



**KAJIAN TINGKAT KETUAAN BUAH PEPAYA KALIFORNIA (*Carica
papaya L.*) BERDASARKAN UMUR PETIK MENGGUNAKAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

SKRIPSI

Oleh

**Panda Triyajaya
NIM 111710201064**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



KAJIAN TINGKAT KETUAAN BUAH PEPAYA KALIFORNIA (*Carica papaya* L.) BERDASARKAN UMUR PETIK MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Panda Triyajaya
NIM 111710201064

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018

PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Slamet Riyadi, Ibu Supiyatun atas segala doa dan motivasinya untuk masa dapan yang lebih baik”



MOTTO

“Istiqomah dimulai dengan ilmu, jika kamu kejakan sesuatu tanpa pengetahuan, maka tidak akan ada motivasi bagi kita untuk menguatkan hal yang ingin kita kerjakan.”

(Ust. Adi Hidayat, Lc.)

“Seseorang tidak akan merasakan manisnya keimanan sebelum tertimpa musibah atau sakit, dan ia bersikap ridha dan sabar terhadapnya.”

(Imam Junaid Al-Baghdadi)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Panda Triyjaya

NIM : 111710201064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Kajian Tingkat Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia (*Carica papaya L.*) Berdasarkan Umur Petik Menggunakan pengolahan Citra Digital” 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, Mei 2018
Yang menyatakan,

Panda Triyjaya
NIM 111710201065

SKRIPSI

**KAJIAN TINGKAT KETUAAN BUAH PEPAYA KALIFORNIA (*Carica
papaya L.*) BERDASARKAN UMUR PETIK MENGGUNAKAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

Oleh

Panda Triyajaya
NIM 111710201064

Pembimbing:

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

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

RINGKASAN

Kajian Tingkat Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia (*Carica papaya L.*) Berdasarkan Umur Petik Menggunakan Pengolahan Citra Digital; Panda Triyajaya; 111710201064; 2018; 48 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pepaya Kalifornia (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu varietas pepaya yang sedang digemari para petani. Pepaya kalifornia memiliki keunggulan yang berupa buahnya lebih manis, tahan lama dan bisa dipanen lebih cepat. Penanganan pasca panen buah pepaya masih dilakukan secara manual dalam mengkaji tingkat ketuaan, maka diperlukan suatu metode yang dapat menjamin tingkat ketuaan buah pepaya berdasarkan umur petik. Perhitungan umur petik 115, 120 dan 125 hari pada buah pepaya kalifornia diukur dari bunga mengalami anthesis atau bunga mulai mekar pada masing-masing umur petik buah. Pengolahan citra merupakan metode yang bersifat obyektif, tidak merusak bahan dan dapat dilakukan pengenalan pola terhadap obyek. Pengenalan pola bertujuan menentukan kelompok atau kategori obyek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek tersebut sehingga penggolongan obyek lebih mudah. Pengolahan citra mampu mencari dan menampilkan sifat-sifat citra (variabel citra) buah pepaya Kalifornia secara kuantitatif yang akan digunakan sebagai *input* model kalimat logika. Kalimat logika merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pendugaan tingkat ketuaan dan kematangan. Penelitian ini bertujuan (a) menentukan variabel citra, dan (b) melakukan validasi hasil program pengolahan citra. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi bidang minat Energi, Otomatisasi dan Informatika (ENOTIN), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknik Pertanian, Universitas Jember. Pepaya yang digunakan berasal dari Desa Kungkung Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. Buah pepaya kalifornia yang digunakan berjumlah 150 buah dengan tingkat ketuaan yaitu muda, tua dan matang. Variabel umur petik citra yang digunakan adalah area, tinggi, lebar, perimeter, indeks (r , g , dan b). Variabel area dan indeks green digunakan sebagai variabel pendugaan umur petik buah pepaya kalifornia disusun kedalam model kalimat logika sebagai berikut : jika ($\text{area} \geq 242767$ AND indeks $g \geq 0,556236$) dibaca umur petik "115 Hari", jika ($\text{area} < 242767$ AND $\text{area} \geq 230116,5$ AND indeks $g < 0,55626$ AND indeks $g < 0,59844$) dibaca umur petik "120 Hari", jika ($\text{area} < 230116,5$ AND indeks $g < 0,59844$) dibaca umur petik "125 Hari". Hasil validasi menunjukkan bahwa program tingkat ketuaan umur petik buah pepaya kalifornia memiliki tingkat akurasi total sebesar 89,44%.

SUMMARY

Characteristic Rate of Aging Papaya California (*Carica papaya* L.) Based on Age Picking Using Digital Image Processing; Panda Triyajaya 111 710 201 064; 2018; 48 pages; Department of Agricultural Engineering Faculty of Agriculture University of Jember.

Papaya California (*Carica papaya* L.) is one of the most popular papaya varieties. Papaya California has the advantage that the fruit is sweeter, longer lasting and can be harvested faster. Post-harvest handling of papaya fruit is still done manually in assessing the degree of aging, it is necessary a method that can guarantee the level of aging of papaya fruit based on the age of quotation. Calculation of picking age 115, 120 and 125 days in papaya papaya is measured from flowers experiencing anthesis or flowers begin to bloom in each fruit picking age. Image processing is a method that is objective, does not damage the material and can be done pattern recognition of the object. Pattern recognition aims to determine the group or category of objects based on the characteristics possessed by the object so that the classification of objects easier. Image processing is able to find and display the properties of image (variable image) papaya papaya fruit quantitatively to be used as input logical sentence model. Sentence logic is one method that can be used to estimate the level of age and maturity. This study aims to (a) determine the image variables, and (b) validate the results of the image processing program. The research was conducted in Instrumentation Laboratory of Energy, Automation and Informatics (ENOTIN) field, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, University of Jember. Papaya used is derived from the Village District Kungkung Sukorambi Jember. Papaya papaya fruit used amounted to 150 pieces with the old age, old and mature. The age variable of the image used is the area, height, width, perimeter, index (r, g, and b). The area variable and the green index used as the estimation variable of calyx fruit collected California are arranged into the logical sentence model as follows: if ($\text{area} \geq 242767$ AND $\text{index } g \geq 0,556236$) reads the age of "115 Days" if ($\text{area} < 242767$ AND $\text{area} \geq 230116,5$ AND $\text{index } g < 0,55626$ AND $\text{index } g < 0,59844$) reads the age of 120 days, if ($\text{area} < 230116,5$ AND $\text{index } < 0,59844$) reads 125 days of age. Validation results indicate that the aging program of calyx fruit collecting California has a total accuracy of 89.44%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Kajian Tingkat Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia (*Carica papaya L.*) Berdasarkan Umur Petik Menggunakan Pengolahan Citra Digital”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

