digunakan sebagai sampel sebanyak 200 buah yang terdiri dari 152 sampel *training* dan 48 sampel *testing* yang dibagi berdasarkan mutu kelas A, kelas B, Kelas C dan kelas Reject. Tahapan penelitian yang dilakukan antara lain penentuan variabel citra, *image acquisition* terbaik dan penelitian utama. Dalam menentukan variabel mutu citra harus dilakukan pendugaan hubungan antara variabel mutu tomat menurut SNI dan variabel mutu citra, sehingga didapatkan variabel citra yang dipakai ada tujuh antara lain area, lebar, tinggi, perimeter, area cacat, indeks warna merah dan indeks warna biru. Lalu untuk *image acquisition* dilakukan dengan mengatur jarak antara kamera dengan sampel, pengaturan pencahayaan, penggunaan *background* biru dan pengaturan konfigurasi citra pada program *IC Capture 2.4* yang meliputi kecerahan, kontras, kejenuhan warna dan corak warna.

Tahapan penelitian utama antara lain pengambilan citra, pengolahan citra, dan analisa data. Analisa data yang digunakan adalah analisis statistik yang menghasilkan grafik boxplot. Pada grafik boxplot terdapat tujuh variabel mutu citra yang akan digunakan sebagai *input* untuk jaringan syaraf tiruan. Setelah itu, dilakukan penentuan metode normalisasi data *input* (*z-score* dan *minmax*) dan jumlah *node* lapisan tersembunyi (10, 20, 30, 40). Pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan menggunakan 152 data training. Bobot-bobot hasil pelatihan variasi jaringan syaraf tiruan digunakan pada propagasi maju untuk menduga 48 sampel data testing. Variasi jaringan syaraf tiruan terbaik adalah variasi dengan metode *minmax* dan 20 *node* lapisan tersembunyi, karena memiliki tingkat akurasi prediksi paling tinggi. Program pemutuan tomat kaliurang memiliki tingkat akurasi sebesar 75,1%.

SUMMARY

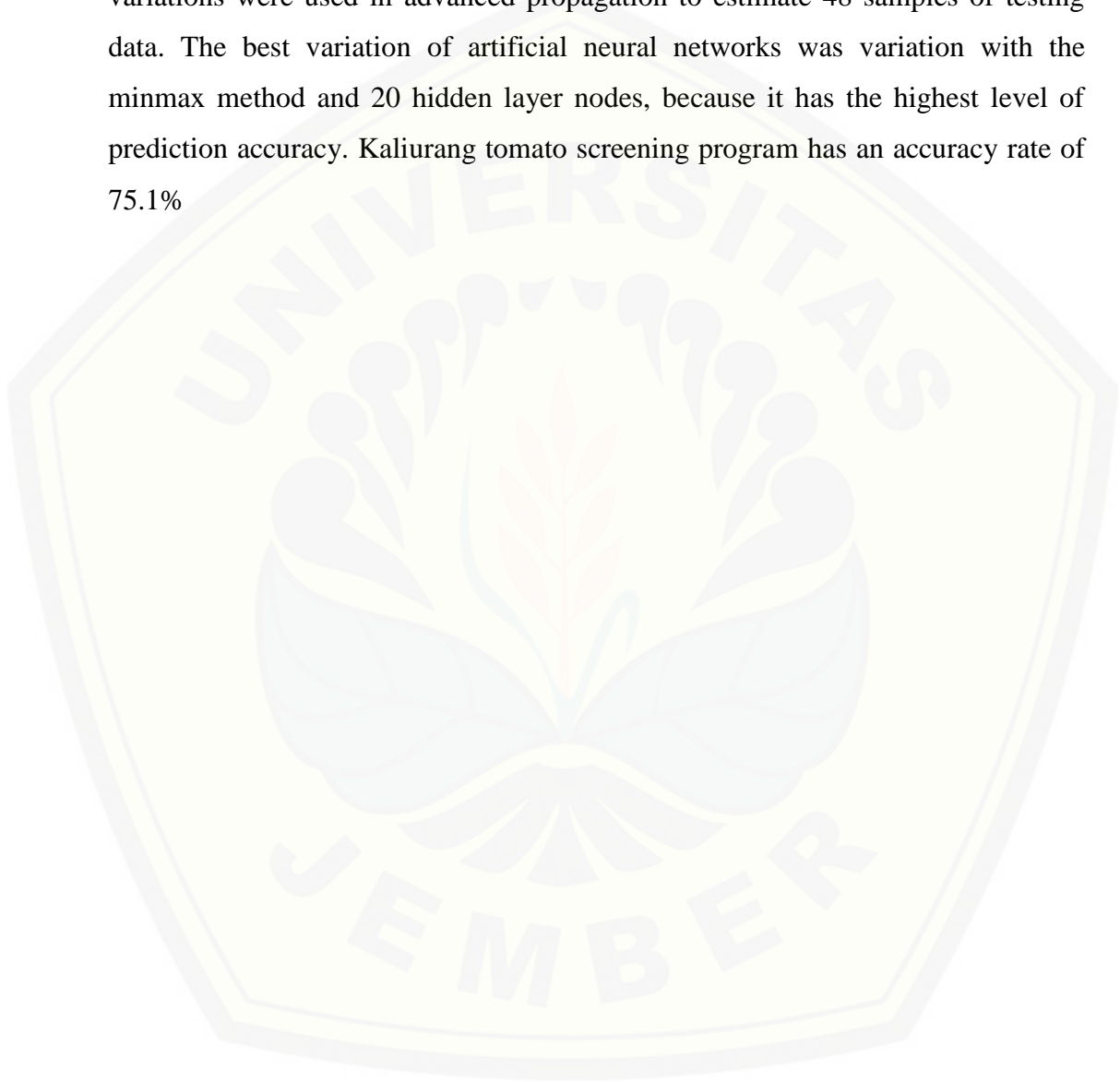
Tomato Grading of Kaliurang Variety Using Digital Image Processing Based on Artificial Neural Networks; Bagus Fikri Sampurna, 141710201036; 2019; page; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology.

The handling of lower tomato that are less precise to determine the quality of fruit causes the level of quality of tomato. Therefore, method as alternative technology is needed to obtain more accurate results of the tomato grading. Image processing can be used as an alternative solution for tomato on grading based image variables. The purpose of this study were to analyze the relationship between tomato quality variables with image quality variables, analyze and determine tomato image quality variables for artificial neural network input and identify the accuracy of the program in determination the quality of tomato.

The research was conducted in the Instrumentation laboratory and Agricultural Product Engineering Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Jember in May 2018 to June 2018. Tomato used as a sample were 200 pieces, consist of 152 training samples and 48 testing samples divided by class A, class B, Class C and Reject class. The stages of research carried out include the determination of image variables, the best image acquisition and the research. In determining the image quality variable, the relationship between tomato quality variables according to SNI and image quality variables must be estimated, so that the image variables used are seven areas, width, height, perimeter, defect area, red index and blue index. Then for the image acquisition is done by adjusting the distance between the camera with the sample, lighting settings, the use of blue background and image configuration settings in the IC Capture 2.4 program which includes brightness, contrast, saturation of colors and color patterns.

The research stages include image capture, image processing, and data analysis. Data analysis used was statistical analysis that produces boxplot charts. The boxplot graph there are seven image quality variables that will be used as

inputs for artificial neural networks. Two data normalizing input method were used (z- score and minmax) and the number of hidden layer nodes were determined (10, 20,30 40). Artificial neural network training is carried out using 152 training data. The weights from the training of artificial neural network variations were used in advanced propagation to estimate 48 samples of testing data. The best variation of artificial neural networks was variation with the minmax method and 20 hidden layer nodes, because it has the highest level of prediction accuracy. Kaliurang tomato screening program has an accuracy rate of 75.1%



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemutuan Buah Tomat Kaliurang Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan”. Skripsi ini disusun unntuk memenuhi salah syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Orang tuaku tercinta, Ibunda Supriningsih dan Ayahanda Marsudi Iman Sampurno serta seluaruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan mendidik serta selalu mendoakan saya selama ini;
2. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Askin, S.TP., M.MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Ir. Tasliman, M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Segenap dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Tim Irigasi 2014, Muhammad Kamil Abdillah, Yaumil Zahro Fadilla, Rosalina Sekar Arumsari, Rocky Andrianto, M. Faqih Zainur A, I Gede Ligar Dirgantara, M. Kholilur Rohman, M. Derajat Karim;
8. Teman-temanku TEP-C dan teman seangkatan 2014 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih atas nasehat serta motivasinya;

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik 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.

Jember, 13 Juni 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN/SUMARRY	vi
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi dan Botani Buah Tomat	4
2.2 Syarat Mutu Buah Tomat	5
2.3 Pengolahan Citra Digital	5
2.4 Pengolahan Warna	6
2.5 Segmentasi Citra	6
2.6 Area	6
2.7 Perimeter	7
2.8 Jaringan Syaraf Tiruan	7
2.9 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	7
2.10 Fungsi Aktivasi	8
2.11 Backpropagation	9
2.12 Penelitian Terdahulu	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Persiapan Sampel.....	14
3.3.2 Image Aquisition	14
3.3.3 Pengambilan Citra	15
3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra	16
3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra	17
3.3.6 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra	17

