



**PENENTUAN SIFAT FISIK JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

SKRIPSI

Oleh

**Moh. Ubaydillah
NIM 111710201057**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENENTUAN SIFAT FISIK JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

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

Moh. Ubaydillah
NIM 111710201057

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak Abu Amar dan Ibu Nikmatul Zahriya yang sangat saya cintai dan saya hormati.



MOTO

***“Demi masa. Sungguh, manusia berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan, serta saling menasihati untuk kebenaran dan saling menasihati untuk kesabaran.”
(al-‘ashr:1-3)***



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Moh. Ubaydillah

NIM : 111710201057

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji (*Psidium guajava* L) Menggunakan Pengolahan Citra” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 08 Mei 2017

Yang menyatakan,

Moh. Ubaydillah

NIM 111710201057

SKRIPSI

**PENENTUAN SIFAT FISIK JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

Oleh

Moh. Ubaydillah
NIM 111710201057

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jum’at, 12 Mei 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

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

Tim penguji:

Ketua,

Anggota,

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si
NIP. 760016795

Mukhamad Su’udi, Ph.D
NIP. 760016788

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP.196809231994031009

RINGKASAN

Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji (*Psidium guajava* L) Menggunakan Pengolahan Citra; Moh. Ubaydillah, 111710201057; 2016; 58 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Pasca panen merupakan kegiatan penanganan yang sangat penting untuk mempertahankan kualitas buah. Waktu penanganan pasca panen memerlukan evaluasi pada mutu fisik buah, seperti berat, kekerasan dan total padatan terlarut. Pada umumnya masyarakat masih menggunakan cara manual dalam menentukan sifat fisik yaitu dengan metode pengukuran destruktif. Metode ini memiliki kekurangan, diantaranya membutuhkan waktu yang lama, ketelitian atau tingkat keakuratan rendah. Melalui *digital image processing* atau citra digital digunakan untuk mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengan berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarut buah jambu biji. Bahan yang digunakan adalah buah jambu biji merah dengan klasifikasi hijau besar (HB), hijau kecil (HK), kuning besar (KB), dan kuning kecil (KK). Masing-masing berjumlah 25 buah dengan total 100 buah jambu biji. Sampel buah jambu biji diambil citranya menggunakan kamera CCD dan menggunakan program *Sharp Develop*. Setelah itu, citra buah jambu biji diolah untuk mendapatkan variabel mutu citra yaitu area, perimeter/diameter, tinggi, indeks *r* dan indeks *g*. Sampel diukur menggunakan timbangan digital, penetrometer dan refraktometer untuk mendapatkan data mengenai berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarutnya (TPT). Hasil dari keduanya dianalisis menggunakan korelasi momen pearson dan koefisien determinasi untuk mencari keeratan hubungan. Analisis statistik juga digunakan dan digambarkan dalam diagram boxplot. Hubungan variabel mutu citra dengan sifat fisik buah jambu biji diantaranya berat dengan area memiliki keeratan hubungan sangat kuat dengan koefisien determinasi (R^2) berturut-turut 0,939 untuk jambu biji hijau kecil (HK), 0,927 hijau besar (HB), 0,832 kuning kecil (KK), dan 0,677 kuning besar (KB). Sedangkan indeks *red*, *green* dan *blue* memiliki hubungan yang sangat kurang sehingga tidak dapat menduga berat buah jambu biji merah. Hubungan kekerasan buah jambu biji dengan variabel mutu citra yang memiliki hubungan lebih tinggi yaitu perimeter dengan nilai koefisien determinasi 0,324 untuk jambu biji KB, sedangkan klasifikasi yang lain sangat kecil. Selain itu, indeks *blue* juga memiliki nilai 0,323 pada jambu biji HB. Ini menunjukkan bahwa jambu biji yang berwarna hijau dan kuning memiliki tingkat perbedaan kekerasan. Sifat fisik total padatan terlarut dengan variabel mutu citra yang memiliki hubungan lebih tinggi yaitu area dengan nilai 0,255 pada jambu biji KB. Selain itu, KB memiliki nilai indeks *green* lebih tinggi. Ini menunjukkan bahwa jambu biji yang berwarna kuning dan ukurannya besar memiliki nilai total padatan terlarut lebih tinggi dibanding dengan jambu biji warna hijau. Selain itu variabel mutu citra tinggi, perimeter, indeks *red*, *green*, dan *blue* disemua klasifikasi buah masih sangat kecil sehingga tidak dapat menduga sifat fisik buah jambu biji.

SUMMARY

Physical Properties Determination of Guava (*Psidium guajava* L) Using Image Processing; Moh. Ubaydillah, 111710201057; 2016; 58 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Post-harvest are very important handling activities to maintain fruit quality. The post harvest handling time requires an evaluation of the physical quality of the fruit, such as weight, hardness and total dissolved solids. In general, people are still using the manual way to determine the physical properties with the destructive measurement method. This method has deficiencies, including long time, and low accuracy. Digital image processing or digital imagery is used to identify image variables that are related to weight, hardness level and total soluble solids of guava fruit. The materials used were red guava with a large green classification (HB), small green (HK), large yellow (KB), and small yellow (KK). Each numbered 25 pieces with a total of 100 guava fruit. The guava fruit sample was taken using a CCD camera. After that, the image of guava fruit processed to get the image quality variable which are area, perimeter / diameter, height, index r and index g. Samples were measured using digital scales, penetrometers and refractometers to obtain data on weight, hardness and total dissolved solids (TPT). The results were analyzed using correlation moment pearson and coefficient of determination to find the relationship. Statistical analysis was also used and illustrated in the boxplot diagram. The correlation of image quality variable with the physical properties of the guava fruit were weight with and area with very strong relationship and the coefficient of determination (R^2) were 0.939 for small green guava (HK), 0.927 for large green (HB), 0.832 for yellow small (KK), and 0.677 for large yellow (KB). While the index red, green and blue have a very less relationship so couldn't predict the weight of red guava fruit. Guava hardness relationship with image quality variable that has high correlation was perimeter with coefficient value of determination 0,324 for guava KB, while other classification were very small. In addition, the blue index also has a value of 0.323 on guava HB. This showed that the green and yellow guava have a difference hardness. The relationship between dissolved solids with image quality variables with high relationship was the area with the value of 0.255 on guava KB. In addition, KB has a higher value the green index. This showed that guava yellow and large in size has a total value of higher dissolved solids than the green guava. In addition, high image quality variables, perimeter, red, green, and blue index in all fruit classifications were still very small so can not guess the physical properties of guava fruit.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra”. 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:

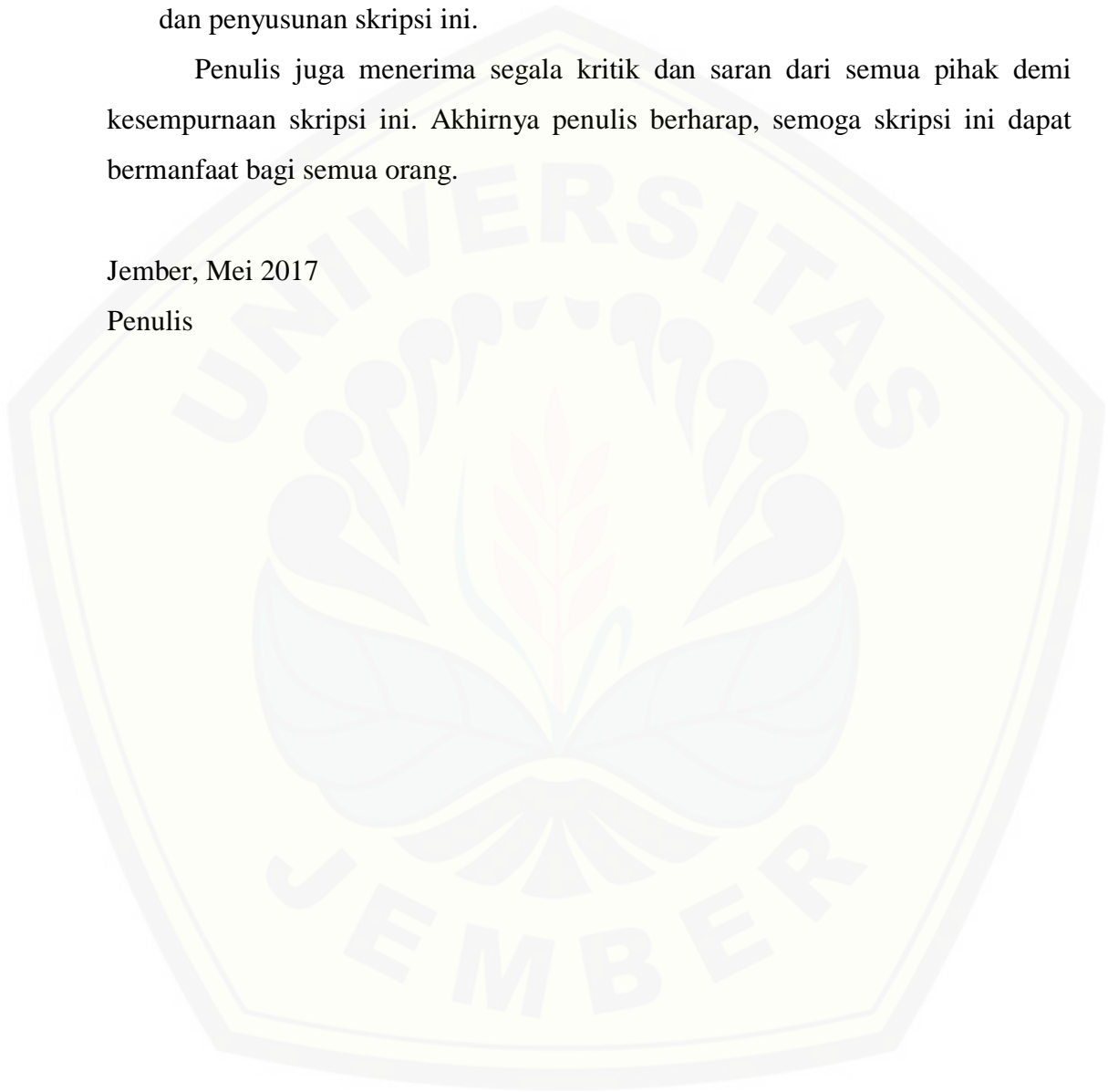
1. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan penguji skripsi yang telah membimbing dan menguji skripsi selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Mukhammad Su'udi Ph.D selaku penguji anggota yang bersedia menguji skripsi saya sampai selesai;
5. seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
6. guru-guru SMP IT AL-GHOZALI yang telah memberikan saya pengalaman belajar dan mengajar;
7. guru-guru tarbiyah saya yang tidak pernah lelah memberikan pengetahuan dan nasihat;
8. saudara-saudara melingkar Dani, Haris, Imam, dll yang selalu memberikan nasihat dan semangat;
9. teman-teman seperjuangan penelitian yaitu Fikri, Ardika, Haris, Alfian, Irma;
10. teman seperjuangan Teknik Pertanian beserta seluruh mahasiswa FTP, yang telah membantu dan memberikan informasi serta motivasi selama ini;

11. UKM-KI KOSINUS-TETA yang telah memberikan pengalaman organisasi yang berharga dalam setiap prosesnya;
12. 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, Mei 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SUMMARY	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Jambu Biji	4
2.2 Jambu Biji	4
2.3 Pemanenan	6
2.4 Pasca Panen	7
2.5 Pengukuran Sifat Fisik Jambu Biji	7
2.6 Pengolahan Citra Digital	9
2.7 Segmentasi Citra	9
BAB 3. METODOLOGI	12
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat Dan Bahan	12

3.2.1 Alat	12
3.2.1 Bahan	12
3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	13
3.3.1 Penelitian Utama.....	15
BAB 4. PEMBAHASAN	23
4.1 Program Pengolahan Citra Buah Jambu Biji.....	23
4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (Threshold) Background.....	26
4.3 Proses Ekstrasi Citra	28
4.4 Analisis Hubungan Sifat Fisik Buah Dengan Variabel Mutu Citra	30
4.4.1 Hubungan Berat Buah dengan Variabel Mutu Citra.....	30
4.4.2 Hubungan Kekerasan Buah dengan Variabel Mutu Citra	36
4.4.3 Hubungan Total Padatan Terlarut Buah dengan Variabel Mutu Citra	42
4.5 Analisis Sifat Fisik Menggunakan Boxplot	47
4.5.1 Berat.....	47
4.5.2 Kekerasan	48
4.5.3 Total Padatan Terlarut	49
4.6 Penentuan Kalimat Logika dalam Sifat Fisik Buah Jambu Biji	51
4.7 Validasi Program Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji	54
BAB 5. PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	59