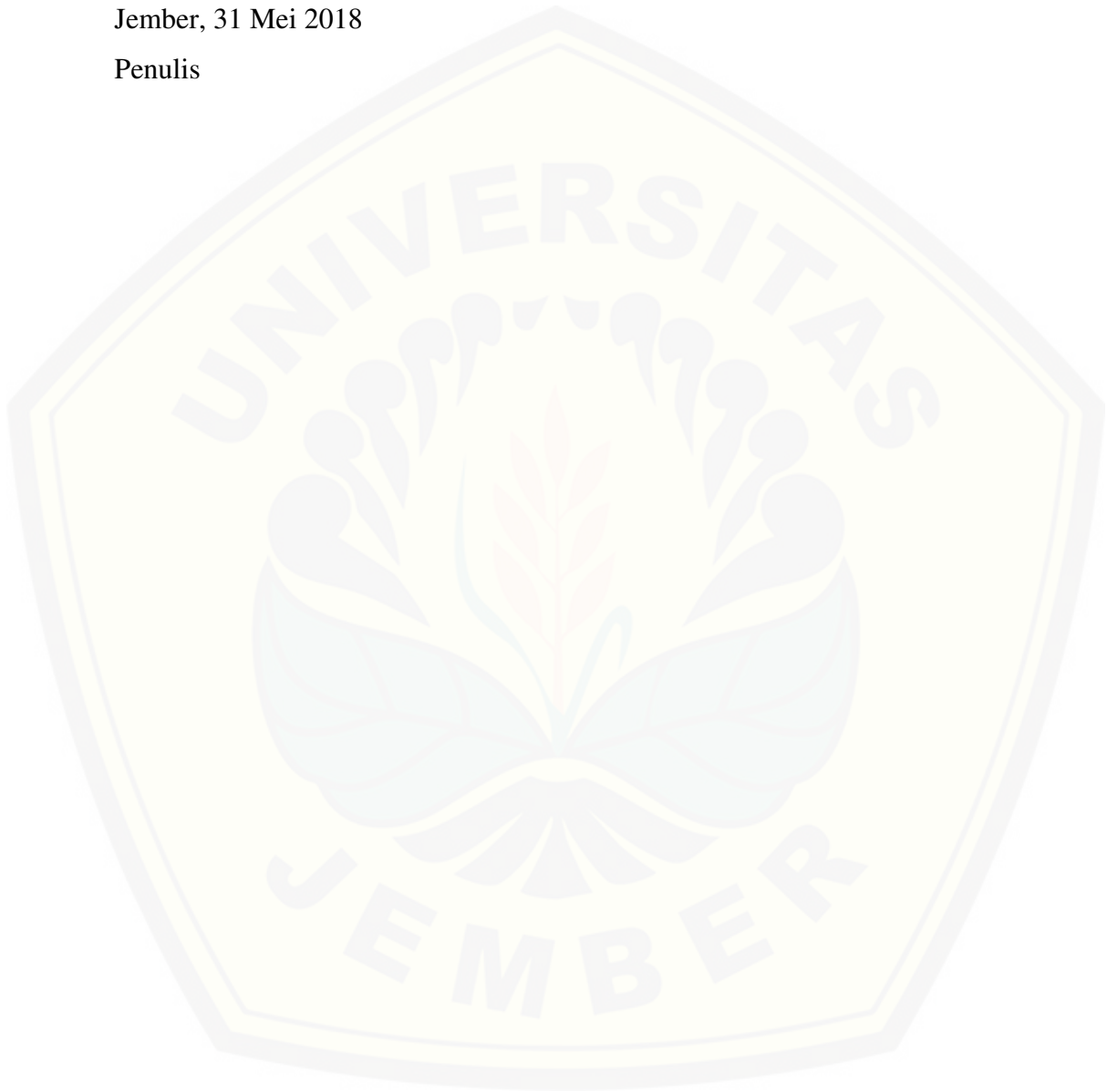
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.Tp, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini maupun selama penulis menjadi mahasiswa;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Winda Amaliya selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar dan memberikan motivasi selama penulis menjadi mahasiswa;
4. seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian;
5. Mas Agus, selaku teknisi Lab. Instrumentasi yang telah membantu jalannya penelitian dan memberi motivasi;
6. teman-teman seperjuangan skripsi minat ENOTIN;
7. seluruh keluarga besar mahasiswa FTP, terutama teman-teman seperjuangan TEP angkatan 2011 terutama (Agung, Ugis, dan Roni) yang telah membantu dan memberikan informasi serta motivasi selama ini;
8. 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 pihak.

Jember, 31 Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Buah Pepaya	3
2.2 Kriteria Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia	4
2.3 Pengertian Citra Digital	5
2.4 Sistem Pengenalan Pola Obyek	6
2.4.1 Jenis Pengenalan Pola Obyek.....	6
2.4.2 Proses Pengenalan Pola Obyek.....	7
2.5 Pengolahan Citra Digital	8
2.6 Perangkat Keras Pengolahan Citra	10
2.7 Perangkat Lunak Pengolahan Citra	10
2.8 Proses Segmentasi Citra	11

2.8.1 Area	12
2.8.2 Perimeter	12
2.8.3 Faktor Bentuk	13
2.8.4 Pengolahan Warna	13
2.9 Validasi Program	14
2.10 Review Penelitian Terdahulu	15
2.10.1 Klasifikasi Tingkat Ketuaan Buah Pepaya (<i>Carica papaya</i> <i>L</i>) Kalifornia dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma K- Nearest Neighbors	15
2.10.2 Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Pepaya (<i>Carica papaya L.</i>) dengan Pengolahan Citra Digital dan jaringan Syaraf Tiruan	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Persiapan Sampel.....	20
3.3.2 <i>Image Acquisition</i>	20
3.3.3 Pengambilan Citra Pepaya	22
3.3.4 Penentuan Variabel Citra.....	22
3.3.5 Pembuatan Aplikasi Pengolahan Citra dan Ekstraksi.....	24
3.3.6 Analisis Statistik terhadap Variabel Citra dan Pembuatan <i>Boxplot</i>	25
3.3.7 Penyusunan Kalimat Logika.....	27
3.3.8 Validasi Program	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Aplikasi pengolahan Citra Buah Pepaya Kalifornia.....	28
4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) Background	30
4.3 Proses Ekstraksi Citra.....	32