3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	17
3.3.8 <i>Training</i> Jaringan Syaraf Tiruan.....	18
3.3.9 Pengujian Dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik.....	20
3.3.10 Pembuatan Program Pemutuan.....	20
3.3.11 Validasi.....	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Program Pengolahan Citra Tomat	23
4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) <i>Background</i>	26
4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) Area Cacat	28
4.4 Proses Ekstraksi Citra	30
4.4.1 Area	30
4.4.2 Tinggi.....	31
4.4.3 Lebar.....	31
4.4.4 Perimeter	31
4.4.5 Area cacat	32
4.4.6 Indeks warna merah (r) dan indeks warna biru (b)	32
4.5 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra	33
4.5.1 Area	33
4.5.2 Tinggi.....	34
4.5.3 Lebar.....	36
4.5.4 Perimeter	37
4.5.5 Area cacat	38
4.5.6 Indeks warna merah (r)	39
4.5.7 Indeks warna biru (b)	40
4.6 Penentuan Node Menggunakan Metode Normalisasi <i>Input</i> Minmax	41
4.7 Integrasi Program Pengolahan Citra dengan JST	44
4.8 Validasi program Pemutuan Tomat	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Spesifikasi tomat varietas kaliurang	4
2.2 Syarat mutu tomat	5
3.1 Pendugaan hubungan antara variabel mutu tomat menurut SNI dan variabel mutu citra	16
3.2 Struktur jaringan syaraf tiruan	18
3.3 Confusion matrix	21
4.1 Komponen program pengolahan citra tomat	24
4.2 Ukuran statistik citra area	33
4.3 Ukuran statistik citra tinggi	35
4.4 Ukuran statistik citra lebar	36
4.5 Ukuran statistik citra perimeter	37
4.6 Ukuran statistik citra area cacat	38
4.7 Ukuran statistik citra indeks warna merah	39
4.8 Ukuran statistik citra indeks warna biru	41
4.9 Hasil pelatihan empat variasi	43
4.10 Hasil propagasi maju data <i>testing</i>	44
4.11 Definisi <i>output</i>	45
4.12 <i>Confussion matrix</i> hasil validasi program pemutuan tomat dengan jaringan syaraf tiruan.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Arsitektur jaringan <i>backpropagation</i>	9
3.1 Diagram alir tahapan penelitian	13
3.2 Image aquisition dari meja pengambilan gambar	14
3.3 Grafik boxplot	17
3.4 Arsitektur jaringan syaraf tiruan	19
3.5 Program pemutuan buah tomat	20
4.1 Sampel tomat pada berbagai kelas mutu	23
4.2 Tampilan program pengolahan citra tomat	25
4.3 Grafik sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan <i>background</i>	27
4.4 Hasil operasi <i>thresholding</i> background	28
4.5 Grafik sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan area cacat	29
4.6 Hasil operasi <i>thresholding</i> area cacat	30
4.7 Hasil operasi <i>thresholding</i> dan perhitungan area	30
4.8 Penentuan tinggi buah	31
4.9 Penentuan lebar buah	31
4.10 Penentuan perimeter buah	32
4.11 Penentuan area cacat	32
4.12 Tampilan <i>file text</i>	33
4.13 Boxplot variabel area	34
4.14 Boxplot variabel tinggi	35
4.15 Boxplot variabel lebar	36
4.16 Boxplot variabel perimeter	37
4.17 Boxplot variabel area cacat	38
4.18 Boxplot variabel indeks warna merah	39
4.19 Struktur warna RGB dan kombinasi dua warna RGB	40
4.20 Boxplot variabel indeks warna biru	41
4.21 Kurva MSE pada variasi J1, J2, J3 dan J4	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan <i>background</i>	50
2. Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan area cacat	51
3. Bobot awal JST variasi 20 <i>node</i> lapisan tersembunyi	52
4. Data hasil pengolahan citra tomat kaliurng	54
5. Dokumentasi tanaman tomat kaliurang	60



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat merupakan tanaman yang sudah dibudidayakan sejak ratusan tahun silam, tetapi belum diketahui dengan pasti kapan awal penyebarannya. Jika ditinjau dari sejarahnya, tanaman tomat berasal dari Amerika, yaitu daerah Andean yang merupakan bagian dari negara Bolivia, Cili, Kolombia, Ekuador, dan Peru. Semula di negara asalnya, tanaman tomat hanya dikenal sebagai tanaman gulma (Purwati dan Khairunisa, 2007).

Penyebaran tanaman tomat di Indonesia cukup luas. Salah satu tomat yang dikembangkan oleh Balai Pengembangan Pembenihan Tanaman Pangan dan Holtikultura (BP2TPH) yang terdapat di wilayah Ngipiksari, Kaliurang, Sleman, Yogyakarta yaitu tomat varietas kaliurang. Tomat varietas kaliurang memiliki kelebihan yang cukup signifikan dibandingkan dengan jenis tomat lainnya karena memiliki berat yang lebih besar dengan berat antara 110-175 gram dan jumlah buah per batang yang lebih banyak yaitu antara 35-60 buah per batang. Tomat kaliurang juga memenuhi standarisasi untuk pemutuan di Indonesia (Supriyadi, 2010).

Umumnya di Indonesia pemutuan tomat masih menggunakan cara manual. Maka diperlukan penanganan pasca panen. Penanganan pasca panen tomat merupakan kegiatan penting karena proses ini menentukan kualitas mutu tomat untuk meningkatkan nilai ekonomis dari buah tomat, terutama untuk kebutuhan industri makanan, minuman, pasar swalayan, dan ekspor. Salah satu upaya pasca panen yang sangat penting adalah pemutuan. Pemutuan tomat di Indonesia yang selama ini hanya menggunakan visual manusia dengan memperhatikan bentuk fisik, warna, dan ukuran buah yang dilakukan secara manual. Pemutuan secara manual menghasilkan produk yang beragam. Hal ini dikarenakan keterbatasan indera manusia, seperti faktor kelelahan yang menyebabkan kesalahan dan perbedaan persepsi mutu karena unsur subyektifitas (Wati, 2016).

Salah satu pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian yang berkaitan dengan proses pemutuan tersebut adalah dengan menggunakan teknik

pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan bidang tersendiri yang mampu menangani data teks dan data citra berdasarkan sistem visual yang memiliki tingkat akurasi jauh lebih tinggi dari visual manusia (Ahmad, 2005).

Hashim *et al.* (2013) melakukan penelitian tentang pemutuan buah tomat menggunakan pengolahan citra. Kelas mutu buah tomat dikelompokkan menurut warna dan tingkat kehalusan pada buah tomat. Analisis pada pemutuan buah tomat menggunakan aplikasi Matlab. Hasil penelitian ini adalah program dapat mengelompokkan kelas mutu buah tomat yang dibagi menjadi tiga kelas mutu yaitu kelas mutu A, kelas mutu B dan kelas mutu C. Ketiga kelas mutu buah tomat dikelompokkan menurut kriteria-kriteria sebagai berikut. Jika permukaan buah halus dan warna pada kulit buah lebih dari 80% maka tergolong pada kelas mutu A, jika permukaan kulit buah halus dan warna oranye pada kulit buah lebih dari 80% maka tergolong pada kelas mutu B, dan jika permukaan kulit buah cacat dan warna dan oranye pada kulit buah kurang dari 80% maka tergolong kelas mutu C.

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan pengembangan struktur komputasi yang bekerja menyerupai kinerja jaringan syaraf biologi dalam otak (Siang, 2005). Program akan mengenali mutu buah berdasarkan pola objek citra dengan arsitektur kinerja *backpropagation*. Arsitektur ini akan memberikan respon benar berupa nilai mutu buah didasarkan pada pola masukan yang serupa dengan pola yang telah dikenali arsitektur program. Kelebihan dari JST adalah sebuah metode yang bertugas untuk memproses data dengan meniru cara kerja otak manusia, sehingga sampel notasi yang dijadikan input dapat dikenali oleh komputer. Karena kelebihan itu jaringan syaraf tiruan merupakan metode yang tepat untuk mengenali pola notasi aritmatik. Selain itu jaringan syaraf tiruan juga memiliki kemampuan untuk belajar dan sifat toleransi terhadap kesalahan (Arifin *et al.* 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimanakah hubungan antara varibel mutu buah tomat varietas Kaliurang dengan variabel mutu citra?
2. Bagaimana pemilihan variabel mutu buah tomat varietas Kaliurang untuk input jaringan saraf tiruan?
3. Bagaimana tingkat akurasi program dalam menentukan pemutuan buah tomat varietas Kaliurang?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut ini.

1. Menganalisis hubungan antara variabel mutu buah tomat varietas Kaliurang dengan variabel mutu citra.
2. Menganalisis dan menentukan variabel mutu citra tomat varietas Kaliurang untuk input jaringan saraf tiruan.
3. Mengidentifikasi tingkat akurasi program dalam penentuan mutu buah tomat varietas Kaliurang.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian antara lain sebagai berikut ini.

1. Menambah kemampuan nalar penulis;
2. dapat dimanfaatkan sebagai acunan peneliti terkait pengolahan citra digital untuk buah tomat varietas Kaliurang
3. dapat digunakan sebagai acuan bagi petani dan pengepul dalam pengembangan pemutuan agar pemutuan buah tomat dapat lebih akurat, efektif, dan efisien.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Botani Buah Tomat

Menurut (Simpson, 2006), tomat (*Lycopersicon esculentum*) memiliki nama daerah terong kaluwat (Sumatera), tomat, ranti (Jawa). Buah tomat dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Class</i>	: Magnoliopsida
<i>Order</i>	: Solanales
<i>Family</i>	: Solanaceae
<i>Genus</i>	: <i>Lycopersicon</i>
<i>Species</i>	: <i>Lycopersicon esculentum</i>

Tanaman tomat varietas kaliurang adalah tanaman tomat yang dibudidayakan dari Kaliurang, Sleman, sehingga nama varietas dari tanaman tomat tersebut bernama tomat varietas kaliurang. Tabel 2.1 adalah spesifikasi dari tanaman tomat varietas kaliurang.

Tabel 2.1 Spesifikasi tomat varietas kaliurang

Asal Tanaman	Balai Benih Hortikultura Ngipiksari, Kaliurang
Umur Tanaman	± 160 hari
Tipe Tanaman	<i>Semi-Determinate</i>
Tinggi Tanaman	75-100 cm
Jumlah buah per batang	35-60 buah
Frekuensi panen	6-8 kali
Berat buah	110-175 g
Berat buah pertanaman	Rata-rata 2,6 kg
Bentuk dan ukuran buah	Bulat, sedang (5-8 cm)
Potensi panen	40-50 ton/ha
Ketahanan terhadap Penyakit	Toleran terhadap penyakit layu (bakteri <i>P. Solanacearum</i>)
Derah adaptasi	Dataran rendah

Sumber: (Pitojo, 2005)

2.2 Syarat Mutu Buah Tomat

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 1992) syarat mutu tomat digolongkan menjadi 2 yaitu mutu I dan mutu II. Syarat mutu tomat disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Syarat mutu tomat

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	
			Mutu I	Mutu II
1	Kesamaan sifat, varietas	-	Seragam	Seragam
2	Tingkat Ketuaan	-	Tua, tetapi tidak terlalu matang dan tidak lunak	Tua, tetapi tidak terlalu matang dan tidak lunak
3	Ukuran	-	Seragam	Seragam
4	Kotoran	-	Tidak Ada	Tidak Ada
5	Kerusakan (Jumlah/Jumlah)	%	Maksimal 5	Maksimal 10
6	Busuk (Jumlah/Jumlah)	%	Maksimal 1	Maksimal 1
7.	Bobot	gr/buah	>150	150-100

(Sumber: SNI, 1992)

2.3 Pengolahan Citra Digital

Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia. Sebuah citra adalah kumpulan dari piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi yaitu (x,y). Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur (piksel). Untuk menunjukkan suatu lokasi 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 mxn piksel (Ahmad, 2005).

