



**PEMUTUAN MANGGA GOLEK (*MANGIFERA INDICA*)
MENGUNAKAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
(*IMAGE PROCESSING*)**

SKRIPSI

Oleh

**Vindi Trisna Wijaya
NIM 121710201099**

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



**PEMUTUAN MANGGA GOLEK (*MANGIFERA INDICA*)
MENGUNAKAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
(*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

**Vindi Trisna Wijaya
NIM 121710201072**

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

PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak Mur Raharja, Ibu Suryati dan teman-teman TEP 2012, khususnya teman-teman TEP C yang selama ini telah memberikan semangat dan doa dalam penyusunan skripsi”



MOTTO

Pendidikan merupakan pelengkap paling baik untuk hari tua

(Aristoteles)

Berangkat dengan yakin, berjalan dengan penuh keikhlasan, istiqomah dalam menghadapi cobaan, yakin, ikhlas, istiqomah.

Janganlah takut untuk melangkah, karena jarak 100 mil dimulai dengan adanya langkah pertama.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vindi Trisna Wijaya

NIM : 121710201099

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Mangga Golek (*Mangifera indica*) Menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital (*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, 01 Juni 2016
Yang menyatakan,

Vindi Trisna Wijaya
NIM 121710201099

SKRIPSI

**PEMUTUAN MANGGA GOLEK (*MANGIFERA INDICA*)
MENGUNAKAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
(*IMAGE PROCESSING*)**

Oleh

Vindi Trisna Wijaya
NIM 121710201099

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemutuan Mangga Golek (*Mangifera indica*) Menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital (*Image Processing*)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : -

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

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

Tim penguji:

Ketua,

Anggota,

Askin, S.TP., M.M.T.
NIP: 197008302000031001

Riska Rian Fauziah S.Pt., M.P
NIP: 198509272012122001

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Pemutuan Mangga Golek (*Mangifera indica*) Menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital (*Image Processing*); Vindi Trisna Wijaya, 121710201099; 2016; 50 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Kualitas menjadi salah satu permasalahan mangga golek Indonesia tidak dapat bersaing dalam pasar Internasional, dalam hal ini sortasi dan pemutuan menjadi komponen penting dalam upaya peningkatan kualitas mangga golek. Mutu yang kurang konsisten disebabkan oleh proses sortasi yang dilakukan secara manual dengan mengandalkan kebiasaan dari petani, sehingga produk yang dihasilkan tidak memenuhi mutu dari pasar Internasional. *Image processing* adalah teknologi yang digunakan untuk memutuskan produk dengan menganalisis tingkat kematangan, kerusakan, kebersihan, dan kemulusan kulit dari produk. Tujuan penelitian ini yaitu: (1) menerapkan metode pengolahan citra untuk pemutuan buah mangga golek, (2) menentukan hubungan variabel pengolahan citra dengan variabel mutu buah mangga golek, (3) membuat program pemutuan buah mangga golek menggunakan mutu yang telah ditentukan, (4) menghitung tingkat akurasi program pemutuan buah mangga golek. Luaran dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan program pengolahan citra pemutuan mangga golek.

Penentuan mutu dengan metode pengolahan citra ini menggunakan 160 sampel buah mangga golek yang akan dibagi menjadi empat kelas mutu A, B, C, dan Reject dengan 10 buah sebagai sampel data validasi yang diambil dari 25% pada setiap kelas mutu, sehingga tersisa 120 buah sebagai sampel data training. Gambar hasil pengambilan citra akan diolah pada *Ms Excel* dengan cara ekstraksi guna mencari nilai variabel mutu citra yaitu area, tinggi, diameter, perimeter, cacat, indeks *r*, *g*, *b*, dan *hue* yang akan digunakan sebagai data untuk menentukan nilai rerata, standar deviasi, Q1, Q2, Q3, nilai maksimum, dan nilai minimum untuk pembuatan grafik boxplot variabel mutu manga golek. Berdasarkan hasil analisis grafik boxplot, variabel yang dapat digunakan sebagai data input model

persamaan logika adalah variabel area dan cacat dengan tingkat akurasi total setelah proses validasi adalah 95,11%.



SUMMARY

Grading of Golek Mango (*Mangifera indica*) Using Digital Image Processing Method; Vindi Trisna Wijaya, 121710201099; 2016; 50 pages; Departement of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

The quality of the Indonesian mango is one of problem that makes it could not compete in the international market, in this case sorting and quality determination being essential to improve the quality of golek mango. A less consistent quality causes by the process of sorting is done manually by relying on habits of farmers, so the products do not meet the quality of the international market. Image processing is a technology to decides the quality of product by analyze the level of maturity, damage, cleanliness and smooth implementation process of skin products. The purpose of this study, were: (1) applied the methods of image processing to golek mangoes grading, (2) determined the relationship bettween image processing variables with quality variable of golek mangoes , (3) make the golek mangoes grading program using predetermined quality, (4) calculated the accuracy of golek mangoes grading Program

Quality Determination of this image processing method was using 160 sample golek mangoes divided into four quality class A, B, C, and Rejects, with 10 pieces as validation samples taken from 25% at any grade of quality, so that the remaining 120 fruit were as training sample. The image result will be processed in Ms Excel by means of extracted in order to find the value of the image quality variable namely area, height, diameter, perimeter, defect area, the index of r, g, b, and hue. The image quality variable will be used to determine the mean value, standard deviation, Q1, Q2, Q3, maximum value, and the minimum value to born the boxplot chart. Based on the results of the analysis the variables that can be used as input data of the model equation of logic were area and diffect area with 95,11% total accuracy level.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pemutuan Mangga Golek (*Mangifera indica*) Menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital (*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 Soedibyo, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Muharjo Pudjojono sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
4. Bapak Mur Raharja, Ibu Suryati, yang selalu memberi motivasi kepada penulis;
5. Teman-teman TEP 2012, khususnya TEP C yang selalu memberikan semangat;
6. Teman-teman minat ENOTIN yang selalu memberikan dukungan, dan Mas Agus yang selalu memberi semangat;
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik do'a, tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

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

Jember, 01 Juni 2016

Penulis

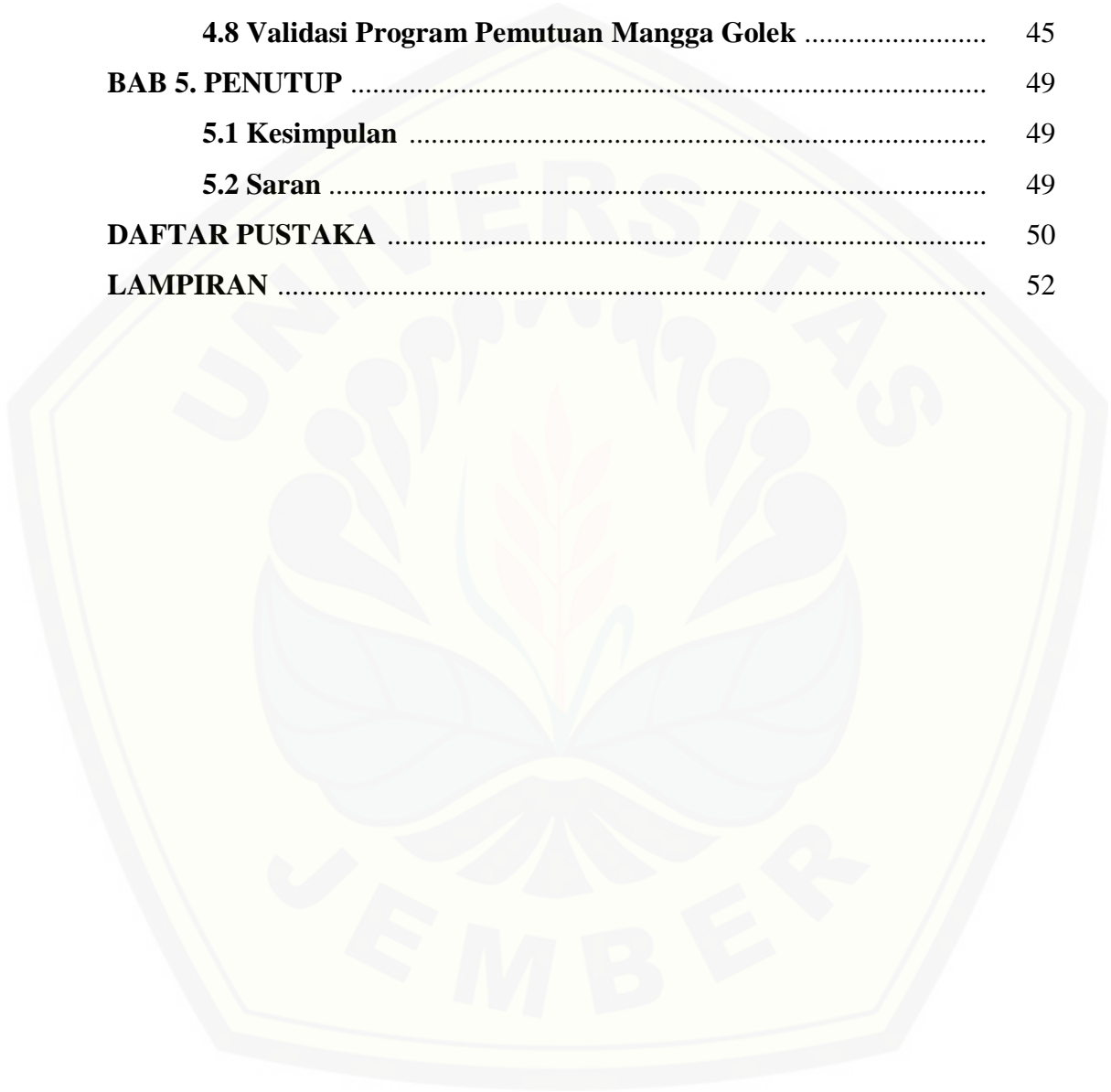


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Botani Mangga Golek	3
2.2 Mutu Mangga Golek	3
2.3 Pengenalan Pola	5
2.4 Pengolahan Citra Digital	5
2.5 Perangkat Keras Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	6
2.6 Perangkat Lunak Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	6
2.6.1 Segmentasi	7
2.6.2 Area	7
2.6.3 Perimeter	7
2.6.4 Faktor Bentuk	8

2.6.5 Pengolahan Warna	8
2.7 Confusion Matriks	10
2.8 Penelitian Terdahulu	11
2.8.1 Pengolahan Citra Untuk Memeriksa Mutu Buah Mangga...	11
2.8.2 Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Pendugaan Mutu Mangga Segar Secara Non Dertruktif	12
2.8.3 Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis dengan Teknik Pengolahan Citra	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.2.1 Bahan	15
3.2.2 Alat	15
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.4 Program Pengolahan Citra	17
3.5 Persiapan Sampel	17
3.6 Variabel Mutu Manual Pengolahan Citra untuk Pengelompokan Mutu Mangga Golek.....	17
3.7 Image Aquisition	19
3.8 Pengambilan Buah Mangga Golek	19
3.9 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Mutu Citra ..	19
3.10 Penilaian Terhadap Variabel dengan Kriteria Mutu Berdasarkan Pemisahan Manual	20
3.11 Penyusunan Persamaan Logika.....	20
3.12 Validasi Program	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Image Aquisition	22
4.2 Program Pengolahan Citra Mangga Golek	24
4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (Thresholding) Background	26
4.4 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (Thresholding) Area Cacat.....	28