4.4 Analisis Statistik Variabel Citra Buah Pepaya Kalifornia	35
4.4.1 Area	35
4.4.2 Tinggi	37
4.4.3 Lebar	38
4.4.4 Perimeter.....	39
4.4.5 Indeks Warna Merah (r)	41
4.4.6 Indeks Warna Hijau (g)	42
4.4.7 Indeks Warna Biru (b)	43
4.5 Penentuan Kalimat Logika Ketuaan dan Kematangan Buah Pepaya Kalifornia Berdasarkan Umur Petik.....	44
4.6 Validasi Kajian Tingkat Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia.....	45
BAB 5. PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Ciri-ciri ketuaan buah pepaya kalifornia	5
2.2 Kriteria mutu buah pepaya.....	5
2.3 <i>Confusion matrix</i>	14
3.1 Hubungan variabel buah pepaya dan variabel mutu citra.....	24
4.1 Perhitungan statistik variabel area	35
4.2 Perhitungan statistik variabel tinggi	36
4.3 Perhitungan statistik variabel lebar.....	38
4.4 Perhitungan statistik variabel perimeter	39
4.5 Perhitungan statistik indeks warna merah (r)	41
4.6 Perhitungan statistik indeks warna hijau (g).....	42
4.7 Perhitungan statistik indeks warna biru (b)	43
4.8 Batas nilai variabel citra input area dan indeks g	45
4.9 <i>Confussion matrix</i> hasil validasi input area dan indeks g	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pengenalan pola obyek secara statistik.....	6
2.2 Pengenalan pola obyek secara sintatik	7
2.3 Sistem pengenalan pola	7
3.1 Diagram alir penelitian	20
3.2 Meja pengambilan dan tata letaknya	22
3.3 <i>Boxplot</i>	27
4.1 Sampel buah pepaya kalifornia berdasarkan umur petik	29
4.2 Aplikasi pengolahan citra buah pepaya kalifornia.....	30
4.3 <i>File text</i> hasil ekstrasi variabel citra buah pepaya kalifornia.....	31
4.4 Nilai sebaran RGB obyek dan <i>background</i>	32
4.5 <i>Thresholding background</i> pada citra buah pepaya kalifornia	33
4.6 Citra biner perimeter pepaya kalifornia.....	33
4.7 Area putih citra biner	33
4.8 Ukuran lebar	34
4.9 Ukuran tinggi	34
4.10 <i>Boxplot</i> variabel area	36
4.11 <i>Box plot</i> variabel tinggi.....	37
4.12 <i>Box plot</i> variabel lebar	38
4.13 <i>Box plot</i> variabel perimeter	40
4.14 <i>Box plot</i> variabel indeks r.....	41
4.15 <i>Box plot</i> variabel indeks g.....	42
4.16 <i>Box plot</i> variabel indeks b.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data hasil pengolahan citra pepaya kalifornia	49



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pepaya Kalifornia (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu buah yang tumbuh di musim tropis dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga berpotensi sebagai sumber pendapatan serta mempunyai peran penting dalam ketersediaan gizi. Buah pepaya mengandung vitamin A, B, dan C yang baik bagi kesehatan. Menurut data Kementerian Pertanian (2016), produksi buah papaya di Indonesia pada tahun 2013 mengalami penurunan dibandingkan pada tahun 2014, yaitu dari 871.275 ton menjadi 830.471 ton. Penurunan hasil panen tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor iklim yang tidak menentu serta serangan hama dan penyakit. Peningkatan produksi pepaya diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Selain itu permintaan konsumen terhadap buah pepaya cukup banyak antara lain untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, supermarket, pabrik, hotel dan restoran. Permintaan ini berlaku untuk di dalam maupun di luar negeri, sehingga membuktikan bahwa buah pepaya menjadi kebutuhan global.

Pepaya Kalifornia merupakan salah satu varietas pepaya yang sedang digemari para petani. Pepaya Kalifornia memiliki keunggulan yang berupa buahnya lebih manis, tahan lama, dan bisa dipanen lebih cepat. Di Indonesia penanganan pasca panen buah pepaya masih dilakukan secara manual dalam mengkaji tingkat ketuaan. Proses identifikasi ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya kelelahan, dan waktu yang dibutuhkan relatif lama serta menghasilkan buah pepaya yang beragam. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu metode yang dapat menjamin tingkat ketuaan buah pepaya berdasarkan umur petik. Buah pepaya Kalifornia memiliki tingkat ketuaan yaitu muda, tua, dan matang. Pepaya Kalifornia dipanen pada umur petik 115, 120, dan 125 hari. Perhitungan umur petik pada buah pepaya Kalifornia diukur dari bunga mengalami antesis atau bunga mulai mekar pada umur petik buah.

Pengolahan citra merupakan metode yang bersifat obyektif, tidak merusak bahan dan dapat dilakukan pengenalan pola terhadap obyek. Pengenalan pola

bertujuan menentukan kelompok atau kategori obyek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek tersebut, sehingga penggolongan obyek lebih mudah (Munir, 2004:242). Metode pengolahan citra diharapkan dapat membantu proses kajian tingkat ketuaan buah pepaya berdasarkan umur petik yang sesuai dengan permintaan pasar. Pengolahan citra mampu mencari dan menampilkan sifat-sifat citra (variabel citra) buah pepaya Kalifornia secara kuantitatif yang akan digunakan sebagai *input* model kalimat logika. Meskipun demikian tidak semua variabel dapat digunakan, sehingga perlu dicari variabel-variabel yang dapat digunakan untuk *input* model kalimat logika. Selain itu, nilai akurasi rata-rata terbaik perlu diuji karena untuk mengetahui ketepatan prediksi ketuaan buah pepaya Kalifornia berdasarkan umur petik 115, 120, dan 125 hari yang dilakukan oleh program.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja variabel yang dapat digunakan untuk menyusun model kalimat logika dalam pembuatan program pengolahan citra untuk menentukan tingkat ketuaan buah pepaya Kalifornia umur petik 115,120, dan 125 hari ?
2. Bagaimana hasil validasi tingkat ketuaan buah pepaya Kalifornia dengan menggunakan aplikasi pengolahan citra ?