2.4 Pengolahan Warna

Warna pada suatu obyek dihasilkan dari permukaan obyek yang mampu memantulkan gelombang cahaya dengan intensitas tertentu yang mengandung spektrum beberapa panjang gelombang (Ahmad, 2005). Model warna yang sering digunakan dalam pengolahan citra adalah RGB (*red, green, blue*). Pada proses pembentukan warna, model RGB dibentuk dari hasil kombinasi ketiga warna pokok yang menyatakan nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru. Salah satu cara untuk menghitung nilai warna dalam model warna RGB dengan melakukan normalisasi ketiga komponen warna tersebut. Berikut ini merupakan persamaan untuk normalisasi yaitu sebagai berikut (Ahmad, 2005).

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses memisahkan suatu *region* dengan latar belakang, hasil dari segmentasi citra disebut sebagai citra biner. *Region* penting dalam pengolahan citra, karena *region* mungkin berkorespondensi dengan beberapa obyek dalam dunia nyata. Untuk memisahkan *region* dengan latar belakang pada citra abu-abu menggunakan teknik *thresholding* (Ahmad, 2005).

2.6 Area

Area adalah jumlah piksel dalam obyek (S), jadi bila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu obyek, S1, S2, ... Sn maka akan ada A1, A2, ... An. 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 (misalnya buah mangga dan semangka), tetapi tidak untuk benda berongga (misalnya paprika) (Ahmad, 2005).

2.7 Perimeter

Perimeter merupakan bagian terluar dari suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel dari latar belakang atau jumlah piksel dari batas daerah. Nilai perimeter suatu obyek dapat dicari dengan menghitung banyaknya piksel yang berada pada perbatasan dari obyek tersebut (Ahmad, 2005). Biasanya 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).

2.8 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa neuron yang saling berhubungan seperti otak manusia. Neuron akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya menuju neuron lain. Pada jaringan syaraf tiruan, hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut. Input (informasi) akan dikirim ke neuron dengan bobot kedatangan tertentu dan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) melalui fungsi aktivasi setiap neuron (Kusumadewi dan Hartati, 2006).

2.9 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut (Kusumadewi dan Hartati, 2006) terdapat 3 macam arsitektur jaringan syaraf tiruan antara lain sebagai berikut:

a. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*)

Jaringan ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot yang terhubung. Jaringan ini hanya menerima masukan, kemudian secara langsung diolah menjadi keluaran tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.

b. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer net*)

Jaringan yang memiliki satu atau lebih lapisan yang letaknya diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Jaringan dengan arsitektur ini lebih baik jika dibandingkan dengan jaringan lapisan tunggal dalam menyelesaikan suatu permasalahan, namun dengan pembelajaran yang lebih rumit.

c. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*)

Pada jaringan ini memiliki bentuk arsitektur yang berbeda, dimana antar neuron dapat saling dihubungkan.

2.10 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron (Siang, 2005:26). Fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan adalah *sigmoid biner* dan *sigmoid bipolar*. Kedua fungsi tersebut memiliki sifat kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan tidak turun (Irwansyah dan Faisal, 2015)

a. Fungsi sigmoid biner

Digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang dilatih dengan metode *backpropagation*. Sigmoid biner sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai *output* yang terletak pada *interval* 0 sampai dengan 1 (Siang, 2005). Fungsi sigmoid biner dirumuskan:

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots \dots \dots (2.4)$$

b. fungsi sigmoid bipolar

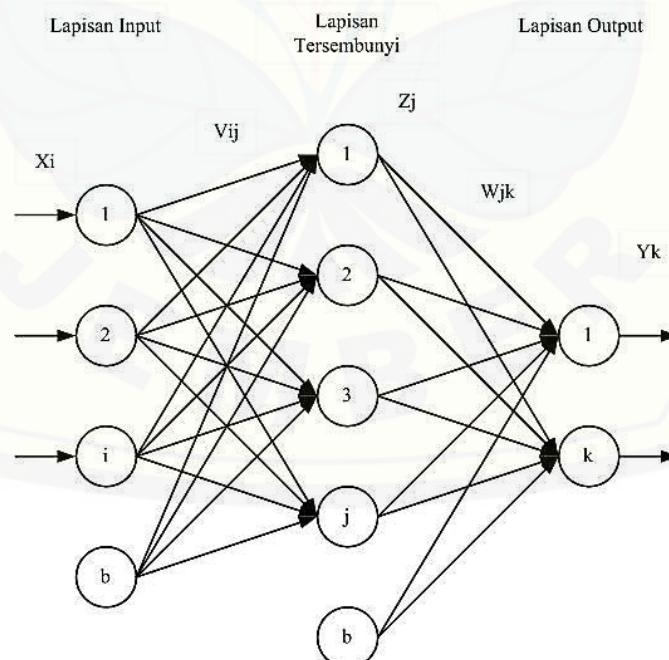
Perbedaan dengan fungsi sigmoid biner terletak pada range nya, yaitu antara 1 sampai -1. Fungsi sigmoid bipolar dirumuskan :

$$y = f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \dots \dots \dots (2.5)$$

fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum = 1. Maka pola yang memiliki target >1 semua nilai pola harus ditransformasikan sehingga memiliki range yang sama. (Siang, 2005)

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 dan Hartati, 2006). 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). Arsitektur jaringan *backpropagation* ditampilkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur jaringan *backpropagation*

Notasi yang digunakan:

x_i : masukan

v_{ij} : nilai pembobot antara lapisan i dan lapisan j (lapisan masukan dan lapisan tersembunyi)

z_j : keluaran pada simpul j (pada lapisan tersembunyi)

w_{jk} : nilai pembobot antara lapisan j dan lapisan k (lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran)

y_k : keluaran dari simpul k (lapisan keluaran)

2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian pemutuan jeruk manis Pacitan (*Citrus s/inensis* (L.) Osbeck) menggunakan pengolahan citra telah dilakukan dan diketahui tingkat akurasi total program pemutuan sebesar 98,39%. Sampel jeruk manis Pacitan yang digunakan adalah varietas Sukarri sebanyak 260 buah yang terbagi dalam empat kelas mutu, yaitu kelas Super, A, B, dan *reject* dengan masing-masing 50 buah *training* dan 15 buah *testing*. Citra yang sudah direkam diolah menggunakan program *SharpDevelop* 4.2 untuk mendapatkan tujuh variabel mutu citra, yaitu area, tinggi, lebar, perimeter, cacat, indeks warna merah (r), dan indeks warna hijau (g). Variabel mutu citra yang sesuai dengan kriteria mutu buah digunakan sebagai *input* pembuatan model persamaan logika. Persamaan logika yang digunakan untuk mengklasifikasikan buah jeruk manis menggunakan empat variabel mutu citra, yaitu area, area cacat, indeks warna merah (r), dan indeks warna hijau (g). Hasil integrasi persamaan logika digunakan untuk pengujian program pemutuan menggunakan 60 sampel (Wati, 2016).

Hashim *et al.* (2013) melakukan penelitian *grading* buah tomat menggunakan pengolahan citra. Kelas mutu buah diklasifikasikan dengan cara menilai warna buah tomat dan tingkat kehalusan permukaan kulit citra tomat. Pengolahan citra dan analisisnya dilakukan menggunakan Matlab dan *image processing toolbox* pada Matlab. Hasil penelitian ini adalah sistem dapat mengklasifikasikan kelas mutu buah tomat dengan kriteria jika permukaan buah halus dan persentase warna 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 pada kelas mutu B, dan jika permukaan kulit

buah cacat dan persentase warna dan oranye pada kulit buah kurang dari 80% maka termasuk kelas mutu C.

Penelitian untuk menentukan mutu edamame menggunakan algoritma pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan telah dilakukan dengan hasil validasi program sebesar 81,4%. Sampel yang digunakan sebanyak 2500 polong edamame segar yang digolongkan pada empat kelas mutunya, yaitu SQ (*standart quality*), SG (*second grade*), TG (*third grade*), dan RJ (*reject*). Berdasarkan pengolahan citra edamame diperoleh enam variabel mutu, yaitu panjang polong, area polong, perimeter, area cacat, indeks R (r), dan indeks G (g). Keenam variabel tersebut akan digunakan sebagai input pada JST yang selanjutnya dikembangkan enam variasi untuk pelatihan JST (2000 data). Bobot dari pelatihan JST terbaik digunakan sebagai propagasi maju untuk menduga kelas mutu data testing (500 data), kemudian diintegrasikan pada program pengolah citra edamame, sehingga program dapat menduga kelas mutu edamame secara otomatis. Dari hasil penelitian diketahui variasi terbaik JST adalah karakteristik 20 lapisan tersembunyi dan metode normalisasi *input* dengan rata-rata nol dan standar deviasi satu (Soedibyo, 2006:43-65).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dimulai pada bulan Mei 2018 sampai dengan Juni 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Perangkat computer untuk mengolah data citra dan membuat program.
- b. Program Sharp Develop 4.2 sebagai perangkat lunak pembuatan program pengolahan citra.
- c. Program Matlab versi R2013a dari The Math Works. Inc sebagai perangkat lunak pembuatan algoritma JST.
- d. Program Excel dari Microsoft Corp untuk perangkat lunak analisis statistik dan JST
- e. Kamera CCD (*Charge Coupled Device*) digital DFK 31BUO4.H dari *The Imaging Source* sebagai alat pengambil citra
- f. Lampu TL 15 Watt sebanyak 4 buah
- g. Kain biru sebagai latar pengambilan gambar

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel buah tomat varietas kaliurang sebanyak 200 buah yang terdiri dari berbagai kelas mutu buah tomat yaitu kelas mutu A, kelas B, kelas C dan kelas reject. Sampel buah tomat varietas kaliurang dibeli dari pengepul yang berada di Desa Kandang Tepus, kecamatan Jembrana, Bali.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini mengacu pada diagram alir yang digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

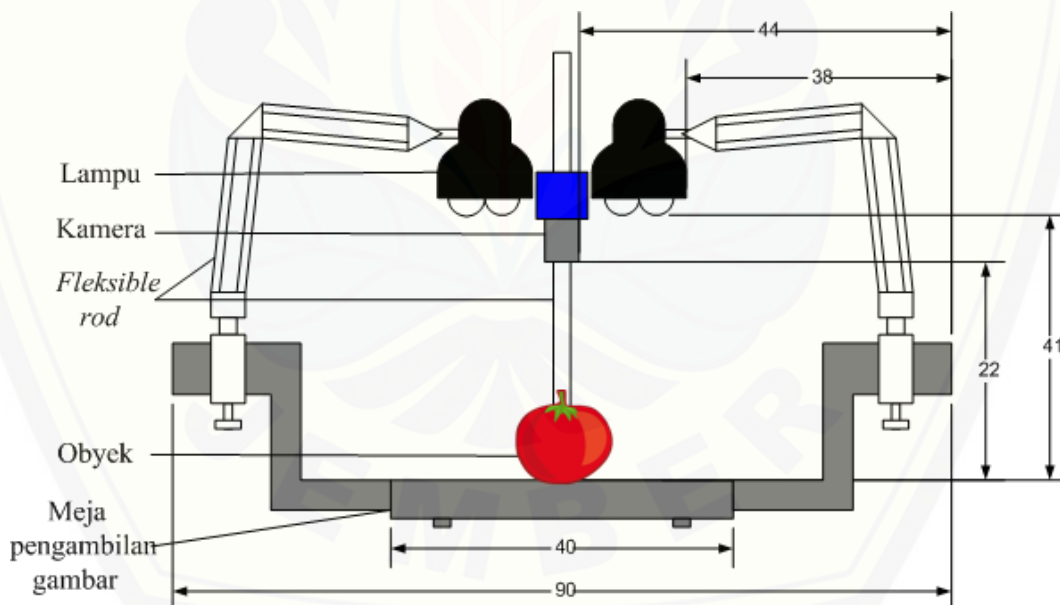
3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel buah tomat kaliurang yang dibutuhkan sebanyak 200 buah yang terdiri dari berbagai kelas mutu buah tomat yaitu kelas mutu A, kelas mutu B, kelas mutu C dan kelas mutu Reject yang dibeli di pengepul buah tomat di Bali.

