



**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA (*IMAGE
PROCESSING*)**

SKRIPSI

Oleh

**Angga Suprayogi
NIM 121710201034**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA (*IMAGE
PROCESSING*)**

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

Angga Suprayogi
NIM 121710201034

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

“ Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Ibu Suminah dan almarhum Bapak Girun yang saya hormati dan saya cintai”



MOTTO

Telah bersabda Nabi Muhammad SAW barang siapa keluar rumah untuk menuntut ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia kembali

(HR. Bukhari)

Orang-orang yang hebat dibidang apapun bukan baru bekerja karena terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi

(Ernest Newman)

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah

(Thomas Alva Edison)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Suprayogi

NIM : 121710201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*)” 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, 16 Juni 2016
Yang menyatakan,

Angga Suprayogi
NIM 121710201034

SKRIPSI

**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA (*IMAGE
PROCESSING*)**

Oleh

Angga Suprayogi
NIM 121710201034

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Askin, S.TP., M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 07 Juni 2016

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Dedy W. Soedibyو, S.TP., M.Si.
NIP. 197407071999031001

Askin, S.TP., M.MT.
NIP. 197008302000031001

Tim penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.
NIP. 19631221990031002

Dr. Ir. Jayus
NIP. 196805161992031004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*); Angga Suprayogi, 121710201034; 2016; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Salah satu cara meningkatkan daya saing penjualan buah jambu biji merah adalah dapat memenuhi standar mutu pasar domestik maupun Internasional. Kegiatan pemutuan yang dilakukan oleh pengepul jambu biji merah di Indonesia kebanyakan masih dilakukan secara manual. Pemutuan secara manual memiliki kelemahan yaitu mutu yang dihasilkan tidak seragam karena lebih cenderung bersifat subyektif. Oleh sebab itu, untuk mengatasi masalah tersebut maka diharapkan teknologi pengolahan citra (*image processing*) merupakan solusi yang tepat dalam pemutuan buah jambu biji merah karena dapat memutukan buah jambu biji merah secara seragam dengan lebih efektif dan efisien dengan tanpa merusak bahan (*nondestruktif*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel citra yang memiliki korelasi dengan variabel manual, menyusun variabel-variabel citra buah jambu biji merah untuk membentuk model kalimat logika, dan mengetahui akurasi program pengolahan citra dalam pemutuan buah jambu biji.

Bahan yang digunakan buah jambu biji merah segar varietas Australia dengan kelas mutu Super, A, B, dan *Reject*. Jumlah sampel yang digunakan adalah 160 buah untuk data *training* dan 40 buah untuk data validasi. Semua sampel tersebut diproyeksikan ke dalam bentuk 2 dimensi dengan cara mengambil citranya menggunakan kamera CCD (*Charge Couple Device*). Citra jambu biji merah kemudian dilakukan segmentasi dan ekstraksi menggunakan program pengolahan citra yang dibuat dengan software *SharpDevelop* 4.2. Segmentasi bertujuan untuk memisahkan citra biner obyek (buah jambu biji merah) dan *background* melalui proses penentuan nilai batas (*thresholding*). Sedangkan, ekstraksi bertujuan untuk mencari nilai variabel area obyek, tinggi obyek,

diameter obyek, perimeter obyek, area cacat obyek, indeks *red* obyek, indeks *green* obyek, indeks *blue* obyek, dan nilai *hue* obyek. Nilai variabel tersebut diuji menggunakan analisis statistik untuk mencari nilai rerata, standar deviasi, kuartil pertama (Q1), median (Q2), kuartil ketiga (Q3), nilai maksimum, dan nilai minimum yang kemudian disusun dalam grafik *box plot*.

Berdasarkan analisis grafik *box plot* diketahui variabel yang dapat digunakan untuk merumuskan model kalimat logika yaitu area obyek dan area cacat obyek. Perumusan model kalimat logika beserta nilai batas masing-masing kelas mutu pada input variabel area obyek (Area) dan area cacat obyek (c_area) untuk memisahkan jambu biji merah kedalam kelas mutu Super, A, B, dan *Reject* ditulis sebagai berikut; jambu biji merah tergolong kelas mutu “Super” jika ($\text{Area} \geq 132427 \text{ AND } c_area \leq 1830$), tergolong kelas mutu “A” jika ($\text{Area} < 132427 \text{ AND } \text{Area} \geq 100064,5 \text{ AND } c_area \leq 2868$), tergolong kelas mutu “B” jika ($\text{Area} < 100064,5 \text{ AND } \text{Area} \geq 77034,5 \text{ AND } c_area \leq 3025$), dan tergolong kelas mutu “*Reject*” jika ($\text{Area} < 77034,5 \text{ AND } c_area > 3025$). Akurasi program pemutuan buah jambu biji merah terhadap pemutuan secara manual pada kelas mutu Super menghasilkan akurasi sebesar 85,91%, untuk kelas mutu A menghasilkan akurasi sebesar 78,75%, kelas mutu B menghasilkan akurasi 90%, dan mutu *Reject* menghasilkan akurasi sebesar 95,50%, sehingga diperoleh akurasi rata-rata sebesar 87,53%. Nilai akurasi tidak mencapai 100% menunjukkan bahwa adanya perbedaan penggolongan antara pemutuan secara manual dengan pendugaan oleh program. Rendahnya nilai akurasi dikarenakan kurang tepatnya dalam penentuan nilai batas (*thresholding*) sehingga menyebabkan kesalahan perhitungan yang dilakukan oleh program terhadap nilai-nilai variabel citra.

SUMMARY

Red Guava (*Psidium guajava* L.) Grading Using Image Processing; Angga Suprayogi, 121710201034; 2016; 60 pages; the Agricultural Engineering Department, the Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

One way to improving competitiveness of red guava sales is fulfilling the quality standards from domestic markets as well as international market. The grading activities red guava in Indonesia still does manually. The manual grading have weakness such as different quality results because it this subjective perception. Therefore, to fix the issue the image processing technology expecting to be the right solution in red guava grading. Therefore, it needs a method that can grading red guava fruit effectively and efficiently without damaging the material. This research aims to determine image quality variables which correspond with the manual quality variables, compose an image quality variables red guava fruit to form a model of logical equations, and determine the accuracy of the image processing program.

The samples used were red guava fruit fresh Australian varieties that are divided into quality classes namely, super, A, B, and Reject. The samples used was 160 pieces for training data and 40 pieces for validation data. All sample was drawn image using a CCD camera, the image of red guava was segmentation and extracted using the program image processing. Image processing created using software SharpDevelop 4.2. Segmentation aims to separate a binary image of the object (red guava) and background through the process of determining the limit value (thresholding). While, extraction to find the value of the variable quality namely area object, height object, diameter object, perimeter object, defect area, *red* index object, *green* index object, *blue* index object, and the value of the *hue* object. The varibel values were tested using statistical analysis to find the mean, standard deviation, quartile first (Q1), median (Q2), quatile third (Q3), maximum value and minimum value, which will then be arranged in box plot chart.

Based on the box plot the variables that can be used to formulate a logical equation are area and defect area. The image quality variables boundary value to separate the red guava quality that used as inputs of the logical equation "Super" if ($\text{Area} \geq 132427 \text{ AND } \text{Defect} \leq 1830$), "A" if ($\text{Area} < 132427 \text{ AND } \text{Area} \geq 100064.5 \text{ AND } \text{Defect} \leq 2868$), "B" if ($\text{Area} < 100064.5 \text{ AND } \text{Area} \geq 77034.5 \text{ AND } \text{Defect} \leq 2382$), "Rejects" if ($\text{Area} < 77034.5 \text{ AND } \text{Defect} > 2382$). The of accuracy red guava grading program againts manual grading to Super quality was 85.91%, A quality 78.75%, B quality 90%, and Reject quality 95.50%, so that mean acuracy was 87,53%. Accuracy value doesn't reach 100% indicates that difference classification between manual grading with prediction by program. This is because faulty calculations performed by the program in the values of variable quality image.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*)”. 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 Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian untuk membimbing penulis selama menjadi mahasiswa hingga menyelesaikan penulisan skripsi;
2. Askin, S.TP., M.MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan masukan berupa saran dan perhatiannya kepada penulis untuk kesempurnaan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng selaku Penguji Utama, dan Dr. Ir. Jayus selaku Penguji Anggota yang sudah membimbing penulis dalam perbaikan skripsi ini;
4. Ir. Muharjo Pudjocono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
5. seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, yang telah membantu dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
6. kedua orang tua Almarhum Bapak Girun dan Ibu Suminah, kakak kandung Heri Siswanto, dan seluruh keluarga besar yang telah yang telah memberi motivasi, dorongan, do’a dan semangat kepada penulis demi kelancaran penulisan skripsi ini;
7. Mas Agus dan teman-teman minat ENOTIN yang terus memberikan do’a, semangat, bantuan pikiran, dan tenaga selama penyusunan skripsi ini;

8. semua teman-teman FTP, adik-adik dan kakak-kakak angkatan yang senantiasa saling berbagi ilmu dan pengalaman;
9. Dinar Maharani D. yang selalu terus memberi do'a dan dukungannya serta sahabat-sahabat tercinta Krisman Hidayat, Ahmad Rizqi A., Fuad Rizal, Anggi Febrianto, Joko Suwarno, Riski Prasetyo H., Yayan Budiarto, Rifan Zuhri, Harik Muhandis yang telah memberi dorongan dan semangat;
10. teman-teman seperjuangan TEP B 2012 (Silvia, Andi, Ika, Masfiah, Ikfi, Faris, Rosyad, Helen, Agung, Aini, Amel, Zainul, Mastuki, Indra, Denny, Ria, Miki, Brain, Zabid, Fifi, Widad, Rizki, Salman, Hazmi, Atas, Avif, Wawan, Bagas, Dimas, Wicak, Irma) yang selalu menjadi teman baik dan sering memberikan saran selama penulis menjadi mahasiswa;
11. teman-teman KKN PPM Banyuwangi yang banyak memberikan saran kepada penulis pada waktu penulisan proposal penelitian;
12. semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam 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, 16 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMARRY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Standar Mutu Buah Jambu Biji	4
2.2 Pengertian Citra Digital	5
2.3 Sistem Pengenalan Pola Obyek Citra	6
2.3.1 Jenis Pengenalan Pola Obyek	6
2.3.2 Proses Pengenalan Pola Obyek	7
2.4 Sistem Pengolahan Citra Digital	8
2.5 Jenis Perangkat Keras Pengolahan Citra	9
2.6 Jenis Perangkat Lunak Pengolahan Citra	10
2.7 Proses Segmentasi Citra	11

2.7.1 Area	11
2.7.2 Perimeter	12
2.7.3 Faktor Bentuk	12
2.7.4 Pengolahan Warna	12
2.8 Validasi Program	14
2.9 Penelitian Terdahulu	15
2.9.1 Evaluasi Parameter Pemutuan Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.) Menggunakan Pengolahan Citra	16
2.9.2 Pemutuan Biji Kopi Dengan menggunakan Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	17
2.9.3 Pengembangan Algoritma <i>Image Processing</i> untuk Klasifikasi Mutu Belimbing Manis (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Tahapan Penelitian	20
3.3.1 Program Pengolahan Citra	21
3.3.2 Persiapan Sampel	21
3.3.3 <i>Image Aquisition</i>	22
3.3.4 Teknik Pengambilan Citra Buah Jambu Biji Merah	24
3.3.5 Variabel Pengolahan Citra Untuk Pengelompokan Mutu Buah Jambu Biji Merah	24
3.3.6 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Citra	25
3.3.7 Analisis Statistik Kelas Mutu Berdasarkan Variabel Citra	26
3.3.8 Penyusunan Kalimat Logika	28
3.3.9 Validasi Program	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Aplikasi Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>) Buah Jambu Biji Merah	30

4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Thresholding</i>) <i>Background</i>	32
4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Thresholding</i>) Area Cacat	34
4.4.1 Identifikasi Cacat	34
4.4.2 Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) Area Cacat	36
4.4 Ekstraksi Citra	37
4.5 Analisis Statistik Variabel Citra Buah Jambu Biji	42
4.5.1 Area	42
4.5.2 Tinggi	44
4.5.3 Diameter	45
4.5.4 Perimeter	46
4.5.5 Area Cacat	48
4.5.6 Indeks Warna Merah (<i>r</i>)	49
4.5.7 Indeks Warna Hijau (<i>g</i>)	50
4.5.8 Indeks Warna Biru (<i>b</i>)	51
4.5.9 Nilai <i>Hue</i> (<i>H</i>)	53
4.6 Penentuan Model Persamaan Logika Pemutuan Buah Jambu Biji Merah	54
4.7 Validasi Program Pemutuan Buah Jambu Biji Merah	56
BAB 5. PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kode Ukuran Berdasarkan Diameter dan Bobot	5
2.2 Perbandingan Jambu Baik dan Jambu Biji Rusak Berdasarkan Ciri Fisik	5
2.3 Model Warna dan Deskripsinya	13
2.4 <i>Confusion Matrix</i>	15
3.1 Hasil Pengukuran Diameter dan Bobot Buah Jambu Biji Merah	21
3.2 Variabel Buah Jambu Biji dan Variabel Pengolahan Citra	25
4.1 Perhitungan Statistik Variabel Area	42
4.2 Perhitungan Statistik Variabel Tinggi	44
4.3 Perhitungan Statistik Variabel Diameter	45
4.4 Perhitungan Statistik Variabel Perimeter	47
4.5 Perhitungan Statistik Variabel Area Cacat	48
4.6 Perhitungan Statistik Variabel Indeks r	49
4.7 Perhitungan Statistik Variabel Indeks g	50
4.8 Perhitungan Statistik Variabel Indeks b	52
4.9 Perhitungan Statistik Variabel Nilai <i>Hue</i> (H)	53
4.10 Batas Nilai Variabel Citra Input Pertama	54
4.11 Batas Nilai Variabel Citra Input Kedua	55
4.12 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Validasi Input Pertama	57
4.13 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Validasi Input Kedua	58