4.5 Proses Ekstraksi Citra	29
4.6 Analisis Variabel Statistik Kelas Mutu Berdasarkan Variabel Mutu Citra	32
4.7 Penentuan Model Persamaan Logika Pemutuan Mangga Golek	43
4.8 Validasi Program Pemutuan Mangga Golek	45
BAB 5. PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Model warna dan deskripsinya.....	9
2.2 <i>Confusion Matrix</i> dan Persamaan Komponen pada Setiap Kolom dan Baris.....	10
3.1 Kriteria Bobot dalam Penentuan Kelas Mutu Manual	17
3.1 Variabel Mutu Buah Mangga Golek dan Variabel Mutu Citra	18
4.1 Data Nilai Variabel R, G, B Obyek dan Baground	27
4.2 Data Nilai Variabel R, G, B, H Area Cacat dan Obyek.....	28
4.3 Ukuran Statistik Variabel Mutu Area	33
4.4 Ukuran Statistik Variabel Mutu Tinggi	34
4.5 Ukuran Statistik Variabel Mutu Diameter	36
4.6 Ukuran Statistik Variabel Mutu Perimeter	37
4.7 Ukuran Statistik Variabel Mutu Cacat	38
4.8 Ukuran Statistik Variabel Mutu Indeks Warna Merah (r)	39
4.9 Ukuran Statistik Variabel Mutu Indeks Warna Hijau (g)	40
4.10 Ukuran Statistik Variabel Mutu Indeks Warna Biru (b)	41
4.11 Ukuran Statistik Variabel Mutu Nilai <i>hue</i> (H)	42
4.12 Batas Nilai Variabel Mutu Citra untuk Input Pertama	44
4.13 Batas Nilai Variabel Mutu Citra untuk Input Kedua	44
4.14 Batas Nilai Variabel Mutu Citra untuk Input Ketiga	45
4.15 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Validasi Pemutuan Mangga Golek Input Pertama	46
4.16 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Validasi Pemutuan Mangga Golek Input Kedua.....	46
4.17 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Validasi Pemutuan Mangga Golek Input Ketiga.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Alir Penelitian	16
4.1 Lokasi Pengukuran Intensitas cahaya	23
4.2 <i>Image Aquisition</i> dari Meja Pengambilan Citra	24
4.3 Hasil Citra Mangga Golek dengan Berbagai Kelas Mutu	25
4.4 Tampilan Program Pengolahan Citra Mangga Golek	25
4.5 Grafik Sebaran <i>Threshold</i> Nilai RGB Obyek dengan <i>Background</i>	27
4.6 Grafik Sebaran <i>Threshold</i> Nilai RGB dan <i>hue</i> Area Cacat obyek	28
4.7 Proses <i>Thresholding</i>	30
4.8 Hasil Citra Perimeter	30
4.9 Perhitungan Konversi Satuan	32
4.10 Tampilan <i>File Text</i>	32
4.11 Boxplot Variabel Mutu Area	33
4.12 Boxplot Variabel Mutu Tinggi	35
4.13 Boxplot Variabel Mutu Diameter	36
4.14 Boxplot Variabel Mutu Perimeter	37
4.15 Boxplot Variabel Mutu Cacat.....	38
4.16 Boxplot Variabel Mutu Indeks Warna Merah (r)	39
4.17 Boxplot Variabel Mutu Indeks Warna Hijau (g)	40
4.18 Boxplot Variabel Mutu Indeks Warna Biru (b).....	41
4.19 Boxplot Variabel Mutu Nilai <i>hue</i> (H).....	42
4.20 Tampilan Program Pengolahan Citra Mangga Golek	47
4.21 Tampilan <i>File Text</i> Hasil Pemutuan Mangga Golek	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data Sebaran Threshold Background vs Obyek.....	52
2. Data Sebaran Threshold Area vs Cacat	52
3. Data Training Nilai Variabel Mutu Citra Mangga Golek.....	53
4. Data Training Hasil Olahan Program Pengolahan Citra Semua Kelas Mutu	57
5. Data Validasi Hasil Olahan Program Pengolahan Citra Menggunakan Input Pertama.....	60
6. Data Training Hasil Olahan Program Pengolahan Citra Menggunakan Input Kedua	61
7. Data Training Hasil Olahan Program Pengolahan Citra Menggunakan Input Ketiga.....	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangga golek (*Mangifera indica*) merupakan tiga jenis mangga yang banyak diminati oleh pasar Indonesia selain mangga arumanis dan mangga manalagi. Purnama *et al.* (2014:85), mengatakan produksi ketiga mangga tersebut rata-rata mencapai 92.290 ton mangga golek, 132.541 ton mangga manalagi, 216.994 ton mangga arumanis, dan 169.316 ton untuk mangga jenis lain. Produksi mangga yang cukup tinggi membuat mangga menjadi penyumbang buah terbesar ke dua setelah pisang sebanyak 2.362.046 ton atau sekitar 13,57 %. Produksi mangga yang cukup besar membuat Indonesia masuk dalam 10 besar Negara penghasil mangga di dunia berada dalam urutan 5-6, namun Indonesia tidak masuk jajaran 10 besar negara pengekspor mangga dunia. Permasalahan ini disebabkan tidak konsistennya kualitas mangga Indonesia, varietas unggul yang belum berkembang, dan kurangnya kompetensi petani dalam pemasaran dan pengembangan pasar sehingga tidak dapat bersaing dalam pasar internasional.

Kualitas mangga Indonesia menjadi salah satu permasalahan mangga Indonesia tidak dapat bersaing dalam pasar Internasional, dalam hal ini sortasi dan pemutuan menjadi komponen penting dalam upaya peningkatan kualitas mangga. Mutu buah yang tidak seragam menjadikan mangga Indonesia tidak terlalu diminati oleh pasar Internasional. Mutu yang kurang konsisten disebabkan oleh proses sortasi yang dilakukan secara manual dengan mengandalkan kebiasaan dari petani, sehingga produk yang dihasilkan tidak memenuhi mutu dari pasar Internasional (Purnama *et al.*, 2014:87). Salah satu upaya untuk menilai mutu buah mangga golek yaitu dengan menggunakan metode *image processing*.

Image processing adalah teknologi yang digunakan untuk pemutuan produk dengan menganalisis tingkat kematangan, kerusakan, kebersihan, dan kemulusan kulit dari produk. Keunggulan dari *image processing* ini adalah dapat menganalisis mutu produk tanpa merusak produk yang akan dimutukan (non destruktif). Pemutuan menggunakan citra digital juga lebih menghemat waktu dalam memutukan buah dan lebih akurat dibandingkan dengan pemutuan manual.

Keunggulan-keunggulan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi eksportir dalam memutuskan produknya, sehingga dapat dijadikan standar kualitas mutu ekspor dari buah mangga.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan mutu buah mangga golek dengan menggunakan metode pengolahan citra (*image processing*)
2. Bagaimanakah menyusun program pengolahan citra (*image processing*) untuk pemutuan buah mangga golek?
3. Variabel mutu apa yang digunakan sebagai pengolahan citra digital buah mangga golek?
4. Bagaimanakah tingkat akurasi pemutuan buah mangga golek dengan menggunakan pengolahan citra?

1.3 Tujuan

1. Menerapkan metode pengolahan citra untuk pemutuan buah mangga golek.
2. Membuat program pemutuan buah mangga golek menggunakan mutu yang telah ditentukan.
3. Menentukan variabel pengolahan citra yang sesuai untuk memutuskan buah mangga golek.
4. Menghitung tingkat akurasi program pemutuan buah mangga golek.

1.4 Manfaat

Manfaat dari pemutuan buah mangga golek ini adalah menambah wawasan penulis dan penelitian ini diharapkan dapat digunakan pada proses pemutuan atau sortasi buah mangga golek ditingkat pengepul agar proses pemutuan menjadi lebih akurat, efektif dan efisien.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Mangga Golek

Mangga merupakan komoditas unggulan hortikukultura yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai industri hortukultura yang dapat diandalkan dan berperan aktif dalam meningkatkan dinamika perekonomian pedesaan. Mangga golek (*Mangifera indica*) termasuk salah satu jenis mangga jenis buah-buahan yang terbaik dari jenis mangga lain. Mangga golek memiliki ciri yang signifikan dibandingkan dengan mangga jenis lain, mangga golek memiliki ciri fisik yang lonjong dengan berat rata-rata 500-700 gram/buah, panjang 17 cm, lebar 7-9 cm, dan tebal 6-8 cm. Ciri lain dari mangga golek ini adalah memiliki kulit berwarna hijau muda dan saat buah sudah masak akan berwarna kekuning-kuningan berbintik coklat dan putih dengan kulit tebal, daging kuning jernih, tidak memiliki serat, dan rasanya manis (AAK, 1991:34-35).

Klasifikasi botani tanaman mangga adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Keluarga	: Anarcadiaceae
Genus	: <i>Mangifera</i>
Spesies	: <i>Mangifera indica</i>

2.2 Mutu Mangga Golek

Mutu merupakan bahasa visual menyangkut gabungan karakteristik suatu produk yang dapat diterima atau disepakati oleh dua belah pihak yaitu produsen dan konsumen. Mutu produk pangan menjadi perangkat ampuh dalam perdagangan global yang sampai saat ini masih dikuasai oleh negara-negara maju.

Mangga merupakan komoditas unggulan hortikultura yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai industry hortikultura yang dapat diandalkan dan berperan aktif dalam meningkatkan dinamika perekonomian pedesaan. Standar mutu untuk masing-masing varietas unggul buah mangga perlu ditetapkan yang

mengarah kepada indikasi geografis buah mangga unggulan yang bersangkutan. Daya saing yang tangguh dari buah mangga dapat diperoleh melalui penjaminan konsistensi mutu buah mangga dalam pengelolaan satu kawasan mangga (Broto, 2011:93).

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2009), buah mangga untuk konsumsi segar digolongkan dalam 3 (tiga) kelas mutu seperti berikut: kelas A, kelas B, dan kelas C.

1. Kelas A

Mangga berkualitas paling baik (super) yaitu bebas dari cacat kecuali cacat kecil.

2. Kelas B

Mangga berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut:

- a. Sedikit penyimpangan dari bentuk
- b. Cacat sedikit pada kulit akibat, tergores atau terbakar sinar matahari, noda akibat getah dan bekas lecet yang tidak lebih dari 2 cm^2 untuk ukuran 5 dan ukuran 4, 3 cm^2 untuk ukuran 3, 4 cm^2 untuk ukuran 2 dan 5 cm^2 untuk ukuran 1
- c. Cacat tidak mempengaruhi daging buah.

3. Kelas C

Mangga berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut:

- a. Sedikit kelainan pada bentuk
- b. Cacat pada kulit akibat tergores atau terbakar sinar matahari, noda akibat getah dan bekas lecet yang tidak lebih dari 4 cm^2 untuk ukuran 5 dan ukuran 4, 5 cm^2 untuk ukuran 3, 6 cm^2 untuk ukuran 2, dan 7 cm^2 untuk ukuran 1.
- c. Cacat tidak mempengaruhi daging buah.

2.3 Pengenalan Pola

Pengenalan pola bertujuan untuk menentukan kelompok atau kategori objek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki objek tersebut. Salah satu pendekatan yang dilakukan dalam pengenalan pola adalah pengenalan pola secara statistik yang artinya pendekatan dengan menggunakan teori-teori ilmu peluang dan statistik. Ciri-ciri yang dimiliki suatu pola ditentukan distribusi statistiknya. Pola yang berbeda memiliki distribusi yang berbeda pula. Menggunakan teori keputusan dalam statistik digunakan distribusi ciri untuk mengklasifikasikan pola. Ada dua fase dalam sistem pengenalan pola 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 diambil cirinya kemudian ditentukan kelas kelompoknya (Munir, 2004:242-244).

2.4 Pengolahan Citra Digital

Image Processing merupakan teknik pengolahan citra yang digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra kepada citra yang lain yang dilakukan oleh manusia dengan pengolahan data menggunakan penyusunan algoritma. Proses ini memiliki data masukan dan keluaran berbentuk citra dari objek 3D menjadi obyek 2D yang diamati (Ahmad, 2005:4). Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari pengolahan citra digital.