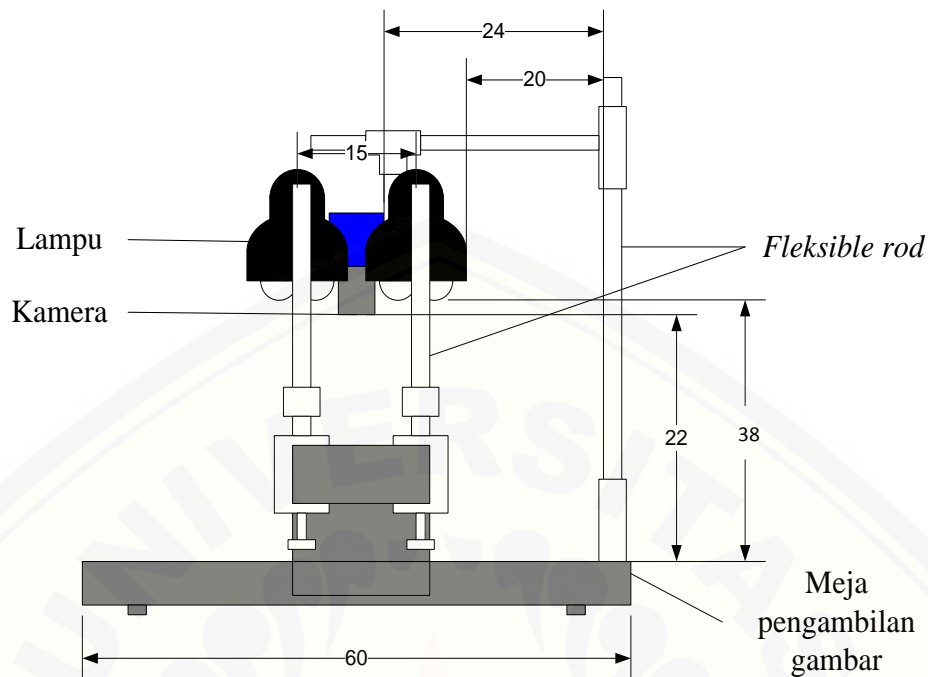
Penentuan mutu buah tomat yang dilakukan oleh petani masih secara manual dan hanya menggunakan dua kriteria yaitu ukuran dan kondisi dari buah tersebut.

3.3.2 Image Acquisition

Proses ini dilakukan dengan penentuan jarak kamera dan penentuan proses penyinaran hingga didapatkan hasil citra tomat yang mendekati asli, 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.



(a) Meja tampak dari depan



(b) Meja tampak dari samping

Gambar 3.2 Image *acquisition* dari meja pengambilan gambar (Sumber: Sugianto, 2015)

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 merupakan langkah-langkah pengambilan citra berdasarkan prosedur *image acquisition* yang telah ditetapkan.

- Meletakkan buah tomat Kaliurang pada meja pengambilan gambar yang menghadap vertikal ke kamera. Jarak kamera dengan objek 22 cm, jarak lampu dengan objek adalah 38 cm, jarak antar lampu 1 cm. Lampu yang digunakan adalah lampu TL dengan warna putih, dengan daya masing-masing lampu lima Watt, dengan jumlah empat buah. Gambar 3.2 merupakan *image acquisition* dari meja pengambilan gambar.
- penggunaan *background* kain berwarna biru yang polos.

- c. pengambilan citra dilakukan dengan menghidupkan kamera CCD digital DFK 31 BU04.H dari *The Imaging Source* yang menggunakan perantara USB yang terhubung dengan komputer. Program pengambilan citra *IC Capture 2.4* digunakan untuk menampilkan gambar pada monitor. Untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan aslinya dilakukan pengaturan konfigurasi citra pada program *IC Capture 2.4* meliputi kecerahan, kontras, kejenuhan warna dan corak warna.
- d. pengambilan citra tersebut disimpan dalam file berekstensi BMP dalam media penyimpanan pada resolusi 1024 x 768 piksel.

3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra

Kriteria mutu yang menentukan kualitas tomat berdasarkan (SNI 3211:2009) adalah warna, bentuk, ukuran, dan kerusakan. Pendugaan hubungan antara variabel mutu tomat menurut SNI dan variabel mutu citra dijelaskan pada Tabel 3.3

Tabel 3.1 Pendugaan hubungan antara variabel mutu tomat menurut SNI dan variabel mutu citra

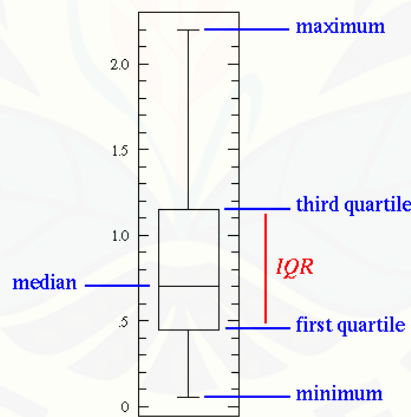
No	Variabel mutu tomat	Variabel mutu citra	Uraian
1	Ukuran	Area, tinggi, dan diameter	Sifat ukuran memiliki korelasi dengan variabel mutu citra area, tinggi, dan diameter. Area, tinggi, dan diameter buah tomat memiliki dimensi piksel
2	Warna	r dan b	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit buah tomat adalah indeks warna merah (r) dan indeks warna biru (b)
3	Bentuk	Perimeter	Bentuk buah tomat merupakan fungsi pada pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel
4	Kerusakan	Area cacat	Variabel mutu citra yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan buah tomat adalah area cacat. Area cacat buah tomat memiliki dimensi piksel

3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra

Program pengolahan citra bertujuan melakukan analisa citra untuk menentukan variabel mutu berupa indeks warna buah, perimeter, area, panjang, diameter, dan area cacat. Hasil analisa citra dari program ini di sajikan dalam bentuk file teks.

3.3.6 Analisis Statistik terhadap Variabel Mutu Citra

Hasil ekstraksi warna buah, perimeter, area, panjang, diameter, dan area cacat dari citra perlu dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi antara variabel mutu citra dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Ukuran statistik yang dipakai adalah rerata, standar deviasi, Q1 (kuartil pertama), median/ Q2 (kuartil kedua), Q3 (kuartil ketiga), nilai minimum dan nilai maksimum. Nilai-nilai variabel mutu citra yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik boxplot. Berikut grafik boxplot ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Boxplot

3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

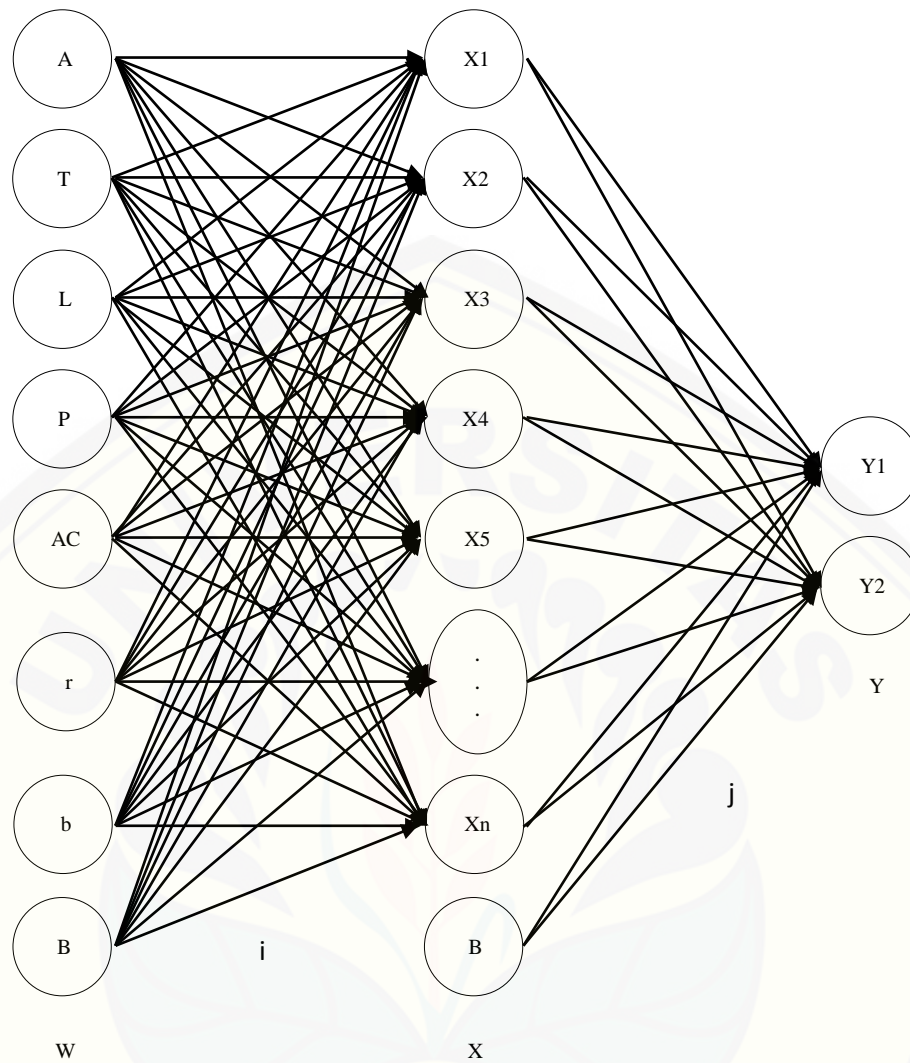
Variasi yang digunakan pada struktur JST adalah berdasarkan jumlah node lapisan tersembunyi. Dari variasi tersebut dianalisis karakteristiknya dan dipilih variasi terbaik yang memberikan akurasi tertinggi. Berikut struktur JST yang digunakan pada pelatihan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur jaringan syaraf tiruan