DAFTAR GAMBAR

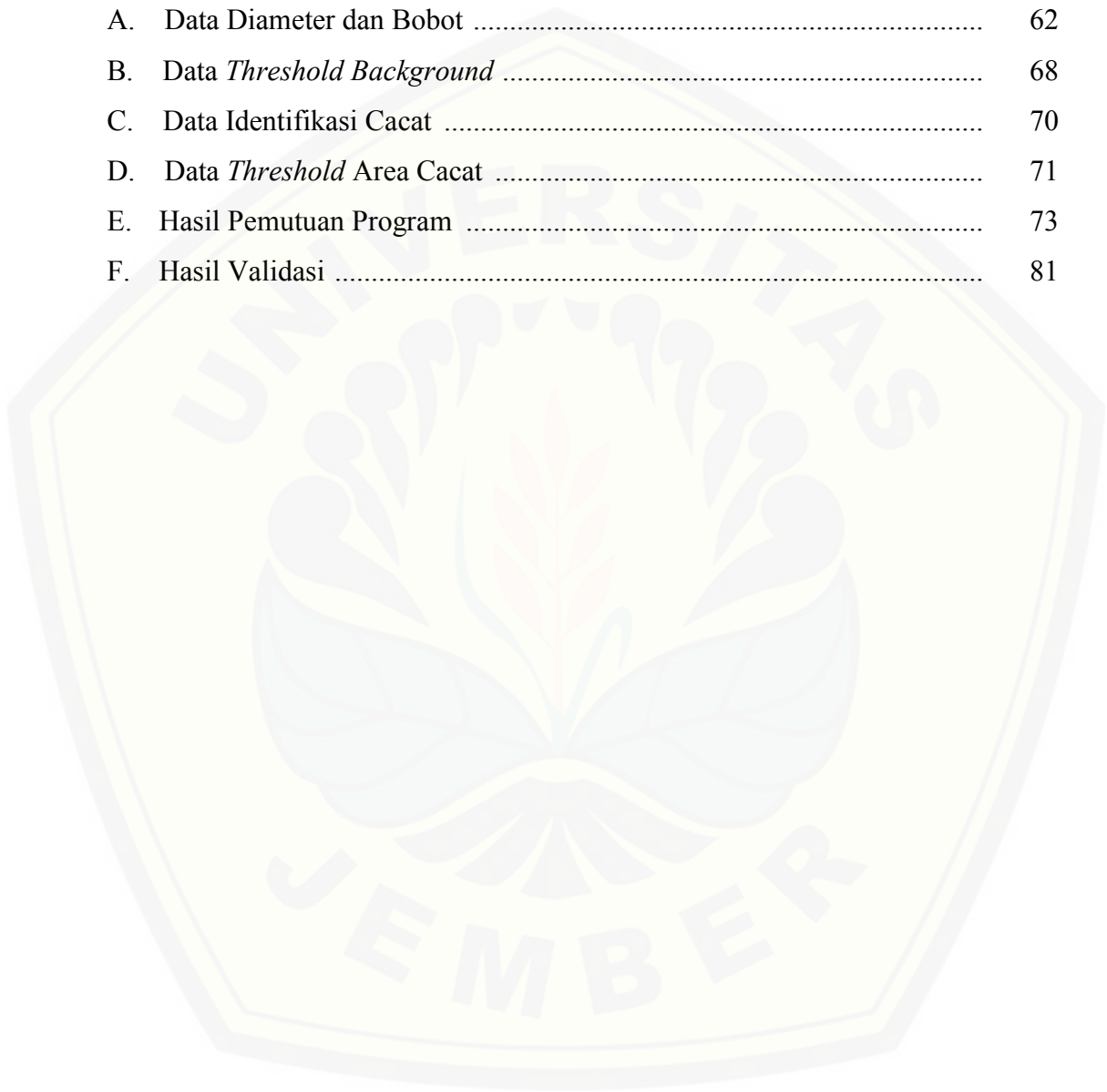
	Halaman
2.1 Pengenalan Pola Obyek Secara Statisik	6
2.2 Pengenalan Pola Obyek Secara Sintaktik	7
2.3 Sistem Pengenalan Pola	7
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 Cara Pengukuran Intensitas Cahaya	22
3.3 Alat Pengambilan Citra.....	23
3.4 Gambar Boxplot	28
4.1 Citra Hasil Rekaman Buah Jambu Biji Merah	30
4.2 Aplikasi Pengolahan Citra Buah Jambu Biji Merah.....	31
4.3 <i>File Text</i> Hasil Analisis Variabel Buah Jambu Biji Merah	32
4.4 Nilai Sebaran RGB Obyek dan <i>Background</i>	33
4.5 Identifikasi Cacat Nilai Warna RGB	34
4.6 Nilai Sebaran RGBH Area Cacat dan Obyek.....	36
4.7 <i>Thresholding Background</i> Pada Citra Buah Jambu Biji Merah	38
4.8 <i>Thresholding Area Cacat</i> Pada Citra Buah Jambu Biji Merah	38
4.9 Perimeter Pada Citra Buah Jambu Biji Merah	39
4.10 Perhitungan Tinggi	39
4.11 Perhitungan Diameter	40
4.12 Perhitungan Area	40
4.13 Perhitungan Area Cacat	40
4.14 Perhitungan Luas Pikel	41
4.15 <i>Box plot</i> Variabel Area	43
4.16 <i>Box plot</i> Variabel Tinggi	44
4.17 <i>Box plot</i> Variabel Diameter	46
4.18 <i>Box plot</i> Variabel Perimeter	47
4.19 <i>Box plot</i> Variabel Area Cacat	48
4.20 <i>Box plot</i> Variabel Indeks <i>r</i>	49
4.21 <i>Box plot</i> Variabel Indeks <i>g</i>	51

4.22	<i>Box plot</i> Variabel Indeks b	52
4.23	<i>Box plot</i> Variabel Nilai <i>Hue</i> (H)	53
4.24	Tampilan Program Pengolahan Citra Buah Jambu Biji Merah	56
4.25	Tampilan <i>File Text</i> Penyimpanan Hasil Pemutuan	56



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Diameter dan Bobot	62
B. Data <i>Threshold Background</i>	68
C. Data Identifikasi Cacat	70
D. Data <i>Threshold Area Cacat</i>	71
E. Hasil Pemutuan Program	73
F. Hasil Validasi	81





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah jambu biji merah memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dengan banyak diperjual belikan di pasar induk, pasar swalayan, hingga ekspor. Harga buah jambu biji merah di pasaran mencapai Rp 5.000-10.000/Kg, tergantung kualitasnya (Cahyono, 2010:117). Upaya memperoleh harga buah jambu biji merah yang tinggi harus diimbangi dengan perbaikan kualitas dan mutu buah jambu biji merah sesuai dengan standar mutu pasar domestik maupun pasar Internasional.

Penanganan pasca panen jambu biji merah perlu diperhatikan untuk memperbaiki kualitas produk, salah satunya adalah sortasi. Sortasi adalah kegiatan yang bertujuan untuk memisahkan suatu produk menjadi bermacam-macam ragam mutu dan kualitas. Kegiatan sortasi dengan memperhatikan bentuk, warna, dan ukuran buah yang dilakukan oleh pengepul jambu biji di Indonesia kebanyakan masih dilakukan secara manual. Pemutuan secara manual memiliki kelemahan yaitu mutu yang dihasilkan tidak seragam karena lebih cenderung bersifat subyektif. Indera mata manusia memiliki keterbatasan, seperti faktor kelelahan yang menyebabkan berkurangnya fokus sehingga pemutuan buah jambu biji merah kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan sistem visual yang dapat digunakan untuk proses pemutuan jambu biji merah dengan tepat dan dapat bekerja secara terus-menerus.

Keunggulan pengolahan citra menggunakan sensor elektro-optika sehingga mempunyai kemampuan sistem visual yang hampir sama dengan indera mata manusia dan dapat bekerja secara terus-menerus. Pengolahan citra (*Image Processing*) merupakan suatu sistem visual yang digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lain yang mengandung informasi pada citra hasil pengolahan sesuai dengan tujuan pengolahannya. Pengolahan citra merupakan metode yang bersifat obyektif, tidak merusak bahan (*nondestruktif*), dan dapat melakukan pengenalan pola terhadap obyek. Pengenalan pola bertujuan

menentukan kelompok atau kategori obyek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek tersebut, sehingga penggolongan obyek lebih mudah (Munir, 2004:242). Keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh metode pengolahan citra diharapkan dapat membantu proses pemutuan buah jambu biji merah yang konsisten dan sesuai dengan permintaan pasar serta dapat diterima secara luas oleh konsumen.

Pengolahan citra dapat digunakan untuk menentukan beberapa variabel mutu produk pertanian diantaranya adalah tingkat kematangan, kerusakan, kebersihan, dan kemulusan kulit berdasarkan hubungan dengan variabel citra (Ahmad, 2005:3-11). Pengolahan citra mampu mencari dan menampilkan sifat-sifat citra (variabel citra) buah jambu biji merah secara kuantitatif yang akan digunakan sebagai *input* model kalimat logika. Kalimat logika merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pendugaan mutu. Akan tetapi, tidak semua variabel dapat digunakan dan memiliki korelasi dengan pemutuan manual. Sehingga, perlu dipelajari mengenai variabel-variabel yang dapat digunakan untuk *input* model kalimat logika dalam pendugaan mutu dan memiliki nilai akurasi rata-rata terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dalam penelitian ini diangkat beberapa permasalahan yaitu.

1. Apakah variabel-variabel citra dari jambu biji merah yang dapat digunakan untuk pemutuan dengan pengolahan citra ?
2. Bagaimana menyusun variabel-variabel citra buah jambu biji merah untuk membentuk model kalimat logika ?
3. Bagaimana langkah membuat program pemutuan buah jambu biji merah berdasarkan variabel-variabel dan persamaan logika yang telah ditemukan?
4. Bagaimanakah tingkat akurasi program pengolahan citra dalam pemutuan buah jambu biji merah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui variabel citra yang memiliki korelasi dengan variabel mutu manual pada pemutuan buah jambu biji merah.
2. Menyusun variabel-variabel citra buah jambu biji merah untuk membentuk model kalimat logika.
3. Mengetahui akurasi program pengolahan citra dalam pemutuan buah jambu biji.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk kegiatan pemutuan buah jambu biji merah ditingkat pengepul agar proses pemutuan menjadi lebih akurat, efektif dan efisien.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Standar Mutu Buah Jambu Biji

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), jambu biji untuk dikonsumsi digolongkan dalam 3 (tiga) kelas mutu seperti berikut: kelas Super, A, dan B.

1. Kelas Super

Jambu biji berkualitas paling baik (super) yaitu bebas dari cacat atau cacat sedikit pada permukaan <5 % dari luas total seluruh permukaan buah.

2. Kelas A

Jambu biji berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut: cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; cacat tersebut tidak mempengaruhi isi buah. Total area cacat yang diperbolehkan adalah berkisar antara 5 - 10% dari luas total seluruh permukaan buah.

3. Kelas B

Jambu biji berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut: cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; cacat tersebut tidak mempengaruhi isi buah. Total area cacat yang diperbolehkan adalah 10 - 25% di atas ketentuan minimum dari luas total seluruh permukaan buah.

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), kode ukuran buah jambu biji ditentukan berdasarkan bobot dan diameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kode ukuran berdasarkan diameter dan bobot

Kode Ukuran	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
1	>100	>450
2	96 – 100	351 - 450
3	86 – 95	251 – 350
4	76 – 85	201 – 250
5	66 – 75	151 – 200
6	54 – 65	101 – 150
7	43 – 53	61 – 100
8	30 – 42	35 – 60
9	<30	<35

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2009)

Sedangkan, tanda kerusakan pada buah jambu biji dapat diketahui dari perubahan-perubahan tekstur, warna, bentuk dan faktor lain yang mempengaruhi kualitas buah tersebut seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan jambu biji baik dan jambu biji rusak berdasarkan ciri fisik

No.	Ciri Fisik	Jambu Biji Baik	Jambu Biji Rusak
1	Bentuk	Utuh dan normal	Tidak utuh, lecet, tergores, berlubang atau kerusakan mekanis lainnya.
2	Tekstur	Keras, padat atau kenyal	Memar atau lembek.
3	Warna kulit	Hijau kekuning-kuningan	Hijau kekuning-kuningan pucat.
4	Ciri lain	Bebas dari hama dan penyakit, bebas cacat, dan tampilan kulit segar.	Terserang hama dan penyakit, terdapat cacat, dan tampilan kulit keriput.