1. Kelebihan
 - a. Dapat menganalisis mutu tanpa merusak obyek yang akan dimutukan (non destruktif).
 - b. Menghemat waktu dalam memutukan buah dan lebih akurat dibandingkan dengan pemutuan manual.
2. Kekurangan
 - a. Tidak dapat memutukan dengan melihat obyek dari empat sisi sekaligus.
 - b. Pemutuan menggunakan pengolahan citra tidak dapat memutukan apabila obyek bergerak.

- c. Program yang dihasilkan hanya dapat digunakan untuk satu obyek buah.

2.5 Perangkat Keras Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Ada beberapa perangkat keras yang diperlukan terutama untuk melakukan proses digitasi, bukan untuk melakukan pengolahan dari hasil citra. Perangkat keras yang pertama adalah sensor cita (*image sensor*), yang digunakan untuk menangkap pantulan cahaya oleh objek yang kemudian akan disimpan dalam bentuk nilai intensitas di dalam memori komputer. Komputer, masukan video, kontrol proses interaktif, penyimpanan berkas citra dan perangkat keras khusus pengolahan citra merupakan perangkat keras pengolahan citra (Ahmad, 2005:20).

Perangkat lainnya yang diperlukan adalah unit display untuk memonitor citra yang ditangkap oleh kamera, menampilkan citra baik hasil antara maupun hasil akhir. Kualitas citra yang dihasilkan juga bergantung dari jenis monitor yang digunakan, namun juga dipengaruhi oleh perangkat keras lainnya seperti kamera dan pencahayaan karena semua perangkat keras saling berkesinambungan satu dengan lainnya (Ahmad, 2005:22).

2.6 Perangkat Lunak Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Perangkat lunak (*software*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pengolahan citra yang sangat bergantung pada jenis penangkapan bingkai citra yang digunakan. Ada dua jenis penangkapan bingkai citra yang digunakan, yaitu jenis yang dapat diprogram (*programmable*) dimana pustaka fungsinya disertakan dan cara pemakaian dalam pemrograman dengan bahasa pemrograman tertentu diberikasn dalam buku manual. Sedangkan yang kedua yaitu penangkapan bingkai citra yang tidak dapat diprogram (*non-programmable*) yang artinya tanpa dilengkapi buku petunjuk dan fungsi pustaka untuk melakukan pemrograman (Ahmad, 2005:23-24).

Jenis program pengolahan citra yang lain adalah program *live* atau lebih dikenal dengan sebutan *real-time* program yang artinya program yang menangkap citra, memindahkan bingkai ke dalam memori komputer, melakukan analisis dan

perhitungan, dan menghasilkan citra lain bergantung dengan tujuannya (Ahmad, 2005:25).

2.6.1 Segmentasi

Segmentasi citra merupakan proses pemisahan suatu daerah (*region*) dengan latar belakang (*background*), hasil dari segmentasi citra ini dapat disebut sebagai citra *biner*. Tingkat intensitas yang digunakan dalam citra biner ini hanya menggunakan dua jenis yaitu hitam dan putih (Ahmad, 2005:82).

Segmentasi 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).

2.6.2 Area

Area merupakan jumlah piksel dalam S , sehingga bila dalam satu citra terdapat lebih dari satu komponen, S_1, S_2, \dots, S_n maka akan ada A_1, A_2, \dots, A_n , karena nilai area suatu objek merupakan jumlah dari piksel-piksel penyusunan objek tersebut dengan unit yang sering digunakan adalah piksel karena sejumlah piksel tersebut membentuk suatu luasan. Area dapat mencerminkan ukuran dan berat obyek yang sesungguhnya pada sampel yang seragam seperti mangga, tetapi tidak berlaku untuk sampel yang berongga seperti paprika (Ahmad, 2005:147).

2.6.3 Perimeter

Batas yang dimiliki oleh suatu daerah (*region*) terhadap latar belakang (*background*) di sebut dengan perimeter. Perimeter juga dapat diartikan ukuran keliling suatu obyek. 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).

2.6.4 Faktor Bentuk

Salah satu sifat geometri yaitu bentuk dari suatu obyek. Faktor bentuk merupakan suatu rasio antara area dengan perimeter, atau rasio antara area dengan panjang maksimal suatu citra. Terdapat dua faktor bentuk yang biasa digunakan yaitu kekompakan (*compactness*) dan kebundaran (*roundness*). Dari kedua faktor bentuk tersebut dapat digunakan dalam menentukan jenis suatu obyek dari suatu citra, atau dapat digunakan sebagai acuan mutu suatu jenis obyek (Soedibyo, 2006:12).

2.6.5 Pengolahan Warna

Menurut Ahmad (2005:264), model warna RGB adalah contoh dari sebuah model warna, yaitu model yang formal untuk mendefinisikan dan menampilkan warna pada monitor komputer dan televisi, model RGB merupakan model warna yang sering digunakan dalam pengolahan citra digital. Ada 2 macam model warna yang sering di dengar dalam ilmu citra digital, yaitu model RGB dan model CMY (K). Berikut cara yang digunakan untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model RGB dengan melakukan normalisasi terhadap komponen warna.

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

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

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

Tabel 2.2 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)

Apabila nilai RGB mengalami kondisi ekstrim artinya ketiga nilai warna 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* (corak) merupakan tingkat kepekatan warna yang merupakan kombinasi dari warna pokok RGB. *Saturation* (kejenuhan) merupakan tingkat kecerahan 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. 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). Melalui normalisasi nilai RGB nilai HSI dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

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

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

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

2.7 Confusion Matriks

Analisa *confusion matriks* digunakan untuk memperoleh hasil yang menggambarkan validasi dari program pemutuan. Selain itu *confusion matriks* merupakan tabel yang secara spesifik menunjukkan visualisasi kinerja dari suatu algoritma, terutama pada tahap pelatihan yang terawasi. Setiap kolom pada matriks menunjukkan kelas hasil prediksi sedangkan setiap barisnya menunjukkan kelas aktual. Diluar bidang kecerdasan buatan, *confusion matrix* disebut sebagai tabel kontingensi atau matriks kesalahan.

Tabel 2.3 Berikut menggambarkan confusion matrix dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris.

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: (Soedibyo, 2012:56).

Menurut Soedibyo (2012:56) 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 (2012:56-57) 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 analis pada saat menghasilkan peta klasifikasi.
2. Akurasi user (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu kolom. Ukuran ini menyatakan peta probabilitas user dimana anggota-anggota pada peta klasifikasi telah ditempatkan pada posisi yang benar pada proses klasifikasi.
3. Kesalahan omisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dikecualikan dari suatu kelas tertentu.
4. Kesalahan komisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dimasukan dalam suatu kelas tertentu, yang sebenarnya anggota tersebut masuk dalam kelas yang lain (Soedibyo, 2012:57).

Penyusunan *confusion matrix* merupakan tahapan kunci pada proses klasifikasi. Setelah melakukan review pada pengukuran akurasi awal, analis bisa memutuskan untuk melakukan proses penyuntingan pada data training dan melakukan algoritma klasifikasi lagi. Umumnya proses klasifikasi dengan pelatihan terawasi membutuhkan beberapa kali ulangan sebelum diperoleh akurasi klasifikasi yang memuaskan (Soedibyo, 2012:57).

2.8 Penelitian Terdahulu

2.8.1 Pengolahan Citra Untuk Memeriksa Mutu Buah Mangga

Penelitian terdahulu mengenai pemutuan buah mangga dilakukan oleh Ahmad (2002), dengan menggunakan dua mutu buah mangga yang sesuai SNI. Dalam pengujian mutu buah mangga ini menggunakan 200 buah sampel dari

segala mutu dengan menggunakan parameter pengukuran ukuran, bentuk, warna, dan tekstur kulit buah mangga, namun dalam menentukan mutu buah mangga ini juga menggunakan parameter kematangan yang di ukur secara langsung karena adanya dugaan hubungan antara parameter ketuaan buah dengan pengolahan citra. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengukur luas area buah mangga menggunakan perhitungan citra biner, menggunakan metode roundness, analisa warna RGB, model HSI (hue, saturasi, intensitas).

Hasilnya adalah perhitungan luas area proyeksi citra mangga yang dinyatakan dalam piksel mempunyai hubungan erat dengan data berat mangga yang didapat dari pengukuran langsung (penimbangan buah), dengan ini dapat diartikan semakin besar mangga semakin berat bobotnya yang menyebabkan semakin besar proyeksi dari bidang dua dimensi citra. Akan tetapi parameter ketuaan yang digunakan yaitu bentuk, warna, dan tekstur tidak menunjukkan korelasi dengan parameter ketuaan yang diukur langsung yaitu kekerasan dan padatan terlarut. Hal ini menunjukkan tingkat ketuaan mangga tidak dapat ditentukan dari citra warna melalui tiga parameter tersebut. Sedangkan dengan metode RGB, indeks warna merah tidak menunjukkan hubungan dengan nilai kekerasan dan total padatan terlarut yang diukur secara langsung. Hal yang sama terjadi pada indeks warna hijau dan biru yang diketahui ada perubahan warna dari warna segar menjadi agak gelap namun perbedaannya tidak signifikan. Untuk metode HSI juga tidak dapat membantu memperlihatkan hubungan antara tingkat ketuaan dengan warna kulit mangga. Sehingga dapat diketahui kriteria mutu buah mangga dengan menggunakan pengukuran, area dari citra buah mangga, bentuk, warna kulit, tekstur kulit, dan permukaan kulit buah mangga yang sehat ataupun cacat (Ahmad, 2002).

2.8.2 Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Pendugaan Mutu Mangga Segar Secara Non-Destruktif