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	Hasil normalisasi data variabel mutu citra menggunakan metode minmax
Node lapisan input	10, 20, 30, 40
Node lapisan output	2 definisi target
Bobot awal	Nguyen-widrow atau bilangan acak kecil
Fungsi aktivasi	Sigmoid bipolar (hidden input) Sigmoid bipolar (hidden output)
Target MSE	Trial and error
Laju pembelajaran dan momentum	0.2 dan 0.8

3.3.8 Training Jaringan Syaraf Tiruan

Sumber data yang digunakan dalam analisis JST adalah data hasil pengolahan citra, yang dibagi dalam dua bagian yaitu 152 data training dan 48 data testing. Pembagian sampel *training* dan *testing* sebesar 152 dan 48 buah didapatkan dari perbandingan 75% untuk data *training* dan 25% untuk data *testing*. Data testing memiliki nilai target yang dibagi menjadi 4 kelas mutu yaitu Mutu A, Mutu B, Mutu C, dan Mutu Reject. Masing-masing data memiliki variabel mutu citra berupa area, panjang, lebar, perimeter, area cacat, r dan b. Variabel mutu yang memiliki korelasi tinggi dengan kriteria mutu akan digunakan sebagai node pada input JST. Variasi dari struktur JST digunakan sebagai *node* lapisan tersembunyi yang terdiri dari 10 *node*, 20 *node*, 30 *node* dan 40 *node*. Berdasarkan variasi-variasi tersebut dianalisis karakteristiknya dan dipilih variasi terbaik yang memberikan akurasi pendugaan tertinggi. Arsitektur jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Keterangan:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| A : Area | W : lapisan <i>Input</i> |
| T : Tinggi | iWX : bobot |
| L : Lebar | jXY : bobot |
| P : Perimeter | X : node lapisan tersembunyi |
| AC : Area Cacat | B : bias |
| r : Indeks warna merah (<i>red</i>) | Y : lapisan <i>Output</i> |
| b : indeks warna biru (<i>blue</i>) | Xn : node lapisan tersembunyi sampai ke-n (10, 20, 30 dan 40) |

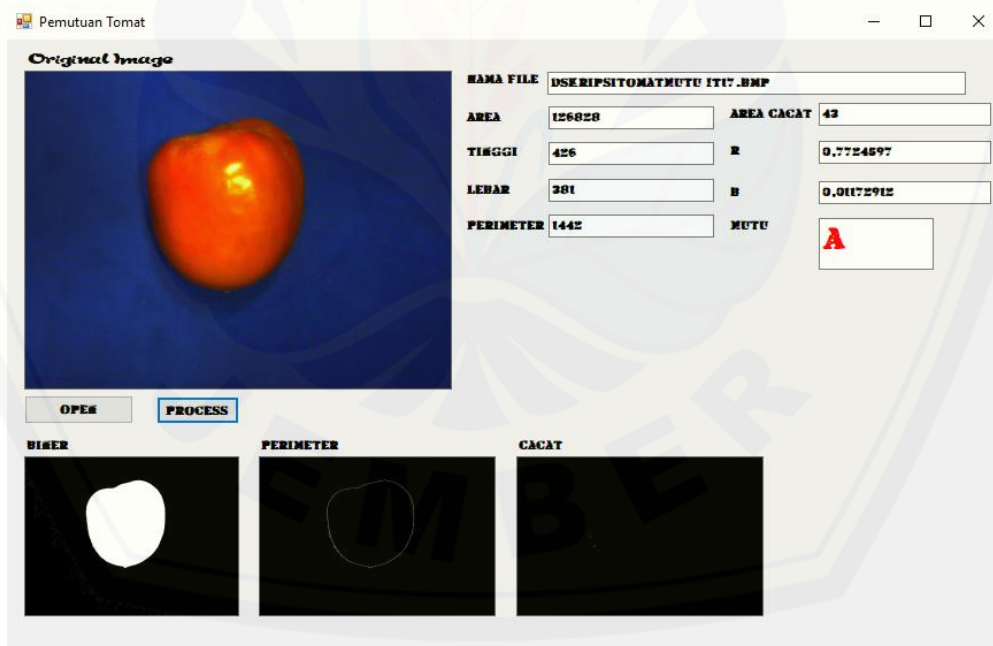
Gambar 3.4 Arsitektur jaringan syaraf tiruan

3.3.9 Pengujian dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik

Propagasi maju dilakukan pada data testing menggunakan input yang dinormalisasikan. Nilai bobot yang telah dikoleksi pada training JST digunakan pada propagasi maju. Pasangan bilangan yang diperoleh (*output*) digunakan untuk mengidentifikasi kelas mutu tomat. Fungsi yang diperoleh pada propagasi maju diintegrasikan dalam perangkat lunak pengolahan citra, sehingga perangkat lunak dapat mengidentifikasi kelas mutu tomat.

3.3.10 Pembuatan Program Pemutuan

Program ini dibuat dengan cara mengintegrasikan bobot-bobot hasil pelatihan variasi JST terbaik dengan program pengolahan citra sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai hasil pengolahan citra. Program ini menggunakan proses propagasi maju JST untuk pendugaan kelas mutu. Program pemutuan buah tomat ditampilkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Program pemutuan buah tomat

3.3.11 Validasi

Proses validasi dilakukan dengan cara menggunakan program pemutuan untuk menilai ketepatan prediksi kelas mutu yang dimiliki oleh 48

sampel yang telah khusus disiapkan untuk validasi. Hasil dari proses validasi ditampilkan dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Confusion Matrix*

Kelas Mutu	Prediksi				Total Basis	Akurasi Produksi (%)	Kesalahan Omisi (%)
	A	B	C	R			
Aktual	A	χ_{11}	χ_{12}	χ_{13}	$\sum \chi_{1j}$	$\frac{\chi_{11}}{\sum \chi_{1j}}$	$\frac{\sum \chi_{1j} - \chi_{11}}{\sum \chi_{1j}}$
	B	χ_{21}	χ_{22}	χ_{23}	$\sum \chi_{2j}$	$\frac{\chi_{22}}{\sum \chi_{2j}}$	$\frac{\sum \chi_{2j} - \chi_{22}}{\sum \chi_{2j}}$
	C	χ_{31}	χ_{32}	χ_{33}	$\sum \chi_{3j}$	$\frac{\chi_{33}}{\sum \chi_{3j}}$	$\frac{\sum \chi_{3j} - \chi_{33}}{\sum \chi_{3j}}$
	R	χ_{41}	χ_{42}	χ_{43}	$\sum \chi_{4j}$	$\frac{\chi_{44}}{\sum \chi_{4j}}$	$\frac{\sum \chi_{4j} - \chi_{44}}{\sum \chi_{4j}}$
Total	$\sum \chi_{i1}$	$\sum \chi_{i2}$	$\sum \chi_{i3}$	$\sum \chi_{i4}$	$\sum \chi_{ij}$		
Akurasi User (%)	$\frac{\chi_{11}}{\sum \chi_{i1}}$	$\frac{\chi_{22}}{\sum \chi_{i2}}$	$\frac{\chi_{33}}{\sum \chi_{i3}}$	$\frac{\chi_{44}}{\sum \chi_{i4}}$			
Kesalahan Omisi (%)	$\frac{\sum \chi_{i1} - \chi_{11}}{\sum \chi_{i1}}$	$\frac{\sum \chi_{i2} - \chi_{22}}{\sum \chi_{i2}}$	$\frac{\sum \chi_{i3} - \chi_{33}}{\sum \chi_{i3}}$	$\frac{\sum \chi_{i4} - \chi_{44}}{\sum \chi_{i4}}$			

$$\text{Akurasi total} = \frac{\chi_{11} + \chi_{22} + \chi_{33} + \chi_{44}}{\sum \chi_{ij}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Kolom pada matriks menunjukkan kelas hasil prediksi dan barisnya menunjukkan kelas aktual. Setiap sel pada bidang diagonal mewakili jumlah anggota yang diprediksi benar oleh JST, sehingga jumlah diagonal menunjukkan jumlah anggota yang diprediksi benar oleh JST. Berikut terminologi pada *confusion matrix* (Soedibyo, 2012).

- a. Akurasi produksi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu baris. Akurasi produksi diperoleh dari jumlah sampel yang prediksinya tepat pada baris tersebut dibagi total sampel masing-masing baris.
- b. Akurasi user (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu kolom. Akurasi user diperoleh dari

jumlah sampel yang prediksinya tepat pada kolom tersebut dibagi total sampel masing-masing kolom.

- c. Kesalahan omisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar masuk kelas tersebut dari suatu kelas tertentu (pada baris).
- d. 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 (pada kolom).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Proses pemutuan tomat varietas Kaliurang dapat dilakukan menggunakan pengolahan citra digital dengan variabel area, tinggi, diameter, perimeter, area cacat, indeks warna (r) dan indeks warna (b).
- b. Semua variabel mutu citra dapat digunakan sebagai input JST berdasarkan analisis dengan grafik boxplot yang menunjukkan sebaran data sesuai dengan kriteria mutu tomat kaliurang.
- c. Hasil validasi JST menunjukkan bahwa program pemutuan tomat varietas Kaliurang memiliki tingkat akurasi total 75,1%.