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2009)

2.2 Pengertian Citra Digital

Citra digital adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi. Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (*pixel* atau *picture element*) yang berarti elemen citra. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat. Bilangan bulat digunakan karena piksel tidak dapat dipecah sehingga perhitungan koordinat baris dan kolom (x,y)

dilakukan satu-persatu piksel. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada citra indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah, dan koordinat $(m-1, n-1)$ digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran $m \times n$ piksel. Konvensi ini dipakai merujuk pada cara penulisan larik yang digunakan dalam pemrograman komputer (Ahmad, 2005:11-14).

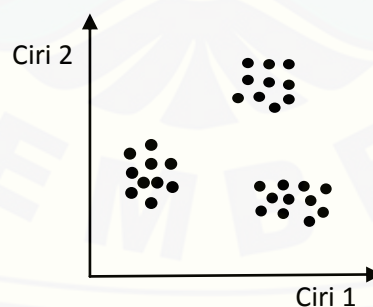
2.3 Sistem Pengenalan Pola Obyek Citra

Menurut Munir (2004:242-244) pengenalan pola obyek bertujuan menentukan kelompok atau kategori obyek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek tersebut. Ada dua pengenalan pola obyek yaitu pengenalan pola secara statistik dan sintaktik.

2.3.1 Jenis Pengenalan Pola Obyek

1. Pengenalan pola obyek secara statistik

Pengenalan pola obyek dengan menggunakan teori-teori ilmu peluang dan statistik. Ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu pola obyek ditentukan distribusi statistiknya. Pola obyek yang berbeda memiliki distribusi yang berbeda pula. Pengenalan pola obyek secara statistik dinyatakan sebagai sebuah titik dalam ruang multi dimensi dan setiap ruang sudah dikenali kategori dan ciri-cirinya. Contoh teknik pengenalan pola secara statistik ditunjukkan pada Gambar 2.1.

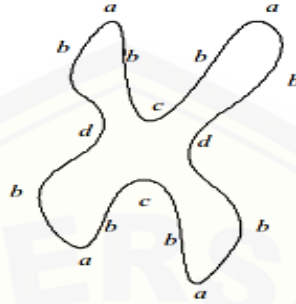


Gambar 2.1 Pengenalan pola obyek secara statistik (Sumber: Munir, 2004:243).

2. Pengenalan pola obyek secara sintaktik

Pengenalan pola obyek secara sintaktik lebih dekat dengan strategi pengenalan pola yang dilakukan oleh manusia. Pengenalan pola obyek secara sintaktik dinyatakan sebagai sebuah garis dalam ruang multi dimensi. Pengenalan

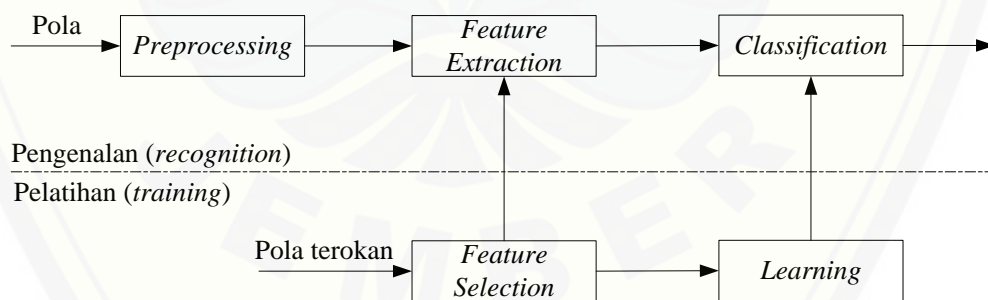
pola obyek secara sintaktik dilakukan dengan mengikuti kontur (tepi batas) obyek dengan sejumlah segmen garis yang terhubung satu sama lain. Contoh teknik pengenalan pola secara sintaktik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pengenalan pola obyek secara sintaktik (Sumber: Munir, 2004:243).

2.3.2 Proses Pengenalan Pola Obyek

Ada dua fase dalam sistem pengenalan pola obyek yaitu fase pelatihan dan fase pengenalan. Pada fase pelatihan, beberapa contoh citra dipelajari untuk menentukan ciri yang akan digunakan dalam proses pengenalan serta prosedur klasifikasinya. Pada fase pengenalan, citra di ambil cirinya kemudian ditentukan kelas kelompoknya. Menurut Munir (2004:243) sistem pengenalan pola obyek dengan pendekatan statistik dan sintaktik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Sistem pengenalan pola (Sumber: Munir 2004:243).

Keterangan istilah-istilah yang terdapat pada Gambar 2.3 dijelaskan sebagai berikut.

1. *Preprocessing*

Proses awal yang dilakukan untuk mentransformasikan citra (*edge enhancement*) dengan menggunakan teknik-teknik pengolahan citra misalnya proses segmentasi.

2. *Feature extraction*

Proses mengambil ciri-ciri yang terdapat pada objek di dalam citra. Pada proses ini objek di dalam citra mungkin perlu dideteksi seluruh tepinya, lalu menghitung properti-properti objek yang berkaitan sebagai ciri. Beberapa proses ekstraksi ciri mungkin perlu mengubah citra masukan sebagai citra biner, melakukan penipisan pola, dan sebagainya.

3. *Classification*

Proses mengelompokkan objek ke dalam kelas yang sesuai.

4. Pola terokan

Pola terokan merupakan suatu pola citra hasil dari proses *sampling*.

5. *Feature selection*

Proses memilih ciri pada suatu objek agar diperoleh ciri yang optimum, yaitu ciri yang dapat digunakan untuk membedakan suatu objek dengan objek lain.

6. *Learning*

Proses belajar membuat aturan klasifikasi sehingga jumlah kelas yang tumpang tindih dibuat sekecil mungkin.

2.4 Sistem Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra bertujuan mentransformasi dari satu citra ke citra lain agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer (Munir, 2004:3-5). Pengolahan citra dipergunakan bila hasil pengolahan data yang berupa citra, juga merupakan bentuk citra yang lain, yang mengandung atau memperkuat informasi khusus pada citra hasil pengolahan sesuai dengan tujuan pengolahannya. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia (Ahmad, 2005:3-4).

Menurut Ahmad (2005:8) dalam melakukan operasi pengolahan citra terdapat dua hal mendasar yang harus dipahami yakni geometri formasi citra yang

menentukan lokasi suatu titik dalam jarak pandang yang diproyeksikan pada bidang citra, dan fisik cahaya yang menentukan kecerahan suatu titik pada bidang citra sebagai fungsi pencahayaan. Sementara itu, tingkat pencahayaan suatu piksel seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan selang 0 – 255 dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih, dan tingkat abu-abu berada diantaranya. Nilai bilangan 0 hingga 255 merupakan nilai intensitas dari suatu piksel (Ahmad, 2005:11).

Berdasarkan penjelasan mengenai pengertian citra dan operasi penggunaannya di atas diketahui bahwa suatu sistem pengolahan citra juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Menurut Ahmad (2005:3-11) kegiatan pemutuan dengan menggunakan pengolahan citra memiliki kelemahan dan kelebihan. Kelebihan yang dimiliki pengolahan citra adalah teknologi ini lebih murah karena hanya membutuhkan kamera CCD dan komputer yang dilengkapi dengan *image frame grabber* yang sudah banyak tersedia di pasaran. Beberapa variabel mutu produk pertanian dapat didekati dengan pengolahan citra berdasarkan hubungannya dengan variabel citra, seperti kondisi buah dapat didekati dari ukuran obyek, kerusakan atau tekstur kulit buah, dan tingkat kematangan. Pemutuan menggunakan pengolahan tidak merusak bahan (*nondestruktif*), mutu yang dihasilkan seragam, bersifat obyektif dan bisa bekerja terus menerus. Pengolahan citra dapat melakukan pengenalan pola pada suatu obyek yang diberikan. Sedangkan, kelemahan yang dimiliki pengolahan citra adalah teknologi pengolahan citra diperuntukkan untuk obyek dalam bentuk 2 dimensi (2D) dan pengolahan citra hanya mampu menganalisis kerusakan yang terjadi pada bagian luar obyek, sedangkan pada bagian dalam tidak bisa kecuali dilengkapi alat sensor pendeteksi kerusakan bagian dalam.

2.5 Jenis Perangkat Keras Pengolahan Citra

Perangkat keras citra digital memiliki komponen utama yaitu komputer dan alat peraga. Proses pengolahan citra umumnya dilakukan dari piksel ke piksel yang bersifat paralel. Sub sistem dari perangkat keras pengolahan citra terdiri dari komputer, masukan video, keluaran video, kontrol proses interaktif penyimpanan

berkas citra, dan perangkat keras sistem pengolahan citra. Sub sistem masukan video digunakan untuk memasukkan data citra. Data citra berasal dari alat perekam dan pembaca video, hasil foto melalui sistem kamera atau gambar yang diubah menjadi berkas digital. Jenis kamera yang digunakan yaitu jenis *Charge Coupled Device* (CCD) karena jenis kamera ini dapat menyimpan hasil gambar dengan format bitmap (BMP) dengan resolusi gambar sebesar 1024 x 768 piksel. Kelebihan citra dengan format BMP jika dibandingkan dengan citra dengan format JPG, IMG, atau GIF adalah memiliki resolusi yang besar dan resolusi citra tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi piksel yang hilang meskipun memori penyimpanannya besar. Informasi piksel dalam hal ini merupakan jumlah piksel yang terdapat dalam citra dan nilai warna (RGB, HSI, CMYK, dan lain-lain) yang terkandung dalam piksel. Sedangkan, citra dengan format JPG, IMG, atau GIF memiliki resolusi yang rendah karena hasil pemampatan dan terdapat beberapa informasi piksel yang hilang akan tetapi memori penyimpanan yang digunakan cukup kecil (Ahmad, 2005:20-21).

2.6 Jenis Perangkat Lunak Pengolahan Citra

Menurut Ahmad (2005:24) dari segi penggunaan sedikitnya ada dua jenis penangkap bingkai citra, yaitu pertama jenis yang bisa diprogram (*programmable*) dimana cara pemakaian menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Jenis yang kedua adalah penangkap bingkai citra yang tidak bisa diprogram (*non-programmable*) yakni pemrograman yang dilakukan membuat program khusus. Program-program pengolahan citra komersial seperti Photoshop (Adobe) dan Paintshop (Jasc).

Jenis program pengolahan citra merupakan software atau program *live* atau *real-time* program, yaitu program yang menangkap citra, memindahkan bingkai ke dalam memori komputer, melakukan analisis dan perhitungan, dan menghasilkan citra lain atau lebih sering suatu keputusan tergantung pada tujuan pengolahannya (Ahmad, 2005:25). Program yang digunakan adalah *IC Capture* dan *SharpDevelop*. *IC Capture* merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk mendapatkan gambar dari perangkat video. *SharpDevelop* sebuah kompiler dan

IDE (*Integreted Development Environment*) *open source* untuk visual C#, Visual Basic, Boo, Phyton, dan F# yang merupakan kumpulan bahasa pemrograman yang berorientasi jaringan dan lintasan platform seperti Microsoft Visual Studio, mempunyai fasilitas visual, dan berjalan di atas Windows (XP dan Vista). Program C# seperti juga program C lainnya yang bersifat *case sensitive*, yang artinya memperlakukan huruf kecil dan besar sebagai dua karakter yang berbeda serta penulisan nama fungsi yang akan dipanggil penulisannya harus benar agar proses kompilasi dapat berjalan dengan baik (Ahmad, 2009:13-14).

2.7 Proses Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda. Suatu segmen citra mewakili satu atau sebagian dari obyek (Ahmad, 2005:85-86). Citra *grayscale* atau citra abu-abu merupakan nilai abu-abu yang muncul diantara hitam dan putih. Konvensi citra abu-abu menjadi citra biner disebut *binerisasi*. Teknik sederhana untuk memisahkan beberapa obyek dalam citra dapat dilakukan dengan binerisasi melalui proses *thresholding*. Citra biner dapat memisahkan daerah (*region*) dan latar belakang dengan tegas, walaupun potensi munculnya kekeliruan selalu ada. Segmantasi dapat dilakukan dengan metode P-Tile dan metode Iterasi. Metode P-Tile menggunakan pengetahuan tentang daerah atau ukuran dari obyek yang diinginkan untuk menentukan nilai batas dan melakukan operasi binerisasi. Metode iterasi dimulai dengan memilih nilai kira-kira untuk *threshold* sebagai nilai awal, lalu dengan secara berturut-turut memperbaikinya menggunakan informasi sebagai sebaran intensitas citra yang bersangkutan (Ahmad, 2005:82-83). Proses operasi citra biner yang perlu dilakukan yaitu meliputi area, parimeter, faktor bentuk, dan pengolahan warna.

2.7.1 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 (Ahmad, 2005:147).

2.7.2 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). Jika (S) merupakan piksel-piksel obyek dan (S') merupakan piksel-piksel *background*. Batas dari suatu komponen terkoneksi S adalah sekumpulan piksel dari S yang bersebelahan dengan S' . Bila suatu piksel mempunyai satu atau lebih piksel 4-tetangga yang merupakan latar belakang, maka ia merupakan bagian dari batas daerah karena berada di tepi obyek (Ahmad, 2005:139).