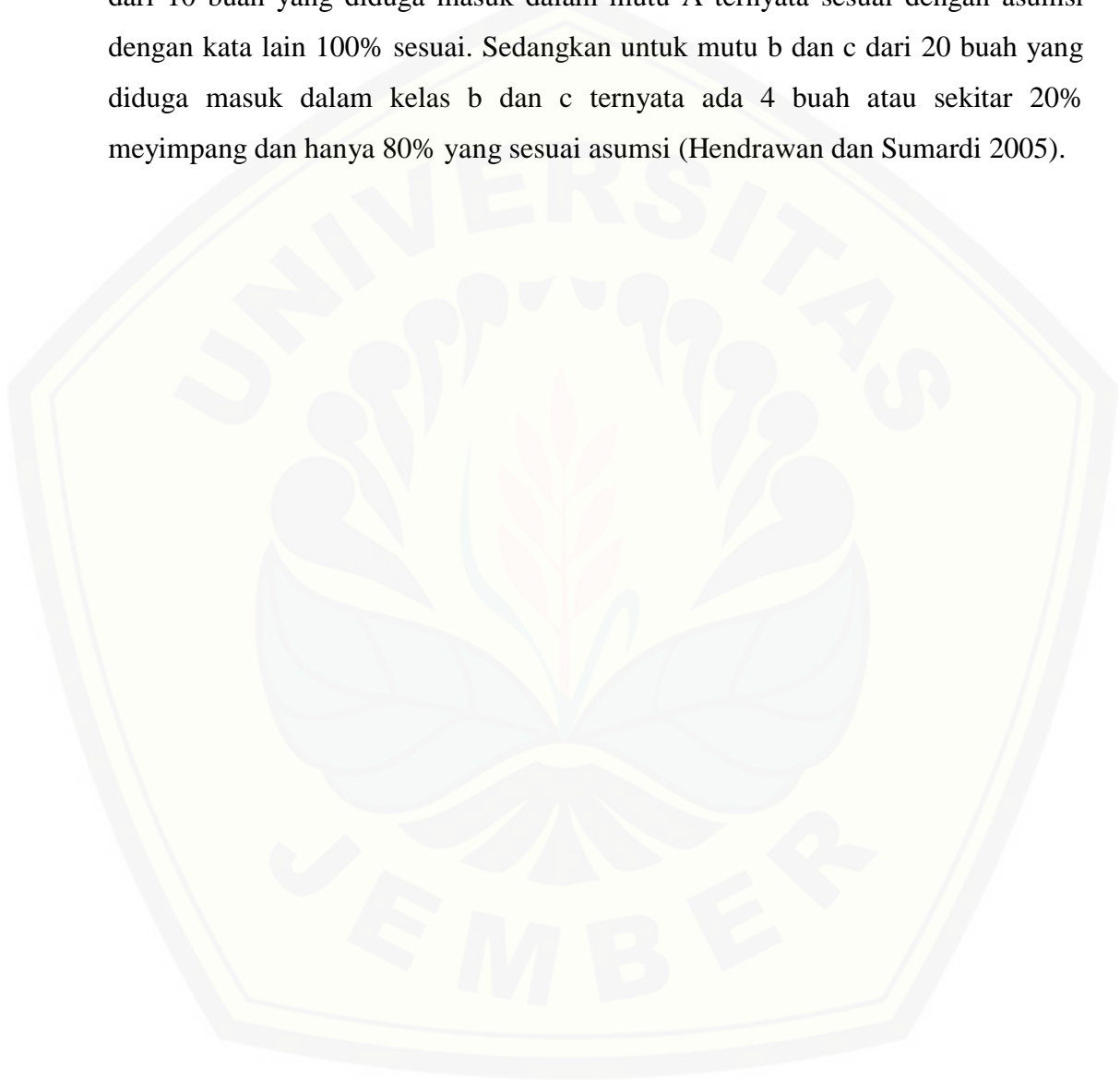
Penelitian ini merupakan sebuah penelitian mutu buah menggunakan citra digital syaraf tiruan buah mangga segar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang arsitektur jaringan syaraf tiruan yang sesuai untuk menduga mutu mangga,

berdasarkan data citra dan mempelajari pengaruh data pengolahan citra terhadap mutu mangga. Salah satu alternatif teknologinya yaitu menggunakan pengolahan citra dengan metode kuantitatif secara non-destruktif (tanpa merusak bahan). Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 40 buah pada masing-masing mutu yaitu mutu I, II, dan mutu III. Model yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 jenis model penelitian yaitu, model penelitian menggunakan JST dengan 8 buah masukan dan 8 buah keluaran untuk mutu I, II, dan III, model kedua menggunakan 5 buah masukan dan 3 buah keluaran untuk mutu I, II, dan III. Sedangkan untuk model ketiga menggunakan 7 masukan dan menghasilkan 3 buah keluaran mutu I, II, dan III. Dengan parameter pengukurannya adalah mengetahui R, G, B (red, green, blue), berat, luas, dan komponen tekstur. Sehingga kesimpulan dari penelitian pemutuan dengan metode JST secara non-destruktif adalah tingkat akurasi tertinggi terdapat pada model III dan yang terendah pada model I, sehingga kesalahan prediksi jaringan syaraf tiruan terbagi menjadi 2 yaitu salah klasifikasi dan tidak salah klasifikasi. Hal ini dibuktikan pada model I dan II untuk mutu I dan II kesalahan terbanyak tidak terklasifikasi, sedangkan untuk mutu III terbanyak salah klasifikasi. Dalam memprediksi mangga model terbaik adalah model III dengan iterasi 2500 dan 5000 yang dapat memprediksi mangga dengan tingkat kesalahan 0% (Sandra, 2005).

2.8.3 Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis dengan Teknik Pengolahan Citra

Penelitian ini dilakukan untuk memutuskan buah belimbing Demak, Blitar, Jawa Timur dengan menggunakan metode citra digital. Adapun bahan yang digunakan dalam pemutuan ini adalah 10 buah untuk setiap standar mutu yang terbagi menjadi tiga mutu yaitu mutu A, B, dan C. parameter pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah indeks red, panjang buah, lebar buah, dan luas area. Setelah dilakukan pengujian terhadap mutu buah belimbing berdasarkan kelas mutu, berdasarkan indeks red yang termasuk dalam mutu a dan b adalah buah yang memiliki kisaran indeks *red* antara 0.402-0.46, sedangkan buah yang masuk dalam mutu c memiliki kisaran 0.37-0.401, dari hasil pemutuan

berdasarkan indeks *red* 20 buah belimbing yang diduga mutu a dan b 100% sesuai dengan asumsi. Pendugaan berdasarkan lebar buah, buah yang masuk golongan a merupakan buah yang memiliki kisaran lebar antara 100-125 piksel. Sedangkan yang masuk dalam kategori b dan c memiliki kisaran lebar 76-90 piksel. Hasilnya dari 10 buah yang diduga masuk dalam mutu A ternyata sesuai dengan asumsi dengan kata lain 100% sesuai. Sedangkan untuk mutu b dan c dari 20 buah yang diduga masuk dalam kelas b dan c ternyata ada 4 buah atau sekitar 20% meyimang dan hanya 80% yang sesuai asumsi (Hendrawan dan Sumardi 2005).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada bulan Desember 2015 sampai dengan Maret 2016.

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Kamera CCD (*Charge Couple Device*) sebagai alat penangkap citra
- b. Empat buah lampu TL dengan daya 5 Watt (220 Volt) sebagai alat bantu pencahayaan.
- c. Kain berwarna putih sebagai alas bahan
- d. Perangkat komputer sebagai perangkat keras pengolah citra
- e. Program Sharp Develop 4.2

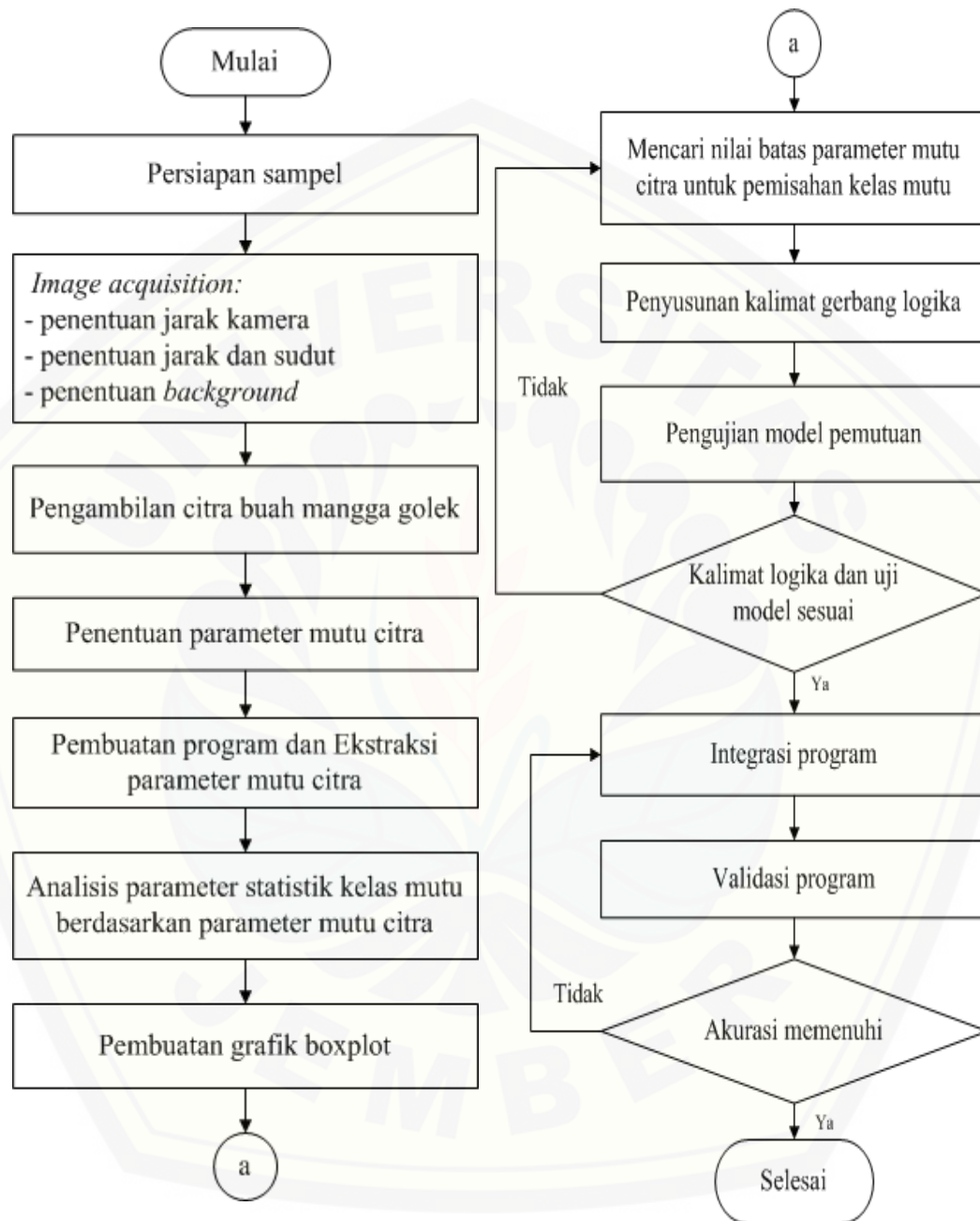
3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah mangga golek segar dengan kelas mutu super, A, B, dan RJ (reject) yang diperoleh dari daerah Probolinggo, Jawa Timur. Varietas buah mangga golek yang digunakan adalah mangga golek dengan keseluruhan sampel yang digunakan adalah 160 buah, 40 buah untuk data *training* per mutu dan 25% atau 10 buah untuk data validasi per mutu.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan satu kamera untuk menangkap citra dari sisi atas. Penelitian ini menggunakan sistem pengukuran mutu buah mangga golek dengan teknik pengolahan citra (*image*

percessing). Gambar 3.1 berikut ini adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Program Pengolahan Citra

Tahapan program pengolahan citra buah mangga golek yang dibuat pada penelitian ini bertujuan menganalisa citra untuk menentukan parameter mutu seperti, area, perimeter, area cacat, lebar, panjang, r , dan g buah mangga golek. Penyajian informasi variabel mutu yang akan dianalisis dibuat dalam bentuk *file* teks.

3.5 Persiapan Sampel

Mangga golek yang digunakan pada penelitian ini didapatkan langsung dari pengepul di daerah Probolinggo. Setelah buah dipetik, buah dimutukan secara manual di tempat pengepul mangga golek. Pemutuan manual yang dilakukan oleh pengepul adalah pemutuan menggunakan metode berat dan perkiraan area cacat untuk menentukan jenis mutu buah. Buah yang digunakan merupakan buah dengan kualitas Super, A, B, dan *Reject* dengan jumlah masing-masing kelas 40 buah untuk data *training*, sedangkan untuk data validasi sejumlah 25 % dari data *training* yaitu 10 buah untuk masing-masing kelas. Total keseluruhan sampel yang digunakan adalah 160 buah.

Tabel 3.1 Kriteria bobot dalam penentuan kelas mutu manual

Mutu	Ukuran (Gram)
A	>400
B	300- 400
C	200- 300
R	100- 200

Sumber : (Setiawan, 2015)

3.6 Variabel Mutu Pengolahan Citra untuk Pengelompokan Mutu Buah Mangga Golek

Kelas mutu buah mangga golek dibedakan berdasarkan sifat-sifat umum dari buah mangga dan cacat yang ada pada buah tersebut. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan buah mangga golek secara manual yaitu:

1. Keseragaman dalam ukuran, bentuk, dan warnanya.
2. Cacat yang terlihat dari warna buah yaitu warna menjadi kuning pada varietas hijau akibat terbakar sinar matahari..
3. Cacat karena adanya penyimpangan pada bentuk buah misalnya busuk.
4. Cacat kulit karena tergores, terbakar akibat sinar matahari, dan noda akibat getah.