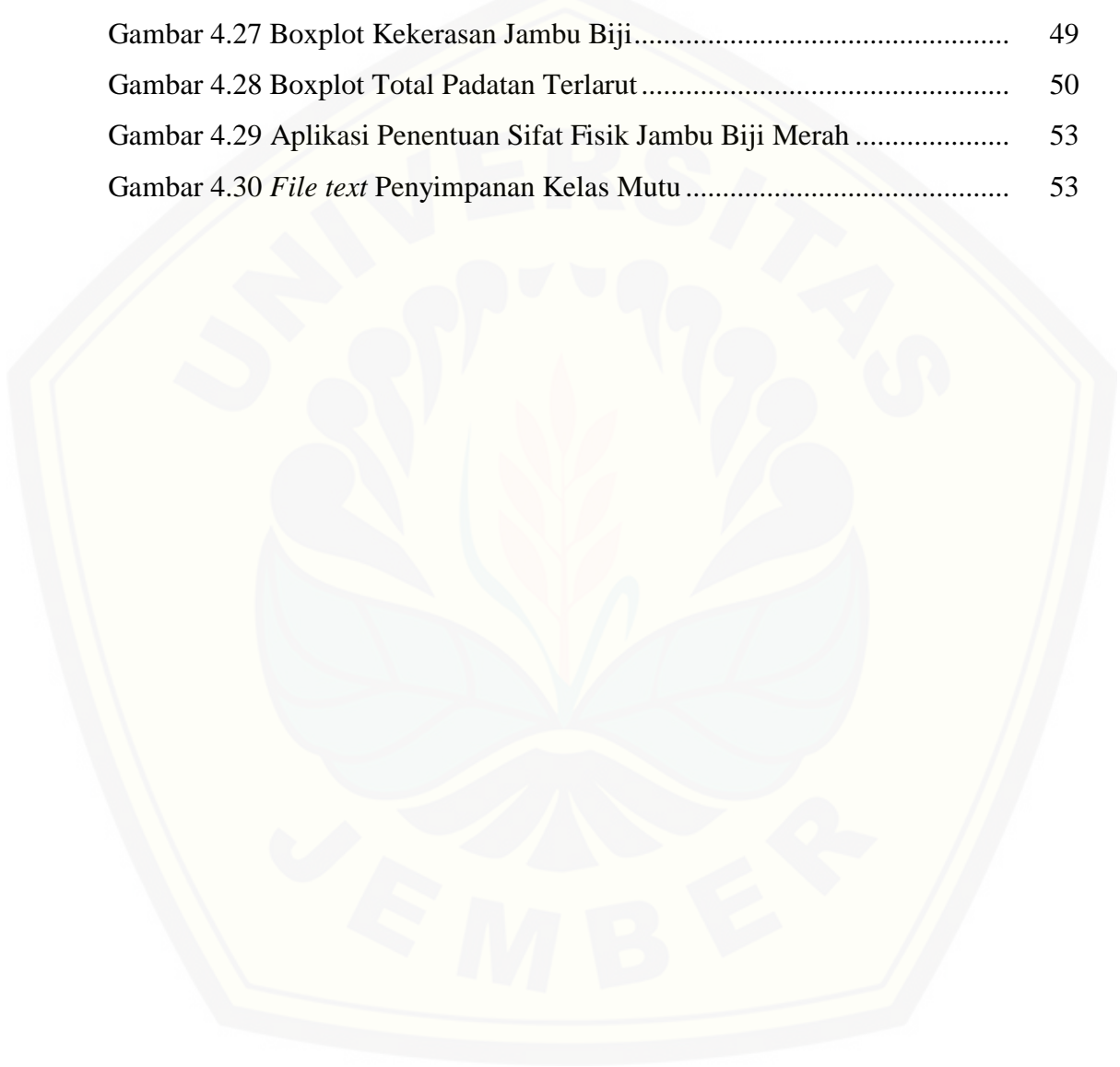
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Sifat Fisik Buah Jambu Biji dengan Variabel Mutu Citra	14
Tabel 3.2 Tabel Interval Koefisien dengan Tingkat Hubungan	18
Tabel 3.3 <i>Confusion Matrix</i> dan Persamaan Komponen Pada Setiap Kolom dan Baris	21
Tabel 4.1 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Objek dan <i>Background</i>	26
Tabel 4.2 Variabel Statistik Berat Jambu Biji	48
Tabel 4.3 Variabel Statistik Kekerasan Jambu Biji	49
Tabel 4.4 Variabel Statistik Total Padatan Terlarut	49
Tabel 4.5 Batas-Batas Nilai Variabel Mutu Citra Untuk Memisahkan Klasifikasi	51
Tabel 4.6 Validasi Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji	54

DAFTAR GAMBAR

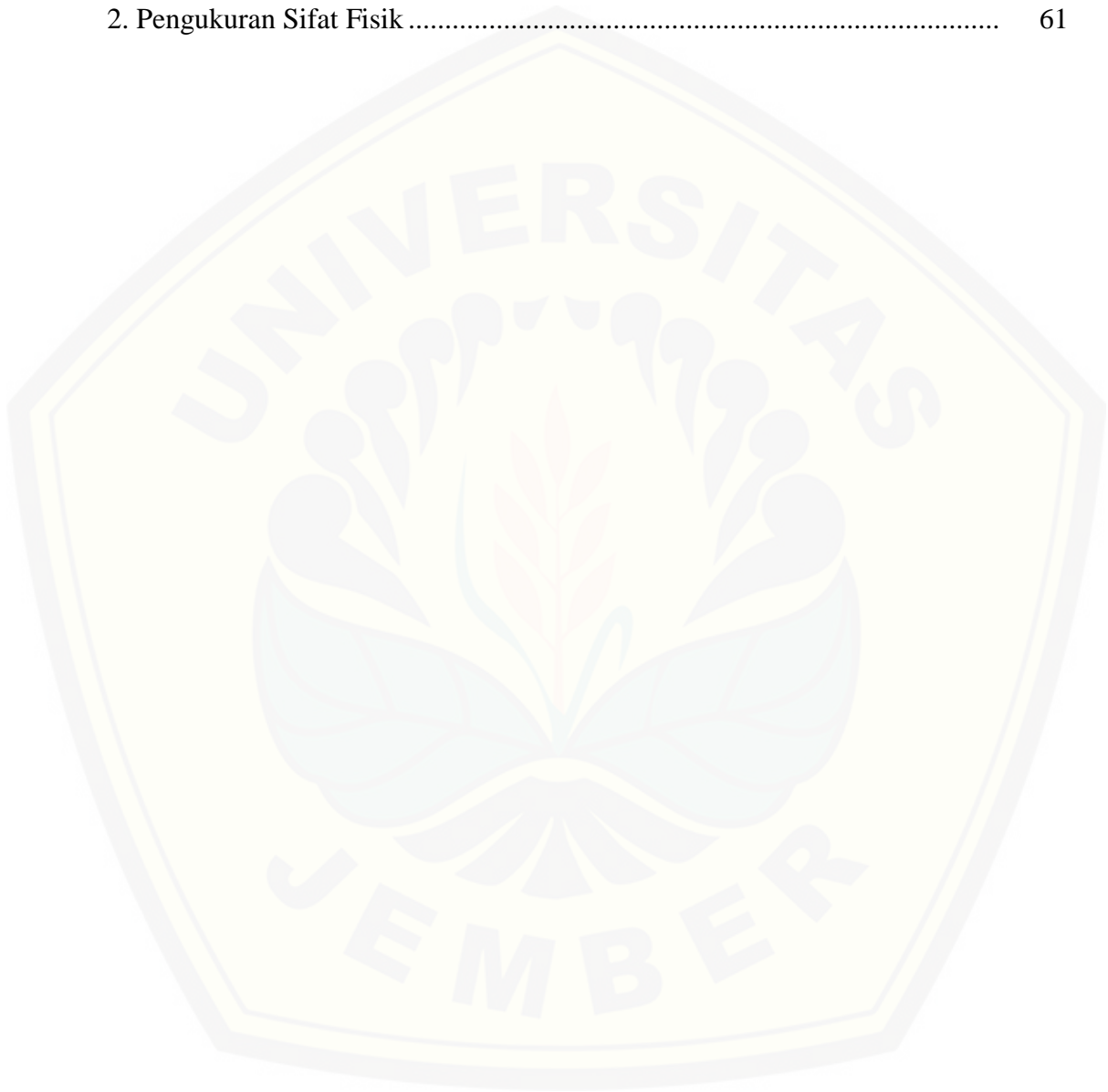
	Halaman
Gambar 3.1 Meja Pengambilan Gambar dan Tata Letak Perangkatnya	
(a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping	14
Gambar 3.2 Boxplot	19
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Penelitian	22
Gambar 4.1 Citra Jambu Biji Hasil Rekaman pada Berbagai warna dan ukuran (a) Hijau Besar, (b) Hijau Kecil, (c) Kuning Besar, dan (d) Kuning Kecil.....	23
Gambar 4.2 Tampilan Program Pengolahan Citra jambu biji.....	25
Gambar 4.3 Tampilan <i>File Text</i> Hasil Pengolahan Citra	26
Gambar 4.4 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Objek dan <i>Background</i>	27
Gambar 4.5 Citra Buah Jambu Biji Asli	28
Gambar 4.6 Citra Biner Hasil Thresholding	29
Gambar 4.7 Perimeter	29
Gambar 4.8 Hubungan Berat Buah dengan Area.....	30
Gambar 4.9 Hubungan Berat Buah dengan Tinggi	31
Gambar 4.10 Hubungan Berat Buah dengan Perimeter	32
Gambar 4.11 Hubungan Berat Buah dengan Indeks <i>Red</i>	33
Gambar 4.12 Hubungan Berat Buah dengan Indeks <i>Green</i>	34
Gambar 4.13 Hubungan Berat Buah dengan Indeks <i>Blue</i>	35
Gambar 4.14 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Area.....	36
Gambar 4.15 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Tinggi.....	37
Gambar 4.16 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Perimeter.....	38
Gambar 4.17 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Indeks <i>Red</i>	39
Gambar 4.18 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Indeks <i>Green</i>	40
Gambar 4.19 Hubungan Antara Kekerasan Buah dengan Indeks <i>Blue</i>	41
Gambar 4.20 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Area	42
Gambar 4.21 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Tinggi	43

Gambar 4.22 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Perimeter	44
Gambar 4.23 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Indeks <i>Red</i> ...	45
Gambar 4.24 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Indeks <i>Green</i>	45
Gambar 4.25 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut dengan Indeks <i>Blue</i> ..	46
Gambar 4.26 Boxplot Berat Jambu Biji.....	48
Gambar 4.27 Boxplot Kekerasan Jambu Biji.....	49
Gambar 4.28 Boxplot Total Padatan Terlarut	50
Gambar 4.29 Aplikasi Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji Merah	53
Gambar 4.30 <i>File text</i> Penyimpanan Kelas Mutu	53



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pengukuran dengan Citra Digital	59
2. Pengukuran Sifat Fisik	61



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jambu biji (*Psidium guajava L.*) adalah salah satu tanaman buah jenis perdu yang berasal dari Brazil, Amerika Tengah. Kemudian menyebar ke Thailand dan negara Asia lainnya seperti Indonesia. Jambu biji telah dibudidayakan dan tersebar luas di Indonesia. Jambu biji sering disebut juga jambu klutuk atau jambu batu (Jawa). Jambu biji memiliki keunggulan dengan kandungan vitamin C lebih tinggi daripada kandungan vitamin C pada buah jeruk (Sobir, 2009:66-67).

Pada tahun 2009 – 2014 luas panen jambu biji mengalami penurunan dari 10.330 Ha pada tahun 2009 dan lahan yang tersisa tinggal 9.028 Ha pada tahun 2014. Hal ini akan mempengaruhi produksi jambu biji tersebut, namun pada tahun 2014 produksi jambu biji mengalami peningkatan sejumlah 187.406 ton dengan rata-rata 20,76 ton/ha (Taufik, 2015:85). Berdasarkan data dari Direktorat Pemasaran Hasil Pertanian Departemen Pertanian, nilai ekspor jambu biji dari tahun 2007 sampai 2009 semakin meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 143 %. Tahun 2007 ekspor sebesar 37.306 kg, tahun 2008 sebesar 54.434 kg, dan tahun 2009 sebesar 181.949 kg (BPS, 2013). Meskipun luas panen menurun, akan tetapi produksi dapat meningkat. Hal ini memungkinkan Indonesia mempunyai peluang dalam meningkatkan ekspor dan mencukupi kebutuhan dalam negeri. Ekspor ini bisa terus meningkat dengan cara meningkatkan volume produksi dan tentunya juga kualitas jambu biji tersebut.