2.7.3 Faktor Bentuk

Faktor bentuk merupakan salah satu sifat geometri yang merupakan suatu rasio antara area dengan parimeter atau rasio antara area dengan panjang maksimal suatu citra. Ada dua faktor bentuk yang umum digunakan yaitu *compactness* (kekompakan) dan *roundness* (kebundaran). Ukuran dari dua macam faktor bentuk ini dapat digunakan untuk menentukan jenis suatu obyek dari suatu citra (Soedibyo, 2006:12).

2.7.4 Pengolahan Warna

Menurut Ahmad (2005:264), model warna telah banyak dikembangkan oleh para ahli, misalnya RGB, CMY(K), YcbCr, dan HSI. Tetapi hanya dua macam model warna yang banyak digunakan secara luas dalam dunia komputer grafik, yaitu model RGB dan model CMY(K). Penjelasan mengenai keempat model warna tersebut ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Model warna dan deskripsinya

Model warna	Deskripsi
RGB	Merah, Hujau, dan Biru (warna pokok). Sebuah model warna pokok aditif yang digunakan pada sistem <i>display</i> .
CMY(K)	Cyan, Magenta, Kuning (dan Hitam). Sebuah model warna substraktif yang digunakan pada mesin printer.
YcbCr	Luminasi (Y) dan dua komponen kromasiti (Cb dan Cr). Digunakan dalam siaran gelombang televisi.
HSI	Hue, Saturasi, dan Intensitas. Berdasarkan persepsi manusia terhadap warna.

Sumber: Ahmad (2005:264)

Menurut Ahmad (2005:271), salah satu cara menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Normalisasi penting dilakukan bila sejumlah citra ditangkap dengan penerangan yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tiap komponen warna pokok yang telah dinormalisasi akan menghilangkan pengaruh penerangan, sehingga nilai untuk setiap komponen warna dapat dibandingkan satu sama lain walaupun berasal dari citra dengan kondisi penerangan yang tidak sama (asalkan perbedaan tersebut tidak ekstrim). Notasi untuk normalisasi komponen warna adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks warna biru (b). Cara melakukan normalisasi komponen warna RGB adalah sebagai berikut:

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

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

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

Jika nilai RGB mengalami kondisi yang ekstrim artinya ketiga nilai warna pokok RGB selalu berimbang yaitu ketiganya berada pada nilai maksimum (puncak), sama kuat, atau minimum (dasar). Kekuatan yang berimbang dari ketiga warna pokok meniadakan eksistensi warna penyusunnya karena tidak ada satu pun yang mendominasi dapat digunakan pembacaan warna HSI (*Hue, Saturation, dan Intensity*). *Hue* merupakan corak warna yang merupakan kombinasi dari warna

pokok RGB. *Saturation* merupakan tingkat kejenuhan warna artinya warna-warna pokok (RGB) memiliki nilai *saturation* yang tinggi dan warna yang pastel (kombinasi warna RGB) memiliki nilai *saturation* yang lebih rendah, sedangkan warna hitam dan putih tidak memiliki nilai saturasi. *Intensity* (intensitas) merupakan tingkat ketajaman warna artinya semakin tinggi nilai intensitas suatu warna maka lebih dekat dengan warna putih, sebaliknya semakin rendah nilai intensitas maka akan lebih dekat dengan warna hitam. Melalui normalisasi nilai RGB nilai HSI dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{2R - G - B}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}}$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} \min(R, G, B)$$

$$I = \frac{R + G + B}{3}$$

Data warna model HSI dikemas dalam kisaran yang berbeda-beda, dimana *hue* atau corak dinyatakan dalam derajat kisaran 0 hingga 360, *saturation* atau kejenuhan berupa data yang dinormalkan hingga mempunyai kisaran 0 hingga 1 dan *intensity* dinyatakan sesuai format aslinya, dengan demikian kisarannya 0 hingga 255 (Ahmad, 2005:280-288).

2.8 Validasi Program

Validasi dilakukan sebagai pengujian kinerja atau ketepatan prediksi program pemutuan terhadap contoh yang diberikan selama proses pelatihan. Proses ini dilakukan dengan memberikan sampel yang berbeda dari sampel pelatihan dan melihat nilai akurasi program terhadap prediksi pendugaan mutu sampel yang baru diberikan. Hasil dari proses validasi ditampilkan dalam *confusion matrix* agar nilai akurasi dan kesalahan masing-masing sampel pada kolom dan baris dapat diketahui. Tabel 2.4 berikut menggambarkan *confusion matrix* dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris (Soedibyo, 2006:56).

Tabel 2.4 *Confusion matrix*

Kelas Mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi	
	Super	A	B	RJ				
Aktual	Super	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	$\sum x_{1j}$	$\frac{x_{11}}{\sum x_{1j}}$	$\frac{\sum x_{1j} - x_{11}}{\sum x_{1j}}$
	A	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	$\sum x_{2j}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{2j}}$	$\frac{\sum x_{2j} - x_{22}}{\sum x_{2j}}$
	B	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	$\sum x_{3j}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{3j}}$	$\frac{\sum x_{3j} - x_{33}}{\sum x_{3j}}$
	RJ	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	$\sum x_{4j}$	$\frac{x_{44}}{\sum x_{4j}}$	$\frac{\sum x_{4j} - x_{44}}{\sum x_{4j}}$
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	$\frac{\sum x_{i1} - x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{\sum x_{i2} - x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{\sum x_{i3} - x_{33}}{\sum x_{i3}}$	$\frac{\sum x_{i4} - x_{44}}{\sum x_{i4}}$				

Sumber: NRCan dalam Soedibyo (2006:56).

Sementara itu, untuk menentukan nilai akurasi total dirumuskan sebagai berikut ini:

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

Menurut Soedibyo (2006:56-57), terminologi pada *confusion matrix* dijelaskan sebagai berikut ini:

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

2.9 Penelitian Terdahulu

2.9.1 Evaluasi Parameter Pemutuan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Menggunakan Pengolahan Citra

Penelitian ini dilaksanakan oleh Salamun pada tahun 2008, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemutuan mentimun dengan menggunakan pengolahan citra. Sedangkan tujuan khusus mempelajari parameter mutu visual mentimun berdasarkan standar yang berlaku di lapangan menggunakan pengolahan citra, menyusun algoritma dan program komputer pengolahan citra untuk proses pemutuan mentimun. Sampel yang digunakan adalah mentimun putih dengan kelas mutu A, B, dan C dengan jumlah 100 buah mentimun. Parameter pemutuan yang digunakan adalah panjang, diameter, dan area. Adapun batas-batas panjang untuk mutu A ≥ 335 piksel, mutu B antara 251 – 335 piksel, sedangkan mutu C ≤ 251 piksel. Batas-batas diameter untuk mutu A ≥ 68 piksel, mutu B antara 57 – 68 piksel, sedangkan mutu C ≤ 57 piksel. Batas luas area untuk mutu A ≥ 25255 piksel, mutu B antara 16922 – 25255 piksel, sedangkan mutu C ≤ 16922 piksel. Validasi mutu berdasarkan panjang hasil pengolahan citra menghasilkan ketepatan rata-rata sebesar 93,57%. Validasi mutu berdasarkan diameter hasil pengolahan citra menghasilkan ketepatan rata-rata sebesar 75,40%. Validasi mutu berdasarkan area hasil pengolahan citra menghasilkan ketepatan rata-rata sebesar 83,71%. Validasi mutu berdasarkan ketiga parameter adalah 5 buah atau 100% dikenali oleh program sebagai mutu A, sebanyak 76 buah atau 91,57% dikenali oleh program sebagai mutu B, dan sebanyak 208 buah atau 98,11% dikenali sebagai mutu C. Jadi pemutuan dengan pengolahan citra berdasarkan ketiga parameter rata-rata 96,56% sesuai dengan standar pengukuran langsung gabungan dari ketiga parameter (Salamun, 2008).

2.9.2 Pemutuan Biji Kopi Dengan menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*).

Penelitian ini dilaksanakan oleh Madi pada tahun 2010, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari parameter mutu visual biji kopi menggunakan *image processing*, menyusun algoritma *image procesing* untuk proses pemutuan biji kopi, dan menentukan kelas mutu biji kopi menggunakan algoritma *image processing* yang disusun dan membandingkannya dengan hasil pemutuan manual. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi arabika yaitu pada kelas mutu A, B, C, dan reject (RJ). Sampel biji kopi yang digunakan pada masing-masing kelas mutu adalah 160 biji, sehingga jumlah keseluruhan yang digunakan 640 biji kopi. Program pengolahan citra biji kopi didesain dengan menggunakan bahasa pemrograman *Sharp Develop 3.2* program digunakan untuk mendapatkan parameter-parameter citra yaitu: area, tinggi, lebar, perimeter, area cacat, indeks warna merah (r) dan indeks warna hijau (g). Parameter-parameter citra tersebut dianalisis secara statistik untuk mendapatkan hubungan antara parameter-parameter citra dengan kelas mutu biji kopi kemudian merumuskan hubungan tersebut kedalam persamaan logika. Akurasi program pemutuan biji kopi menggunakan pengolahan citra terhadap pemutuan secara manual adalah sekitar 81,10% dengan akurasi pada masing-masing kelas mutu A, B, C dan RJ berturut-turut sebesar 83,13%, 70,63%, 75,00%, dan 95,63%. Rendahnya akurasi pengolahan citra yang diperoleh dapat disebabkan karena pada saat pemutuan secara manual dilakukan tidak begitu ketat dan pemilihan biji kopi untuk dijadikan sampel masih kurang baik (Madi, 2010).

2.9.3 Pengembangan Algoritma *Image Processing* Untuk Klasifikasi Mutu Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.)

Penelitian ini dilaksanakan oleh Rienamora pada tahun 2007, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari parameter mutu buah belimbing manis menggunakan metode *image processing* kemudian menyusun algoritma *image processing* untuk menentukan kelas mutu belimbing manis serta menggolongkan buah belimbing sesuai dengan kelas mutunya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah belimbing varietas Malaya mutu A, B dan C dengan masing-masing kelas mutu 50 buah. Berdasarkan pemutuan dengan metode pengolahan citra untuk mutu A menghasilkan panjang buah ≥ 226 piksel, diameter buah buah ≥ 129 piksel, dan kisaran area buah ≥ 22808 piksel. Untuk mutu B menghasilkan panjang buah 203-226 piksel, diameter buah buah 118-129 piksel, dan kisaran area buah 18699-22808 piksel. Sedangkan untuk mutu C menghasilkan panjang buah ≤ 203 piksel, diameter buah buah ≤ 118 piksel, dan kisaran area buah ≤ 18669 piksel. Hubungan determinasi koefisien secara manual dengan teknik pengolahan citra untuk pengukuran panjang 0,9004, diameter 0,8637, dan area 0,9335. Sedangkan hubungan pengukuran secara manual dengan teknik pengolahan citra memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,6328. Validasi berdasarkan gabungan parameter mutu antara panjang buah, diameter buah dan area buah untuk mutu A menghasilkan akurasi sebesar 88%, untuk mutu B menghasilkan akurasi sebesar 70% dan untuk mutu C menghasilkan akurasi 82% (Rienamora, 2007).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian pemutuan jambu biji merah menggunakan pengolahan citra (*image processing*) ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi bidang minat Energi, Otomatisasi, dan Informatika (ENOTIN) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember mulai bulan November 2015 sampai Januari 2016.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian pengolahan citra untuk pemutuan buah jambu biji merah terdiri dari:

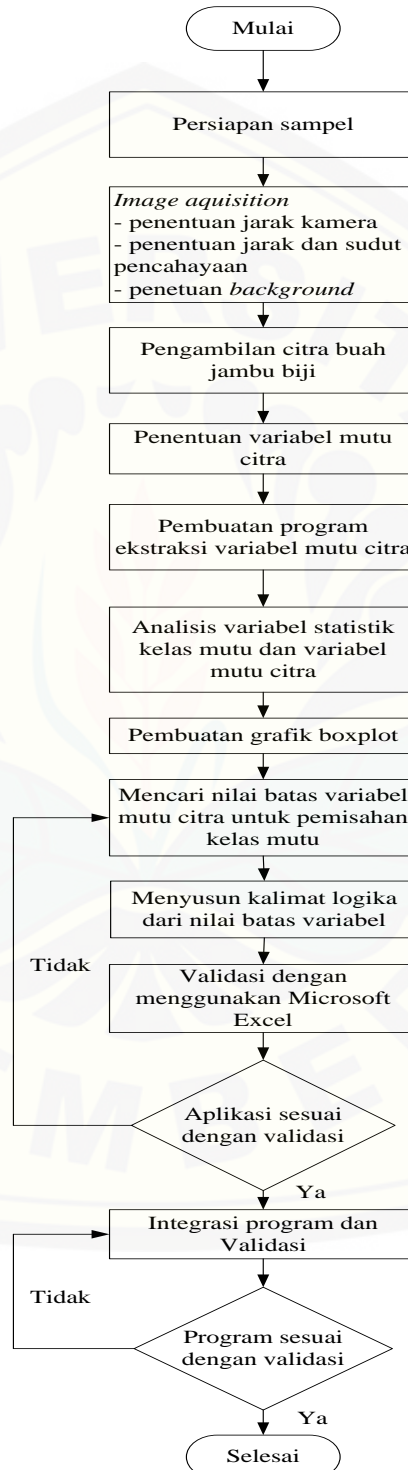
- a. Perangkat komputer (PC) sebagai perangkat keras pengolah data citra.
- b. Sebuah paket kamera CCD digital DFK 31 BU04.H dengan spesifikasi 0,8 megapixel dari *The Imaging Source* yang menggunakan standar perantara USB sebagai pengambil citra objek.
- c. Perangkat penyorotan dengan sumber cahaya TL 5 Watt yang dibuat sesuai keperluan dan terintegrasi dengan stasiun pengambilan citra.
- d. Kain berwarna putih sebagai background.
- e. Timbangan untuk mengukur bobot buah dan jangka sorong untuk mengukur diameter jambu biji merah.
- f. Luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya.
- g. Software C-Sharpdevelop, IC Capture 2.2, dan Adobe Photoshop atau Jasc Paint Shop Pro 9.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu biji merah varietas Australia segar dengan kelas mutu Super, A, B, dan RJ (*reject*) yang diperoleh dari daerah Blokagung, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Jumlah sampel yang digunakan adalah 160 buah untuk data *training* dan 40 buah untuk data validasi.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pemutuan buah jambu biji merah dengan teknik pengolahan citra ditunjukkan pada diagram alir Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Program Pengolahan Citra

Tahapan program pengolahan citra jambu biji merah yang dibuat pada penelitian ini bertujuan menganalisa citra untuk menentukan variabel jambu biji seperti, area, tinggi, diameter, perimeter, cacat, indeks warna r , g , b , dan hue yang akan digunakan sebagai input pembuatan aplikasi *image processing*. Untuk menyajikan informasi variabel yang dianalisis dibuat file dalam bentuk teks.