Dari aspek di atas maka variabel mutu manual yang mungkin dapat digunakan untuk menentukan mutu buah mangga golek adalah: (1) ukuran; (2) warna; (3) bentuk; dan (4) kecacatan. Selanjutnya variabel mutu manual tersebut akan dikonversi kedalam fitur citra sehingga diperoleh variabel mutu citra.

Tabel 3.2 Variabel mutu buah mangga golek dan Variabel mutu citra

No	Variabel mutu manual Mangga Golek	Variabel mutu Citra	Uraian
1	Ukuran	Area, panjang dan lebar	Ukuran Mangga golek memiliki korelasi dengan variabel mutu citra area, panjang dan lebar. Area, panjang dan lebar buah mangga golek memiliki dimensi piksel.
2	Bentuk	Perimeter	Variabel mutu yang dapat merepresentasikan bentuk adalah perimeter. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel.
3	Warna	r, g, b dan hue	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit mangga golek adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks warna biru (b) dan nilai <i>hue</i> (H).
4	Cacat	Area cacat	Variabel mutu yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan dari mangga golek 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.

Berdasarkan tabel diatas, maka variabel mutu citra yang akan diekstraksi dari citra buah mangga golek adalah area, panjang, lebar, bentuk, area cacat, dan warna.

3.7 Image Aquisition

Tahapan *image aquisition* pada penelitian ini bertujuan agar citra mangga golek bebas dari bayangan, warna mendekati obyek aslinya, tidak terjadi pantulan cahaya berlebih, dan tidak ada efek dari *background*. Langkah-langkah *image aquisition* adalah sebagai berikut ini.

1. Menentukan jarak kamera.
2. Menentukan jarak dan posisi lampu.
3. Memilih background kain sebagai alas obyek
4. Mengatur *saturation* (kejenuhan warna) dan *hue* (corak warna) pada program IC Capture.
5. Mencari nilai intensitas cahaya lampu terhadap obyek menggunakan lux meter.

3.8 Pengambilan Citra Buah Mangga Golek

Berikut ini merupakan langkah-langkah perekaman citra berdasarkan prosedur *image aquisition* yang telah ditetapkan.

1. Meletakkan sampel mangga golek nomer 1 (kelas Super) di atas kain berwarna putih sebagai latar belakang dan di bawah kamera CCD dengan ketinggian dan sudut diperoleh dari prosedur *image aquisition*.
2. Merekam citra dalam format RGB dengan program IC Capture dari TIS.
3. Menyimpan *file* dengan format bmp.
4. Mengulangi langkah 1-3 untuk sampel berikutnya hingga semua sampel terekam.

3.9 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Mutu Citra

Langkah-langkah ekstraksi citra adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat program *image processing* dengan *software Sharp Develop 4.2*.
2. Membuka file citra nomer 1.

3. Menentukan area mangga golek dengan proses segmentasi citra.
4. Menentukan perimeter mangga golek yang dihitung dari piksel perbatasan antara obyek dengan *background* pada citra biner.
5. Menentukan area cacat mangga golek dengan proses binerisasi dengan fungsi *threshold* pada sinyal RGB.
6. Menentukan nilai *r* dan *g* dari nilai rata-rata indeks warna merah dan indeks warna hijau pada areal mangga golek yang tidak cacat (berwarna putih), nilai *r* dan *g* area buah mangga golek yang cacat tidak perlu dihitung.
7. Menyimpan nilai-nilai variabel mutu citra menjadi file teks.
8. Mengulangi langkah 2-6 untuk file berikutnya sampai semua file terekstraksi.

3.10 Penilaian Terhadap Variabel Mutu dengan Kriteria Mutu Berdasarkan Pemisahan Manual

Penilaian variabel mutu bertujuan untuk melakukan penilaian terhadap parameter mutu citra yang akan digunakan untuk memisahkan kelas mutu dan sebagai nilai batas (*threshold*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut.

1. Membuat tabulasi data dari file teks kedalam file excel.
2. Menghitung keseluruhan dari data variabel mutu cira yang telah diambil.
3. Membuat boxplot kelas mutu terhadap variabel mutu citra.
4. Menentukan boxplot kelayakan variabel mutu citra untuk memisahkan kelas mutu citra.
5. Mengulangi langkah 2-4 untuk variabel citra yang lain

3.11 Penyusunan Kalimat Logika

Pengolahan data dilakukan menggunakan analisis statistik untuk mengetahui atau menentukan batasan nilai variabel mutu citra tiap kelas mutu buah mangga golek. Prosedur yang akan dilakukan dalam pengolahan data yaitu :

1. Menentukan nilai batasan yang dapat digunakan untuk memisahkan tiap sampel berdasarkan kelas mutunya.
2. Menyusun pernyataan logika berdasarkan batasan nilai yang diperoleh dari prosedur parameter mutu citra.

3. 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 = (jumlah prediksi yang tepat/jumlah sampel) * 100%).
4. Menentukan model kalimat logika tingkat kesesuaian mutu paling baik.
5. Jika tingkat kesesuaian mutu belum mendapatkan akurasi yang baik maka mengulangi langkah 1.
6. Mengulangi prosedur 1-5 untuk variabel mutu citra yang lainnya yaitu: area, lebar, tinggi, perimeter, dan area cacat buah mangga golek.

3.12 Validasi Program

Berikut ini merupakan langkah-langkah validasi program untuk pemutuan buah mangga golek.

1. Mengintegrasikan model kalimat logika pada prosedur 3.10 ke dalam program sehingga menghasilkan output kelas mutu buah mangga golek.
2. Menguji keluaran kelas untuk program data testing menggunakan citra manual
3. Jika validasi tidak sesuai dengan tingkat kesesuaian mutu maka mengulang langkah 1.
4. Mencatat hasil yang telah sesuai pada tabel citra manual

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemutuan dengan metode citra digital adalah metode pemutuan yang membandingkan variabel pemutuan dengan variabel hasil ekstraksi sifat-sifat citra seperti area, tinggi, diameter, perimeter, cacat, indeks r, g, dan b.
2. Berdasarkan nilai dan variabel yang digunakan dalam penyusunan program adalah nilai dari variabel manga golek, sehingga program pengolahan citra ini hanya dapat digunakan untuk memutuskan jenis buah manga golek.
3. Variabel mutu citra terdiri dari, area, tinggi, diameter, perimeter, cacat, indeks r, g, dan b, sedangkan variabel mutu citra yang digunakan sebagai input data untuk mengidentifikasi kelas mutu terbaik pada program pemutuan manga golek berdasarkan grafik boxplot dari delapan variabel mutu citra adalah area dan area cacat.
4. Berdasarkan uji validasi dengan tiga kombinasi dari lima variabel di dapatkan akurasi mutu terbaik sebesar 95.11% dari kombinasi area dan area cacat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai hasil uji validasi dengan akurasi sebesar 95,11%. Mengacu pada nilai hasil uji validasi yang tidak mencapai akurasi 100% kemungkinan hal tersebut disebabkan adanya beberapa sampel buah yang dimutukan oleh pengepul tidak sesuai dengan variabel mutu citra mengakibatkan akurasi tidak mencapai 100%. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan cara memutuskan buah sendiri menggunakan acuan SNI buah manga, sehingga dapat menentukan kriteria mutu buah sesuai dengan SNI buah manga yang diharapkan dapat meminimalisir tumpang tindih data pada variabel mutu citra atau dengan menggunakan metode lain seperti jaringan saraf tiruan untuk melihat tingkat akurasi dari kedua metode tersebut.

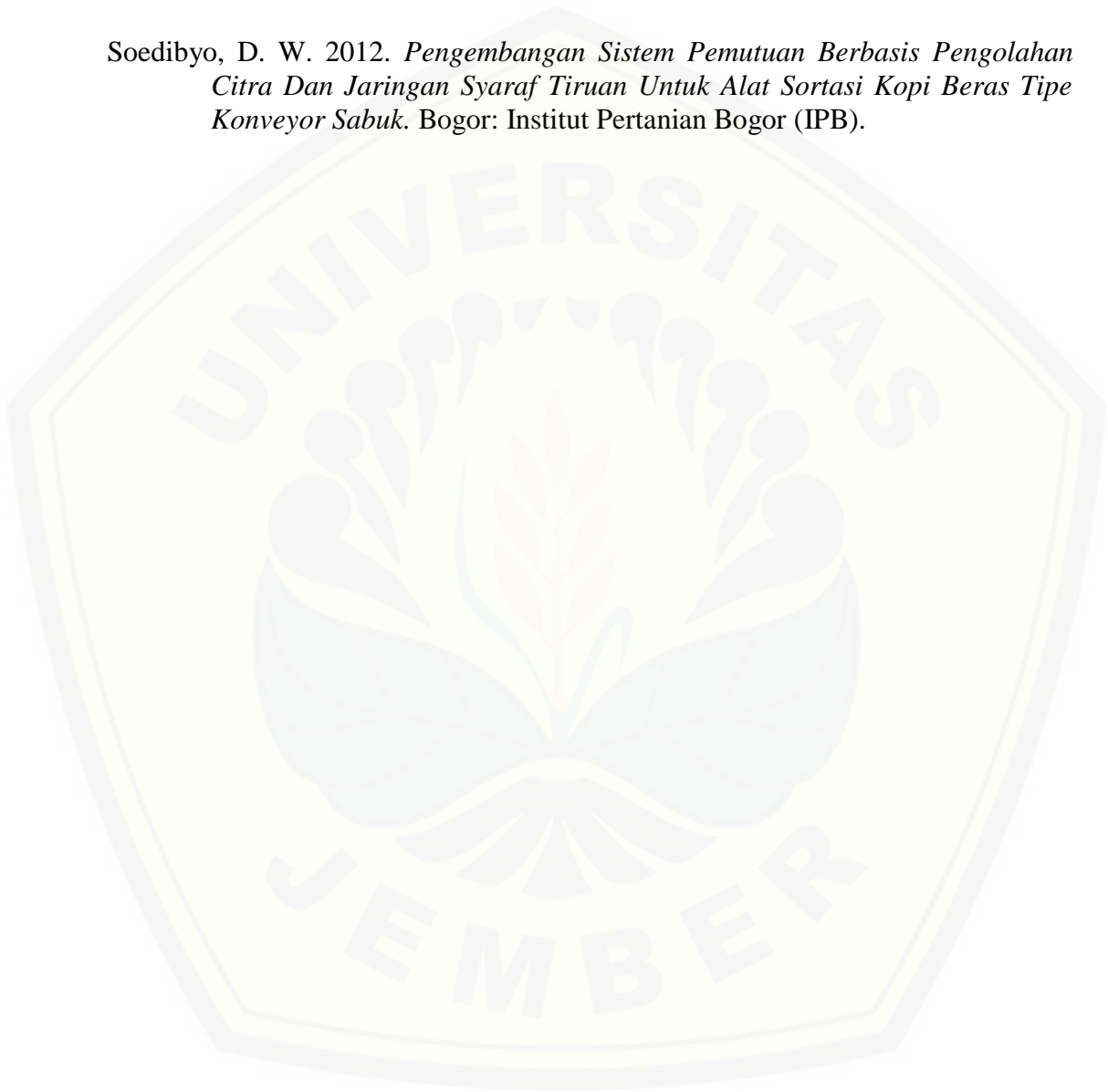
DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1991. *Budi Daya Tanaman Mangga*. [Serial on line]. <https://books.google.co.id/books?id=j02Pj6omzlsC&pg=PA5&dq=Budi+Daya+Tanaman+Mangga&hl=en&sa=X&ved=0CBsQ6AEwAGoVChMI8vXpysWQxgIVyzC8Ch0G5ACn#v=onepage&q=Budi%20Daya%20Tananan%20Mangga&f=false>. [23 April 2015].
- Ahmad, U. 2002. *Pengolahan Citra Untuk Pemeriksaan Mutu Buah Mangga*. [Serial on line]. [http:// repository. ipb. ac.id/ bitstream /handle /123456789/29287/BKP021601uah2002_No1_3041.pdf;jsessionid=C77337E0A79ACF19EA4D7B2788994B9A?sequence=1/pdf](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/29287/BKP021601uah2002_No1_3041.pdf;jsessionid=C77337E0A79ACF19EA4D7B2788994B9A?sequence=1/pdf). [23 April 2015].
- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Bogor: Garaha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *SNI 3164:2009 (Mangga)*. [Serial on line]. http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/9481. [15 Mei 2015].
- Broto, W. 2011. *Peran Teknologi Penanganan Pascapanen di Sentra Produksi Mangga*. [Serial on line]. [http:// pascapanen. litbang. Pertanian. go. Id /assets/media/publikasi/bulletin/Buletin Pascapanen 7.2 4 2011.pdf](http://pascapanen.litbang.pertanian.go.id/assets/media/publikasi/bulletin/Buletin Pascapanen 7.2 4 2011.pdf). [17 Maret 2014].
- Hendrawan, Y. dan Sumardi, H. S. 2005. *Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis (Averrhoa Carambola L.) Dengan Teknik Pengolahan Citra*. [Serial on line]. [http:// jtp. ub. ac. id/index. Php /jtp /article /viewFile/200/576.pdf](http://jtp.ub.ac.id/index.Php/jtp/article/viewFile/200/576.pdf). [27 April 2015].
- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung.
- Purnama, I. N., Sarma, M., dan Najib, M. 2014. *Strategi Peningkatan Pemasaran Mangga di Pasar Internasional (The Enhancement Strategies for Indonesian Mango Marketing in International Market)*. [Serial Online]. http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/jurnal_pdf/241/11.%20Purnama.pdf. [15 Mei 2015]
- Sandra. 2005. *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pendugaan Mutu Mangga Segar Secara Non-Destruktif*. [Serial on line]. [http://Fjtp.ub.ac.Id//Findex. php/Fjtp/Farticle/Fdownload/F565.pdf](http://fjtp.ub.ac.id/Findex.php/Fjtp/Farticle/Fdownload/F565.pdf). [24 April 2015].