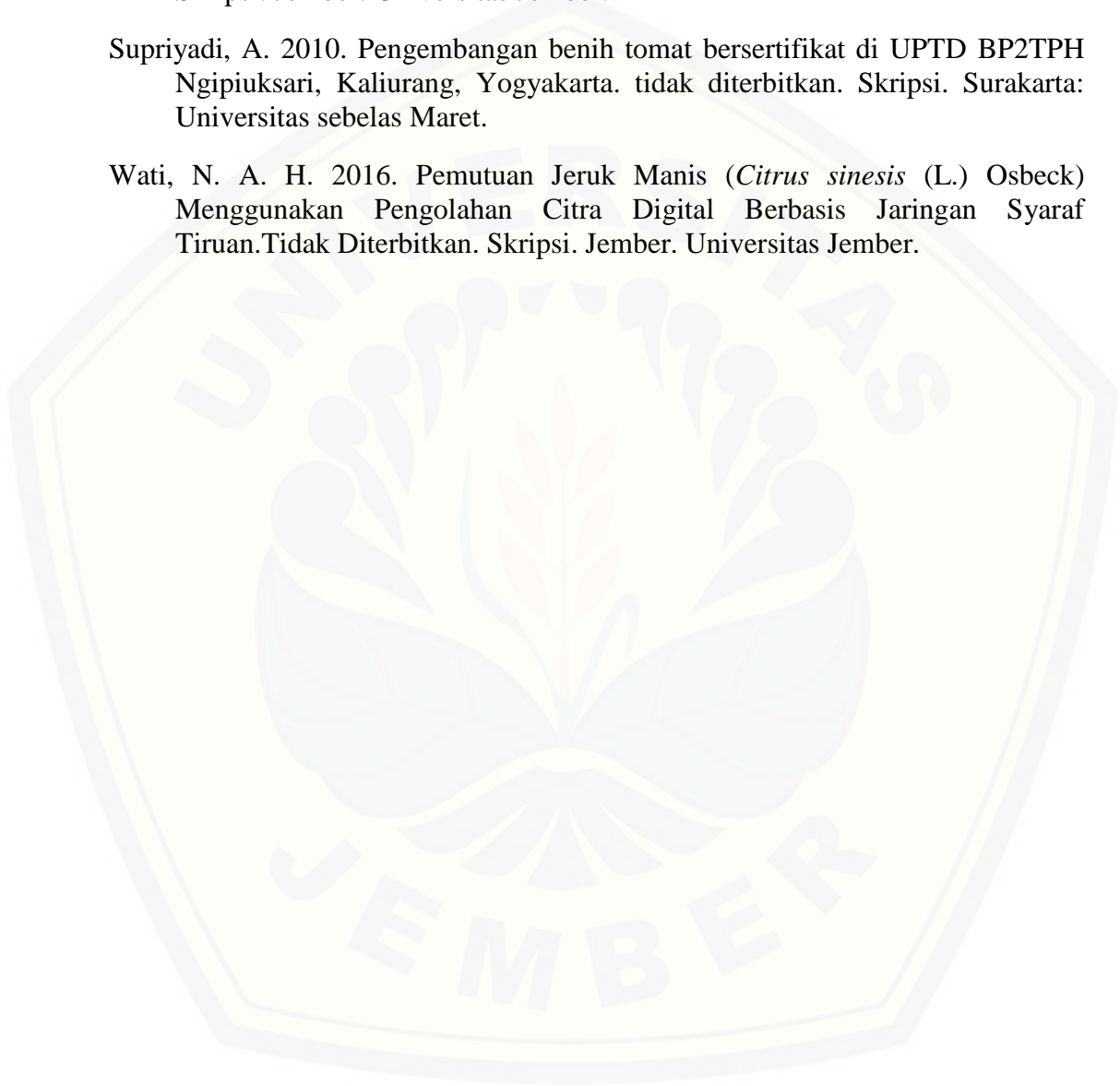
5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penambahan jumlah sampel data training maupun testing. Penambahan sampel berdasarkan kode ukuran perlu dilakukan agar jaringan dapat mengenali semua mutu tomat varietas kaliurang beserta toleransi yang diperbolehkan pada SNI. JST yang dibangun dengan data yang beragam akan menciptakan jaringan yang handal dalam mengenali berbagai pola masukan. Teknik pencahayaan yang tepat juga perlu diperhitungkan untuk mendapatkan hasil pengambilan citra yang lebih baik lagi. Perlu dilakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter agar kondisi pencahayaan yang digunakan dapat diterapkan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arifin, M., Asfani, K., dan Handayani, A. N. 2018. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perceptrom Pada Pengenalan Pola Notasi. *Jurnal Simetris*. 9(1):2252-4983
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. Tomat segar. SNI 3162. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional (BSN)
- Gupta, A. 2015. *Learning Apache Mahout Classification*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
https://books.google.co.id/books?id=UC_WBgAAQBAJ&lpg=PA15&dq=confusion%20matrix%20adalah&hl=id&pg=PA15#v=onepage&q=confusion%20matrix%20adalah&f=false [Diakses pada tanggal 8 Februari 2019].
- Hashim, Mohamad, Zakaria, Bakri, dan Sakaguchi. 2013. *Development of Tomato Inspection dan grading System using Image Processing*. *International Journal of Engineering and Computer Science*. 2(8):2319-2326.
- Irwansah, E., dan Faisal, M. 2015. *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
<http://books.google.co.id/books?id=8y80BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>[1 Maret 2019].
- Kusumadewi, S., dan Hartati. 2006. *NEURO FUZZY: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Purwati, E. dan Khairunisa. 2007. *Budidaya Tomat Dataran Rendah dengan Varietas Unggul serta Tahan Hama dan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 67 hlm.
- Pitojo, S. 2005. *Benih Tomat*. https://books.google.co.id/books?id=BO86wO2_BEEC&lpg=PA21&dq=deskripsi%20tomat%20varietas%20tomindo&pg=PA21#v=onepage&q&f=false [Diakses pada tanggal 30 November 2018].
- Siang, J. J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Slamet, A.A.H. 2015. "Aplikasi *Image Processing* untuk Proses Pemutuan Apel Manalagi (Malus Sylvestris Mill)". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Simpson, M. G., 2006, *Plant systematics*, Elsevier Academic Press Publivation, London

- Soediby, D. W. 2006. "Pemutuan Edamame (*Glycine Max* (L.) Merr.) dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)". Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Sugiarto, AA. 2015. Pemutuan Buah Cabai Merah Besar Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan jaringan Syaraf Tiruan. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Supriyadi, A. 2010. Pengembangan benih tomat bersertifikat di UPTD BP2TPH Ngipiuksari, Kaliurang, Yogyakarta. tidak diterbitkan. Skripsi. Surakarta: Universitas sebelas Maret.
- Wati, N. A. H. 2016. Pemutuan Jeruk Manis (*Citrus sinesis* (L.) Osbeck) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. Universitas Jember.



LAMPIRAN

1. Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan *background*

NO.	R		G		B	
	Objek	<i>Background</i>	Objek	<i>Background</i>	Objek	<i>Background</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	192	13	43	29	0	83
2	127	20	46	32	7	91
3	141	11	34	29	2	96
4	125	15	30	32	0	83
5	132	9	35	29	0	85
6	106	15	23	26	6	79
7	100	17	21	28	4	81
8	90	12	30	30	1	90
9	97	8	37	36	0	113
10	96	20	39	33	1	107
11	94	19	39	41	0	110
12	67	12	27	36	5	104
13	79	20	24	32	0	104
14	73	26	28	32	4	87
15	61	15	23	31	18	88
16	86	14	22	29	5	83
17	90	13	25	28	0	78
18	81	16	26	28	0	75
19	95	17	28	32	0	82
20	103	20	30	27	0	103
21	102	21	32	24	0	89
22	108	17	34	33	0	87
23	82	13	34	35	3	90
24	110	20	33	31	0	84
25	106	25	38	24	0	101
26	114	17	36	30	0	92
27	164	25	37	22	0	86
28	147	25	43	31	0	86
29	113	19	40	28	0	93
30	156	19	44	31	0	92
31	167	20	46	32	0	93
32	152	23	68	25	0	87
33	151	19	67	31	0	92
34	183	16	44	40	0	108
35	201	23	44	41	0	108
36	217	23	48	39	0	96
37	255	16	101	43	0	91
38	255	22	99	36	0	121
39	255	23	132	39	0	129
40	251	20	237	41	43	140
Maksimum	255	26	237	43	43	140
Minimum	61	8	21	22	0	75

2. Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan area cacat

NO.	R		G		B	
	Objek	Background	Objek	Background	Objek	Background
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	119	42	9	168	166	24
2	112	37	13	157	179	56
3	125	30	0	167	198	50
4	93	31	22	220	246	84
5	123	31	0	185	182	24
6	113	32	0	224	218	18
7	132	31	0	232	229	34
8	83	18	7	219	244	20
9	77	24	14	230	228	30
10	126	34	0	224	183	0
11	70	32	1	223	255	26
12	118	43	0	214	229	8
13	120	44	0	175	168	19
14	147	41	0	182	177	6
15	156	40	0	180	174	7
16	168	39	0	228	217	22
17	175	52	0	222	223	38
18	187	51	0	240	255	26
19	179	39	0	148	167	15
20	190	43	0	134	142	39
21	192	43	0	31	30	16
22	186	50	0	26	31	15
23	198	47	0	33	29	13
24	210	47	0	26	40	10
25	201	49	0	33	28	0
26	212	40	0	33	37	12
27	215	39	0	26	40	10
28	224	55	0	36	35	21
29	227	58	0	38	33	27
30	234	58	0	35	42	24
31	232	65	0	48	56	30
32	236	62	0	43	42	25
33	240	85	0	36	33	12
34	242	67	0	48	84	33
35	244	65	0	57	46	13
36	249	68	0	24	28	12
37	250	65	0	29	26	17
38	254	60	0	46	53	23
39	253	66	0	64	51	12
40	255	90	0	25	22	17
Maksimum	255	240	90	255	22	84
Minimum	70	24	18	22	0	0

3. Bobot JST variasi J2 20 *node* lapisan tersembunyi

1. Bobot lapisan input ke lapisan tersembunyi

Node lapisan tersembunyi	Node lapisan tersembunyi							b
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	
z1	0,296	-0,061	0,003	-0,543	-0,273	-0,577	-0,391	0,539
z2	-0,408	-0,129	-0,504	-0,501	-0,280	0,239	-0,349	-0,118
z3	-0,498	-0,333	0,038	0,162	-0,507	-0,470	0,285	-0,600
z4	0,444	-0,189	-0,518	-0,301	0,228	0,491	0,248	-0,033
z5	0,478	-0,331	0,447	0,359	0,281	0,311	0,322	-0,676
z6	-0,146	-0,596	-0,394	0,031	-0,046	0,131	0,627	-0,668
z7	0,537	0,013	-0,298	-0,117	-0,023	-0,620	0,413	-0,102
z8	-0,326	-0,463	-0,301	0,634	0,033	-0,355	0,073	0,337
z9	0,249	-0,529	0,624	-0,182	0,310	-0,165	0,240	0,438
z10	0,372	0,022	0,604	-0,333	0,497	0,244	-0,155	-0,548
z11	-0,275	-0,317	0,355	0,170	-0,309	0,655	-0,300	0,370
z12	0,217	-0,351	-0,371	0,532	0,305	-0,240	-0,452	-0,050
z13	0,396	0,140	0,184	0,365	0,282	0,443	0,572	-0,172
z14	-0,383	0,116	0,032	-0,486	0,369	0,635	0,097	-0,609
z15	0,135	-0,176	0,240	0,105	-0,401	-0,766	0,283	-0,187
z16	0,634	0,298	-0,229	-0,580	-0,135	0,029	0,218	0,734
z17	0,532	-0,039	0,375	0,036	0,513	-0,344	0,372	-0,496
z18	0,187	0,511	0,448	-0,430	0,500	0,119	-0,007	-0,115
z19	-0,210	-0,069	-0,317	0,590	0,105	-0,463	0,473	0,886
z20	-0,645	0,011	0,005	0,446	0,250	-0,210	-0,474	-0,534