3.3.2 Persiapan Sampel

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu biji merah varietas Australia segar dengan kelas mutu Super, A, B, dan RJ (*reject*) yang telah dimutukan oleh ibu Sunarti alamat Blokagung, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pemutuan yang dilakukan pengepul adalah pemutuan manual dengan menggunakan visual mata untuk mengetahui terjadinya kecacatan pada kulit buah, menggunakan jengkal jari tangan untuk mengetahui diameter, dan bobot buah jambu biji tidak ditimbang perbuah melainkan dari banyaknya buah dalam satu kilogram. Pemutuan yang dilakukan pengepul masih bersifat subyektif sehingga perlu dilakukan pengukuran ulang pada kode ukuran (diameter dan bobot) untuk mengetahui nilai yang sebenarnya. Pengukuran diameter menggunakan alat jangka sorong dan timbangan untuk mengetahui bobot buah jambu biji merah, sedangkan ketentuan toleransi diambil dari ketetapan SNI buah jambu biji merah. Hasil pengukuran diameter dan bobot ditampilkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Hasil pengukuran diameter dan bobot buah jambu biji merah

No.	Mutu	Kode Ukuran		Toleransi Cacat
		Diameter (milimeter)	Bobot (gram)	
1.	Super	>76	>250	<5 %
2.	Kelas A	66 – 75	201 - 250	5 - 10%
3.	Kelas B	54 – 65	101 - 200	10 - 25%
4.	Reject	<53	<100	>25%

Sumber: Data Primer (2016)

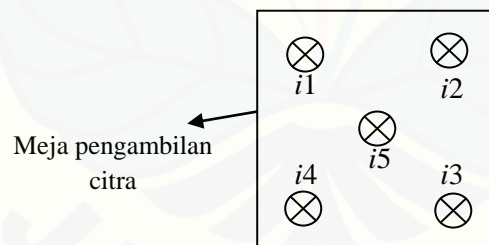
Jumlah sampel buah jambu biji merah yang digunakan untuk data *training* adalah 160 buah pada semua kelas mutu, sedangkan untuk data validasi adalah 40

buah pada semua kelas mutu. Total keseluruhan sampel yang digunakan adalah 200 buah.

3.3.3 Image Aquisition

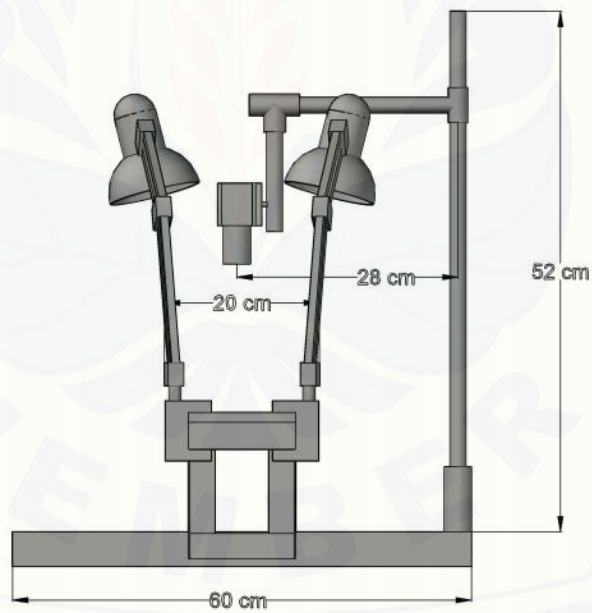
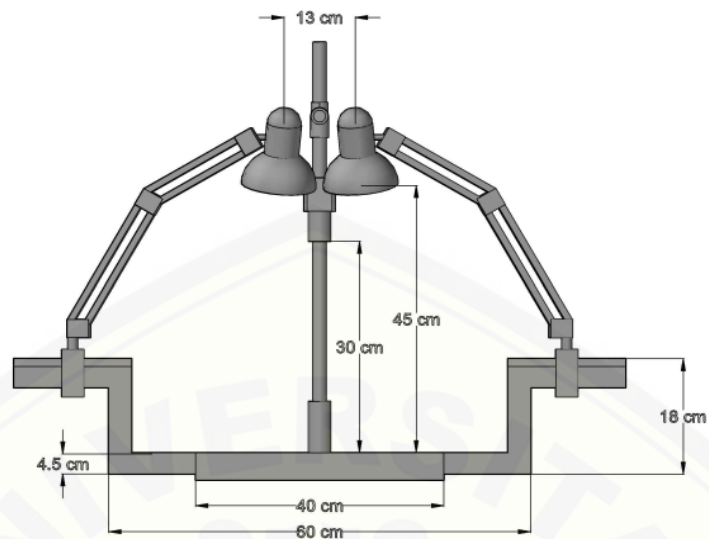
Metode penentuan *image aquisition* adalah *trial and error*. Prosedur penentuan *image aquisition* adalah sebagai berikut:

- Menentukan jarak 30 cm antara kamera dengan buah jambu biji merah sehingga mendapatkan citra yang sesuai dengan bingkainya.
- Menempatkan lampu TL dengan posisi sudut 50 derajat dan jarak lampu dengan buah 45 cm agar mendapatkan pencahayaan seragam pada obyek dan tidak menimbulkan bayangan. Intensitas cahaya lampu terhadap obyek dan *background* dilakukan pengukuran 5 titik menggunakan alat luxmeter pada meja pengambilan citra. Hasil dari pengukuran intensitas diperoleh nilai i_1 , i_2 , i_3 , i_4 , berturut turut adalah 360, 370, 360, dan 360, sedangkan intensitas pada posisi obyek (i_5) sebesar 420 lux. Jika dirata-rata intensitas cahaya pada 5 titik pengukuran tersebut diperoleh nilai sebesar 374 lux. Cara pengukuran intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Cara pengukuran intensitas cahaya

- Memilih *background* kain warna putih karena tidak mempengaruhi warna obyek saat proses digitasi untuk mendapatkan hasil pengolahan citra terbaik.



(a) Tampak depan; (b) Tampak samping
Gambar 3.3 Alat pengambilan citra

3.3.4 Teknik Pengambilan Citra Buah Jambu Biji Merah

Buah jambu biji terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran yang menempel. Setelah dibersihkan, buah jambu biji merah diambil citranya menggunakan kamera CCD (*Charge Coupled Device*) dengan sistem pengolahan citra (*image processing*) dan berikut prosedur pengambilan citra buah jambu biji merah:

- a. Meletakkan buah jambu biji merah pada papan pengambilan dengan posisi tertidur menghadap ke kamera CCD dengan ketinggian dan sudut diperoleh dari prosedur *image aquisition*.
- b. Melakukan proses perekaman dengan menghidupkan kamera CCD31BUO4.H dan menjalankan program *IC Capture* dari TIS
- c. Menyimpan hasil perekaman citra ke dalam bentuk format file berektensi “.bmp”.
- d. Mengulangi langkah 1-3 untuk sampel berikutnya hingga semua sampel terekam.

3.3.5 Variabel Pengolahan Citra untuk Pengelompokan Mutu Buah Jambu Biji Merah

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) yang perlu diperhatikan dalam penentuan mutu buah jambu biji sebagai berikut:

- a. Keseragaman dalam ukuran, bentuk, dan warnanya.
- b. Bebas dari cacat yang terlihat pada tampilan fisik jambu biji seperti:
 - 1) Busuk (warna coklat kehitaman) diakibatkan oleh hama atau penyakit.
 - 2) Memar, lecet, berlubang, tergores dan kerusakan mekanis lainnya.
 - 3) Penyimpangan bentuk buah yakni buah tidak sepenuhnya bulat utuh.

Berdasarkan aspek-aspek di atas maka diperoleh variabel manual yang menentukan kualitas buah jambu biji adalah ukuran, bentuk, warna, dan area cacat. Keterangan tentang variabel yang dapat merepresentasikan sifat umum buah jambu biji dijelaskan pada Tabel 3.2. Masing-masing kelompok buah jambu biji dengan mutu yang berbeda ini dipelajari penampakkannya dengan teknik pengolahan citra.

Tabel 3.2 Variabel buah jambu biji dan variabel pengolahan citra

No	Variabel Buah Jambu biji	Variabel Citra	Uraian
1	Ukuran	Area, tinggi dan diameter	Area buah jambu biji dapat ditentukan dengan mencacah seluruh piksel obyek pada citra biner dengan cara segmentasi pada citra asli dengan nilai batas segmentasi yang diperoleh dari analisis citra. Tinggi dan diameter buah jambu biji didapatkan dari citra biner dengan mencari absis paling kiri piksel obyek dan absis paling kanan piksel obyek, setelah itu dihitung jaraknya.
2	Bentuk	Perimeter	Faktor bentuk merupakan fungsi pada pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Variabel yang dapat merepresentasikan bentuk adalah perimeter. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel.
3	Warna	r, g, b , dan H	Variabel pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna buah jambu biji adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), indeks warna biru (b), dan nilai <i>hue</i> (H).
4	Cacat	Area cacat	Variabel yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan adalah area cacat. Area cacat diperoleh berdasarkan fungsi <i>threshold</i> yang dapat memisahkan area buah dengan area kerusakan. Area cacat buah memiliki dimensi piksel.

3.3.6 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Citra

Pembuatan program dan ekstraksi variabel citra dengan prosedur sebagai berikut.

- a. Membuat program pengolahan citra menggunakan bahasa pemrograman *Sharp Develop 4.2*.
- b. Membuka hasil rekaman citra buah jambu biji yang telah disimpan dalam format “.bmp” pada program pengolahan citra.

- c. Menentukan area jambu biji merah dengan proses segmentasi citra.
- d. Menentukan perimeter jambu biji merah yang dihitung dari piksel perbatasan antara obyek dengan *background* pada citra biner.
- e. Menentukan area cacat jambu biji merah dengan proses binerisasi dengan fungsi *threshold* pada sinyal RGB.
- f. Menentukan nilai *r*, *g*, *b* dan *hue* dari nilai rata-rata indeks warna merah, hijau, biru dan nilai *hue* pada areal jambu biji merah (berwarna abu-abu).
- g. Menyimpan nilai-nilai variabel citra menjadi "*file text*".
- h. Mengkonversi satuan piksel pada variabel menjadi satuan centimeter.
 - 1) Mengambil citra penggaris dengan menempatkan jarak kamera yang sama dengan buah jambu biji merah yaitu 30 cm.
 - 2) Citra buah jambu biji dan citra penggaris ditumpuk untuk mengetahui panjang bingkai citra. Hasil pengukuran panjang bingkai citra menggunakan citra penggaris kemudian dibagi dengan jumlah piksel yang menyusun panjang bingkai citra buah jambu biji merah, sehingga diketahui panjang setiap piksel.
- i. Mengulangi langkah 2-7 untuk *file* berikutnya sampai semua *file* terekstraksi.

3.3.7 Analisis Variabel Statistik Kelas Mutu Berdasarkan Variabel Citra

Hasil ekstraksi area, tinggi, diameter, perimeter, area cacat, indeks warna buah (*r*, *g*, dan *b*), dan nilai *hue* (*H*) kemudian dianalisis statistiknya menggunakan *Microsoft Excel* untuk mengetahui korelasi antara variabel citra dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Ukuran statistik yang diunakan adalah rerata, standar deviasi, Q1 (kuartil pertama), median/Q2 (kuartil kedua), Q3 (kuartil ketiga), nilai minimum, dan nilai maksimum. Nilai-nilai variabel yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik *box plot*. Menurut Usman dan Akbar, (1995:83-95), berikut persamaan ukuran statistik yang digunakan.