Setiawan, E. Wawancara Langsung. “Mutu Buah Mangga Golek”. Probolinggo. 08 Desember 2015.

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

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



LAMPIRAN

1. Data Sebaran Threshold *Background* vs Obyek

Sebaran Treshold Background Vs Obyek					
R	R	G	G	B	B
85	93	84	79	77	90
72	117	81	108	66	107
66	114	65	114	51	104
51	98	51	104	41	92
36	179	30	172	10	175
91	141	101	127	21	132
20	124	21	118	14	130
48	130	44	120	10	125
68	155	63	145	13	149
101	109	139	107	15	114
56	128	80	119	19	128

2. Data Sebaran Threshold Area vs Cacat

Sebaran Treshold Area Cacat Vs Obyek							
R	R	G	G	B	B	H	H
12	59	12	69	12	7	32	55
26	66	26	93	28	10	27	47
29	57	20	81	16	25	23	43
40	80	33	119	39	16	21	56
31	74	22	89	21	11	26	60
45	115	35	53	13	20	0	40
34	110	19	126	1	28	33	63
26	72	14	99	6	16	35	58
33	65	21	62	14	0	25	41
29	72	19	92	8	11	31	45
32	77	21	105	5	17	22	58

3. Data Training Nilai Variabel Mutu Citra Mangga Golek

a. Mutu A

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)								
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue
1	A	162592	300	691	1582	741	0.442	0.500	0.058	235.117
2	A	212572	379	736	1671	547	0.406	0.496	0.099	250.181
3	A	161783	333	642	1461	174	0.383	0.495	0.122	242.106
4	A	165582	339	637	1478	9	0.368	0.507	0.125	270.000
5	A	180588	343	699	1580	497	0.392	0.502	0.106	247.205
6	A	180202	321	709	1625	6	0.396	0.508	0.096	263.729
7	A	181195	348	661	1542	107	0.422	0.488	0.090	234.267
8	A	210712	356	759	1706	892	0.388	0.490	0.122	257.567
9	A	172247	329	686	1544	202	0.373	0.508	0.119	247.205
10	A	191773	352	699	1622	163	0.383	0.495	0.121	241.866
11	A	177839	330	690	1584	207	0.384	0.508	0.108	247.205
12	A	179466	322	714	1652	30	0.390	0.512	0.098	360.000
13	A	202910	353	747	1714	62	0.388	0.510	0.103	360.000
14	A	195054	355	722	1651	762	0.369	0.491	0.140	257.567
15	A	177611	358	646	1540	1562	0.404	0.516	0.080	360.000
16	A	204750	373	726	1646	43	0.391	0.484	0.125	254.363
17	A	190287	332	732	1664	864	0.378	0.487	0.135	249.048
18	A	183569	326	739	1636	506	0.379	0.489	0.132	242.106
19	A	182304	339	704	1579	36	0.385	0.509	0.106	251.928
20	A	168207	324	668	1525	234	0.381	0.486	0.133	263.729
21	A	187351	349	680	1699	0	0.394	0.512	0.093	360.000
22	A	183407	346	693	1563	18	0.397	0.504	0.099	251.100
23	A	193231	378	714	1618	193	0.386	0.503	0.111	257.567
24	A	157029	347	587	1444	1608	0.423	0.473	0.105	241.187
25	A	209929	361	747	1695	90	0.402	0.499	0.100	238.935
26	A	208837	384	703	1636	14	0.398	0.489	0.113	250.020
27	A	184265	366	651	1519	348	0.406	0.492	0.102	247.205
28	A	186153	348	721	1640	63	0.405	0.500	0.095	263.729
29	A	188011	332	734	1654	196	0.387	0.504	0.108	360.000
30	A	183246	352	668	1608	3	0.389	0.506	0.105	360.000

b. Mutu B

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)								
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue
1	B	155004	314	643	1473	90	0.385	0.501	0.115	249.864
2	B	128801	297	564	1309	230	0.390	0.497	0.113	242.106
3	B	127625	289	570	1357	374	0.383	0.513	0.104	247.205
4	B	136462	280	635	1423	9	0.392	0.512	0.096	250.292
5	B	132452	284	588	1351	8	0.378	0.515	0.107	246.485
6	B	128397	293	571	1342	6	0.389	0.517	0.094	250.292
7	B	128089	284	580	1364	249	0.382	0.513	0.105	255.515
8	B	135127	335	538	1436	96	0.379	0.511	0.110	235.453
9	B	142556	300	602	1388	8	0.388	0.509	0.103	251.100
10	B	130605	270	615	1399	1077	0.429	0.507	0.065	360.000
11	B	132728	296	569	1318	127	0.390	0.506	0.104	241.187
12	B	132677	269	636	1407	143	0.378	0.525	0.097	239.991
13	B	125402	268	598	1348	6	0.379	0.515	0.107	251.928
14	B	139359	288	622	1415	492	0.380	0.516	0.104	251.928
15	B	134142	305	564	1320	62	0.397	0.507	0.096	241.187
16	B	129138	274	583	1347	16	0.380	0.508	0.112	246.826
17	B	138860	298	590	1393	276	0.399	0.497	0.104	239.991
18	B	139891	288	612	1422	30	0.396	0.498	0.107	263.729
19	B	125767	318	543	1311	96	0.391	0.509	0.100	249.932
20	B	127772	288	581	1314	146	0.393	0.510	0.097	241.187
21	B	139344	319	578	1337	146	0.389	0.487	0.124	241.187
22	B	125601	268	598	1353	270	0.400	0.502	0.097	270.000
23	B	142233	284	625	1468	15	0.391	0.529	0.080	239.991
24	B	152628	311	649	1493	18	0.394	0.538	0.068	255.515
25	B	154453	316	633	1484	66	0.387	0.528	0.085	247.205
26	B	150223	285	673	1541	569	0.390	0.507	0.102	250.885
27	B	146296	317	591	1428	134	0.397	0.519	0.084	255.515
28	B	153493	300	664	1501	137	0.394	0.514	0.092	255.515
29	B	129623	304	551	1318	464	0.385	0.488	0.128	238.081
30	B	145338	293	630	1429	91	0.401	0.499	0.100	247.205

c. Mutu C

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)								
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue
1	C	117985	250	593	1339	464	0.413	0.519	0.068	239.991
2	C	95946	236	525	1249	338	0.422	0.520	0.058	270.000
3	C	91171	228	515	1179	743	0.406	0.526	0.069	239.991
4	C	91347	242	523	1198	1296	0.460	0.501	0.039	235.453
5	C	90962	234	493	1147	108	0.406	0.519	0.076	255.515
6	C	92892	234	502	1184	293	0.394	0.542	0.064	0.000
7	C	117223	277	561	1324	80	0.390	0.503	0.107	360.000
8	C	123886	272	598	1359	31	0.386	0.515	0.099	360.000
9	C	89981	244	480	1128	131	0.399	0.527	0.074	0.000
10	C	101661	230	577	1261	161	0.423	0.508	0.069	246.826
11	C	94226	233	517	1192	378	0.416	0.511	0.073	250.885
12	C	101463	259	510	1185	135	0.423	0.512	0.066	221.399
13	C	108563	255	538	1243	956	0.410	0.513	0.077	247.631
14	C	102152	246	529	1223	718	0.428	0.518	0.054	360.000
15	C	95839	230	558	1243	819	0.402	0.506	0.091	263.729
16	C	104465	244	554	1259	332	0.457	0.500	0.043	221.399
17	C	92991	238	539	1198	463	0.414	0.521	0.065	360.000
18	C	106953	254	546	1232	116	0.438	0.511	0.051	250.885
19	C	114779	260	572	1307	315	0.419	0.519	0.062	235.453
20	C	122492	272	578	1319	363	0.380	0.508	0.112	246.826
21	C	110740	411	676	1301	396	0.431	0.515	0.054	360.000
22	C	100691	254	517	1229	264	0.497	0.470	0.034	239.991
23	C	118492	254	586	1332	148	0.471	0.484	0.044	224.990
24	C	119655	282	559	1283	1822	0.453	0.500	0.047	215.254
25	C	105390	256	538	1237	1472	0.470	0.494	0.037	239.991
26	C	114651	258	567	1296	290	0.417	0.503	0.079	263.729
27	C	102142	248	525	1203	662	0.465	0.486	0.049	209.989
28	C	105534	263	527	1207	471	0.434	0.514	0.052	255.515
29	C	104494	240	550	1250	111	0.416	0.524	0.060	360.000
30	C	91908	244	486	1162	836	0.440	0.496	0.064	224.990

d. Mutu Reject

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)								
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue
1	R	75835	220	447	1069	1593	0.414	0.522	0.064	209.989
2	R	71962	227	402	1011	849	0.433	0.512	0.055	235.453
3	R	88316	236	483	1109	105	0.455	0.493	0.052	238.081
4	R	63499	216	473	947	371	0.460	0.488	0.052	239.991
5	R	72210	232	435	1022	1828	0.417	0.513	0.071	247.205
6	R	89417	248	463	1086	32	0.388	0.527	0.085	239.991
7	R	63162	210	487	991	804	0.419	0.513	0.068	360.000
8	R	62106	209	408	965	467	0.404	0.508	0.088	249.287
9	R	68572	248	410	1014	416	0.409	0.514	0.077	247.205
10	R	45098	188	460	851	2496	0.430	0.494	0.077	209.989
11	R	70550	216	509	1027	410	0.423	0.511	0.066	239.991
12	R	72759	202	484	1110	472	0.376	0.529	0.094	0.000
13	R	62708	209	400	967	328	0.446	0.501	0.053	250.885
14	R	64266	225	373	959	866	0.414	0.517	0.070	90.000
15	R	71751	236	417	1013	2067	0.403	0.511	0.086	250.885
16	R	71910	202	485	1121	1890	0.425	0.519	0.056	247.205
17	R	57270	203	371	920	854	0.411	0.519	0.070	360.000
18	R	66340	226	403	966	237	0.417	0.515	0.068	30.002
19	R	63299	196	425	1006	1532	0.405	0.502	0.093	221.399
20	R	57390	190	369	935	1211	0.421	0.499	0.080	250.885
21	R	63498	208	411	946	371	0.460	0.488	0.052	239.991
22	R	65160	218	392	948	977	0.401	0.527	0.072	239.991
23	R	75884	225	447	1148	1003	0.411	0.513	0.077	90.000
24	R	78010	215	489	1136	3670	0.406	0.518	0.076	239.991
25	R	63371	206	401	961	448	0.407	0.509	0.084	235.453
26	R	70075	257	461	1024	542	0.394	0.519	0.086	360.000
27	R	83001	246	459	1076	513	0.410	0.523	0.067	255.515
28	R	81204	224	462	1106	93	0.420	0.501	0.079	249.864
29	R	61376	190	415	982	379	0.405	0.499	0.095	247.205
30	R	87881	244	537	1137	161	0.500	0.472	0.029	360.000