Pasca panen merupakan kegiatan penanganan yang sangat penting untuk mempertahankan kualitas buah. Hal ini dikarenakan produk hortikultura segar mudah mengalami kerusakan yaitu kerusakan fisik akibat berbagai penanganan yang dilakukan. Kerusakan fisik ini terjadi karena secara fisik-morfologis, produk hortikultura segar mengandung air tinggi (85-98%) sehingga benturan, gesekan dan tekanan sekecil apapun dapat menyebabkan kerusakan yang dapat langsung dilihat secara kasat mata (Idawanni, 2016). Kegiatan pasca panen pun meliputi pengumpulan, pemilihan (*sorting*), pencucian, pemilihan berdasarkan mutu

(*grading*), penyimpanan, kemudian pengemasan dan pengangkutan. Untuk itu diperlukan penanganan pasca panen yang tepat agar mutu fisik buah tetap terjaga dengan baik yang akan berpengaruh juga terhadap sifat fisik buah. Sifat fisik buah yang diamati sekarang hanya terbatas pada ukuran dan warna, jarang memperhatikan total padatan terlarut/kemanisan dan kekerasan buah. Padahal dua variabel tersebut juga berperan penting dalam menentukan kualitas buah jambu biji.

Pada umumnya masyarakat masih menggunakan cara manual dalam menentukan sifat fisik yaitu dengan metode pengukuran dengan merusak bahan (*destruktif*). Metode ini memiliki kekurangan, diantaranya membutuhkan waktu yang lama, ketelitian atau tingkat keakuratan rendah. Selain itu, bahan hasil pertanian yang telah diuji tidak dapat dijual karena bahan menjadi rusak (*destruktif*). Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi pengukuran non-*destruktif* (tanpa merusak bahan) yang dapat membantu dalam penentuan sifat fisik yaitu teknik *digital image processing* atau lebih dikenal dengan citra digital. Teknik citra digital ini memiliki keunggulan yaitu dapat menganalisa suatu objek dengan memfoto objek tersebut. Hasilnya sifat fisik buah jambu biji tersebut dapat diketahui, sehingga didapatkan suatu dasar yang dapat membantu penentuan mutu ataupun penelitian lainnya yang akan bermanfaat dalam kegiatan pasca panen buah jambu biji.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hubungan berat buah jambu biji dengan variabel citra dalam menentukan sifat fisik buah jambu biji?
2. Bagaimana hubungan tingkat kekerasan jambu biji dengan variabel citra dalam menentukan sifat fisik buah jambu biji?
3. Bagaimana hubungan total padatan terlarut jambu biji dengan variabel citra dalam menentukan sifat fisik buah jambu biji?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. mempelajari berat buah jambu biji dan mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengannya;
2. mempelajari tingkat kekerasan buah jambu biji dan mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengannya;
3. mempelajari total padatan terlarut buah jambu biji dan mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengannya.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu mengetahui hubungan sifat fisik berat, total padatan terlarut, dan tingkat kekerasan buah jambu biji dengan variabel citra berdasarkan tingkat kematangannya (hijau dan kuning).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Buah Jambu Biji

Nama ilmiah jambu biji adalah *Psidium guajava* L. *Psidium* berasal dari bahasa Yunani yaitu "*Psidium*" yang berarti delima, "*guajava*" berasal dari nama yang diberikan oleh orang Spanyol. Adapun botanis tanaman jambu biji diklasifikasikan sebagai berikut (Cahyono, 2010:8):

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Subdivisi</i>	: <i>Angiospermae</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Dicotyledonae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Myrtales</i>
<i>Family</i>	: <i>Myrtaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Psidium</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Psidium guajava</i> Linn.

2.2. Jambu Biji

Jambu batu (*Psidium guajava* L) atau sering juga disebut jambu klutuk, atau jambu biji, merupakan tanaman buah dan obat yang cukup dikenal di Indonesia. Tanaman ini berasal dari kawasan Amerika Tropika, sekarang sudah tersebar luas hampir di seluruh kawasan tropika dan subtropika. Penjelajah Spanyol telah membawa buah jambu batu menyebrangi lautan Pasifik tahun 526 ke Filipina, kemudian pada awal abad ke 17 disebarkan ke Asia Tenggara, Asia Timur sampai India oleh Portugis. Dari India buah ini disebarkan ke negara-negara lain di sekitarnya hingga ke Arab Saudi. Hingga saat ini tanaman ini ditanam hampir di 50 negara, juga di sebagian kawasan Mediterania. Dengan demikian sangat banyak varietas maupun kultivar jambu batu yang tersebar di seluruh dunia, seperti di Florida Amerika Serikat tercatat 8 kultivar diantaranya miami red, miami white, yang dikembangkan dan dipasarkan. Sedangkan di California ada 3 kultivar lokal, di

Queenland Australia dikembangkan 5 galur asal Hawaii dan dipasarkan. Sedangkan di India tercatat banyak sekali kultivar dan varietas lokal seperti allahabad, chittidar, hapi, dharwar, sindh, dan lain-lain dengan total 28 nama kultivar (Jusuf, 2010:1). Berdasarkan pada kandungan biji dalam buahnya, di Indonesia jambu biji dibagi menjadi dua kelompok yaitu jambu biji berbiji dan jambu biji tidak berbiji. Jambu biji yang termasuk jambu biji berbiji antara lain: jambu biji lokal, jambu susu, jambu australia, jambu getas merah, jambu bangkok, jambu sukun kristal. Sedangkan jambu biji yang termasuk jambu biji tidak berbiji antara lain: jambu apel, jambu sukun, jambu farang, dan jambu sukun merah (Cahyono, 2001:11-15).

Secara umum tumbuhan jambu batu dapat berupa pohon atau semak, tinggi 3-10 m dengan batang yang berkulit licin berwarna kecoklatan. Daun-daun satu dengan yang lain berjarak 1,5-4 cm, berbentuk oval eliptik, bulat/bulat telur dengan panjang 6-14 cm, dan lebar 3-6 cm, tangkai daun 3-7 cm, tandan bunga diatas tangkai bunga dengan panjang 2-4 cm, bunga pada ketiak cabang baru dengan 1-3 pucuk bunga yang panjangnya 1-1,5 cm sebelum kembang, ditutup kelopak 7-10 cm, mahkota bulat telur 1,5-2 cm, kelopak berupa calyx (daun pelindung) berbentuk tabung atau terbentuk diluar ovarium. Benang sari banyak, berada di atas cakram pipih yang lebar dari kepala sari yang berkedudukan dorsiform, berwarna putih berupa filamen berbentuk benang halus. Ovarium di dalam, terpisah dalam 4-5 ruang, bakal biji banyak. Buah kebanyakan berbentuk gasing, panjang 5-8,5 cm, kulit kekuningan atau merah matang (Jusuf, 2010:1).

Buah jambu batu dikenal sangat kaya dengan vitamin A, B, dan C (200-400 mg/100 g), asam-asam amino (terutama triptofan dan lisin), serta mengandung cukup mineral terutama kalsium, fosfor, besi, mangan, megnesium, dan belerang. Selain itu, daunnya juga digunakan untuk pengobatan diare, disentri, diabetes, sariawan, sakit maag, perut kembung, dan menghentikan pendarahan (Jusuf, 2010:2).

2.3. Pemanenan

Pemanenan merupakan kegiatan yang sangat menentukan dalam kegiatan operasional hortikultura. Secara sederhana pemanenan diartikan sebagai upaya memisahkan bagian tanaman yang memiliki nilai ekonomi dari tanaman induknya. Oleh karena pola produksi tanaman hortikultura khususnya buah-buahan dan sayuran tertentu, yang bersifat musiman disamping sifat produk yang tidak tahan disimpan lama, harga sangat ditentukan oleh produk. Maka pemanenan merupakan tahapan dari proses produksi yang perlu mendapat perhatian serius agar dapat menghasilkan mutu yang baik sesuai dengan permintaan pasar. Beberapa faktor penting yang berkaitan dengan pemanenan dan mutu produk yaitu penentuan saat panen, cara panen, dan penanganan produk selama pengangkutan dan penyimpanan (Zulkarnain, 2009:155-156)

Menentukan tingkat kematangan buah pada saat panen akan sangat menentukan kualitas dan kuantitas hasil, juga sangat berpengaruh pada penanganan pasca panen buah tersebut. Buah-buahan yang klimakterik dapat dipanen menjelang umur matang fisiologisnya dan diperam selama beberapa hari sebelum dijual, seperti pisang dan pepaya. Sedangkan buah-buahan non klimakterik harus dipanen setelah memasuki fase matang fisiologis karena buah tersebut tidak dapat diperam, seperti mangga, rambutan, jeruk, dan durian. Waktu panen sangat ditentukan juga oleh jenis/varietas tanaman, hari tanam, hari berbunga, dan kondisi lingkungan selama musim tanam. Selain itu, beberapa kriteria fisiologis seperti kekerasan, warna, dan kandungan karbohidrat. Penentuan tingkat kematangan buah akan sangat nyata mengurangi kemerosotan kualitas buah yang dipanen. Apabila buah dipanen sebelum memasuki fase fisiologis, maka kualitasnya akan cepat sekali turun di dalam penyimpanan dan pengangkutan karena tingginya laju transpirasi yang mengakibatkan buah menjadi keriput akibat penurunan turgiditas (Zulkarnain, 2009:156-158).

2.4. Pasca Panen

Produk-produk hortikultura yang telah dipanen mengalami sejumlah proses fisiologis dan biokimia, misalnya kehilangan air konversi karbohidrat, perubahan rasa, pelunakan, warna, menjadi lembek, bertunas, berakar, busuk dan rusak. Terjadinya perubahan-perubahan diatas dapat menurunkan mutu, kondisi, dan penampilan produk sehingga menurunkan harga jualnya. Perubahan morfologis dan fisiologis terjadi selama proses pematangan, buah menjadi lebih lunak dan kadar bahan pektin meningkat. Hal ini dikarenakan pelarutan pectin mempengaruhi sifat fisik dinding sel yang berdampak pada integritas struktur buah. Apabila buah berada pada suhu yang lebih tinggi dari suhu normal, maka proses ini akan jauh lebih cepat.

Selain itu, gas etilen (C_2H_4) yang merupakan senyawa karbon tak jenuh yang berperan penting dalam proses pematangan buah. Gas etilen diyakini terlibat dalam menginduksi peningkatan respirasi klimaterik. Di pasifik islands, petani melakukan pengasapan untuk mempercepat pematangan buah. Pada tahun 1920-1930-an ditemukan bahwa bila buah matang disimpan bersama-sama dengan buah yang belum matang, maka buah-buahan yang belum matang akan menjadi matang lebih cepat dibandingkan tanpa kehadiran buah matang (Zulkarnain, 2009:161-167).

Penanganan buah pasca panen dilakukan untuk tujuan penyimpanan, transportasi dan kemudian pemasaran agar mutu tetap baik. Langkah yang harus dilakukan dalam penanganan buah setelah dipanen meliputi pengumpulan, pemilihan (*sorting*), pencucian, pemisahan berdasarkan ukuran (*sizing*), pemilihan berdasarkan mutu (*grading*), penyimpanan, kemudian pengemasan dan pengangkutan (Idawanni, 2016).

2.5 Pengukuran Sifat Fisik Jambu biji

Sifat fisik merupakan hal yang sangat penting dalam pemutuan suatu bahan pangan khususnya jambu biji. Ada banyak sekali sifat fisik yang dapat diukur seperti ukuran, bentuk buah, warna, total padatan terlarut, kekerasan, dan lainnya. Akan

tetapi dalam penelitian ini yang diukur hanya berat, total padatan terlarut dan kekerasan buah.

Berat buah merupakan salah satu indikator kematangan buah. Penurunan berat pada buah dapat ditandai dari warna kulit terluar maupun dari ukuran berat buah (Salunkhe dan Desai, 1984). Menurut Prohens *et al.*, 1996, terjadinya penurunan berat pada buah dikarenakan kehilangan air dalam buah. Alat yang dapat digunakan dalam pengukuran berat dari buah tomat adalah timbangan digital O'hauss Pioneer. Timbangan merupakan alat ukur yang dipergunakan untuk menentukan benda dengan memanfaatkan gravitasi yang bekerja pada benda tersebut.

Alat yang dapat digunakan sebagai pengukur kekerasan bahan pangan adalah penetrometer. Konsistensi bahan didapatkan dengan menekan sampel dengan penekan standar seperti *cone*, jarum atau batang yang ditenggelamkan pada sampel tersebut (Dwihapsari dan Darminto, 2010:2). Pengukuran dari penekanan sampel menunjukkan tingkat kekerasan atau kelunakan suatu bahan serta bergantung pada kondisi sampel tersebut seperti ukuran, berat penekan, geometri dan waktu. Semakin lunak sampel, penekan penetrometer akan tenggelam makin dalam dan menunjukkan angka yang semakin besar. Penentuan kekerasan buah jambu biji yang digunakan sebagai pemutusan belum terdapat nilai optimal hanya dinyatakan dalam keras dan cukup keras. Akan tetapi, nilai tingkat kekerasan buah jambu biji kristal menurun selama proses pemasakan buah. Nilai tingkat kekerasan buah pada awal pengamatan $18,49 \text{ kg/cm}^2$ menurun menjadi $11,70 \text{ kg/cm}^2$ (Widodo *et al.* 2012:3).