1.3 Tujuan

1. Menentukan variabel citra yang memiliki korelasi dengan variabel ketuaan manual serta menyusun variabel-variabel citra buah pepaya Kalifornia untuk membentuk model kalimat logika,
2. Melakukan validasi hasil program pengolahan citra dalam mengkaji tingkat ketuaan buah pepaya Kalifornia berdasarkan umur petik.

1.4 Manfaat

1. Menambah wawasan ilmu bagi penulis maupun pembaca untuk menentukan tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya Kalifornia,
2. Dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian lain mengenai pengolahan citra (*image processing*).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Pepaya

Buah pepaya berasal dari Negara Amerika Tengah. Tanaman ini tumbuh pada tanah lembab yang subur dan tidak tergenang air. Buah pepaya dapat ditemukan di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m dpl. Sebenarnya tanaman pepaya merupakan semak yang berbentuk pohon, bergetah, tumbuh tegak, tinggi 2,5-10 meter, batangnya bulat berongga, tangkai di bagian atas kadang dapat bercabang, pada kulit batang terdapat tanda bekas tangkai daun yang telah lepas. Daun berkumpul di ujung batang dan ujung percabangan, tangkainya bulat silindris, berongga, panjang 25-100 cm. Helaiian daun bulat telur dengan diameter 25-75 cm, berbagi menjari, ujung runcing, pangkal berbentuk jantung, warna permukaan atas hijau tua, permukaan bawah warnanya hijau muda, tulang daun menonjol di permukaan bawah. Cuping daun berlekuk sampai berbagi tidak beraturan, tulang cuping daun 5 menyirip. Bunga jantan berkumpul dalam tandan, mahkota berbentuk terompet, warnanya putih kekuningan. Buahnya dapat bermacam-macam bentuk, warna, ataupun rasa daging buahnya. Menurut Hamzah (2014:9) Klasifikasi Buah pepaya (*Carica papaya* L.) yaitu :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua/dikotil)
Subkelas	: <i>Dilleniidae</i>
Ordo	: <i>Violales</i>
Famili	: <i>Caricaceae</i>
Genus	: <i>Carica</i>
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L.

2.2 Kriteria Ketuaan Buah Pepaya Kalifornia

Tanaman buah pepaya mempunyai ciri-ciri tingkat ketuaan dapat dilihat dari berbagai aspek antara lain warna, ukuran, bentuk, dan tingkat kekerasan. Tingkat ketuaan buah pepaya dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Ciri-ciri ketuaan buah pepaya kalifornia

No	Variabel Tingkat Ketuaan	Uraian
1	Warna	Terdapat strip warna kuning pada ujung buah sekitar 25%
2	Ukuran	Ukuran tidak terlalu besar
3	Berat	Berat buah 0,8-1,5 kg
4	Bentuk	Buah berbentuk Lonjong
5	Kekerasan	Tingkat kekerasan buah semakin tua semakin lunak.

Sumber : Hamzah (2014:22)

Tabel 2.2 Kriteria mutu buah pepaya kalifornia

NO	Kriteria Mutu	Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Tingkat ketuaan warna kulit (jumlah strip warna jingga)	13 strip	2-3 strip	1 strip
2	Tingkat Kesegaran	100%	<25%	>25%

Sumber : SNI (2009)

Berdasarkan Tabel 2.2 pada kriteria mutu 1, buah pepaya memiliki tingkat ketuaan warna kulit dan mempunyai jumlah 13 strip warna jingga pada tingkat kesegaran 100%.

2.3 Pengertian Citra Digital

Citra digital adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi. Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (*pixel* atau *picture element*) yang berarti elemen citra. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat. Bilangan bulat digunakan karena piksel tidak dapat dipecah sehingga perhitungan koordinat baris dan kolom (x,y) dilakukan satu-persatu piksel. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada citra indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah, dan koordinat (m-1,n-1) digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran m x n piksel.

Konvensi ini digunakan merujuk pada cara penulisan larik yang diaplikasikan dalam pemrograman komputer (Ahmad, 2005:11-14).

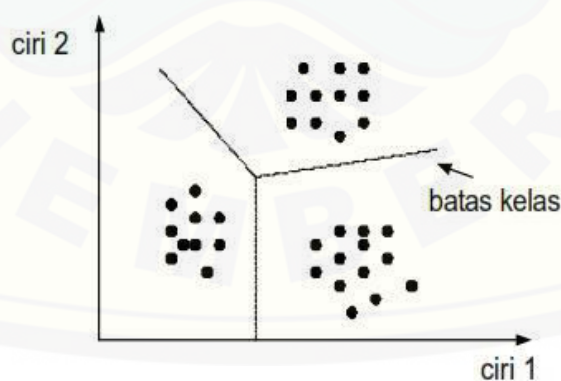
2.4 Sistem Pengenalan Pola Obyek

Menurut Munir (2004:242-224) pengenalan pola obyek bertujuan menentukan kelompok atau kategori obyek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek tersebut. Ada dua pengenalan pola obyek yaitu pengenalan pola secara statistik dan sintatik.

2.4.1 Jenis Pengenalan Pola Obyek

a. Pengenalan pola obyek secara statistik

Pengenalan pola obyek secara statistik dinyatakan sebagai sebuah titik dalam ruang multi dimensi dan setiap ruang sudah dikenali kategori serta ciri-cirinya. Setiap obyek memiliki ciri-ciri pola yang berbeda-beda tergantung bentuk obyek tersebut. Pengenalan pola menggunakan metode ini dilakukan dengan cara mendistribusi ciri suatu obyek berdasarkan teori ilmu peluang dan statistik, selanjutnya ciri pola suatu obyek ditampilkan dalam bentuk titik-titik pada ruang koordinat multi dimensi. Kumpulan titik-titik tersebut kemudian akan membentuk suatu pola dari obyek yang diberikan. Contoh metode pengenalan pola secara statistik dilihat pada Gambar 2.1.