4. Data Training Hasil Olahan Program Pengolahan Semua Kelas Mutu

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Pendugaan
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	Mutu
1	A	162592	300	691	1582	741	0.442	0.500	0.058	235.117	A
2	A	212572	379	736	1671	547	0.406	0.496	0.099	250.181	A
3	A	161783	333	642	1461	174	0.383	0.495	0.122	242.106	A
4	A	165582	339	637	1478	9	0.368	0.507	0.125	270.000	A
5	A	180588	343	699	1580	497	0.392	0.502	0.106	247.205	A
6	A	180202	321	709	1625	6	0.396	0.508	0.096	263.729	A
7	A	181195	348	661	1542	107	0.422	0.488	0.090	234.267	A
8	A	210712	356	759	1706	892	0.388	0.490	0.122	257.567	A
9	A	172247	329	686	1544	202	0.373	0.508	0.119	247.205	A
10	A	191773	352	699	1622	163	0.383	0.495	0.121	241.866	A
11	A	177839	330	690	1584	207	0.384	0.508	0.108	247.205	A
12	A	179466	322	714	1652	30	0.390	0.512	0.098	360.000	A
13	A	202910	353	747	1714	62	0.388	0.510	0.103	360.000	A
14	A	195054	355	722	1651	762	0.369	0.491	0.140	257.567	A
15	A	177611	358	646	1540	1562	0.404	0.516	0.080	360.000	A
16	A	204750	373	726	1646	43	0.391	0.484	0.125	254.363	A
17	A	190287	332	732	1664	864	0.378	0.487	0.135	249.048	A
18	A	183569	326	739	1636	506	0.379	0.489	0.132	242.106	A
19	A	182304	339	704	1579	36	0.385	0.509	0.106	251.928	A
20	A	168207	324	668	1525	234	0.381	0.486	0.133	263.729	A
21	A	187351	349	680	1699	0	0.394	0.512	0.093	360.000	A
22	A	183407	346	693	1563	18	0.397	0.504	0.099	251.100	A
23	A	193231	378	714	1618	193	0.386	0.503	0.111	257.567	A
24	A	157029	347	587	1444	1608	0.423	0.473	0.105	241.187	A
25	A	209929	361	747	1695	90	0.402	0.499	0.100	238.935	A
26	A	208837	384	703	1636	14	0.398	0.489	0.113	250.020	A
27	A	184265	366	651	1519	348	0.406	0.492	0.102	247.205	A
28	A	186153	348	721	1640	63	0.405	0.500	0.095	263.729	A
29	A	188011	332	734	1654	196	0.387	0.504	0.108	360.000	A
30	A	183246	352	668	1608	3	0.389	0.506	0.105	360.000	A
31	B	155004	314	643	1473	90	0.385	0.501	0.115	249.864	B
32	B	128801	297	564	1309	230	0.390	0.497	0.113	242.106	B
33	B	127625	289	570	1357	374	0.383	0.513	0.104	247.205	B
34	B	136462	280	635	1423	9	0.392	0.512	0.096	250.292	B
35	B	132452	284	588	1351	8	0.378	0.515	0.107	246.485	B
36	B	128397	293	571	1342	6	0.389	0.517	0.094	250.292	B
37	B	128089	284	580	1364	249	0.382	0.513	0.105	255.515	B

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Pendugaan
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	Mutu
38	B	135127	335	538	1436	96	0.379	0.511	0.110	235.453	B
39	B	142556	300	602	1388	8	0.388	0.509	0.103	251.100	B
40	B	130605	270	615	1399	1077	0.429	0.507	0.065	360.000	B
41	B	132728	296	569	1318	127	0.390	0.506	0.104	241.187	B
42	B	132677	269	636	1407	143	0.378	0.525	0.097	239.991	B
43	B	125402	268	598	1348	6	0.379	0.515	0.107	251.928	B
44	B	139359	288	622	1415	492	0.380	0.516	0.104	251.928	B
45	B	134142	305	564	1320	62	0.397	0.507	0.096	241.187	B
46	B	129138	274	583	1347	16	0.380	0.508	0.112	246.826	B
47	B	138860	298	590	1393	276	0.399	0.497	0.104	239.991	B
48	B	139891	288	612	1422	30	0.396	0.498	0.107	263.729	B
49	B	125767	318	543	1311	96	0.391	0.509	0.100	249.932	B
50	B	127772	288	581	1314	146	0.393	0.510	0.097	241.187	B
51	B	139344	319	578	1337	146	0.389	0.487	0.124	241.187	B
52	B	125601	268	598	1353	270	0.400	0.502	0.097	270.000	B
53	B	142233	284	625	1468	15	0.391	0.529	0.080	239.991	B
54	B	152628	311	649	1493	18	0.394	0.538	0.068	255.515	B
55	B	154453	316	633	1484	66	0.387	0.528	0.085	247.205	B
56	B	150223	285	673	1541	569	0.390	0.507	0.102	250.885	B
57	B	146296	317	591	1428	134	0.397	0.519	0.084	255.515	B
58	B	153493	300	664	1501	137	0.394	0.514	0.092	255.515	B
59	B	129623	304	551	1318	464	0.385	0.488	0.128	238.081	B
60	B	145338	293	630	1429	91	0.401	0.499	0.100	247.205	B
61	C	117985	250	593	1339	464	0.413	0.519	0.068	239.991	C
62	C	95946	236	525	1249	338	0.422	0.520	0.058	270.000	C
63	C	91171	228	515	1179	743	0.406	0.526	0.069	239.991	C
64	C	91347	242	523	1198	1296	0.460	0.501	0.039	235.453	C
65	C	90962	234	493	1147	108	0.406	0.519	0.076	255.515	C
66	C	92892	234	502	1184	293	0.394	0.542	0.064	0.000	C
67	C	117223	277	561	1324	80	0.390	0.503	0.107	360.000	C
68	C	123886	272	598	1359	31	0.386	0.515	0.099	360.000	C
69	C	89981	244	480	1128	131	0.399	0.527	0.074	0.000	C
70	C	101661	230	577	1261	161	0.423	0.508	0.069	246.826	C
71	C	94226	233	517	1192	378	0.416	0.511	0.073	250.885	C
72	C	101463	259	510	1185	135	0.423	0.512	0.066	221.399	C
73	C	108563	255	538	1243	956	0.410	0.513	0.077	247.631	C
74	C	102152	246	529	1223	718	0.428	0.518	0.054	360.000	C
75	C	95839	230	558	1243	819	0.402	0.506	0.091	263.729	C
76	C	104465	244	554	1259	332	0.457	0.500	0.043	221.399	C
77	C	92991	238	539	1198	463	0.414	0.521	0.065	360.000	C

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Pendugaan
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
78	C	106953	254	546	1232	116	0.438	0.511	0.051	250.885	C
79	C	114779	260	572	1307	315	0.419	0.519	0.062	235.453	C
80	C	122492	272	578	1319	363	0.380	0.508	0.112	246.826	C
81	C	110740	411	676	1301	396	0.431	0.515	0.054	360.000	C
82	C	100691	254	517	1229	264	0.497	0.470	0.034	239.991	C
83	C	118492	254	586	1332	148	0.471	0.484	0.044	224.990	C
84	C	119655	282	559	1283	1822	0.453	0.500	0.047	215.254	C
85	C	105390	256	538	1237	1472	0.470	0.494	0.037	239.991	C
86	C	114651	258	567	1296	290	0.417	0.503	0.079	263.729	C
87	C	102142	248	525	1203	662	0.465	0.486	0.049	209.989	C
88	C	105534	263	527	1207	471	0.434	0.514	0.052	255.515	C
89	C	104494	240	550	1250	111	0.416	0.524	0.060	360.000	C
90	C	91908	244	486	1162	836	0.440	0.496	0.064	224.990	C
91	R	75835	220	447	1069	1593	0.414	0.522	0.064	209.989	REJECT
92	R	71962	227	402	1011	849	0.433	0.512	0.055	235.453	REJECT
93	R	88316	236	483	1109	105	0.455	0.493	0.052	238.081	REJECT
94	R	63499	216	473	947	371	0.460	0.488	0.052	239.991	REJECT
95	R	72210	232	435	1022	1828	0.417	0.513	0.071	247.205	REJECT
96	R	89417	248	463	1086	32	0.388	0.527	0.085	239.991	REJECT
97	R	63162	210	487	991	804	0.419	0.513	0.068	360.000	REJECT
98	R	62106	209	408	965	467	0.404	0.508	0.088	249.287	REJECT
99	R	68572	248	410	1014	416	0.409	0.514	0.077	247.205	REJECT
100	R	45098	188	460	851	2496	0.430	0.494	0.077	209.989	REJECT
101	R	70550	216	509	1027	410	0.423	0.511	0.066	239.991	REJECT
102	R	72759	202	484	1110	472	0.376	0.529	0.094	0.000	REJECT
103	R	62708	209	400	967	328	0.446	0.501	0.053	250.885	REJECT
104	R	64266	225	373	959	866	0.414	0.517	0.070	90.000	REJECT
105	R	71751	236	417	1013	2067	0.403	0.511	0.086	250.885	REJECT
106	R	71910	202	485	1121	1890	0.425	0.519	0.056	247.205	REJECT
107	R	57270	203	371	920	854	0.411	0.519	0.070	360.000	REJECT
108	R	66340	226	403	966	237	0.417	0.515	0.068	30.002	REJECT
109	R	63299	196	425	1006	1532	0.405	0.502	0.093	221.399	REJECT
110	R	57390	190	369	935	1211	0.421	0.499	0.080	250.885	REJECT
111	R	63498	208	411	946	371	0.460	0.488	0.052	239.991	REJECT
112	R	65160	218	392	948	977	0.401	0.527	0.072	239.991	REJECT
113	R	75884	225	447	1148	1003	0.411	0.513	0.077	90.000	REJECT
114	R	78010	215	489	1136	3670	0.406	0.518	0.076	239.991	REJECT
115	R	63371	206	401	961	448	0.407	0.509	0.084	235.453	REJECT
116	R	70075	257	461	1024	542	0.394	0.519	0.086	360.000	REJECT
117	R	83001	246	459	1076	513	0.410	0.523	0.067	255.515	REJECT