Total padatan terlarut merupakan salah satu indikator kualitas buah dan tingkat kemanisan, karena gula merupakan komponen utama bahan padat yang terlarut (Santoso dan Purwoko, 1995:187). Alat yang dapat digunakan dalam penilaian total padatan terlarut adalah refraktometer. Refraktometer merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar sukrosa pada bahan makanan. Angka refraktometer menunjukkan kadar total padatan terlarut (TPT) dalam satuan °Brix. Brix merupakan salah satu parameter kualitas yang digunakan oleh konsumen dan industri pangan untuk menunjukkan tingkat kemanisan. Skala

°Brix dari refraktometer sama dengan berat gram sukrosa dari 100 g larutan sukrosa (Ihsan dan Wahyudi, 2005:2).

2.6 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses konversi citra digital menjadi sesuatu yang lain dari citra itu sendiri seperti pengukuran data ataupun suatu keputusan. 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 (Ahmad, 2005:3). Teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia. Untuk melakukan operasi pengolahan citra terdapat dua hal mendasar yang harus dipahami yakni geometri formasi citra yang menentukan lokasi suatu titik dalam pemandangan yang diproyeksikan pada bidang citra, dan fisik cahaya yang menentukan kecerahan suatu titik pada bidang citra sebagai fungsi pencahayaan pemandangan dan sifat-sifat permukaan.

Pada pengolahan citra yang diolah adalah citra itu sendiri. Sebuah citra adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimesi yaitu (x,y) . Untuk menunjukkan suatu lokasi piksel, koordinat $(0,0)$ digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra, dan koordinat $(m-1,n-1)$ digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran $m \times n$ piksel. Tingkat pencahayaan suatu piksel seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan lebar selang $0 - 255$, dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih, dan tingkat abu-abu berada diantara nilai 0 dan 255 (Ahmad, 2005:11).

2.7 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses memisahkan suatu *region* dengan latar belakang, hasil dari segmentasi citra disebut sebagai citra biner. *Region* adalah sekumpulan

piksel yang terkoneksi satu sama lain dan mempunyai sifat yang secara umum sama. *Region* penting dalam pengolahan citra, karena *region* mungkin berkorespondensi dengan beberapa objek dalam dunia nyata. Dalam citra biner hanya ada dua tingkat intensitas, yaitu terang dan gelap. Pada kuantisasi 256 tingkat intensitas merupakan intensitas yang terang, dan nilai 0 untuk intensitas gelap. Umumnya *region* diberi tingkat intensitas terang, sedangkan untuk latar belakang diberi intensitas gelap, tetapi tentu saja keadaan ini dapat berubah tergantung dari sisi mana pengamat hendak melakukan analisis.

Teknik sederhana memisahkan *region* dengan latar belakang pada citra *greyscale* (abu-abu) adalah *thresholding* yang menghasilkan citra biner. Citra dengan karakteristik pencahayaan tertentu memiliki nilai *threshold* yang spesifik. Oleh karena itu suatu nilai *threshold* tidak dapat digunakan pada semua citra, tergantung pada pengamatan citra yang disegmentasi. Demikian pula dengan citra yang kompleks, adakalanya proses *threshold* sederhana sulit dilakukan.

Proses perhitungan dari beberapa fitur pengolahan citra dilakukan pada citra biner, seperti pengukuran area, jarak, titik pusat, dan faktor bentuk. Oleh karena itu sebelum dilakukan pengukuran variabel diatas, proses segmentasi perlu dilakukan yang meliputi area, perimeter, faktor bentuk, dan pengolahan warna.

Area adalah jumlah piksel dalam S , jadi bila dalam suatu satu citra terdapat lebih dari satu komponen, S_1, S_2, \dots, S_n maka akan ada A_1, A_2, \dots, A_n . Jadi nilai area suatu objek adalah jumlah piksel-piksel penyusun objek tersebut dan unit yang umum digunakan adalah piksel, karena sejumlah piksel tadi membentuk suatu luasan (Ahmad, 2005:147).

Perimeter adalah batas daerah yang dimiliki oleh suatu *region* terhadap *background*. 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).

Faktor bentuk merupakan salah satu sifat geometri. Umumnya faktor bentuk merupakan suatu rasio antara area dengan perimeter 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 objek dari suatu citra, ataupun digunakan sebagai patokan mutu suatu jenis objek

Warna dari suatu objek dihasilkan dari pantulan cahaya dengan intensitas tertentu dan mengandung spektrum beberapa panjang gelombang. Bila hal ini terjadi pada saat terjadi perekaman citra digital menggunakan kamera, maka citra yang dihasilkan akan mengandung informasi warna, disamping informasi intensitas pantulan, yang menggambarkan terang atau gelap pada penampakan piksel-piksel penyusunnya (Ahmad, 2005:259). Monitor dan kartu grafik komputer menggunakan model warna RGB (*red, green dan blue*), yaitu suatu model warna yang didasarkan pada pembentukan warna melalui kombinasi ketiga warna pokoknya. Kekuatan intensitas tiap komponen warna berkisar 0% sampai 100% dengan artian bahwa nilai 0% ketiadaan suatu warna maupun kecerahan sehingga tampak hitam dan sebaliknya nilai intensitas penuh 100% yang berarti semua komponen warna akan saling menetralkan sehingga tampak suatu putih pada monitor (Ahmad, 2005:261-262).

Pengembangan model-model warna saat ini sudah banyak dilakukan, namun untuk proses pengolahan citra model warna yang sering digunakan adalah model warna RGB (*Red, Green, Blue*). Hal ini dikarenakan pada komputer umumnya menggunakan model warna RGB dalam mempresentasikan warna, sehingga nantinya nilai pengolahan warna yang akan dihasilkan adalah model warna RGB (Ahmad, 2005:265). Salah satu cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Adapun cara normalisasi sebagai berikut (Ahmad, 2005:271):

$$r = R / (R+G+B)$$

$$g = G / (R+G+B)$$

$$b = B / (R+G+B)$$

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Pertanian dan Laboratorium Enjinerig Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Desember 2014 sampai April 2015.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu:

- a. refraktometer Atago Master M
- b. penetrometer Gilson MH-320
- c. timbangan digital MSE2202S-100-DO
- d. parutan
- e. ember kecil
- f. kamera CCD 31BUO4.H
- g. seperangkat meja pengambilan gambar
- h. 4 buah lampu TL
- i. kain putih sebagai background bahan
- j. komputer
- k. *software* C#Develop
- l. *software* Ic Capture 2.2
- m. *software* Jasc Paint Shop Pro 9
- n. *software* microsoft Excel

3.2.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian yaitu 100 buah jambu biji (*Psidium guajava L*) dengan perbandingan 50 buah warna hijau dan 50 buah warna kuning.

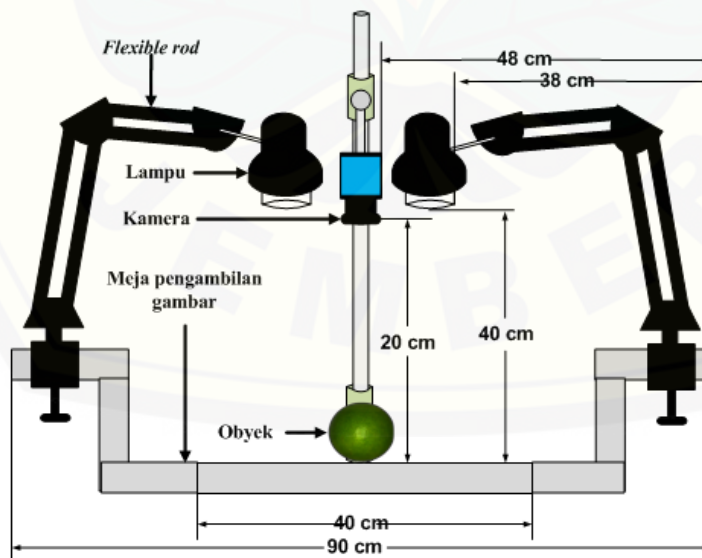
3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini ada dua langkah yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

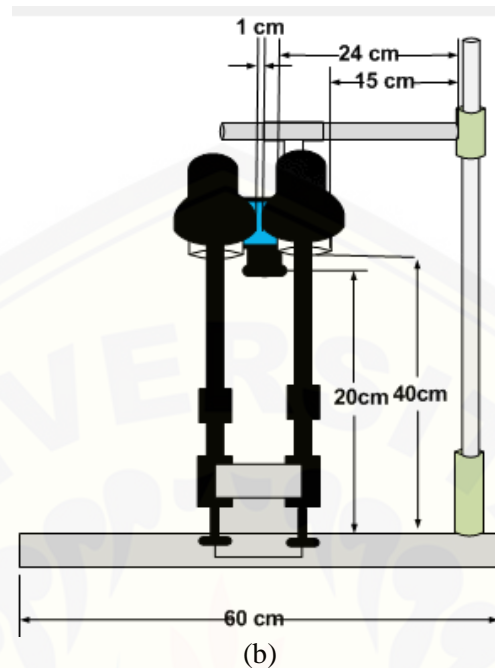
3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Tujuan dari dilakukannya penelitian pendahuluan pada pengolahan citra yaitu menentukan variabel yang tepat dan terbaik dalam *image acquisition* sehingga didapatkan hasil optimal dalam pengolahan citra. Alat dan bahan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu. Setelah itu, Prosedur *image acquisition* dilakukan untuk mendapatkan hasil citra buah jambu biji terbaik. Metode yang digunakan dalam penentuan *image acquisition* adalah *trial and error* yang meliputi:

- penentuan jarak antara kamera dengan buah jambu biji sehingga hasil foto dari kamera bagus dan tidak buram
- penentuan jarak keempat Lampu TL dengan buah jambu biji sehingga objek jadi jelas
- pemilihan warna background yang sesuai dan tidak mempengaruhi warna objek saat proses digitasi sehingga pencahayaan seragam pada permukaan objek dan meminimalkan bayang-bayang,



(a)



Gambar 3.1 Meja Pengambilan Gambar dan Tata Letak Perangkatnya (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping

Hubungan antara variabel dengan sifat fisik buah jambu biji dijelaskan dalam Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Sifat Fisik Buah Jambu Biji dengan Variabel Mutu Citra

No	Sifat Fisik Buah Jambu Biji	Variabel Mutu Citra	Uraian
1.	Kekerasan Buah	Perimeter, Area, Panjang, Lebar, R dan G	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan kekerasan, berat, dan total padatan terlarut jambu biji yaitu perimeter, area, panjang, lebar, indeks warna merah (R) dan indeks warna hijau (G). Area, panjang, lebar, perimeter buah jambu biji memiliki dimensi piksel. Karena penjumlahan R, G dan B sama dengan satu, maka cukup dua variabel mutu saja yang digunakan, yaitu R dan G (R dan G adalah variabel yang <i>dimensionless</i>).
2.	Berat Buah	Perimeter, Area, Panjang, Lebar, R dan G	
3.	Total Padatan Terlarut	Perimeter, Area, Panjang, Lebar, R dan G	

3.3.2 Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan dengan beberapa tahapan yakni pengambilan citra, pengolahan citra, dan pengukuran langsung (sifat fisik).

a. Pengambilan Citra

Berikut ini adalah langkah-langkah pengambilan citra berdasarkan prosedur *image aquisition* yang telah ditentukan, yaitu:

- 1) meletakkan jambu biji pada papan pengambilan gambar menghadap vertikal ke kamera. Keseluruhan papan pengambilan gambar beserta perangkatnya diselubungi dengan kain katun putih untuk mengeliminasi cahaya dari luar sistem;
- 2) menggunakan latar belakang (*background*) kain katun berwarna putih yang memiliki nilai piksel R, G, dan B seragam;
- 3) melakukan proses perekaman dengan menghidupkan kamera CCD 31BUO4.H dan komputer. Program perekaman citra C# digunakan untuk kecerahan (*brightness*), kontras (*contrast*), kejenuhan warna (*saturation*), dan corak warna (*hue*);
- 4) menyimpan hasil perekaman citra ke *hardisk* PC dalam bentuk format file berekstensi .bmp. hasil rekaman citra mberesolusi 1024 x 768 piksel;
- 5) melakukan proses perekaman dengan menghidupkan kamera CCD 31BUO4.H dan komputer. *Software* yang digunakan dalam proses perekaman adalah IC Capture 2.2. *Software* ini digunakan untuk menampilkan citra yang akan maupun telah direkam ke monitor PC. Melakukan pengaturan konfigurasi meliputi *hue* (corak warna), *saturation* (kejenuhan warna) dan kontras untuk mendapatkan hasil citra jambu biji yang sesuai aslinya;
- 6) melakukan perekaman citra sebanyak sampel buah jambu biji.

b. Pengolahan Citra

Tahapan ini bertujuan untuk menyajikan informasi variabel mutu dalam bentuk teks. Informasi yang didapat dari program ini dijadikan prosedur baku dalam tahapan berikutnya. Tahapan berikutnya yaitu ekstraksi citra, dengan tujuan

menghasilkan 6 variabel mutu yang ditetapkan berupa, area buah, tinggi, lebar, perimeter, indeks R, dan G. Langkah-langkah ekstraksi citra adalah sebagai berikut:

- 1) menentukan area buah jambu biji dengan proses segmentasi citra. Segmentasi dilakukan antara area buah jambu biji dengan latar belakang (*background*) untuk mendapatkan citra biner, area buah jambu biji bernilai 1 (berwarna putih) sedangkan (*background*) bernilai 0 (berwarna hitam). Segmentasi ini dilakukan dengan mengubah piksel yang memiliki nilai sinyal warna biru (B) 255 menjadi berwarna hitam. Keseluruhan piksel berwarna putih dihitung untuk mendapat area buah jambu biji;
- 2) perimeter buah jambu biji dihitung dari piksel perbatasan antara objek dengan background pada citra biner;
- 3) menentukan nilai indeks R dan G dari nilai rata-rata indeks warna merah dan hijau pada areal buah jambu biji yang tidak cacat (berwarna putih), nilai indeks R dan G area buah jambu biji yang cacat tidak perlu dihitung.