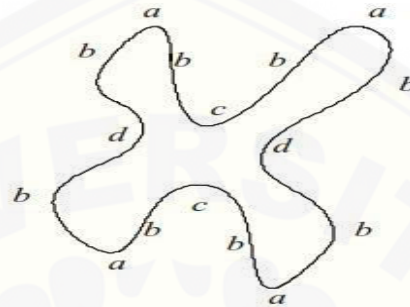


Gambar 2.1 Pengenalan pola obyek secara statistik (sumber: Munir, 2004:243).

b. Pengenalan pola obyek secara sintatik

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

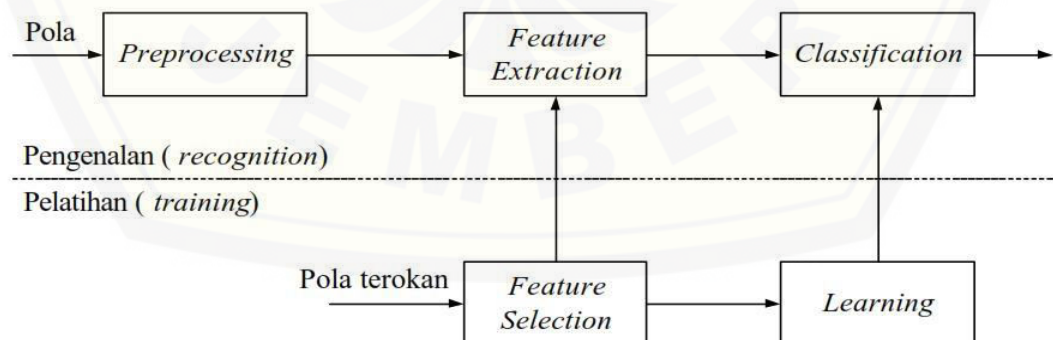
pola obyek secara sintataik dilakukan dengan mengikuti kontur (tepi batas) obyek dengan sejumlah segmen baris yang terhubung satu sama lain. Garis-garis yang terhubung tersebut kemudian akan membentuk suatu pola dari obyek yang diberikan. Adapun contoh pengenalan pola secara sintatik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pengenalan pola obyek secara sintatik (sumber: Munir, 2004:243)

2.4.2 Proses pengenalan pola Obyek

Ada dua fase yang digunakan sistem pengenalan pola obyek adalah fase pelatihan dan fase pengenalan. Pada fase pelatihan, ada beberapa contoh citra dipelajari untuk menentukan ciri obyek yang akan digunakan dalam proses pengenalan serta prosedur klasifikasinya. Pada fase pengenalan, citra diambil cirinya kemudian ditentukan kelas kelompoknya. Menurut Munir (2004:243) sistem pengenalan pola obyek dari kedua metode diatas yaitu dengan pendekatan statistik dan sintatik dilihat pada Gambar 2.3.



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

Keterangan istilah yang terdapat pada Gambar 2.3 dijelaskan sebagai berikut:

a. *Preprocessing*

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

b. *Feature extraction*

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

c. *Classification*

Proses mengelompokkan obyek ke dalam kelas yang sesuai.

d. *Feature Selection*

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

e. *Learning*

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

2.5 Pengolahan Citra Digital

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

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

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

2.6 Perangkat Keras Pengolahan Citra

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

2.7 Perangkat Lunak Pengolahan Citra

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

Jenis program pengolahan citra merupakan software atau program *live* atau *real-time* program, yaitu program yang menangkap citra, memindahkan bingkai

ke dalam memori komputer, melakukan analisis dan perhitungan, dan menghasilkan citra lain atau lebih sering suatu keputusan tergantung pada tujuan pengolahannya (Ahmad, 2005:25). Program yang digunakan adalah *IC Capture* dan *SharpDevelop*. *IC Capture* merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk mendapatkan gambar dari perangkat video. *SharpDevelop* sebuah kompiler dan IDE (*Integreted Development Environment*) *open source* untuk visual C#, Visual Basic, Boo, Phyton, dan F# yang merupakan kumpulan bahasa pemrograman yang berorientasi jaringan dan lintasan platform seperti Microsoft Visual Studio, mempunyai fasilitas visual, dan berjalan di atas Windows (XP dan Vista). Program C# seperti juga program C lainnya yang bersifat *case sensitive*, yang artinya memperlakukan huruf kecil dan besar sebagai dua karakter yang berbeda serta penulisan nama fungsi yang akan dipanggil penulisannya harus benar agar proses kompilasi dapat berjalan dengan baik (Ahmad, 2009:13-14).

2.8 Proses Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan pemisahan atau pembagian citra menjadi beberapa daerah berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan intensitas warna pada masing-masing daerah. Segmentasi dapat dilakukan dengan binerisasi melalui proses *thresholding* yang menghasilkan citra biner. Citra biner adalah citra yang disimpan hanya dalam dua macam intensitas yaitu hitam dan putih. Citra biner dapat memisahkan daerah dan latar belakang dengan tegas (Ahmad, 2005:83-85).

Thresholding atau binerisasi merupakan pengelompokan piksel-piksel dalam citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu. Dalam operasi binerisasi, suatu piksel pada citra asal akan dipetakan menjadi piksel obyek atau latar belakang pada citra hasil operasi bergantung pada intensitas piksel itu sendiri pada citra asalnya. Bila intensitasnya sesuai dengan persyaratan intensitas obyek, maka akan dipetakan menjadi piksel obyek pada citra hasil operasi, dan sebaliknya (Ahmad, 2005:16).

Nilai *threshold* yang sama mungkin tidak dapat diterapkan dengan hasil yang baik pada dua citra yang berbeda karakteristiknya. Setiap citra dengan

karakteristik pencahayaan tertentu memerlukan nilai *threshold* tertentu yang mungkin tidak cocok untuk citra lainnya. Kemampuan untuk memilih nilai *threshold* yang sesuai secara otomatis menggunakan informasi intensitas pada citra sangat diperlukan. Ketidaktepatan dalam menentukan nilai batas untuk operasi binerisasi dapat menghasilkan citra biner yang tidak sesuai dengan harapan (Ahmad, 2005:86-87). 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 di atas proses segmentasi perlu dilakukan (Soedibyo, 2006:12).

2.8.1 Area

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

2.8.2 Perimeter

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

2.8.3 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).

2.8.4 Pengolahan Warna

Pengolahan citra salah satu komponen yang digunakan adalah warna. Warna merupakan persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh obyek. Persepsi warna dalam pengolahan citra tergantung pada tiga faktor yaitu *spectral reflectance* dari permukaan (menentukan bagaimana suatu permukaan memantulkan warna), *spectral content* dari penyinaran (kandungan warna dari cahaya yang menyinari permukaan), dan *spectral response* (sensor dalam peralatan sistem visual).