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Pendugaan Mutu
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
118	R	81204	224	462	1106	93	0.420	0.501	0.079	249.864	REJECT
119	R	61376	190	415	982	379	0.405	0.499	0.095	247.205	REJECT
120	R	87881	244	537	1137	161	0.500	0.472	0.029	360.000	REJECT

5. Data Validasi Menggunakan Input Pertama (area dan area cacat)

No.	Target	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
1	A	185643	352	677	1565	457	0.413	0.490	0.097	246.485	A
2	A	174905	340	668	1530	431	0.394	0.484	0.122	251.928	A
3	A	175093	334	681	1546	396	0.400	0.500	0.100	250.181	A
4	A	205657	374	716	1642	539	0.413	0.494	0.092	242.106	A
5	A	168407	330	668	1510	373	0.390	0.507	0.103	250.292	A
6	A	208938	347	773	1746	55	0.393	0.506	0.100	251.928	A
7	A	201430	356	735	1663	1061	0.432	0.479	0.090	250.292	A
8	A	155773	307	641	1477	489	0.396	0.504	0.100	257.567	B
9	A	159689	334	627	1469	741	0.403	0.520	0.077	249.864	A
10	A	158884	305	675	1534	91	0.398	0.513	0.089	360.000	A
11	B	152775	314	636	1455	847	0.393	0.493	0.114	241.187	B
12	B	147648	312	605	1422	149	0.400	0.498	0.102	270.000	B
13	B	150321	328	610	1439	1001	0.405	0.502	0.094	247.205	B
14	B	150420	323	595	1406	143	0.406	0.502	0.092	250.181	B
15	B	136247	310	580	1449	215	0.407	0.527	0.066	270.000	B
16	B	135641	303	586	1364	42	0.397	0.494	0.109	360.000	B
17	B	138339	321	568	1321	1104	0.417	0.495	0.087	247.205	B
18	B	141432	321	584	1357	157	0.397	0.500	0.103	242.106	B
19	B	123667	299	527	1313	440	0.398	0.500	0.102	247.631	C
20	B	149975	320	614	1521	228	0.383	0.516	0.101	235.117	B
21	C	104721	271	507	1198	268	0.382	0.518	0.101	247.205	C
22	C	93671	271	461	1176	2021	0.387	0.489	0.124	255.515	C
23	C	115356	273	537	1243	8	0.392	0.507	0.100	246.118	C
24	C	122262	277	570	1311	23	0.404	0.516	0.081	255.515	C
25	C	104999	292	478	1190	1319	0.389	0.492	0.119	235.117	C
26	C	118245	265	548	1285	11	0.390	0.518	0.092	249.864	C
27	C	109830	262	569	1273	879	0.386	0.517	0.097	249.864	C
28	C	123168	268	592	1342	68	0.393	0.515	0.092	251.100	C
29	C	114796	288	514	1238	1063	0.402	0.490	0.109	250.885	C
30	C	91969	237	503	1200	310	0.438	0.508	0.054	247.205	C
31	REJECT	69652	223	429	1010	869	0.395	0.522	0.083	239.991	REJECT
32	REJECT	77068	226	443	1053	295	0.399	0.518	0.083	247.205	REJECT

No	Target	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
33	REJECT	79529	197	520	1222	171	0.414	0.508	0.078	255.515	REJECT
34	REJECT	63327	360	625	982	1590	0.442	0.498	0.060	247.205	REJECT
35	REJECT	67582	217	410	987	857	0.408	0.514	0.078	360.000	REJECT
36	REJECT	65100	412	567	983	270	0.399	0.517	0.084	270.000	REJECT
37	REJECT	73712	267	625	1118	287	0.433	0.501	0.066	209.989	REJECT
38	REJECT	73946	402	592	1019	1490	0.423	0.505	0.072	360.000	REJECT
39	REJECT	62959	362	596	978	42	0.390	0.525	0.085	270.000	REJECT
40	REJECT	54531	370	568	929	2139	0.435	0.508	0.057	360.000	REJECT

6. Data Validasi Menggunakan Input Kedua (tinggi, diameter, perimeter)

No.	Target	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
1	A	185643	352	677	1565	457	0.413	0.490	0.097	246.485	A
2	A	174905	340	668	1530	431	0.394	0.484	0.122	251.928	A
3	A	175093	334	681	1546	396	0.400	0.500	0.100	250.181	A
4	A	205657	374	716	1642	539	0.413	0.494	0.092	242.106	A
5	A	168407	330	668	1510	373	0.390	0.507	0.103	250.292	A
6	A	208938	347	773	1746	55	0.393	0.506	0.100	251.928	A
7	A	201430	356	735	1663	1061	0.432	0.479	0.090	250.292	A
8	A	155773	307	641	1477	489	0.396	0.504	0.100	257.567	REJECT
9	A	159689	334	627	1469	741	0.403	0.520	0.077	249.864	REJECT
10	A	158884	305	675	1534	91	0.398	0.513	0.089	360.000	REJECT
11	B	152775	314	636	1455	847	0.393	0.493	0.114	241.187	REJECT
12	B	147648	312	605	1422	149	0.400	0.498	0.102	270.000	REJECT
13	B	150321	328	610	1439	1001	0.405	0.502	0.094	247.205	REJECT
14	B	150420	323	595	1406	143	0.406	0.502	0.092	250.181	REJECT
15	B	136247	310	580	1449	215	0.407	0.527	0.066	270.000	REJECT
16	B	135641	303	586	1364	42	0.397	0.494	0.109	360.000	REJECT
17	B	138339	321	568	1321	1104	0.417	0.495	0.087	247.205	C
18	B	141432	321	584	1357	157	0.397	0.500	0.103	242.106	REJECT
19	B	123667	299	527	1313	440	0.398	0.500	0.102	247.631	C
20	B	149975	320	614	1521	228	0.383	0.516	0.101	235.117	REJECT
21	C	104721	271	507	1198	268	0.382	0.518	0.101	247.205	REJECT
22	C	93671	271	461	1176	2021	0.387	0.489	0.124	255.515	REJECT
23	C	115356	273	537	1243	8	0.392	0.507	0.100	246.118	C
24	C	122262	277	570	1311	23	0.404	0.516	0.081	255.515	C
25	C	104999	292	478	1190	1319	0.389	0.492	0.119	235.117	REJECT
26	C	118245	265	548	1285	11	0.390	0.518	0.092	249.864	C
27	C	109830	262	569	1273	879	0.386	0.517	0.097	249.864	C

No	Target	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
28	C	123168	268	592	1342	68	0.393	0.515	0.092	251.100	REJECT
29	C	114796	288	514	1238	1063	0.402	0.490	0.109	250.885	C
30	C	91969	237	503	1200	310	0.438	0.508	0.054	247.205	REJECT
31	RIJECT	69652	223	429	1010	869	0.395	0.522	0.083	239.991	REJECT
32	RIJECT	77068	226	443	1053	295	0.399	0.518	0.083	247.205	REJECT
33	RIJECT	79529	197	520	1222	171	0.414	0.508	0.078	255.515	REJECT
34	RIJECT	63327	360	625	982	1590	0.442	0.498	0.060	247.205	REJECT
35	RIJECT	67582	217	410	987	857	0.408	0.514	0.078	360.000	REJECT
36	RIJECT	65100	412	567	983	270	0.399	0.517	0.084	270.000	REJECT
37	RIJECT	73712	267	625	1118	287	0.433	0.501	0.066	209.989	REJECT
38	RIJECT	73946	402	592	1019	1490	0.423	0.505	0.072	360.000	REJECT
39	RIJECT	62959	362	596	978	42	0.390	0.525	0.085	270.000	REJECT
40	RIJECT	54531	370	568	929	2139	0.435	0.508	0.057	360.000	REJECT

7. Data Validasi Menggunakan Input Ketiga (area, tinggi, diameter, perimeter, cacat)

No	Target	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	Red	Green	Blue	Hue	
1	A	185643	352	677	1565	457	0.413	0.490	0.097	246.485	A
2	A	174905	340	668	1530	431	0.394	0.484	0.122	251.928	A
3	A	175093	334	681	1546	396	0.400	0.500	0.100	250.181	A
4	A	205657	374	716	1642	539	0.413	0.494	0.092	242.106	A
5	A	168407	330	668	1510	373	0.390	0.507	0.103	250.292	A
6	A	208938	347	773	1746	55	0.393	0.506	0.100	251.928	A
7	A	201430	356	735	1663	1061	0.432	0.479	0.090	250.292	A
8	A	155773	307	641	1477	489	0.396	0.504	0.100	257.567	REJECT
9	A	159689	334	627	1469	741	0.403	0.520	0.077	249.864	REJECT
10	A	158884	305	675	1534	91	0.398	0.513	0.089	360.000	REJECT
11	B	152775	314	636	1455	847	0.393	0.493	0.114	241.187	REJECT
12	B	147648	312	605	1422	149	0.400	0.498	0.102	270.000	REJECT
13	B	150321	328	610	1439	1001	0.405	0.502	0.094	247.205	REJECT
14	B	150420	323	595	1406	143	0.406	0.502	0.092	250.181	REJECT
15	B	136247	310	580	1449	215	0.407	0.527	0.066	270.000	REJECT
16	B	135641	303	586	1364	42	0.397	0.494	0.109	360.000	REJECT
17	B	138339	321	568	1321	1104	0.417	0.495	0.087	247.205	REJECT
18	B	141432	321	584	1357	157	0.397	0.500	0.103	242.106	REJECT
19	B	123667	299	527	1313	440	0.398	0.500	0.102	247.631	B
20	B	149975	320	614	1521	228	0.383	0.516	0.101	235.117	REJECT

No	Mutu	Variabel Mutu Citra (<i>pixel</i>)									Hasil
		Area	Tinggi	Diameter	Perim	Cacat	0.382	0.518	0.101	247.205	
21	C	104721	271	507	1198	268	0.387	0.489	0.124	255.515	REJECT
22	C	93671	271	461	1176	2021	0.392	0.507	0.100	246.118	REJECT
23	C	115356	273	537	1243	8	0.404	0.516	0.081	255.515	C
24	C	122262	277	570	1311	23	0.389	0.492	0.119	235.117	C
25	C	104999	292	478	1190	1319	0.390	0.518	0.092	249.864	REJECT
26	C	118245	265	548	1285	11	0.386	0.517	0.097	249.864	C
27	C	109830	262	569	1273	879	0.393	0.515	0.092	251.100	C
28	C	123168	268	592	1342	68	0.402	0.490	0.109	250.885	REJECT
29	C	114796	288	514	1238	1063	0.438	0.508	0.054	247.205	C
30	C	91969	237	503	1200	310	0.395	0.522	0.083	239.991	REJECT
31	RIJECT	69652	223	429	1010	869	0.399	0.518	0.083	247.205	REJECT
32	RIJECT	77068	226	443	1053	295	0.414	0.508	0.078	255.515	REJECT
33	RIJECT	79529	197	520	1222	171	0.442	0.498	0.060	247.205	REJECT
34	RIJECT	63327	360	625	982	1590	0.408	0.514	0.078	360.000	REJECT
35	RIJECT	67582	217	410	987	857	0.399	0.517	0.084	270.000	REJECT
36	RIJECT	65100	412	567	983	270	0.433	0.501	0.066	209.989	REJECT
37	RIJECT	73712	267	625	1118	287	0.423	0.505	0.072	360.000	REJECT
38	RIJECT	73946	402	592	1019	1490	0.390	0.525	0.085	270.000	REJECT
39	RIJECT	62959	362	596	978	42	0.435	0.508	0.057	360.000	REJECT
40	RIJECT	54531	370	568	929	2139	0.382	0.518	0.101	247.205	REJECT