Berikutnya mengolah citra buah jambu biji di program citra digital. Proses pengolahannya yaitu sebagai berikut: membuka program pengolahan citra C# develop. Membuka file citra yang telah disimpan dalam format .bmp pada program pengolahan citra. Melakukan *running* program pengolahan citra buah jambu biji untuk mendapatkan variabel mutu berupa area buah, tinggi, lebar, perimeter, indeks R, dan G. mengulangi hingga semua sampel citra teranalisis.

c. Pengukuran Sifat Fisik

Pengukuran sifat fisik terhadap buah jambu biji dibagi menjadi 3 pengukuran yaitu.

1) Pengukuran Berat

Buah jambu biji setelah proses pengambilan citra kemudian dilakukan penimbangan berat menggunakan timbangan digital O'hauss dengan langkah sebagai berikut: meletakkan Jambu biji di atas timbangan, kemudian menunggu hingga muncul angka berat bahan (dalam gram). Melakukan pengujian yang sama tiga kali per buah, merata-rata hasil timbangan dan mencatat hasilnya.

2) Pengukuran Kekerasan Buah

Pengukuran kekerasan buah jambu biji dilakukan dengan menggunakan alat penetrometer. Pengukuran dilakukan pada tiga titik berbeda untuk masing-masing buah jambu biji yaitu di daerah atas, tengah, dan bawah. Nilai hasil pengukuran dinyatakan dalam kg/m. Mengukur tingkat kekerasan buah dengan cara berikut: menimbang berat beban (beban dengan batang pemegang), meletakkan buah jambu biji yang akan diukur tepat di bawah jarum penusuk, menentukan waktu yang diperlukan untuk penekanan terhadap beban, melepaskan beban, kemudian membaca skala setelah alat berhenti.

3) Pengukuran Total Padatan Terlarut

Mengukur total padatan terlarut buah jambu biji menggunakan refraktometer. Mengukur total padatan terlarut buah dengan cara berikut: Menghaluskan buah jambu biji dengan parutan dan mengambil sarinya. Meletakkan sari buah jambu biji ke dalam kaca prisma refraktometer. Menempatkan refraktometer sejajar dengan lampu, dan membacanya. Mencatat suhu lingkungan. Membersihkan bagian kaca prisma dengan aquades. Melakukan pengulangan sebanyak tiga kali ulangan tiap buah, merata-rata hasilnya, dan mencatatnya.

d. Analisis Data

Terdapat dua analisis data yang digunakan dalam menentukan hubungan.

1) Analisis Menggunakan Korelasi *Moment Pearson*

Analisis yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara data pengukuran langsung dengan masing-masing variabel citra. Disimbolkan dengan “r”. Berikut rumus korelasi *momen pearson metode least square* (Hasan, 2001:234):

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi antara variabel X dan variael Y (tanpa dimensi)

x = variabel mutu citra

y = nilai variabel sifat fisik

$\sum x$ = Jumlah nilai x

$\sum y$ = Jumlah nilai y

$\sum xy$ = Jumlah perkalian antara variabel x dan y

$\sum x^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai y

$\sum y^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai x

$(\sum x)^2$ = Jumlah nilai x kemudian dikuadratkan

$(\sum y)^2$ = Jumlah nilai y kemudian dikuadratkan

Nilai yang didapat dari koefisien korelasi kemudian dikuadratkan (R^2) untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi dengan melihat Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel Interval Koefisien dengan Tingkat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
$KK=0$	Tidak ada korelasi
$0.00 < KK < 0,20$	Korelasi sangat rendah
$0.20 < KK < 0.40$	Korelasi rendah
$0.40 < KK < 0.70$	Korelasi cukup
$0.70 < KK < 0.90$	Korelasi kuat
$0.90 < KK < 1.00$	Korelasi sangat kuat
$KK=1$	Korelasi sempurna

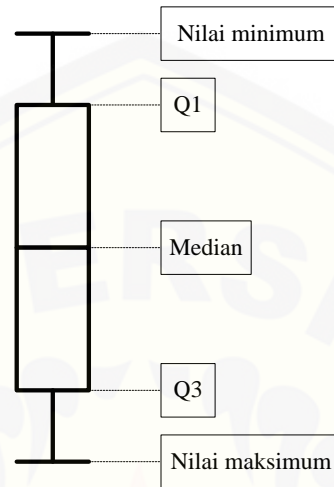
Sumber: Hasan (2001:234).

2) Analisis Statistik Terhadap Sifat Fisik Buah Jambu Biji

Pengukuran sifat fisik dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi dengan kriteria sampel. Nilai-nilai variabel mutu yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik boxplot menggunakan *software* Microsoft Excel. Boxplot adalah penampakan garis yang didasarkan pada nilai kuartil, untuk memudahkan dalam menggambar suatu kelompok data. Untuk membuat diagram kotak garis (boxplot), dibutuhkan lima buah nilai dari data, yaitu nilai minimum, Q1 (kuartil pertama),

median, Q3 (kuartil ketiga) dan nilai maksimum (Mason dan Lind, 1996:148).

Bentuk diagram boxplot ditampilkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Boxplot

Adapun perhitungan ukuran statistik yang dilakukan yaitu:

a) Rata-rata

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

Keterangan :

\bar{X} : rata-rata X

$\sum X_i$: jumlah seluruh nilai X_i

n : jumlah anggota sampel

b) Standar Deviasi

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

Keterangan :

s : standar deviasi

X_i : data

\bar{X} : rata-rata data

n : jumlah data

- c) Median (Me / K_2) adalah nilai tengah-tengah dari data yang diobservasi, setelah data tersebut disusun mulai dari urutan yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya. Jika jumlah data ganjil, maka median terdapat tepat di tengah-tengah.
- d) Kuartil (K) adalah nilai data dari kumpulan data yang dibagi 4 bagian yang sama banyaknya sesudah data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar. Ada tiga kuartil, yaitu kuartil pertama (K_1), kuartil kedua (K_2), dan kuartil ketiga (K_3). Untuk menghitung letak kuartil dapat digunakan rumus :
- Letak $K_i = \text{data ke } \frac{i(n+1)}{4}$
dengan $i = 1, 2, 3$
- e) Minimum adalah nilai data yang terkecil.
Maksimum adalah nilai data yang terbesar.

e. Validasi

Validasi dilakukan sebagai pengujian kinerja atau ketepatan prediksi program pemutuan terhadap contoh yang diberikan selama proses pelatihan. Proses ini dilakukan dengan memberikan sampel data yang lain dari proses pelatihan, dan melihat kemampuan program pemutuan memberikan jawaban yang benar.

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 3.3 Confusion Matrix dan Persamaan Komponen Pada Setiap Kolom dan Baris

Kelas mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi
	A	B	C	RJ			
A	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	$\sum x_{1j}$	$x_{11}/\sum x_{1j}$	$\frac{\sum x_{1j} - x_{11}}{\sum x_{1j}}$
B	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	$\sum x_{2j}$	$x_{22}/\sum x_{2j}$	$\frac{\sum x_{2j} - x_{22}}{\sum x_{2j}}$
C	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	$\sum x_{3j}$	$x_{33}/\sum x_{3j}$	$\frac{\sum x_{3j} - x_{33}}{\sum x_{3j}}$
RJ	x_{35}	x_{36}	x_{37}	x_{38}	$\sum x_{4j}$	$x_{44}/\sum x_{4j}$	$\frac{\sum x_{4j} - x_{44}}{\sum x_{4j}}$
Total kolom	$\sum x_{1j}$	$\sum x_{2j}$	$\sum x_{3j}$	$\sum x_{4j}$	$\sum x_{ij}$		
Akurai user	$x_{11}/\sum x_{1j}$	$x_{22}/\sum x_{2j}$	$x_{33}/\sum x_{3j}$	$x_{44}/\sum x_{4j}$			
Kesalahan omisi	$\sum \frac{x_{i1} - x_{11}}{x_{i1}}$	$\sum \frac{x_{i2} - x_{22}}{x_{i2}}$	$\sum \frac{x_{i3} - x_{33}}{x_{i3}}$	$\sum \frac{x_{i4} - x_{44}}{x_{i4}}$			

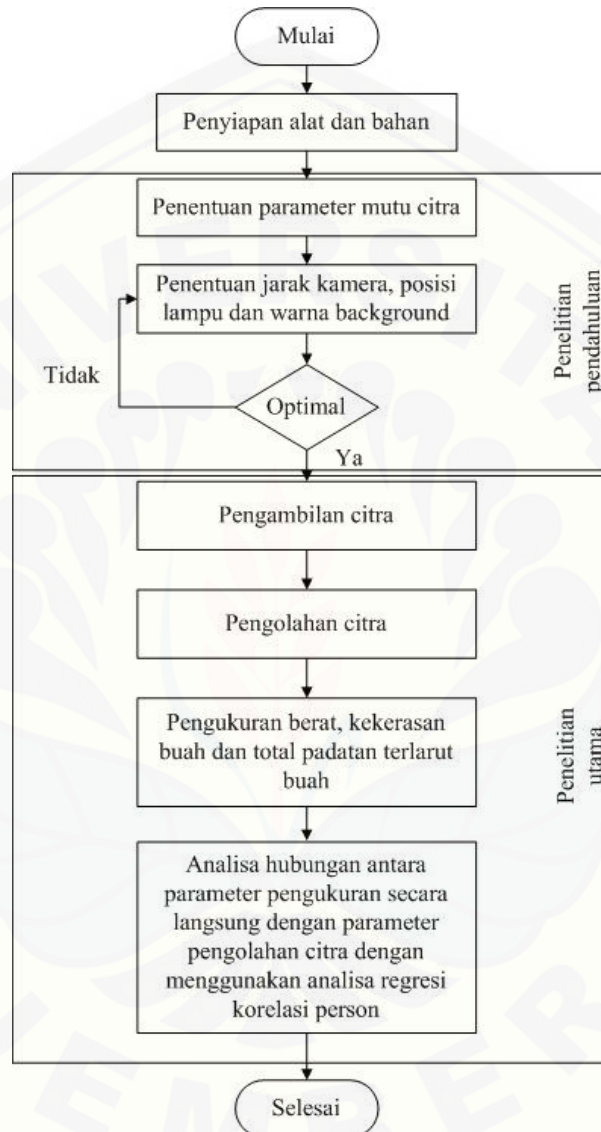
Sumber: Soedibyo (2012:56)

Pada setiap sel pada bidang diagonal (dicetak tebal) mewakili jumlah anggota yang diprediksi benar oleh program, sehingga jumlah diagonal menunjukkan jumlah anggota yang diprediksi benar oleh program. Akurasi total dirumuskan sebagai berikut ini (Soedibyo, 2012:56).