Pengembangan model-model warna saat ini sudah banyak dilakukan, namun proses pengolahan citra model warna yang sering digunakan adalah model warna RGB (*Red, Green, Blue*) ini dikarenakan pada computer umumnya menggunakan model warna RGB dalam mempresentasikan warna, sehingga nilai pengolahan warna yang akan dihasilkan adalah dalam model warna RGB. Model warna RGB dapat dinyatakan dalam bentuk indeks warna RGB yang diperoleh melalui normalisasi setiap komponen warna. RGB merupakan besaran yang menyatakan nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru (Ahmad, 2005:271). Berikut persamaan model warna pada pengolahan citra.

$$\text{Indeks warna merah } r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Indeks warna hijau } g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Indeks warna biru } b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.9 Validasi Program

Validasi dilakukan sebagai pengujian kinerja atau ketepatan prediksi program pemutuan terhadap contoh yang diberikan selama proses pelatihan. Proses ini dilakukan dengan memberikan sampel yang berbeda dari sampel pelatihan dan melihat nilai akurasi program terhadap prediksi pendugaan mutu sampel yang baru diberikan. Hasil dari proses validasi ditampilkan dalam *confusion matrix* agar nilai akurasi dan kesalahan masing-masing sampel pada kolom dan baris dapat diketahui. Tabel 2.3 berikut menggambarkan *confusion matrix* dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris (Soedibyo, 2006:56)

Tabel 2.3 *Confusion matrix*

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

Sumber: Soedibyo (2006:56)

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

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

2.10 Review Penelitian Terdahulu

2.10.1 Klasifikasi Tingkat Ketuaan Buah Pepaya (*Carica papaya L*) Kalifornia dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma K-Nearest Neighbors

Penelitian ini dilakukan oleh Sigit Sugiyanto dan Feri Wibowo pada tahun 2015, Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi tingkat ketuaan buah Kalifornia dalam proses sortasi dengan membangun sebuah aplikasi berbasis teknologi pengolahan citra digital dan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). Hasil analisis sistem, ditentukan bahwa sistem yang dibangun dapat melakukan klasifikasi ketuaan buah pepaya *california (callina)* kedalam tiga kategori kelas ketuaan yaitu kategori mentah, sedang, dan matang. Pada tahap pengumpulan data, data diambil menggunakan kamera beresolusi 5MP. Pepaya *california (callina)* yang akan dijadikan data penelitian diambil dari beberapa pedagang buah yang ada di kota Purwokerto yang banyak di suplai dari petani pepaya di daerah kabupaten Kebumen. Pada tahap ini telah dikumpulkan

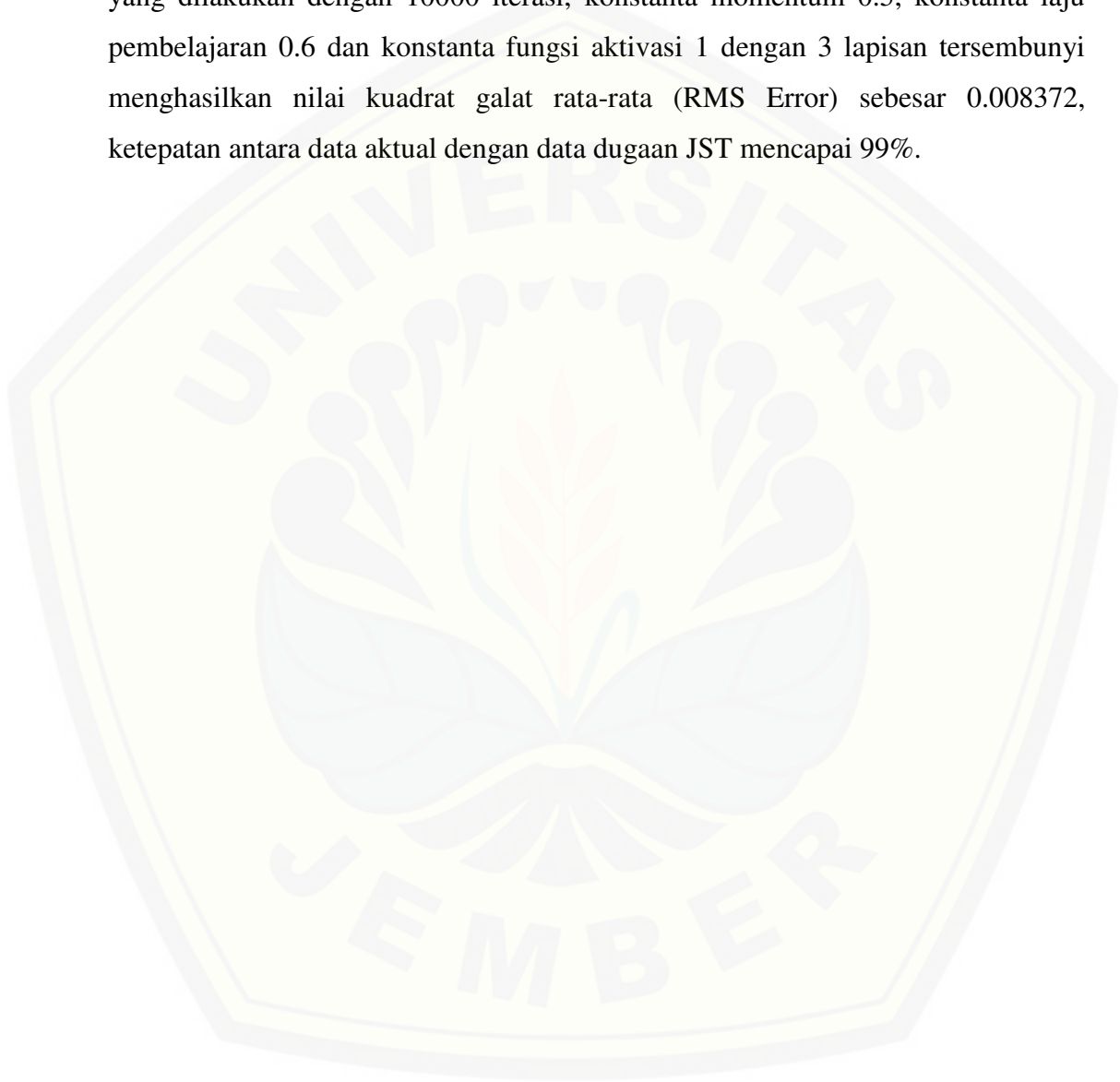
sebanyak 31 citra buah pepaya *california (callina)* dengan rincian 19 citra referensi yang telah di beri label keterangan tingkat ketuaan, dan 12 citra untuk pengujian.