- a. Rerata

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

Keterangan:

\bar{X} : rata-rata X

$\sum x_i$: jumlah seluruh nilai X_i

n_i : jumlah anggota sampel

b. Standar deviasi

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

Keterangan:

s : standar deviasi

\bar{X} : rata-rata data

X_i : data

n : jumlah data

c. Median (Me / Q2) adalah nilai tengah dari data yang diobservasi setelah data tersebut disusun mulai urutan terkecil hingga terbesar atau sebaliknya. Jika jumlah data ganjil, maka median terdapat di tengah-tengah.

d. Kuartil (Q) adalah nilai data dari kumpulan data yang dibagi menjadi empat bagian sama banyaknya setelah data diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar. Ada tiga kuartil, yaitu kuartil pertama (Q1), kuartil kedua (Q2) atau median, dan kuartil ketiga (Q3). Untuk menghitung letak kuartil dapat digunakan rumus:

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

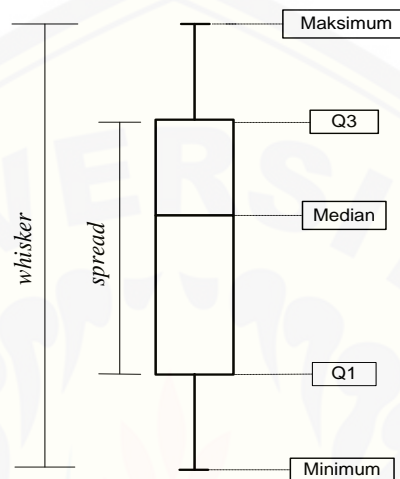
dengan $i = 1,2,3$

e. Minimum adalah nilai data terkecil.

f. Maksimum adalah nilai data terbesar.

Box plot atau *box* dan *whisker* plot adalah grafik yang menampilkan kumpulan data yang terdiri dari lima nilai dalam satu set data, yaitu minimum, maksimum, median, Q1, dan Q3. *Box plot* digunakan dalam analisis data sebagai ringkasan visual untuk mempermudah penggambaran suatu kelompok data.

Penggunaan *box plot* tidak hanya memfasilitasi interpretasi, tetapi juga mengurangi kemungkinan salah tafsir (McGill, *et al.*, 1978:12-16). Variabel yang memiliki korelasi tinggi dengan hasil penilaian manual akan digunakan sebagai input kalimat logika pada tahap selanjutnya. Berikut grafik *box plot* ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Box plot*

3.3.8 Penyusunan Kalimat Logika

Pengolahan data dilakukan menggunakan analisis statistik untuk mengetahui atau menentukan batasan nilai variabel citra tiap kelas mutu buah jambu biji merah. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Menentukan nilai batasan yang dapat digunakan untuk memisahkan tiap sampel berdasarkan kelas mutunya.
- Menyusun pernyataan logika berdasarkan batasan nilai yang diperoleh pada prosedur 3.10.
- Mengulangi prosedur 1-2 untuk variabel citra yang lainnya yaitu; area, tinggi, diameter, perimeter, area cacat, indeks r , g , b dan hue .
- Memilih pernyataan logika atau menyusun kombinasi dari pernyataan logika dengan cara coba-coba terhadap data *testing* hingga memiliki tingkat kesesuaian model terbaik dengan rumus (tingkat kesesuaian model = (jumlah prediksi yang tepat/jumlah sampel) * 100%).

- e. Jika tingkat kesesuaian model belum mendapatkan akurasi yang baik maka mengulang langkah 1.

3.3.9 Validasi Program

Langkah-langkah validasi program untuk pemutuan buah jambu biji adalah sebagai berikut:

- a. Mengintegrasikan model kalimat logika pada prosedur 3.3.8 ke dalam program pengolahan citra sehingga diperoleh output kelas mutu.
- b. Menguji keluaran kelas mutu program dari data testing menggunakan *confusion matriks*.
- c. Mengulangi langkah 1 jika akurasi total tidak sesuai dengan tingkat kesesuaian model pada prosedur 3.3.8.
- d. Mencatat hasil yang sudah sesuai pada tabel *confusion matriks*.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Variabel mutu citra yang memiliki korelasi dengan variabel mutu manual adalah area, tinggi, diameter, perimeter, area cacat, indeks (r , g , dan b), dan *hue* (H).
2. Variabel area (Area) dan area cacat (c_area) digunakan sebagai variabel pendugaan mutu disusun ke dalam model kalimat logika sebagai berikut: jika ($Area \geq 132427$ AND $c_area \leq 1830$) dibaca mutu “Super”, jika ($Area < 132427$ AND $Area \geq 100064,5$ AND $c_area \leq 2868$) dibaca mutu “A”, jika ($Area < 100064,5$ AND $Area \geq 77034,5$ AND $c_area \leq 3025$) dibaca mutu “B”, dan jika ($Area < 77034,5$ AND $c_area > 3025$) dibaca mutu “*Reject*”.
3. Akurasi program pemutuan buah jambu biji merah terhadap pemutuan secara manual pada kelas mutu Super menghasilkan akurasi sebesar 85,91%, untuk kelas mutu A menghasilkan akurasi sebesar 78,75%, kelas mutu B menghasilkan akurasi 90%, dan mutu *Reject* menghasilkan akurasi sebesar 95,50%, sehingga diperoleh akurasi total sebesar 87,53%.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebaiknya pemutuan manual buah jambu biji merah dilakukan oleh peneliti sendiri dengan berdasarkan ketentuan SNI jambu biji dan teknik pencahayaan yang tepat juga perlu diperhatikan, sehingga dapat meminimalkan terjadinya kesalahan perhitungan nilai variabel yang menyebabkan tumpang tindih data dan nilai akurasi dapat mencapai 100%. Perlu dilakukan pengujian menggunakan metode lain misalnya jaringan saraf tiruan untuk membandingkan tingkat akurasi program yang didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ahmad, U. 2009. *10 Langkah Membuat Program Pengolahan Citra Menggunakan Visual C#*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI Jambu Biji. [Serial on line]. http://ditbuah.hortikultura.deptan.go.id/.../SNI_7418_2009_Jambu_biji_ok. [01 Maret 2015].
- Cahyono, B. 2010. *Sukses Budidaya Jambu Biji Di Pekarangan & Perkebunan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Madi, S. C. Y. 2010. “Pemutuan Biji Kopi Dengan Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*)”. Tidak diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- McGill, R., John, W. T., dan Wayne, A. L. 1978. Variations of Box Plots. *The American Statistician*, 32 (1): 12–16.
- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung.
- Rienamora, F. 2007. “Pengembangan Algoritma *Image Processing* Untuk Klasifikasi Mutu Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.)”. Tidak diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Salamun. 2008. “Evaluasi Parameter Pemutuan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Menggunakan Pengolahan Citra”. Tidak diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Soedibyo, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (*Glycine Max* (L.) Merr.) Dengan Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Usman, H. dan Akbar, R. P. S. 1995. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN

A. Diameter dan Bobot

a. Super

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
1	S1	81	280
2	S2	82	320
3	S3	82	320
4	S4	80	300
5	S5	81	290
6	S6	83	340
7	S7	92	390
8	S8	85	310
9	S9	82	320
10	S10	83	300
11	S11	86	360
12	S12	85	350
13	S13	80	260
14	S14	80	310
15	S15	80	310
16	S16	86	320
17	S17	84	300
18	S18	82	330
19	S19	85	340
20	S20	81	340
21	S21	85	370
22	S22	82	320
23	S23	82	330
24	S24	85	320
25	S25	81	300
26	S26	82	320
27	S27	87	360
28	S28	81	300
29	S29	80	300
30	S30	80	280
31	S31	79	250
32	S32	77	260
33	S33	80	250
34	S34	82	300
35	S35	80	260
36	S36	81	270

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
37	S37	78	270
38	S38	79	315
39	S39	81	280
40	S40	82	280
41	S41	79	285
42	S42	78	260
43	S43	78	265
44	S44	80	260
45	S45	80	250
46	S46	77	250
47	S47	78	255
48	S48	79	260
49	S49	80	255
50	S50	78	255
	Minimum	77	250
	Maksimum	92	390

b. Kelas A

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
1	A1	75	240
2	A2	75	230
3	A3	71	220
4	A4	76	250
5	A5	74	220
6	A6	77	260
7	A7	70	275
8	A8	75	225
9	A9	77	250
10	A10	76	215
11	A11	76	245
12	A12	77	235
13	A13	70	220
14	A14	77	250
15	A15	70	215
16	A16	70	200
17	A17	70	210
18	A18	72	240
19	A19	76	240
20	A20	74	240
21	A21	74	260

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
22	A22	73	225
23	A23	76	255
24	A24	72	235
25	A25	71	200
26	A26	75	245
27	A27	70	215
28	A28	73	245
29	A29	74	220
30	A30	77	275
31	A31	72	235
32	A32	79	270
33	A33	74	240
34	A34	75	260
35	A35	70	200
36	A36	70	205
37	A37	74	220
38	A38	70	205
39	A39	71	210
40	A40	72	220
41	A41	71	205
42	A42	76	250
43	A43	72	225
44	A44	74	240
45	A45	77	240
46	A46	70	210
47	A47	73	245
48	A48	76	240
49	A49	74	235
50	A50	72	240
	Minimum	70	200
	Maksimum	79	275

c. Kelas B

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
1	B1	69	190
2	B2	66	210
3	B3	68	205
4	B4	64	195
5	B5	67	200
6	B6	66	195
7	B7	68	175
8	B8	64	160
9	B9	67	190
10	B10	59	140
11	B11	67	195
12	B12	63	165
13	B13	68	195
14	B14	67	175
15	B15	62	160
16	B16	68	175
17	B17	65	140
18	B18	64	180
19	B19	61	155
20	B20	63	140
21	B21	69	215
22	B22	66	180
23	B23	69	215
24	B24	63	210
25	B25	69	200
26	B26	69	195
27	B27	59	145
28	B28	61	150
29	B29	57	150
30	B30	62	160
31	B31	69	215
32	B32	63	195
33	B33	58	155
34	B34	64	160
35	B35	67	180
36	B36	68	200
37	B37	66	175
38	B38	66	200
39	B39	67	180
40	B40	65	200

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
41	B41	68	195
42	B42	67	165
43	B43	66	170
44	B44	67	165
45	B45	67	200
46	B46	68	195
47	B47	68	195
48	B48	67	190
49	B49	68	185
50	B50	69	215
Minimum		57	140
Maksimum		69	215

d. Reject

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
1	R1	5,1	120
2	R2	5,4	105
3	R3	5,3	85
4	R4	5,5	100
5	R5	5,1	95
6	R6	5,5	105
7	R7	4,9	85
8	R8	5,4	105
9	R9	5,3	90
10	R10	5,5	100
11	R11	5,5	110
12	R12	4,9	65
13	R13	5,5	95
14	R14	5,4	100
15	R15	5,3	80
16	R16	5,3	100
17	R17	5,4	100
18	R18	5,5	115
19	R19	5,5	100
20	R20	5,1	95
21	R21	5,6	125
22	R22	5,4	110
23	R23	5,5	100
24	R24	5,2	90
25	R25	5,2	100

No.	Kode mutu	Diameter (milimeter)	Bobot (gram)
26	R26	5,4	100
27	R27	4,9	80
28	R28	4,9	80
29	R29	5,4	105
30	R30	5,5	110
31	R31	4,7	70
32	R32	5	90
33	R33	5,3	100
34	R34	4,9	80
35	R35	5,2	95
36	R36	5,4	100
37	R37	5,1	90
38	R38	5,1	75
39	R39	5,4	105
40	R40	5,5	120
41	R41	4,7	90
42	R42	5,1	85
43	R43	5,1	95
44	R44	5,4	100
45	R45	5,5	100
46	R46	5,2	95
47	R47	5,5	105
48	R48	4,6	65
49	R49	4,8	90
50	R50	4,7	70
	Minimum	4,6	65
	Maksimum	5,6	125

B. Threshold Background

Mutu	No. Buah	No	Obyek (R)	Background (R)	Obyek (G)	Background (G)	Obyek (B)	Background (B)
Super	S4	1	147	114	156	130	51	136
	S7	2	104	106	128	118	30	127
	S15	3	124	100	144	115	26	123
	S16	4	170	112	193	128	60	134
	S20	5	112	104	124	111	31	108
	S24	6	101	95	120	92	51	97
	S26	7	130	93	134	88	54	93
	S29	8	135	82	139	88	64	91
	S44	9	82	105	118	102	14	99
	S48	10	92	97	138	95	15	104
A	A5	11	100	91	114	96	39	100
	A9	12	87	94	97	90	24	97
	A14	13	122	113	174	110	7	105
	A18	14	117	104	160	105	0	96
	A19	15	101	105	146	100	15	111
	A25	16	55	111	96	112	18	101
	A28	17	86	103	123	103	13	99
	A30	18	93	108	152	99	8	102
	A35	19	69	102	118	100	24	110
	A49	20	100	115	147	96	5	97

Mutu	No. Buah	No	Obyek (R)	Background (R)	Obyek (G)	Background (G)	Obyek (B)	Background (B)
B	B3	21	90	101	144	95	25	105
	B7	22	93	122	136	100	33	97
	B15	23	71	114	108	102	18	86
	B20	24	111	107	152	92	17	81
	B24	25	56	105	100	102	13	88
	B27	26	100	88	154	101	27	105
	B34	27	87	93	127	85	23	110
	B37	28	72	101	122	96	16	99
	B43	29	60	103	84	90	17	85
	B50	30	85	100	136	89	19	88
Reject	R3	31	127	97	157	89	4	75
	R6	32	85	90	136	78	15	87
	R14	33	74	83	110	84	23	75
	R18	34	122	98	163	94	18	86
	R23	35	96	98	137	92	7	67
	R26	36	109	93	149	90	14	81
	R35	37	97	100	133	96	0	88
	R39	38	86	91	121	90	34	84
	R45	39	110	94	152	90	12	87
	R47	40	64	113	93	103	26	108
	Minimum		55	82	84	78	0	67
	Maksimum		170	122	193	130	64	136