2. Bobot lapisan tersembunyi ke lapisan output

Node lapisan tersembunyi	Node lapisan tersembunyi	
	Y1	Y2
z1	-0,418	0,734
z2	0,480	0,170
z3	0,695	-0,339
z4	-0,494	0,529
z5	-0,003	-0,397
z6	0,583	0,453
z7	0,766	-0,276
z8	0,345	-0,500
z9	-0,649	0,351
z10	-0,805	0,633
z11	-0,741	0,265
z12	0,166	-0,594
z13	0,526	-0,291
z14	-0,644	-0,459
z15	-0,492	0,078
z16	0,478	-0,561
z17	0,569	-0,686
z18	-0,454	-0,651
z19	-0,354	0,043
z20	-0,406	0,333
b	-0,678	0,437

4 Data hasil pengolahan citra tomat kaliung

1. Data training

NO	Mutu	Variabel Mutu Citra							Output JST		Pendugaan Mutu
		Area	Lebar	Tinggi	Perimeter	Area Cacat	r	b	Y1	Y2	
1	A	147215	464	844	1520	17	0,77258	0,043324	1	0,99636	A
1	A	145240	484	385	1601	16	0,751366	0,055879	0,821333	0,940926	A
2	A	144920	478	627	1477	17	0,748825	0,055442	0,995019	0,9997	A
3	A	135411	439	385	1548	49	0,697704	0,01763	0,999999	0,893886	A
4	A	132904	444	626	1369	25	0,666604	0,013858	1	0,904188	A
5	A	132704	456	649	1602	67	0,66603	0,038866	1	0,974841	A
6	A	131697	494	710	1453	3	0,675056	0,018828	1	0,999887	A
7	A	131256	456	373	1428	51	0,669088	0,014684	0,999992	0,860995	A
8	A	130771	439	684	1445	67	0,769383	0,061552	0,924502	0,881434	A
9	A	130574	442	369	1435	15	0,704288	0,012646	0,999968	0,646694	A
10	A	130052	623	985	1423	30	0,731741	0,049509	1	0,917478	A
11	A	129366	453	371	1404	17	0,785726	0,011683	1	0,939736	A
12	A	129158	449	361	1508	58	0,717586	0,010165	0,999999	0,706615	A
13	A	129064	521	648	1449	42	0,737676	0,057866	0,995299	0,98899	A
14	A	128375	554	890	1451	26	0,720739	0,063696	0,999549	0,938583	A
15	A	127054	476	688	1431	21	0,737121	0,014823	1	0,816761	A
16	A	126871	435	381	1442	43	0,77227	0,011901	1	0,82667	A
17	A	126845	626	991	1423	41	0,819185	0,041758	0,93264	0,805093	A
18	A	126512	440	371	1434	42	0,739635	0,013059	0,999998	0,805358	A
19	A	147215	464	844	1520	17	0,77258	0,043324	1	0,99636	A
20	A	121804	626	726	1381	0	0,74856	0,078044	0,919338	0,940412	A
21	A	121202	563	919	1403	4	0,740853	0,05909	0,999927	0,999687	A
22	A	121132	449	343	1444	58	0,738204	0,012682	0,999999	0,912833	A
23	A	121038	439	661	1383	13	0,738989	0,07159	0,86098	0,998473	A
24	A	120933	428	612	1369	7	0,773472	0,051759	0,908844	0,951808	A
25	A	120252	410	703	1296	11	0,733191	0,065784	0,904907	0,998459	A
26	A	119050	693	430	1286	59	0,796037	0,01083	0,999744	0,999856	A
27	A	118103	647	645	1424	14	0,721758	0,049717	0,999903	0,945791	A
28	A	118039	616	703	1317	27	0,769972	0,05152	0,945807	0,99998	A
29	A	116143	433	633	1304	78	0,73661	0,012547	0,999686	0,47931	A
30	A	115281	414	543	1323	55	0,769993	0,015155	0,998304	0,874209	A
31	A	114956	445	343	1371	46	0,783329	0,011388	1	0,808508	A
32	A	114064	517	519	1280	61	0,723638	0,011445	0,999993	0,900766	A
33	A	113242	416	346	1238	69	0,764499	0,014469	0,986984	0,742768	A
34	A	112387	399	567	1265	13	0,695346	0,009455	0,999216	0,942666	A
35	A	112335	674	603	1306	66	0,728856	0,01985	0,99579	0,994701	A
36	A	112194	454	337	1364	19	0,664055	0,010703	0,999998	0,423162	A
37	A	112093	423	341	1406	44	0,728583	0,011242	0,999994	0,204746	A
38	A	111902	473	611	1245	24	0,700466	0,010051	0,999993	0,833784	A
39	B	139082	557	657	1787	205	0,712398	0,049329	0,999997	-0,99978	B
40	B	131029	476	484	1367	184	0,698917	0,014305	0,999988	-0,66605	B
41	B	129652	607	646	1656	271	0,745544	0,067503	0,999816	-1	B

42	B	128645	538	897	1649	231	0,729791	0,060734	0,999426	-0,90635	B
43	B	128519	432	369	1554	104	0,763807	0,011273	1	-0,72483	B
44	B	127320	428	612	1700	256	0,709227	0,069653	0,89216	-0,9784	B
45	B	126753	426	367	1379	86	0,738882	0,012429	0,999937	-0,54556	B
46	B	123766	583	949	1527	176	0,785003	0,049459	0,998919	-0,73253	B
47	B	122847	417	577	1316	141	0,677797	0,015672	0,999936	-0,94051	B
48	B	121576	426	937	1743	370	0,770138	0,048436	0,85673	-0,99724	B
49	B	121168	446	698	1338	101	0,742538	0,016588	0,999995	-0,52467	B
50	B	120047	416	644	1585	388	0,742346	0,057879	0,985997	-0,99972	B
51	B	119468	410	643	1780	458	0,727751	0,046297	0,999903	-0,91292	B
52	B	119166	621	699	1339	27	0,703594	0,100315	0,943753	-0,8565	B
53	B	118096	503	757	1321	120	0,791925	0,013487	0,999997	-0,9995	B
54	B	117589	524	896	1673	394	0,741453	0,050552	0,999629	-0,9979	B
55	B	117347	452	327	1465	85	0,680331	0,010843	1	-0,40096	B
56	B	116903	422	582	1567	86	0,750581	0,068881	0,990959	-0,99908	B
57	B	116830	410	620	1530	141	0,752022	0,049453	0,999628	-0,95368	B
58	B	108892	436	339	1347	39	0,7299	0,012656	0,999981	-0,58549	B
59	B	108563	499	662	1397	73	0,772329	0,010978	0,999971	-0,99998	B
60	B	107911	411	609	1296	26	0,799328	0,016792	0,892413	-0,76723	B
61	B	107589	447	335	1306	14	0,694229	0,011809	0,999969	-0,54757	B
62	B	106189	412	615	1428	86	0,684847	0,009829	1	-0,89595	B
63	B	105378	458	645	1218	29	0,740478	0,009852	0,973854	-0,98596	B
64	B	103512	481	537	1232	44	0,751375	0,012171	0,998879	-0,99949	B
65	B	103052	403	343	1256	101	0,754807	0,015185	0,881865	-0,68283	B
66	B	102375	399	514	1323	41	0,729104	0,012571	0,968163	-0,28762	B
67	B	101146	457	301	1273	20	0,736766	0,010731	0,995681	-0,83587	B
68	B	99877	397	321	1310	43	0,695551	0,015268	0,987319	-0,86709	B
69	B	98607	402	516	1289	65	0,750313	0,021497	0,745013	-0,82413	B
70	B	97814	449	417	1232	107	0,780749	0,027036	0,975702	-0,966	B
71	B	95591	402	623	1269	21	0,749169	0,011677	0,971007	-0,98062	B
72	B	94412	374	323	1199	13	0,630278	0,012043	0,766168	-0,69992	B
73	B	94027	385	643	1256	207	0,778606	0,014175	0,816873	-0,95164	B
74	B	92265	429	595	1103	17	0,744014	0,010627	0,847331	-0,97212	B
75	B	84706	371	575	1259	330	0,737028	0,015055	0,516026	-0,81754	B
76	B	84131	343	303	1197	237	0,785987	0,013104	0,725974	0,995578	A
77	C	141123	519	773	1824	711	0,79653	0,055251	-0,94362	0,914084	C
78	C	141030	451	389	1474	0	0,729418	0,077363	-0,81501	0,999951	C
79	C	135462	562	989	1750	531	0,799524	0,067107	-0,90646	0,997983	C
80	C	130104	441	716	1809	409	0,746388	0,064573	-0,80208	0,97664	C
81	C	126485	427	628	1600	191	0,710943	0,051753	0,999604	0,91515	A
82	C	126119	491	534	1355	0	0,787635	0,069971	-0,99998	0,873432	C
83	C	125084	489	694	1379	0	0,806266	0,056524	-0,99623	0,890137	C
84	C	123659	513	635	1442	24	0,774519	0,063169	-0,87929	0,729349	C
85	C	123503	519	751	1427	14	0,765655	0,082389	-0,99907	0,702035	C
86	C	122742	546	751	1418	22	0,79166	0,067707	-0,99905	0,990456	C
87	C	120998	559	545	1415	35	0,816754	0,060751	-0,99995	0,781276	C
88	C	120149	542	576	1308	0	0,697524	0,094084	-0,8831	0,999597	C
89	C	112677	535	634	1361	4	0,740256	0,088027	-0,99939	0,964021	C