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

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).

f. Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Penelitian

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

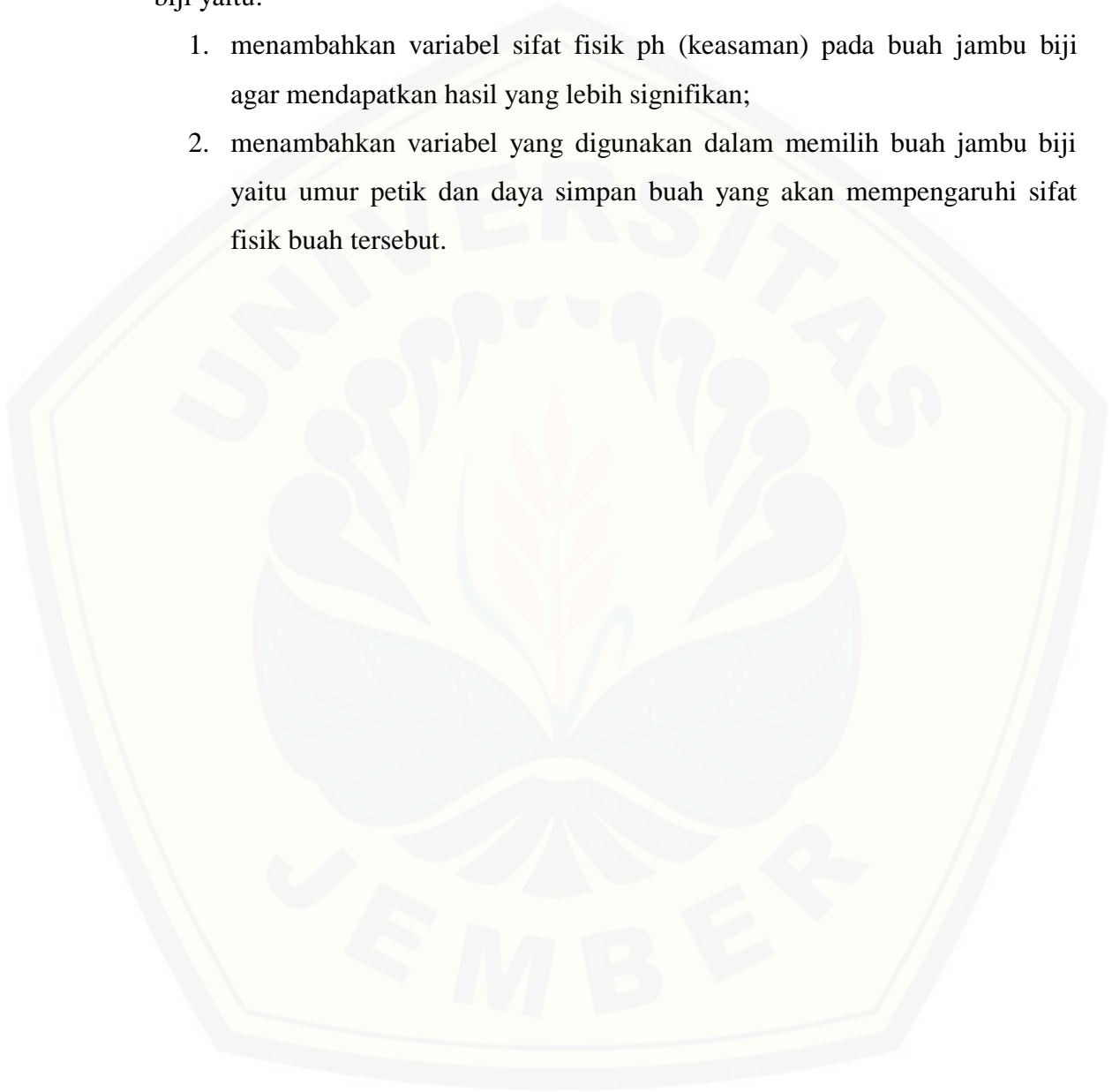
Berdasarkan pembahasan di atas didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. berat buah jambu biji yang memiliki keeratan hubungan dengan variabel mutu citra yaitu area sehingga dapat dijadikan acuan, dengan nilai koefisien determinasi berturut-turut 0,939 untuk jambu biji hijau kecil (HK), 0,927 hijau besar (HB), 0,832 kuning kecil (KK), dan 0,677 kuning besar (KB). Sedangkan indeks *red*, *green* dan *blue* memiliki hubungan yang sangat kurang sehingga tidak dapat menduga berat buah jambu biji merah;
2. hubungan sifat fisik kekerasan buah jambu biji dengan variabel mutu citra yang memiliki hubungan lebih tinggi yaitu perimeter dengan nilai koefisien determinasi 0,324 untuk jambu biji kuning besar (KB), sedangkan klasifikasi yang lain sangat kecil. Selain itu, indeks *blue* juga memiliki nilai koefisien 0,323 pada jambu biji hijau besar (HB). Ini menunjukkan bahwa antara jambu biji yang berwarna hijau dan kuning memiliki tingkat perbedaan kekerasan, namun tidak dapat menduga kekerasan buah jambu biji merah;
3. sifat fisik total padatan terlarut dengan variabel mutu citra yang memiliki hubungan lebih tinggi yaitu area dengan nilai koefisien determinasi 0,255 pada jambu biji kuning besar (KB), sedangkan kuning kecil (KK), hijau besar (HB), dan hijau kecil (HK) memiliki nilai berturut-turut 0,001, 0,045, dan 0,012. Ini menunjukkan bahwa jambu biji yang berwarna kuning dan ukurannya besar memiliki nilai total padatan terlarut lebih tinggi dibanding dengan jambu biji warna hijau. Selain itu variabel mutu citra tinggi, perimeter, indeks *red*, *green*, dan *blue* disemua klasifikasi buah masih sangat kecil sehingga tidak dapat menduga total padatan terlarut buah jambu biji merah.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian pada sifat fisik jambu biji yaitu:

1. menambahkan variabel sifat fisik ph (keasaman) pada buah jambu biji agar mendapatkan hasil yang lebih signifikan;
2. menambahkan variabel yang digunakan dalam memilih buah jambu biji yaitu umur petik dan daya simpan buah yang akan mempengaruhi sifat fisik buah tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- BPS. 2013. *Tabel Daftar Produksi Buah-Buahan Menurut Propinsi*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=10 [08 Mei 2014]
- Cahyono, B. 2010. *Sukses Budidaya Jambu Biji Di Pekarangan & Perkebunan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Dwihapsari, Y., dan Darminto. 2010. *Perancangan dan Pembuatan Penetrometer untuk Menentukan Konsistensi Tumor Otak*. Surabaya: *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 6 (2) : 2.
- Hasan, M.I. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Idawanni. 2016. *Pasca Panen Buah Jambu Biji Psidium Guajava L.* <http://nad.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/798-pasca-panen-buah-jambu-biji-psidium-guajava-l> [03 Juli 2017]
- Ihsan, F. dan Wahyudi, A. 2010. *Teknik Analisis Kadar Sukrosa pada Buah Pepaya*. Solok: *Buletin Teknik Pertanian*. Vol. 15 (1) : 10-12.
- Jusuf, E. 2010. *Kandungan Kuersetin dan Pola Proteomik Varietas Jambu Batu (Psidium guajava L.) Tumbuhan Liar di Kawasan Cibinong, Bogor*. Bogor: *Berita Biologi* 10 (3).
- Kartasapoetra, A.G. 1989. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: Bina Aksara.
- Mason, R. D., dan Lind, D. A. 1996. *Teknik Statistika untuk Bisnis & Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- Prohens, J. J. J. Ruiz dan F., Nuez. 1996. *Advancing the tamarillo harvest by induced postharvest ripening*. *Hortscience* 31(1):109-111.
- Salunkhe, D. K., dan B. B. Desai. 1984. *Post Harvest Biotechnology of Fruits*. Vol II. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.

- Santoso, B.B. dan Purwoko, B.S. 1995. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Tanaman Hortikultura*. Mataram: Indonesia Australia University Project, Universitas Mataram.
- Sobir. 2009. *Budidaya Tanaman Buah Unggul Indonesia*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Soediby, D. W. 2012. *Pengembangan Sistem Pemutuan Berbasis Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Alat Sortasi Kopi Beras Tipe Konveyor Sabuk*. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Taufik, Y. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Jakarta: direktorat Jendral Hortikultura.
- Widodo, S.E., Zulferiyenni, dan Maretha, I. 2012. *Pengaruh Penambahan Indole Acetic Acid (IAA) Pada pelapis Kitosan Terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Jambu Biji (Psidium Guajava L.) 'Crystal'*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Zulkarnain. 2009. *Dasar-Dasar Hortikultura*. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN

1. Pengukuran dengan Citra Digital

Klasifikasi	No.	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Indeks <i>Red</i>	Indeks <i>Green</i>	Indeks <i>Blue</i>
HB	1	199892	556	473	1499	0,353	0,607	0,039
	2	206485	540	493	1494	0,329	0,624	0,046
	3	201608	505	490	1510	0,354	0,606	0,038
	4	201092	530	475	1495	0,333	0,621	0,044
	5	196880	509	484	1486	0,351	0,607	0,041
	6	216409	563	501	1567	0,391	0,579	0,028
	7	221342	547	504	1576	0,367	0,598	0,034
	8	199587	512	484	1499	0,352	0,604	0,042
	9	202987	554	483	1513	0,351	0,612	0,036
	10	193338	494	489	1482	0,355	0,601	0,042
	11	194549	484	492	1470	0,373	0,596	0,030
	12	193475	522	470	1452	0,354	0,608	0,037
	13	203836	527	484	1526	0,384	0,582	0,032
	14	195173	498	489	1486	0,381	0,587	0,031
	15	183266	482	463	1440	0,385	0,574	0,039
	16	192362	534	463	1449	0,398	0,567	0,034
	17	185418	493	486	1410	0,364	0,597	0,038
	18	191062	529	459	1449	0,359	0,607	0,033
	19	188308	517	464	1433	0,359	0,600	0,039
	20	220969	584	496	1578	0,340	0,604	0,055
	21	225771	587	495	1597	0,364	0,593	0,042
	22	208208	545	497	1509	0,344	0,615	0,040
	23	222919	537	526	1559	0,422	0,553	0,024
	24	220547	553	500	1572	0,349	0,613	0,036
	25	227263	544	526	1598	0,432	0,538	0,028
HK	26	140359	456	403	1228	0,417	0,540	0,041
	27	157284	488	420	1319	0,412	0,545	0,042
	28	149947	434	433	1281	0,437	0,525	0,036
	29	154470	491	409	1309	0,444	0,520	0,035
	30	138992	446	405	1233	0,435	0,529	0,034
	31	138526	439	408	1219	0,425	0,529	0,044
	32	161301	482	431	1318	0,454	0,508	0,036
	33	163427	507	431	1346	0,431	0,530	0,037

	34	143510	471	395	1247	0,457	0,512	0,030
	35	161449	489	437	1320	0,416	0,541	0,042
	36	145271	460	408	1252	0,406	0,551	0,042
	37	140832	465	396	1224	0,453	0,507	0,038
	38	135572	442	397	1216	0,453	0,512	0,034
	39	140044	448	407	1222	0,439	0,522	0,038
	40	147030	454	436	1270	0,437	0,530	0,031
	41	145491	457	431	1284	0,433	0,526	0,040
	42	142806	461	433	1265	0,460	0,506	0,033
	43	144112	445	431	1277	0,438	0,517	0,043
	44	148451	471	435	1279	0,438	0,528	0,033
	45	131924	414	432	1213	0,465	0,506	0,028
	46	142604	436	440	1282	0,471	0,485	0,035
	47	151363	479	435	1306	0,434	0,529	0,035
	48	152240	454	464	1296	0,408	0,557	0,033
	49	156705	491	413	1318	0,411	0,548	0,040
	50	156990	478	461	1314	0,414	0,547	0,037
KB	51	165771	466	491	4744	0,445	0,366	0,188
	52	168244	488	495	4211	0,442	0,362	0,194
	53	156055	495	496	5937	0,427	0,370	0,201
	54	177136	497	490	3456	0,449	0,366	0,183
	55	182452	498	514	4197	0,449	0,370	0,180
	56	150645	463	474	5487	0,439	0,365	0,194
	57	164344	465	463	2848	0,462	0,359	0,177
	58	182573	492	511	3692	0,466	0,346	0,186
	59	198188	476	524	1742	0,466	0,359	0,173
	60	161403	480	473	3948	0,456	0,350	0,192
	61	176966	478	480	3101	0,461	0,360	0,178
	62	186928	524	481	4200	0,445	0,370	0,183
	63	166664	483	503	4182	0,449	0,355	0,194
	64	177014	486	475	2944	0,475	0,345	0,178
	65	164701	485	485	6590	0,448	0,360	0,191
	66	191965	515	520	4857	0,446	0,369	0,183
	67	182315	485	506	3778	0,460	0,353	0,185
	68	166207	469	473	4837	0,450	0,367	0,182
	69	161679	481	469	3897	0,440	0,369	0,190
	70	155463	452	478	3982	0,458	0,346	0,195
	71	155339	440	491	4731	0,456	0,349	0,193
	72	170804	453	476	1651	0,481	0,341	0,177