Hasil pengujian dari penelitian ini adalah terbangunnya sebuah aplikasi berbasis pengolahan citra digital dan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* untuk klasifikasi otomatis tingkat ketuaan buah pepaya *california (callina)*. Pada tahapan pengujian dilakukan dengan 2 kali percobaan, yang pertama dengan jumlah K tetangga sebanyak 3, dan yang kedua dengan jumlah K tetangga 5. Pengujian dengan jumlah K tetangga 3 dan jumlah data citra uji sebanyak 12 data, didapatkan tingkat keakuratan algoritma KNN sebesar 75%, dengan data *output* yang tidak sesuai dengan target sejumlah 3 data dan yang sesuai target sejumlah 9 data. Pengujian dengan jumlah K tetangga 5 dan jumlah data citra uji sebanyak 12 data, didapatkan tingkat keakuratan algoritma KNN sebesar 83,34%, dengan data *output* yang tidak sesuai dengan target sejumlah 2 data dan yang sesuai target sejumlah 10 data.

2.10.2 Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Pepaya (*Carica papaya L.*) dengan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan

Penelitian ini dilaksanakan oleh Enrico Syaefullah, Hadi K. Purwadaria, Sutrisno, dan Suroso 2007, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Tujuan umum penelitian ini adalah menentukan tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya secara non konvensional dengan pengembangan algoritma pengolahan citra digital dan jaringan saraf tiruan. Citra pepaya diambil menggunakan kamera digital. Citra diproses menggunakan algoritma pengolahan citra. Algoritma pengolahan citra dibangun untuk 150 contoh pepaya dari tiga tingkat ketuaan yaitu muda, tua dan matang dan 150 contoh pepaya dari tiga tingkat ketuaan berdasar pada umur petiknya. Dalam pengolahan citra digital pada sistem warna RGB, Indeks warna merah dapat membedakan tingkat ketuaan pepaya 115 hsa, 120 hsa, dan 125 hsa. Warna merah buah pepaya 125 hsa lebih tinggi dari warna merah buah pepaya 120 hsa dan 115 hsa, hal ini terlihat dari sebaran data nilai "r" pepaya 125 hsa lebih tinggi dari pepaya 120 Hsa dan 115 hsa, hal ini disebabkan pepaya 125 hsa memiliki warna merah yang lebih jelas dan terlihat secara visual bila

dibandingkan dengan pepaya 120 hsa dan 115 hsa. Pendugaan tingkat ketuaan buah pepaya dengan JST dilakukan dua tahap yang pertama proses training dan yang kedua proses validasi. Data untuk proses training digunakan 105 data, sedangkan untuk validasi menggunakan data lain sebanyak 45 data. Hasil training yang dilakukan dengan 10000 iterasi, konstanta momentum 0.5, konstanta laju pembelajaran 0.6 dan konstanta fungsi aktivasi 1 dengan 3 lapisan tersembunyi menghasilkan nilai kuadrat galat rata-rata (RMS Error) sebesar 0.008372, ketepatan antara data aktual dengan data dugaan JST mencapai 99%.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2016 sampai dengan Januari 2017, bertempat di Laboratorium Instrumentasi bidang minat Energi, Otomatisasi dan Informatika (ENOTIN), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a. Perangkat komputer (PC) sebagai perangkat keras pengolah data citra,
- b. Sebuah paket kamera CCD digital DFK 31 BU04.H dari *The Imaging Source* yang menggunakan standar perantara *USB* sebagai pengambil citra obyek,
- c. Meja pengambilan gambar,
- d. Empat buah lampu TL dengan daya 15 Watt (220 Volt) sebagai alat bantu pencahayaan,
- e. Kain berwarna biru sebagai *background*,
- f. Luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya,
- g. *Software* Sharp Develop 4.2, IC Capture 2.2, Photoshop CS6 Portable, Ms. Excel, dan Jasc Paint Shop Pro 9.

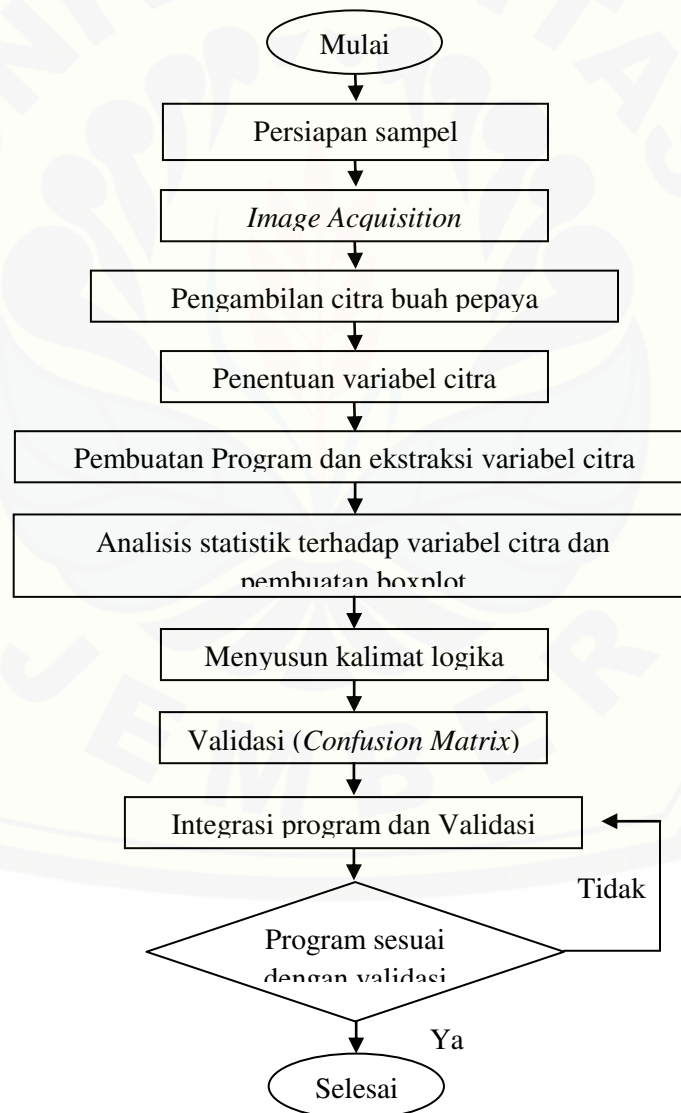
3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Kungkung Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. Buah pepaya Kalifornia dengan tingkat ketuaan yaitu muda, tua, dan matang masing terdiri dari 50 buah serta jumlah keseluruhan yaitu 150 buah. Pepaya Kalifornia di panen pada umur petik 115, 120, dan 125 hari. Masing-masing tingkat ketuaan terdiri dari 38 buah (*training*) serta untuk validasi masing-masing mutu 12 buah (*data testing*). Buah pepaya setelah dipetik dari kebun segera dibersihkan dari getah dan kotoran kemudian dibungkus kertas koran dan dimasukkan dalam kardus selanjutnya diangkut ke laboratorium. Buah pepaya dicuci dengan air mengalir dan

dikeringkan sebelum diambil gambarnya menggunakan kamera CCD. Perhitungan umur petik pada buah pepaya Kalifornia diukur dari bunga itu mengalami antesis atau bunga itu mulai mekar pada masing-masing umur petik buah (Syaefullah, 2007:76).