C. Identifikasi Cacat

Nilai warna R					Nilai warna G					Nilai warna B				
Mutu	No.	Hitam	Coklat	Mekanis	Mutu	No.	Hitam	Coklat	Mekanis	Mutu	No.	Hitam	Coklat	Mekanis
Super	1	44	57	75	Super	1	36	55	76	Super	1	16	12	19
	2	36	52	57		2	34	44	60		2	20	11	12
	3	29	48	64		3	31	41	69		3	14	12	9
	4	37	61	75		4	36	52	88		4	13	18	15
	5	48	59	64		5	32	70	74		5	7	6	8
Kelas A	6	37	59	53	Kelas A	6	32	66	58	Kelas A	6	14	14	0
	7	49	51	49		7	39	50	55		7	20	4	17
	8	44	66	38		8	37	70	39		8	0	1	13
	9	53	55	44		9	54	63	59		9	18	6	16
	10	38	44	57		10	28	59	65		10	4	13	3
Kelas B	11	37	57	59	Kelas B	11	27	63	57	Kelas B	11	3	4	19
	12	35	44	60		12	25	45	59		12	17	4	7
	13	24	42	54		13	19	52	60		13	14	2	6
	14	48	54	75		14	40	63	88		14	19	3	7
	15	28	60	85		15	28	42	68		15	7	3	17
Reject	16	25	71	61	Reject	16	21	57	58	Reject	16	7	2	4
	17	29	76	58		17	19	64	53		17	3	8	3
	18	40	59	63		18	32	54	58		18	6	0	0
	19	26	78	63		19	18	53	69		19	4	3	4
	20	22	76	39		20	12	63	60		20	11	8	17
Minimum		22	42	38	Minimum		12	41	39	Minimum		0	0	0
Maksimum		53	78	85	Maksimum		54	70	88	Maksimum		20	18	19

D. Threshold Area Cacat

Mutu	No. Buah	No	Cacat (R)	Obyek (R)	Cacat (G)	Obyek (G)	Cacat (B)	Obyek (B)	Cacat (H)	Obyek (H)
Super	S4	1	58	74	42	89	11	24	31	54
	S10	2	44	67	36	72	15	23	35	52
	S14	3	30	61	30	69	17	29	35	53
	S18	4	35	52	24	97	12	24	37	57
	S24	5	54	56	43	92	11	32	32	55
	S30	6	67	58	54	90	13	31	30	52
	S37	7	40	55	37	79	9	26	50	53
	S38	8	42	52	36	74	19	29	34	54
	S43	9	58	54	39	70	2	30	22	60
	S50	10	51	51	35	69	5	22	40	55
A	A9	11	32	62	29	71	20	28	37	52
	A14	12	53	66	37	75	0	30	35	57
	A15	13	37	46	26	71	6	22	33	59
	A18	14	59	67	47	73	0	27	45	53
	A24	15	80	54	66	70	0	25	36	53
	A30	16	51	47	54	76	17	23	29	60
	A35	17	55	46	58	78	16	25	42	56
	A36	18	26	40	23	75	17	31	44	60
	A47	19	35	45	28	73	6	30	46	53
	A50	20	46	37	36	70	13	24	43	59

Mutu	No. Buah	No	Cacat (R)	Obyek (R)	Cacat (G)	Obyek (G)	Cacat (B)	Obyek (B)	Cacat (H)	Obyek (H)
B	B3	21	52	36	44	70	8	22	35	57
	B7	22	27	35	25	81	13	25	43	60
	B15	23	52	39	56	86	18	22	40	58
	B16	24	42	46	46	73	5	29	46	52
	B24	25	27	27	19	69	0	25	33	57
	B28	26	28	34	19	71	21	26	26	56
	B35	27	35	55	37	74	4	34	34	63
	B37	28	50	47	53	78	6	24	22	60
	B43	29	31	48	28	73	16	24	50	57
	B58	30	35	27	39	70	3	30	38	63
Reject	R3	31	55	71	44	77	0	32	35	56
	R5	32	59	40	47	71	1	22	27	60
	R16	33	58	60	42	68	3	28	25	56
	R20	34	68	54	56	85	0	30	29	52
	R25	35	72	64	55	68	0	28	30	53
	R29	36	48	73	25	79	7	36	17	52
	R34	37	59	56	59	81	3	24	32	59
	R37	38	63	63	48	84	15	28	31	53
	R48	39	41	54	32	81	13	27	18	54
	R49	40	46	56	28	80	17	31	32	65
Minimum			26	27	19	68	0	22	17	52
Maksimum			80	74	66	97	21	36	50	65

E. Hasil Pemutuan Program

a. Super

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
1	S3	198345	529	472	1575	263	0,422254	0,488907	0,088817	136,6372	Super	Super
2	S4	194214	507	481	1522	560	0,423925	0,467159	0,109047	60,00442	Super	Super
3	S5	214526	561	500	1604	70	0,415632	0,483326	0,101002	54,79532	Super	Super
4	S6	218901	544	502	1650	627	0,398221	0,492997	0,108742	77,78938	Super	Super
5	S7	198163	511	481	1516	74	0,387683	0,495696	0,116618	87,80224	Super	Super
6	S8	201534	528	481	1531	85	0,387385	0,499353	0,113243	27,79782	Super	Super
7	S9	191951	492	488	1474	129	0,406543	0,475776	0,117679	97,31828	Super	Super
8	S10	192449	483	491	1472	953	0,420522	0,474878	0,104683	109,1146	Super	Super
9	S13	181530	479	461	1445	543	0,41795	0,495021	0,087031	60,00442	Super	Super
10	S14	190631	532	461	1463	379	0,418412	0,474267	0,10733	87,80224	Super	Super
11	S15	183762	491	483	1433	66	0,422715	0,490562	0,086726	81,79281	Super	Super
12	S16	189638	529	455	1470	64	0,41977	0,495382	0,084853	88,43168	Super	Super
13	S17	186308	515	462	1458	500	0,419301	0,493069	0,087667	90,00663	Super	Super
14	S18	220586	584	495	1589	222	0,39822	0,487615	0,114181	65,21352	Super	Super
15	S19	206348	544	495	1522	986	0,406769	0,496959	0,096338	82,69498	Super	Super
16	S20	218921	551	499	1610	37	0,404673	0,482252	0,113083	65,82237	Super	Super
17	S23	177862	501	451	1432	123	0,411483	0,494843	0,093665	90,00663	Super	Super
18	S24	142641	409	422	1272	795	0,387195	0,47289	0,139885	96,59389	Super	Reject
19	S25	174830	504	448	1370	0	0,403373	0,46937	0,12728	125,8268	Super	Super
20	S26	151415	455	423	1280	1830	0,431223	0,44719	0,12157	90,00663	Super	Super
21	S27	165342	472	446	1340	518	0,442217	0,451976	0,105799	76,10772	Super	Super

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
22	S28	168227	531	419	1378	579	0,386493	0,489591	0,123946	94,13474	Super	Super
23	S29	163994	491	441	1361	831	0,429391	0,458441	0,112142	299,9956	Super	Super
24	S30	164848	479	445	1364	532	0,398066	0,453827	0,148097	213,6597	Super	Super
25	S33	150000	454	430	1275	13	0,388342	0,482243	0,129408	132,7403	Super	Super
26	S34	152256	470	419	1293	2	0,356697	0,48363	0,159652	166,1143	Super	Super
27	S35	137262	430	402	1282	0	0,39177	0,473826	0,134368	116,3381	Super	Reject
28	S36	156753	490	402	1328	165	0,380601	0,46079	0,158564	153,0158	Super	Super
29	S37	141283	466	398	1239	403	0,408019	0,469166	0,122816	239,9912	Super	Super
30	S38	147409	466	408	1253	122	0,381049	0,468183	0,150776	120,0088	Super	Super
31	S39	136971	430	413	1235	182	0,413507	0,461964	0,124523	83,41937	Super	Reject
32	S40	138562	459	403	1222	16	0,36776	0,480863	0,151342	90	Super	Reject
33	S43	137743	434	409	1238	1205	0,410423	0,554508	0,035023	84,01364	Super	Reject
34	S44	134692	420	401	1214	414	0,39061	0,557802	0,051613	69,83157	Super	Reject
35	S45	128633	414	395	1213	482	0,386194	0,565254	0,048511	67,05762	A	Reject
36	S46	143013	443	409	1366	158	0,343135	0,565602	0,091282	95,21573	Super	Super
37	S47	130051	432	379	1312	699	0,361024	0,535726	0,103286	259,0992	A	Reject
38	S48	140266	428	412	1251	108	0,377741	0,569949	0,052315	103,9055	Super	Reject
39	S49	134192	430	390	1258	268	0,344887	0,567124	0,087966	90,00663	Super	Reject
40	S50	133999	418	398	1249	1058	0,358973	0,555036	0,08602	256,0945	Super	Reject

b. Kelas A

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
1	A3	125543	434	379	1177	101	0,365453	0,476978	0,157559	132,7403	A	A
2	A4	122265	424	372	1174	30	0,422874	0,460422	0,116661	96,59389	A	A
3	A5	123259	415	378	1183	87	0,368484	0,494429	0,137095	111,795	A	A
4	A6	126050	424	386	1175	34	0,354364	0,504577	0,141066	117,0041	A	A
5	A7	123431	406	383	1160	10	0,35229	0,504058	0,143695	112,4192	A	A
6	A8	127651	435	390	1177	22	0,379977	0,480516	0,139471	106,1099	A	Reject
7	A9	134366	444	394	1217	753	0,404616	0,466943	0,128457	167,2818	Super	Reject
8	A10	136221	448	391	1249	0	0,338981	0,517414	0,143655	146,3403	Super	Super
9	A13	114024	419	353	1145	1524	0,371948	0,549845	0,078175	274,7087	A	A
10	A14	106736	375	355	1091	697	0,420461	0,540613	0,038895	52,41477	A	Reject
11	A15	113492	393	374	1127	1510	0,392847	0,553825	0,053337	49,56339	A	A
12	A16	101954	374	351	1134	625	0,392223	0,542773	0,065017	339,9645	A	Reject
13	A17	123265	444	357	1201	134	0,356336	0,552394	0,091297	80,17948	A	Reject
14	A18	106042	383	350	1077	816	0,432214	0,532716	0,03509	70,89862	A	Reject
15	A19	105598	375	356	1106	287	0,376545	0,545749	0,077713	66,59168	A	A
16	A20	104042	378	353	1099	80	0,346519	0,548118	0,105391	114,7997	A	A
17	A23	95086	364	332	1061	915	0,383955	0,549263	0,066808	51,05548	B	B
18	A24	100508	376	340	1060	693	0,402776	0,555442	0,04178	88,93959	A	Reject
19	A25	113000	412	351	1148	174	0,345464	0,55344	0,101207	60,00442	A	A
20	A26	114411	388	372	1160	312	0,370729	0,543779	0,085486	70,89862	A	A
21	A27	107670	370	365	1109	2868	0,392692	0,562265	0,045048	68,35551	A	Reject
22	A28	122721	456	364	1178	414	0,382483	0,556723	0,060807	4,434996	A	Reject