	73	216440	570	504	3582	0,443	0,374	0,182
	74	163099	447	479	4554	0,443	0,363	0,193
	75	153942	465	456	3681	0,452	0,358	0,189
KK	76	135936	396	433	2421	0,457	0,358	0,184
	77	135285	451	429	4265	0,438	0,367	0,194
	78	149082	448	426	1953	0,437	0,391	0,170
	79	159150	458	444	2492	0,440	0,378	0,180
	80	138296	419	415	1725	0,434	0,389	0,176
	81	139005	410	421	1440	0,438	0,392	0,169
	82	139095	428	422	3043	0,433	0,384	0,182
	83	138784	429	421	3086	0,433	0,384	0,182
	84	160808	448	454	1926	0,428	0,387	0,181
	85	153081	445	442	1714	0,426	0,396	0,176
	86	149975	425	448	2956	0,414	0,397	0,188
	87	148738	421	474	4564	0,443	0,362	0,193
	88	152510	444	429	1824	0,430	0,384	0,184
	89	144794	428	428	2298	0,459	0,365	0,175
	90	137205	409	441	2964	0,455	0,354	0,189
	91	144132	434	425	2403	0,436	0,382	0,180
	92	144043	443	431	2749	0,434	0,381	0,184
	93	135034	444	403	2302	0,461	0,357	0,181
	94	134424	419	418	2208	0,448	0,371	0,179
	95	140041	424	417	1558	0,431	0,396	0,171
	96	136127	393	432	1839	0,449	0,372	0,177
	97	135377	430	406	2987	0,448	0,372	0,178
	98	134928	408	415	1619	0,435	0,389	0,174
	99	136014	423	420	2311	0,433	0,388	0,178
	100	140221	403	442	2157	0,433	0,383	0,182

2. Pengukuran Sifat Fisik

a. Berat

Klasifikasi	Nomor	Pengulangan			Rata-rata
		1	2	3	
HB	1	211,76	211,74	211,74	211,74
	2	218,78	218,78	218,77	218,77
	3	213,06	213,06	213,06	213,06
	4	222,30	222,30	222,30	222,30
	5	210,69	210,69	210,69	210,69
	6	230,52	230,52	230,52	230,52
	7	241,33	241,33	241,32	241,32
	8	215,79	215,79	215,78	215,78

	9	219,39	219,39	219,38	219,38
	10	210,70	210,70	210,69	210,69
	11	205,99	206,00	205,98	205,99
	12	204,19	204,19	204,18	204,18
	13	217,27	217,27	217,27	217,27
	14	209,20	209,20	209,19	209,19
	15	195,06	195,05	195,05	195,05
	16	191,92	191,92	191,92	191,92
	17	193,18	193,17	193,17	193,17
	18	198,36	198,35	198,35	198,35
	19	195,76	195,76	195,75	195,75
	20	231,96	231,96	231,96	231,96
	21	237,10	237,10	237,10	237,10
	22	217,91	217,91	217,91	217,91
	23	235,23	235,23	235,23	235,23
	24	240,68	240,68	240,68	240,68
	25	248,69	248,69	248,69	248,69
HK	26	136,42	136,41	136,41	136,41
	27	155,51	155,50	155,49	155,50
	28	145,83	145,81	145,8	145,81
	29	149,81	149,81	149,8	149,80
	30	133,99	133,99	133,98	133,98
	31	139,33	139,33	139,33	139,33
	32	162,93	162,92	162,92	162,92
	33	158,25	158,24	158,23	158,24
	34	140,05	140,04	140,03	140,04
	35	158,40	158,40	158,40	158,40
	36	141,39	141,4	141,39	141,39
	37	138,47	138,47	138,47	138,47
	38	130,05	130,06	130,06	130,05
	39	133,67	133,67	133,67	133,67
	40	142,28	142,28	142,28	142,28
	41	139,97	139,97	139,97	139,97
	42	137,29	137,29	137,28	137,28
	43	141,98	141,98	141,98	141,98
	44	144,48	144,48	144,48	144,48
	45	131,43	131,42	131,42	131,42
	46	142,61	142,61	142,60	142,60
	47	148,73	148,73	148,73	148,73
	48	151,71	151,70	151,71	151,70
	49	156,02	156,02	156,03	156,02
	50	158,72	158,71	158,71	158,71
KB	51	185,66	185,66	185,65	185,65
	52	194,94	194,94	194,93	194,93
	53	202,95	202,95	202,95	202,95
	54	208,21	208,21	208,21	208,21

	55	209,83	209,82	209,82	209,82
	56	188,81	188,81	188,80	188,80
	57	188,18	188,18	188,18	188,18
	58	218,52	218,52	218,52	218,52
	59	208,65	208,65	208,64	208,64
	60	191,56	191,56	191,55	191,55
	61	193,04	193,04	193,03	193,03
	62	218,25	218,24	218,24	218,24
	63	208,04	208,04	208,03	208,03
	64	191,14	191,14	191,14	191,14
	65	194,25	194,25	194,25	194,25
	66	230,63	230,63	230,63	230,63
	67	214,25	214,25	214,25	214,25
	68	183,30	183,30	183,30	183,30
	69	184,62	184,62	184,62	184,62
	70	183,61	183,61	183,61	183,61
	71	184,32	184,32	184,31	184,31
	72	181,78	181,78	181,77	181,77
	73	236,79	236,79	236,79	236,79
	74	179,74	179,73	179,73	179,73
	75	178,68	178,68	178,68	178,68
KK	76	136,26	136,26	136,26	136,26
	77	149,21	149,21	149,2	149,20
	78	156,83	156,84	156,83	156,83
	79	169,52	169,51	169,51	169,51
	80	140,77	140,77	140,76	140,76
	81	143,13	143,13	143,13	143,13
	82	152,14	152,14	152,14	152,14
	83	147,22	147,22	147,22	147,22
	84	165,60	165,60	165,60	165,60
	85	160,38	160,38	160,38	160,38
	86	158,76	158,76	158,76	158,76
	87	162,40	162,40	162,40	162,40
	88	156,02	156,02	156,02	156,02
	89	152,81	152,81	152,81	152,81
	90	146,08	146,08	146,08	146,08
	91	150,33	150,33	150,33	150,33
	92	157,15	157,15	157,14	157,14
	93	139,43	139,43	139,43	139,43
	94	139,01	139,01	139,01	139,01
	95	142,23	142,23	142,23	142,23
	96	145,32	145,32	145,32	145,32
	97	138,46	138,46	138,46	138,46
	98	137,24	137,24	137,24	137,24
	99	140,55	140,55	140,55	140,55
	100	142,05	142,05	142,05	142,05

b. Kekerasan

Klasifikasi	No.	Atas			Tengah			Bawah			Rata-Rata	Rata2 Kekerasan
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
HB	1	10	13	14	21	16	20	16	15	18	15,888	0,001
	2	7	6	5	15	16	14	15	10	12	11,111	0,000
	3	12	15	15	24	25	25	24	24	20	20,444	0,001
	4	12	10	10	20	19	14	15	16	15	14,555	0,001
	5	13	11	16	16	12	14	11	10	15	13,111	0,001
	6	19	17	20	28	27	29	22	25	24	23,444	0,001
	7	12	14	15	15	18	13	16	12	16	14,555	0,001
	8	15	11	11	16	17	20	14	16	19	15,444	0,001
	9	10	11	15	19	16	25	14	16	14	15,555	0,001
	10	15	15	14	26	25	20	27	25	21	20,888	0,001
	11	14	12	16	21	23	20	26	15	12	17,666	0,000
	12	19	14	11	22	19	15	15	15	15	16,111	0,001
	13	25	29	30	32	34	38	31	36	36	32,333	0,002
	14	17	20	16	23	25	21	25	21	28	21,777	0,002
	15	15	10	11	21	20	18	19	20	15	16,555	0,001
	16	17	13	18	26	30	24	20	20	26	21,555	0,002
	17	17	14	12	15	25	16	14	17	15	16,111	0,001
	18	23	14	20	30	30	32	30	26	28	25,888	0,002
	19	13	17	13	18	20	19	20	15	17	16,888	0,001
	20	15	18	19	30	28	20	29	25	28	23,555	0,002
	21	18	15	15	21	22	22	23	18	17	19,000	0,001
	22	21	20	15	28	20	26	28	24	20	22,444	0,002
	23	19	9	12	21	18	16	27	25	20	18,555	0,002
	24	6	6	12	20	18	20	20	16	20	15,333	0,002
25	14	11	10	22	19	15	21	20	15	16,333	0,001	
HK	26	22	11	19	30	31	25	34	30	29	25,666	0,002
	27	15	10	13	15	25	20	29	26	22	19,444	0,002
	28	16	10	10	19	15	25	21	19	24	17,667	0,001
	29	20	18	12	20	19	25	25	25	27	21,222	0,002
	30	22	19	15	26	31	31	30	35	36	27,222	0,002
	31	13	10	11	12	20	20	24	20	20	16,667	0,001
	32	10	10	15	10	10	11	15	13	14	12,000	0,001
	33	20	13	15	15	19	19	20	19	18	17,556	0,001
	34	34	27	30	24	32	29	44	45	48	34,778	0,003

	35	17	16	20	20	15	20	25	21	20	19,333	0,002
	36	15	16	17	15	14	14	15	15	15	15,111	0,001
	37	12	10	11	13	12	12	16	17	15	13,111	0,001
	38	20	11	17	20	24	25	17	22	21	19,667	0,002
	39	15	11	10	24	24	25	30	23	23	20,556	0,002
	40	19	20	21	25	25	34	28	22	30	24,889	0,002
	41	10	10	11	14	18	14	20	25	17	15,444	0,001
	42	14	10	10	20	14	16	22	15	20	15,667	0,001
	43	11	12	15	20	20	19	27	28	30	20,222	0,002
	44	31	36	35	35	30	29	35	29	33	32,556	0,003
	45	38	39	34	30	30	35	35	35	35	34,556	0,003
	46	30	30	35	28	28	30	30	30	24	29,444	0,002
	47	10	12	12	15	15	15	18	15	18	14,444	0,001
	48	18	13	12	20	22	25	25	23	20	19,778	0,002
	49	12	10	12	20	22	20	20	22	20	17,556	0,001
	50	12	12	12	18	19	18	22	20	20	17,000	0,001
KB	51	34	36	35	50	63	52	73	85	71	55,444	0,004
	52	42	21	33	65	54	73	70	55	70	53,667	0,004
	53	35	24	34	42	36	50	65	50	43	42,111	0,003
	54	25	30	29	50	63	49	58	52	54	45,556	0,004
	55	39	34	38	50	70	65	84	64	88	59,111	0,005
	56	16	15	15	30	31	28	25	23	22	22,778	0,002
	57	35	30	41	68	55	60	63	56	60	52,000	0,004
	58	30	22	16	55	58	40	64	62	51	44,222	0,004
	59	54	41	40	72	56	70	68	73	78	61,333	0,005
	60	37	44	39	51	61	73	54	58	70	54,111	0,004
	61	26	18	35	43	55	45	58	54	55	43,222	0,003
	62	40	39	25	70	70	93	68	75	95	63,889	0,005
	63	53	34	30	70	75	78	75	65	85	62,778	0,005
	64	56	47	50	60	66	65	71	66	85	62,889	0,005
	65	38	48	55	80	85	84	92	85	103	74,444	0,006
	66	40	31	35	73	79	70	64	84	63	59,889	0,005
	67	34	16	25	54	83	50	65	60	68	50,556	0,004
	68	34	28	30	46	52	48	56	57	54	45,000	0,004
	69	37	26	29	46	55	52	40	35	50	41,111	0,003
	70	35	38	38	75	63	63	81	88	76	61,889	0,005
	71	57	53	37	84	80	95	99	78	75	73,111	0,006
	72	58	38	42	62	80	90	82	68	66	65,111	0,005
	73	55	55	51	70	55	72	80	98	79	68,333	0,005

	74	19	26	26	38	52	37	40	45	35	35,333	0,003
	75	29	28	19	60	50	57	75	53	57	47,556	0,004
KK	76	32	28	30	60	57	48	66	66	63	50,000	0,004
	77	40	39	44	64	63	64	65	58	88	58,333	0,005
	78	25	30	22	30	41	42	45	36	46	35,222	0,003
	79	35	32	26	27	34	52	46	50	59	40,111	0,003
	80	32	23	20	26	42	40	48	40	31	33,556	0,003
	81	21	17	17	40	44	42	47	35	40	33,667	0,003
	82	23	12	16	29	31	28	38	44	40	29,000	0,002
	83	24	22	24	53	45	50	60	61	70	45,444	0,004
	84	20	27	21	35	45	42	52	46	68	39,556	0,003
	85	25	30	30	38	35	34	41	41	38	34,667	0,003
	86	29	36	40	50	46	48	49	38	45	42,333	0,003
	87	60	55	65	79	70	86	69	78	79	71,222	0,006
	88	34	20	27	35	38	36	43	46	31	34,444	0,003
	89	42	34	31	51	55	46	50	49	41	44,333	0,004
	90	19	25	19	24	45	44	34	35	32	30,778	0,002
	91	30	31	13	35	30	42	46	33	39	33,222	0,003
	92	34	25	24	19	38	35	46	42	44	34,111	0,003
	93	30	30	35	63	54	55	40	55	50	45,778	0,004
	94	26	27	33	65	68	69	77	77	76	57,556	0,005
	95	29	22	22	40	36	31	39	35	32	31,778	0,003
	96	26	33	25	85	58	45	80	80	57	54,333	0,004
	97	25	24	32	34	41	41	35	40	43	35,000	0,003
	98	19	24	24	34	25	26	35	45	37	29,889	0,002
	99	28	24	29	31	45	41	38	39	31	34,000	0,003
	100	13	18	14	38	37	37	45	36	42	31,111	0,002

c. Total padatan terlarut (TPT)