90	C	111011	403	607	1353	19	0,688733	0,012	0,999996	0,927617	A
91	C	108215	575	663	1292	1	0,813673	0,052377	-0,99996	0,998062	C
92	C	106933	530	506	1359	60	0,748657	0,076856	-0,99999	0,860525	C
93	C	106372	480	514	1283	1	0,783016	0,063072	-1	0,622764	C
94	C	105682	548	958	1538	522	0,773759	0,079171	-1	0,786915	C
95	C	103958	506	635	1402	181	0,767466	0,071133	-1	0,329472	C
96	C	103300	529	504	1301	0	0,81598	0,057674	-1	0,960074	C
97	C	103106	507	551	1292	44	0,791421	0,065567	-1	0,872626	C
98	C	100335	381	571	1294	121	0,745111	0,015756	-0,70744	0,286191	C
99	C	99844	575	664	1273	5	0,775514	0,077707	-1	0,98895	C
100	C	99369	506	635	1280	17	0,783965	0,068171	-1	0,990801	C
101	C	92264	689	972	1458	446	0,792359	0,059056	-0,99997	0,931286	C
102	C	90417	353	631	1235	322	0,677431	0,018802	-0,89958	0,903916	C
103	C	89885	371	297	1205	280	0,771091	0,020758	-0,85668	0,967362	C
104	C	88675	389	295	1188	191	0,765618	0,019572	-0,88181	0,991899	C
105	C	88025	377	295	1198	43	0,694365	0,014845	-0,99793	0,996592	C
106	C	87926	505	634	1207	37	0,794038	0,066315	-1	0,853633	C
107	C	84245	348	510	1191	176	0,756025	0,01337	-0,52239	0,935969	C
108	C	81691	356	656	1043	82	0,745034	0,014826	-0,97944	0,982899	C
109	C	81286	528	820	1278	240	0,745273	0,072507	-1	0,952387	C
110	C	78351	361	598	1145	409	0,759907	0,024449	-0,99772	0,866953	C
111	C	72592	452	700	1059	35	0,728138	0,023234	-0,78111	0,988131	C
112	C	71551	462	634	1092	142	0,746082	0,030655	-0,97206	0,993191	C
113	C	92485	396	307	1245	162	0,714445	0,011628	-0,79254	0,559389	C
114	C	113050	577	544	1371	7	0,821743	0,057864	-0,99999	0,994816	C
115	R	128706	505	634	1465	21	0,786558	0,06842	-0,99845	-0,66881	Reject
116	R	123764	405	379	1321	607	0,679541	0,024582	-0,85143	-0,99999	Reject
117	R	117518	494	675	1456	219	0,742124	0,013941	1	-0,9994	B
118	R	113099	582	663	1373	966	0,71753	0,068242	-0,99999	-0,99998	Reject
119	R	112646	393	551	1376	1686	0,734956	0,018317	-1	-1	Reject
120	R	111602	397	351	1216	2377	0,855172	0,020766	-1	-1	Reject
121	R	109069	643	876	1433	1176	0,748833	0,016164	-0,99833	-1	Reject
122	R	106940	400	517	1178	415	0,756034	0,013115	-0,99958	-0,76923	Reject
123	R	106888	521	535	1404	117	0,749705	0,09519	-1	-0,89845	Reject
124	R	105396	389	538	1329	324	0,765773	0,016541	-0,84502	-0,6854	Reject
125	R	105312	673	785	1444	398	0,761702	0,035152	-0,94681	-0,9572	Reject
126	R	104049	552	548	1682	587	0,76022	0,069428	-0,99971	-0,99999	Reject
127	R	101883	506	635	1315	195	0,784639	0,080553	-1	-0,76442	Reject
128	R	100660	497	512	1273	107	0,790049	0,068272	-1	-0,69935	Reject
129	R	100121	394	520	1264	284	0,726198	0,019097	-0,88975	-0,92622	Reject
130	R	98502	697	862	1472	500	0,752059	0,07221	-0,99872	-0,91909	Reject
131	R	98128	437	558	1457	142	0,846067	0,036024	-0,88904	-1	Reject
132	R	95219	370	323	1343	351	0,692654	0,022117	-0,96796	-0,99531	Reject
133	R	95188	506	636	1252	212	0,696935	0,103544	-1	-0,90715	Reject
134	R	83102	362	913	1421	283	0,803071	0,053489	-0,92038	-1	Reject
135	R	82612	452	334	1306	173	0,738929	0,056794	-1	-0,93263	Reject
136	R	80396	540	573	1658	208	0,730006	0,085679	-1	-0,84056	Reject
137	R	79739	467	639	1428	289	0,74075	0,075521	-1	-0,94033	Reject

138	R	77507	471	799	1259	369	0,698457	0,078675	-1	-0,96489	Reject
139	R	77297	476	376	1252	185	0,75629	0,064167	-1	-0,96476	Reject
140	R	76468	682	886	1352	359	0,814305	0,038777	-0,99992	-0,99547	Reject
141	R	76250	424	311	1351	396	0,747582	0,071588	-1	-0,99994	Reject
142	R	75938	593	881	1269	922	0,702888	0,085609	-1	-1	Reject
143	R	75145	471	349	1407	315	0,867085	0,051483	-1	-0,97409	Reject
144	R	71034	505	833	1230	620	0,761299	0,074008	-1	-0,99506	Reject
145	R	69623	471	990	1195	570	0,701755	0,085856	-1	-0,99	Reject
146	R	84825	467	753	1381	1048	0,739048	0,089428	-1	-1	Reject
147	R	111512	505	635	1402	130	0,778793	0,067976	-0,99999	-0,17504	Reject
148	R	86164	761	868	1111	196	0,647872	0,118219	-0,98876	-0,99992	Reject
149	R	75158	697	868	1011	442	0,634374	0,111308	-0,99999	-0,99997	Reject
150	R	81813	723	950	1070	515	0,705476	0,015961	-0,92346	-0,95779	Reject
151	R	75995	593	881	1278	1087	0,711323	0,083901	-1	-1	Reject
152	R	84993	503	747	1380	369	0,758925	0,071668	-1	-0,91335	Reject



2. Data testing

NO	Mutu	Variabel Mutu Citra							Output JST		Pendugaan Mutu
		Area	Lebar	Tinggi	Perimeter	Area Cacat	r	b	Y1	Y2	
1	A	126371	431	365	1367	29	0,778151	0,012581	1	0,969576	A
2	A	126191	530	983	1481	69	0,739822	0,053461	0,999998	0,827914	A
3	A	124657	442	569	1352	28	0,714867	0,011934	0,999999	0,756413	A
4	A	124198	419	376	1420	30	0,762769	0,060478	-0,12309	0,837182	C
5	A	124115	426	359	1446	51	0,722476	0,015602	0,999956	0,372183	A
6	A	123843	634	971	1548	84	0,766068	0,031761	1	-0,97707	B
7	A	123715	400	647	1349	13	0,729302	0,055699	0,984308	0,994137	A
8	A	123024	402	682	1370	56	0,729097	0,058716	0,992736	0,98938	A
9	A	122647	466	373	1420	24	0,702267	0,011053	0,999992	0,947341	A
10	A	122427	475	539	1350	59	0,758457	0,017816	1	0,910716	A
11	A	122124	419	612	1405	13	0,771096	0,051917	0,983592	0,898955	A
12	A	121808	470	729	1324	65	0,719169	0,021248	0,999999	0,962781	A
13	B	115833	494	569	1317	87	0,750568	0,01957	0,999992	0,488194	A
14	B	115470	447	670	1448	119	0,759706	0,049776	0,989326	-0,70526	B
15	B	115390	408	625	1665	341	0,728376	0,065521	0,998063	-0,99995	B
16	B	115195	551	670	1515	160	0,763101	0,048924	0,999889	-0,96181	B
17	B	115011	573	799	1538	329	0,747067	0,061795	0,997938	-0,99872	B
18	B	114834	401	364	1391	17	0,747077	0,070702	-0,22095	0,968438	C
19	B	114356	440	347	1258	90	0,706144	0,012879	0,997998	-0,97505	B
20	B	112780	632	575	1268	14	0,691214	0,009622	0,999997	0,999128	A
21	B	110892	588	919	1510	156	0,774998	0,05531	0,837685	-0,98331	B
22	B	109297	481	349	1295	24	0,724046	0,018429	0,999798	0,795416	A
23	B	109045	431	333	1412	82	0,710363	0,011639	0,999998	-0,86617	B
24	B	109031	418	335	1353	68	0,67234	0,012887	0,999993	-0,98383	B
25	C	118678	548	524	1483	11	0,791292	0,067599	-0,99432	-0,83588	Reject
26	C	118568	522	636	1395	44	0,812195	0,058796	-0,99999	0,798618	C
27	C	118220	536	751	1350	18	0,793224	0,073121	-1	0,999304	C
28	C	117753	508	483	1320	1	0,789308	0,070131	-1	0,923647	C
29	C	117322	551	771	1537	238	0,767183	0,063541	0,837535	-0,98069	B
30	C	116879	433	625	1733	506	0,78419	0,055184	-0,99235	-0,99999	Reject
31	C	113050	577	544	1371	7	0,821743	0,057864	-0,99999	0,994816	C
32	C	97375	457	620	1558	594	0,761752	0,083232	-1	-1	Reject
33	C	95899	517	635	1230	7	0,768695	0,075222	-1	0,976538	C
34	C	95805	507	638	1256	22	0,768124	0,071974	-1	0,990777	C
35	C	93631	674	677	1372	132	0,764701	0,063762	-0,99998	0,980263	C
36	C	92596	380	307	1274	275	0,740743	0,012558	-0,37463	0,218444	C
37	R	117753	508	483	1320	1	0,789308	0,070131	-1	0,923647	C
38	R	117322	551	771	1537	238	0,767183	0,063541	0,837535	-0,98069	B
39	R	116879	433	625	1733	506	0,78419	0,055184	-0,99235	-0,99999	Reject
40	R	113050	577	544	1371	7	0,821743	0,057864	-0,99999	0,994816	C
41	R	112677	535	634	1361	4	0,740256	0,088027	-0,99939	0,964021	C
42	R	111011	403	607	1353	19	0,688733	0,012	0,999996	0,927617	A
43	R	108215	575	663	1292	1	0,813673	0,052377	-0,99996	0,998062	C

44	R	106933	530	506	1359	60	0,748657		-0,99999	0,860525	C
45	R	106372	480	514	1283	1	0,783016	0,063072	-1	0,622764	C
46	R	105682	548	958	1538	522	0,773759	0,079171	-1	0,786915	C
47	R	103958	506	635	1402	181	0,767466	0,071133	-1	0,329472	C
48	R	103300	529	504	1301	0	0,81598	0,057674	-1	0,960074	C



5. Dokumentasi tanaman tomat kaliurang



Proses pemetikan tomat Kaliurang

Tomat Kaliurang



Proses sortasi



Proses pengemasan tomat kaliurang