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
23	A29	103532	380	350	1133	678	0,361185	0,559084	0,079719	99,83378	A	A
24	A30	116087	403	366	1152	603	0,376393	0,557827	0,06576	60,00442	A	A
25	A33	108792	389	363	1095	467	0,407248	0,541169	0,051574	60,00442	A	Reject
26	A34	112046	399	350	1126	237	0,365225	0,566374	0,068394	60,00442	A	A
27	A35	122915	405	388	1167	206	0,350626	0,53071	0,118681	86,33586	A	Reject
28	A36	104182	399	349	1076	548	0,372391	0,551705	0,07593	42,81659	A	Reject
29	A37	106028	420	334	1141	717	0,380456	0,524853	0,094694	253,8901	A	Reject
30	A38	103105	352	361	1089	340	0,38022	0,532348	0,087425	111,0599	A	Reject
31	A39	112104	398	362	1136	235	0,353356	0,544531	0,102155	43,23951	A	A
32	A40	99302	383	338	1067	1914	0,37614	0,545417	0,078449	65,82237	B	Reject
33	A43	113888	399	359	1136	82	0,354823	0,541453	0,103698	84,18868	A	A
34	A44	111264	398	359	1119	722	0,409172	0,540703	0,050138	129,836	A	A
35	A45	110857	393	363	1124	559	0,395378	0,551542	0,053085	67,05762	A	A
36	A46	97732	372	335	1046	1042	0,383746	0,551357	0,064928	85,29128	B	B
37	A47	108671	392	356	1102	695	0,380176	0,561242	0,058595	65,21352	A	A
38	A48	112141	475	355	1135	522	0,396456	0,563379	0,040169	50,82086	A	Reject
39	A49	113709	418	361	1122	669	0,396469	0,558339	0,045185	91,23171	A	A
40	A50	111655	406	353	1142	258	0,361584	0,566118	0,072292	80,17948	A	A

c. Kelas B

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
1	B3	96716	376	326	1146	1646	0,367045	0,544122	0,088854	346,1011	B	Reject
2	B4	93316	396	321	1039	280	0,398573	0,545581	0,055847	31,74284	B	Reject
3	B5	88695	368	324	1018	272	0,36515	0,550916	0,083946	0	B	B
4	B6	84031	342	317	961	320	0,378339	0,549912	0,071768	66,59168	B	Reject
5	B7	89280	346	331	1008	2059	0,379665	0,551843	0,068467	88,93959	B	Reject
6	B8	76571	352	299	929	59	0,383194	0,560043	0,056796	38,95114	Reject	Reject
7	B9	93980	376	322	1040	403	0,374694	0,550832	0,074459	65,03787	B	Reject
8	B10	80637	361	303	958	118	0,383391	0,55423	0,062394	43,00708	B	Reject
9	A13	92389	386	313	1053	1624	0,364087	0,545539	0,090451	60,00442	B	Reject
10	A14	73052	314	296	888	103	0,380322	0,560131	0,05958	81,36687	Reject	Reject
11	A15	99858	383	341	1109	2655	0,374023	0,549324	0,076649	68,21824	B	Reject
12	A16	102653	378	349	1065	610	0,367916	0,564173	0,067909	39,96895	A	Reject
13	A17	83116	348	307	974	35	0,371326	0,562177	0,066541	76,83211	B	Reject
14	A18	89557	343	332	1014	804	0,387238	0,553843	0,058949	63,00913	B	Reject
15	A19	92689	373	328	1013	47	0,419797	0,540204	0,039981	40,23035	B	B
16	A20	75097	325	302	920	1129	0,399006	0,546195	0,054798	89,00424	Reject	Reject
17	A23	81211	342	308	973	416	0,366909	0,549401	0,083693	90,00663	B	Reject
18	A24	95199	379	337	1044	562	0,362364	0,573428	0,064198	23,01955	B	Reject
19	A25	77629	329	299	922	34	0,414851	0,547007	0,038187	64,71977	B	Reject
20	A26	79636	328	308	938	115	0,409796	0,545227	0,044982	79,11243	B	Reject
21	A27	89574	346	330	1026	127	0,389473	0,544703	0,06587	340,892	B	Reject
22	A28	96380	376	341	1046	3025	0,363512	0,53072	0,105746	292,4059	B	Reject

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
23	A29	86323	332	325	984	171	0,410564	0,544894	0,044524	76,47942	B	Reject
24	A30	91844	356	326	1036	257	0,391612	0,555837	0,052591	94,31357	B	B
25	A33	98090	366	351	1077	1339	0,354616	0,53013	0,115289	272,5365	B	Reject
26	A34	95850	354	336	1091	44	0,377282	0,52242	0,100316	34,71756	B	B
27	A35	81805	348	309	1007	217	0,346909	0,545114	0,107979	12,21725	B	B
28	A36	94220	380	327	1064	539	0,368261	0,546616	0,085119	98,95556	B	Reject
29	A37	93220	358	339	1025	521	0,368217	0,553574	0,078284	60,00442	B	B
30	A38	86106	361	314	996	106	0,374326	0,553269	0,072443	49,84534	B	B
31	A39	86040	346	327	985	2681	0,425249	0,535849	0,038914	66,18327	B	Reject
32	A40	98382	384	329	1074	106	0,364427	0,55375	0,081818	312,2128	B	Reject
33	A43	92839	365	325	1020	428	0,367421	0,536756	0,095887	77,78938	B	B
34	A44	96541	379	331	1051	338	0,385602	0,559859	0,054583	79,11243	B	Reject
35	A45	98159	389	320	1063	63	0,379784	0,569421	0,050781	38,44737	B	Reject
36	A46	98978	383	327	1065	699	0,388654	0,538736	0,07263	329,9978	B	Reject
37	A47	97347	364	337	1042	306	0,411016	0,549484	0,039512	96,59389	B	B
38	A48	94153	373	329	1052	1928	0,348556	0,547835	0,103615	60,00442	B	B
39	A49	105043	398	342	1112	167	0,351573	0,550022	0,098363	57,58521	A	A
40	A50	103329	382	350	1146	902	0,388099	0,548573	0,063372	95,08287	A	A

d. Reject

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
1	R3	51563	286	287	837	10290	0,445476	0,51666	0,037863	49,49047	Reject	Reject
2	R4	47289	250	251	744	1976	0,379995	0,522954	0,097086	64,50634	Reject	Reject
3	R5	47868	290	266	811	11297	0,427864	0,525131	0,047003	201,7751	Reject	Reject
4	R6	57899	285	274	828	3739	0,399752	0,532715	0,067557	60,00442	Reject	Reject
5	R7	56585	290	283	840	7557	0,402767	0,536046	0,061171	78,42801	Reject	Reject
6	R8	55397	280	273	816	5249	0,44953	0,51606	0,034401	67,59407	Reject	Reject
7	R9	50138	267	266	784	4750	0,415347	0,5385	0,046168	90,00663	Reject	Reject
8	R10	52004	262	261	780	2261	0,411736	0,531744	0,056526	39,96895	Reject	Reject
9	R13	58908	298	278	824	3412	0,459194	0,499974	0,040828	104,3993	Reject	Reject
10	R14	48964	282	254	773	5766	0,370699	0,549674	0,079621	68,95335	Reject	Reject
11	R15	52406	280	261	795	5324	0,420332	0,522527	0,05713	99,64474	Reject	Reject
12	R16	47666	255	259	761	2320	0,459893	0,509889	0,030228	36,93288	Reject	Reject
13	R17	44389	271	259	771	9802	0,489925	0,471081	0,039007	60,00442	Reject	Reject
14	R18	59560	319	273	859	2664	0,410654	0,546776	0,042584	40,28756	Reject	Reject
15	R19	56819	295	277	846	3553	0,387356	0,540336	0,072295	47,99523	Reject	Reject
16	R20	32602	228	242	687	9849	0,464373	0,486912	0,04871	86,33586	Reject	Reject
17	R23	47423	288	260	799	9864	0,455341	0,51062	0,034049	77,78938	Reject	Reject
18	R24	54367	276	265	790	1996	0,424217	0,532182	0,043601	83,41937	Reject	Reject
19	R25	44774	264	256	751	6895	0,447185	0,49618	0,056625	113,4216	Reject	Reject
20	R26	40346	254	244	732	5595	0,408785	0,537686	0,053523	49,84534	Reject	Reject
21	R27	43462	264	246	747	4503	0,429844	0,517723	0,052437	28,77713	Reject	Reject
22	R28	52725	292	263	800	1861	0,447699	0,507595	0,044727	99,64474	Reject	Reject

No.	Kode	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
23	R29	48968	271	262	794	5347	0,469947	0,492481	0,037569	65,50119	Reject	Reject
24	R30	51444	292	257	794	2431	0,447376	0,516903	0,035729	48,70181	Reject	Reject
25	R33	38808	222	234	680	2335	0,423426	0,499867	0,076718	357,0547	Reject	Reject
26	R34	34277	248	243	730	13110	0,399437	0,514129	0,086434	66,59168	Reject	Reject
27	R35	49754	274	262	793	5594	0,444406	0,523092	0,0325	40,28756	Reject	Reject
28	R36	55520	313	260	852	2034	0,414285	0,549161	0,036556	49,11022	Reject	Reject
29	R37	43115	250	255	751	7342	0,410782	0,529822	0,059388	67,99915	Reject	Reject
30	R38	42227	230	247	712	1936	0,442688	0,503724	0,053597	124,137	Reject	Reject
31	R39	56847	287	266	812	273	0,372549	0,552614	0,074833	60,00442	Reject	Reject
32	R40	47882	269	250	751	1171	0,478686	0,494226	0,027097	39,96895	Reject	Reject
33	R43	63477	316	277	884	2484	0,413255	0,547032	0,039721	33,48027	Reject	Reject
34	R44	51410	277	257	776	2537	0,424447	0,530971	0,044577	60,00442	Reject	Reject
35	R45	60652	318	272	838	1427	0,400716	0,541761	0,057524	52,11494	Reject	Reject
36	R46	81017	353	302	944	192	0,390077	0,479893	0,130038	30,00221	B	Reject
37	R47	77950	350	296	925	761	0,365681	0,485274	0,149058	90	B	Reject
38	R48	65532	355	306	950	17211	0,418698	0,449578	0,131738	148,0658	Reject	Reject
39	R49	69423	382	322	1020	24191	0,383839	0,463914	0,152264	188,9357	Reject	Reject
40	R50	71993	334	286	883	235	0,37221	0,490859	0,136912	167,796	Reject	Reject

F. Hasil Validasi

No.	Kode	Target	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
1	S1	Super	205061	539	492	1496	644	0,408679	0,472745	0,118638	76,10772	Super	Super
2	S2	Super	198699	504	485	1632	531	0,43664	0,480356	0,082995	76,10772	Super	Super
3	S11	Super	192211	521	469	1456	193	0,416334	0,497206	0,086514	139,1169	Super	Super
4	S12	Super	192932	496	486	1533	5	0,408841	0,488462	0,102715	66,59168	Super	Super
5	S21	Super	198163	511	481	1516	74	0,387683	0,495696	0,116618	87,80224	Super	Super
6	S22	Super	181954	504	473	1439	67	0,398766	0,480499	0,120767	77,78938	Super	Super
7	S31	Super	165176	485	442	1357	39	0,385685	0,475493	0,138787	90	Super	Super
8	S32	Super	169909	492	440	1384	0	0,391499	0,476187	0,132303	146,3403	Super	Super
9	S41	Super	152160	493	402	1303	97	0,379268	0,480764	0,139977	84,50986	Super	Super
10	S42	Super	127111	426	387	1193	87	0,374818	0,488178	0,136992	120,0088	A	Reject
11	A1	A	137482	442	397	1241	21	0,37591	0,495911	0,128161	72,73589	Super	Super
12	A2	A	134437	435	399	1197	16	0,378578	0,468732	0,152705	123,6796	Super	Reject
13	A11	A	122519	419	384	1160	51	0,362366	0,48933	0,148301	180,0133	A	A
14	A12	A	124290	427	383	1221	541	0,421708	0,449242	0,129034	276,5806	A	A
15	A21	A	116715	411	368	1145	306	0,366979	0,558392	0,074657	214,7043	A	A
16	A22	A	101172	355	357	1104	177	0,3455	0,531403	0,123155	60,00442	A	Reject
17	A31	A	105652	402	355	1103	567	0,39263	0,556875	0,0505	22,00748	A	A
18	A32	A	98450	376	337	1043	127	0,415021	0,541952	0,043034	23,89907	B	Reject
19	A41	A	113876	413	348	1164	396	0,338099	0,550634	0,111266	112,4192	A	A
20	A42	A	114581	382	380	1145	819	0,356508	0,53952	0,103975	85,29128	A	A
21	B1	B	91058	367	325	1059	566	0,375647	0,5528	0,07158	70,89862	B	B
22	B2	B	93571	363	336	1052	1637	0,368602	0,564069	0,067379	73,00929	B	B

No.	Kode	Target	Area	Tinggi	Diameter	Perimeter	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	AC	ATDPC
23	B11	B	85594	358	318	1013	1405	0,383061	0,542274	0,074701	133,1834	B	B
24	B12	B	78161	342	295	946	838	0,381585	0,55814	0,060302	348,6121	B	Reject
25	B21	B	74271	329	292	919	493	0,377466	0,549162	0,073398	66,18327	Reject	Reject
26	B22	B	78794	349	299	954	143	0,38637	0,530767	0,082883	169,1191	B	Reject
27	B31	B	89518	358	314	1007	334	0,380211	0,550332	0,069485	84,18868	B	B
28	B32	B	89891	366	316	1044	1539	0,401463	0,54924	0,049307	0	B	B
29	B41	B	85124	326	326	990	298	0,346435	0,528161	0,125408	0	B	Reject
30	B42	B	86508	374	303	986	162	0,385742	0,554138	0,060168	68,57017	B	Reject
31	R1	Reject	61714	305	273	856	3372	0,399275	0,526504	0,074251	79,11243	Reject	Reject
32	R2	Reject	43404	292	267	797	14223	0,427723	0,511481	0,060796	48,76199	Reject	Reject
33	R11	Reject	48475	282	254	779	6375	0,398986	0,545178	0,055852	46,63061	Reject	Reject
34	R12	Reject	46693	290	280	830	16719	0,436307	0,505435	0,058242	66,81673	Reject	Reject
35	R21	Reject	41438	252	243	745	6729	0,422297	0,496025	0,081689	84,01364	Reject	Reject
36	R22	Reject	58450	292	271	810	3261	0,397339	0,524298	0,07836	60,00442	Reject	Reject
37	R31	Reject	38090	282	285	830	23946	0,475408	0,468967	0,055617	133,9077	Reject	Reject
38	R32	Reject	36570	250	233	697	5492	0,460231	0,499772	0,039991	39,82936	Reject	Reject
39	R41	Reject	49742	262	268	774	4826	0,409853	0,523526	0,066625	98,22045	Reject	Reject
40	R42	Reject	50803	274	245	752	276	0,404433	0,530623	0,064951	38,95114	Reject	Reject