Klasifikasi	No.	1	Koreksi	2	Koreksi	3	Koreksi	Rata-rata
HB	1	7,6	0,3552	7,8	0,3556	7,6	0,3552	8,022
	2	6,8	0,3536	6,6	0,3532	6,6	0,3532	7,020
	3	7,2	0,3544	7,4	0,3548	7,2	0,3544	7,621
	4	7,4	0,3548	7,2	0,3544	7,2	0,3544	7,621
	5	6,6	0,3532	6,4	0,3528	6,4	0,3528	6,820
	6	7,6	0,3552	7,4	0,3548	7,4	0,3548	7,822
	7	7	0,354	7	0,354	7	0,354	7,354
	8	7	0,354	7,2	0,3544	7	0,354	7,421
	9	7	0,354	7,4	0,3548	7	0,354	7,488
	10	8	0,356	7,8	0,3556	7,2	0,3544	8,022
	11	9,8	0,3596	9,6	0,3592	9,4	0,3588	9,959
	12	9,6	0,3592	9,4	0,3588	9,4	0,3588	9,826
	13	6	0,352	5,6	0,3512	5	0,350	5,884
	14	7,6	0,3552	7,6	0,3552	7,8	0,3556	8,022
	15	8	0,356	8,2	0,3564	8,2	0,3564	8,490
	16	9	0,358	8	0,356	9,4	0,3588	9,158
	17	9,2	0,3584	9,2	0,3584	9,2	0,3584	9,558
	18	8,4	0,3568	8,6	0,3572	8,4	0,3568	8,824
	19	5,6	0,3512	5,4	0,3508	5,4	0,3508	5,818
	20	6,2	0,3524	6,2	0,3524	6,2	0,3524	6,552
	21	8,4	0,3568	8,4	0,3568	8,8	0,3576	8,890
	22	7,6	0,3552	7	0,354	6,8	0,3536	7,488
	23	6,4	0,3528	6,4	0,3528	6,4	0,3528	6,753
	24	8	0,356	8	0,356	8,2	0,3564	8,423
25	8	0,356	8,6	0,3572	8,6	0,3572	8,757	
HK	26	6,8	0,3536	6,4	0,3528	6,6	0,3532	6,953
	27	7	0,354	7	0,354	7	0,354	7,354
	28	7	0,354	6,8	0,3536	6,8	0,3536	7,220
	29	6,4	0,3528	6,6	0,3532	6,2	0,3524	6,753
	30	6,2	0,3524	6,8	0,3536	6,2	0,3524	6,753
	31	6,8	0,3536	6,4	0,3528	6,4	0,3528	6,886
	32	7,6	0,3552	7,8	0,3556	7,8	0,3556	8,089
	33	6,4	0,3528	7,2	0,3544	6,6	0,3532	7,087
	34	5	0,350	5	0,350	5	0,350	5,350
	35	5,6	0,3512	5,4	0,3508	5,6	0,3512	5,884

	36	6,6	0,3532	6,6	0,3532	6,6	0,3532	6,953
	37	7	0,354	7,2	0,3544	7,2	0,3544	7,488
	38	6,2	0,3524	6	0,352	6,2	0,3524	6,486
	39	5,4	0,3508	5,4	0,3508	5,2	0,3504	5,684
	40	6,2	0,3524	6	0,352	6,4	0,3528	6,552
	41	7,4	0,3548	7,4	0,3548	7,4	0,3548	7,755
	42	6,8	0,3536	6,8	0,3536	7	0,354	7,220
	43	6	0,352	6	0,352	6	0,352	6,352
	44	5,2	0,3504	5	0,350	5	0,350	5,417
	45	7,4	0,3548	7,2	0,3544	7,2	0,3544	7,621
	46	5,2	0,3504	5	0,350	5,2	0,3504	5,484
	47	6,6	0,3532	6,6	0,3532	6,4	0,3528	6,886
	48	5,8	0,3516	5,8	0,3516	5,8	0,3516	6,152
	49	6,6	0,3532	6,2	0,3524	6,4	0,3528	6,753
	50	6,6	0,3532	6,6	0,3532	7	0,354	7,087
KB	51	10,2	0,3604	10,4	0,3608	10,4	0,3608	10,694
	52	10	0,36	9,4	0,3588	10	0,360	10,160
	53	8,2	0,3564	8,2	0,3564	8,4	0,3568	8,623
	54	7,2	0,3544	7	0,354	7	0,354	7,421
	55	8,8	0,3576	8,8	0,3576	9	0,358	9,224
	56	9,4	0,3588	9,4	0,3588	9,2	0,3584	9,692
	57	7	0,354	6,6	0,3532	7	0,354	7,220
	58	6,8	0,3536	7	0,354	6,6	0,3532	7,154
	59	7	0,354	7	0,354	7	0,354	7,354
	60	8,2	0,3564	8,6	0,3572	8,4	0,3568	8,757
	61	6,6	0,3532	6,8	0,3536	7	0,354	7,154
	62	6,4	0,3528	6,6	0,3532	6,4	0,3528	6,820
	63	9	0,358	9	0,358	9	0,358	9,358
	64	8,8	0,3576	8,8	0,3576	8,8	0,3576	9,158
	65	11	0,36	11	0,362	11	0,362	11,361
	66	7,8	0,3556	7,8	0,3556	7,8	0,3556	8,156
	67	8	0,356	8	0,356	7,8	0,3556	8,289
	68	10,6	0,36	10,6	0,3612	10,2	0,3604	10,827
	69	10	0,360	10	0,360	10	0,360	10,360
	70	7,2	0,3544	7,2	0,3544	7	0,354	7,488
	71	8,6	0,3572	8,8	0,3576	9	0,358	9,158
	72	8	0,356	8	0,356	8	0,356	8,356
	73	6,4	0,3528	6,2	0,3524	6,2	0,3524	6,619

	74	10,6	0,36	10,6	0,3612	10,8	0,3616	11,028
	75	7,6	0,3552	7,6	0,3552	7,8	0,3556	8,022
KK	76	6	0,352	6	0,356	6,2	0,3524	6,420
	77	8,2	0,3564	8	0,3556	8,4	0,3568	8,556
	78	8	0,356	7,8	0,3544	8	0,356	8,289
	79	6,4	0,3528	7,2	0,358	6,8	0,3536	7,155
	80	9,4	0,3588	9	0,3552	9	0,358	9,491
	81	8,2	0,3564	7,6	0,3556	8	0,356	8,289
	82	7,6	0,3552	7,8	0,356	7,6	0,3552	8,022
	83	8,6	0,3572	8	0,356	8	0,356	8,556
	84	8,2	0,3564	8	0,3568	8	0,356	8,423
	85	8	0,356	8,4	0,3528	8,4	0,3568	8,622
	86	7	0,354	6,4	0,3528	6,8	0,3536	7,087
	87	6	0,352	6,4	0,356	6,2	0,3524	6,553
	88	8	0,356	8	0,3564	8	0,356	8,356
	89	8	0,356	8,2	0,3556	8,2	0,3564	8,489
	90	7,8	0,3556	7,8	0,3576	8	0,356	8,223
	91	9	0,358	8,8	0,358	9	0,358	9,291
	92	9,2	0,3584	9	0,3544	9,4	0,3588	9,557
	93	7,2	0,3544	7,2	0,3548	7	0,354	7,488
	94	7,6	0,3552	7,4	0,3576	7,4	0,3548	7,823
	95	9	0,358	8,8	0,356	8,8	0,3576	9,224
	96	8	0,356	8	0,3548	7,6	0,3552	8,222
	97	7	0,354	7,4	0,356	7,2	0,3544	7,555
	98	8	0,356	8	0,3544	8,2	0,3564	8,422
	99	7	0,354	7,2	0,3576	7	0,354	7,422
	100	8,2	0,3564	8,8	0,3564	8,6	0,3572	8,890

3. Validasi Program Penentuan Sifat Fisik Jambu Biji

klasifikasi	Area	Tinggi	<i>Indeks Blue</i>	<i>Indeks Green</i>	Hasil
HB	199892	556	0,039	0,607	HB
	206485	540	0,046	0,624	HB
	201608	505	0,039	0,606	HB
	201092	530	0,045	0,621	HB
	196880	509	0,042	0,607	HB
	216409	563	0,029	0,580	HB
	221342	547	0,034	0,598	HB
	199587	512	0,043	0,605	HB

	202987	554	0,036	0,613	HB
	193338	494	0,043	0,602	HB
	194549	484	0,030	0,596	HB
	193475	522	0,037	0,608	HB
	203836	527	0,033	0,583	HB
	195173	498	0,031	0,587	HB
	183266	482	0,039	0,575	HB
	192362	534	0,034	0,567	HB
	185418	493	0,038	0,597	HB
	191062	529	0,034	0,607	HB
	188308	517	0,040	0,600	HB
	220969	584	0,055	0,604	HB
	225771	587	0,042	0,594	HB
	208208	545	0,041	0,615	HB
	222919	537	0,025	0,553	HB
	220547	553	0,037	0,614	HB
	227263	544	0,029	0,539	HB
HK	140359	456	0,041	0,541	HK
	157284	488	0,042	0,545	HK
	149947	434	0,037	0,526	HK
	154470	491	0,035	0,521	HK
	138992	446	0,035	0,529	HK
	138526	439	0,045	0,530	HK
	161301	482	0,037	0,509	HK
	163427	507	0,038	0,531	HK
	143510	471	0,030	0,512	HK
	161449	489	0,042	0,541	HK
	145271	460	0,043	0,551	HK
	140832	465	0,039	0,508	HK
	135572	442	0,035	0,512	HK
	140044	448	0,038	0,523	HK
	147030	454	0,032	0,531	HK
	145491	457	0,041	0,526	HK
	142806	461	0,033	0,507	HK
	144112	445	0,044	0,518	HK
	148451	471	0,033	0,528	HK
	131924	414	0,028	0,506	HK
	142604	436	0,035	0,486	HK
	151363	479	0,036	0,530	HK

	152240	454	0,034	0,557	HK
	156705	491	0,040	0,549	HK
	156990	478	0,038	0,548	HK
KB	165771	466	0,188	0,366	KB
	168244	488	0,195	0,363	KB
	156055	495	0,202	0,371	KB
	177136	497	0,184	0,366	KB
	182452	498	0,180	0,370	KB
	150645	463	0,195	0,366	KB
	164344	465	0,178	0,360	KB
	182573	492	0,187	0,346	KB
	198188	476	0,173	0,360	KB
	161403	480	0,193	0,351	KB
	176966	478	0,179	0,360	KB
	186928	524	0,184	0,370	KB
	166664	483	0,195	0,355	KB
	177014	486	0,179	0,345	KB
	164701	485	0,191	0,361	KB
	191965	515	0,184	0,370	KB
	182315	485	0,186	0,354	KB
	166207	469	0,182	0,368	KB
	161679	481	0,190	0,369	KB
	155463	452	0,195	0,346	KB
	155339	440	0,194	0,350	KB
	170804	453	0,177	0,341	KB
	216440	570	0,182	0,374	KB
	163099	447	0,194	0,363	KB
	153942	465	0,189	0,358	KB
KK	135936	396	0,184	0,358	KK
	135285	451	0,194	0,368	KK
	149082	448	0,171	0,392	KK
	159150	458	0,181	0,379	KK
	138296	419	0,177	0,389	KK
	139005	410	0,169	0,393	KK
	139095	428	0,183	0,384	KK
	138784	429	0,183	0,384	KK
	160808	448	0,182	0,390	KK
	153081	445	0,177	0,397	KK
	149975	425	0,188	0,398	KK

148738	421	0,194	0,362	KK
152510	444	0,184	0,385	KK
144794	428	0,175	0,365	KK
137205	409	0,189	0,355	KK
144132	434	0,181	0,382	KK
144043	443	0,184	0,381	KK
135034	444	0,181	0,357	KK
134424	419	0,179	0,372	KK
140041	424	0,172	0,397	KK
136127	393	0,177	0,373	KK
135377	430	0,179	0,373	KK
134928	408	0,174	0,390	KK
136014	423	0,178	0,389	KK
140221	403	0,183	0,384	KK