3.3 Prosedur Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1. Pada diagram alir penelitian, data yang diolah tetap menggunakan satuan piksel karena satuan dalam citra sendiri elemen terkecilnya adalah piksel.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

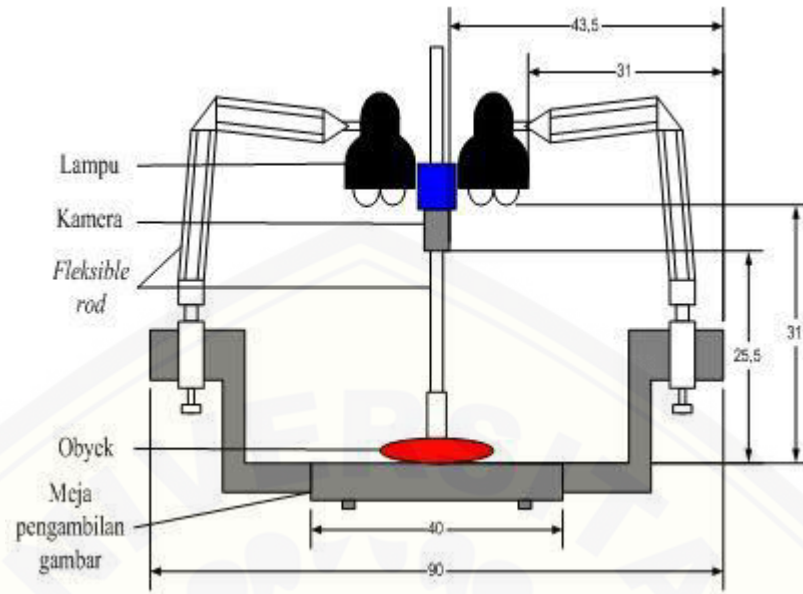
3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel diperoleh dengan membeli dari petani buah pepaya Kalifornia di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Citra buah pepaya Kalifornia sejumlah 150 buah terdiri dari 50 buah pada umur 115 hari, 50 buah pada umur 120 hari, dan 50 buah pada umur 125 hari.

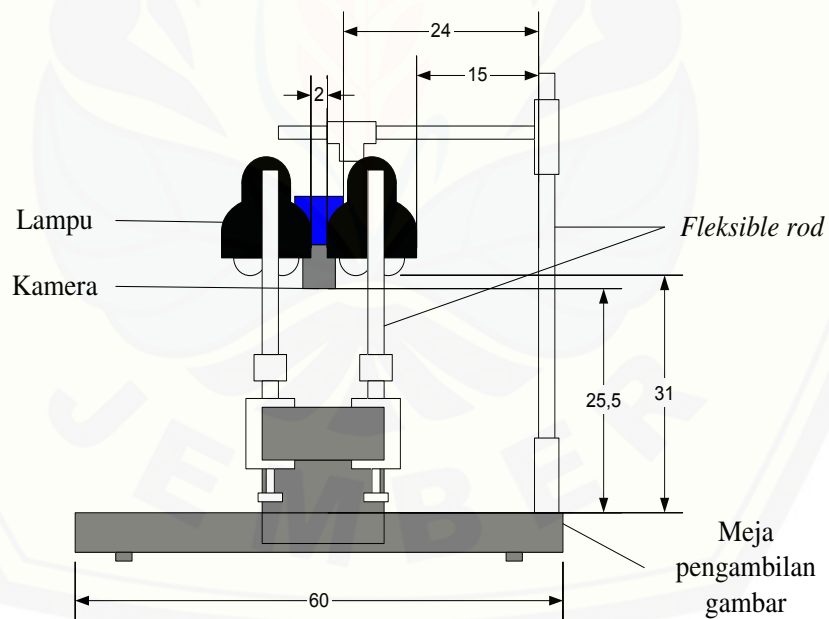
3.3.2 *Image Acquisition*

Image acquisition adalah penangkapan gambar dengan pengaturan jarak dari kamera ke obyek, penyinaran, dan warna *background*. Dalam pengambilan gambar, pengaturan *image acquisition* sangat diperlukan agar hasil yang diperoleh bisa mendekati aslinya, sedikit timbul bayangan, dan tidak ada cahaya berlebih yang mempengaruhi warna obyek. Metode penentuan *image acquisition* adalah *trial and error*. Gambar meja pengambilan gambar dan tata letak perangkatnya ditampilkan pada Gambar 3.2. Prosedur penentuan *image acquisition* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan jarak 30 cm antara kamera dengan buah pepaya sehingga mendapatkan citra yang sesuai dengan bingkainya.
- b. Menempatkan lampu TL dengan posisi sudut 50 derajat dan jarak lampu dengan buah 45 cm agar mendapatkan pencahayaan seragam pada obyek dan tidak menimbulkan bayangan. Intensitas cahaya lampu terhadap obyek dan *background* dilakukan pengukuran menggunakan alat luxmeter pada meja pengambilan citra.
- c. Memilih *background* kain warna biru karena tidak mempengaruhi warna obyek saat proses digitasi untuk mendapatkan hasil pengolahan citra terbaik. Gambar meja pengambilan gambar dan tata letak perangkatnya ditampilkan pada gambar 3.2.



(a)



(b)

(a) Tampak depan; (b) Tampak samping

Gambar 3.2 Meja pengambilan citra dan tata letaknya

3.3.3 Pengambilan Citra Pepaya

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

- a. Meletakkan buah pepaya Kalifornia pada papan pengambilan dengan posisi tertidur menghadap ke kamera CCD dengan ketinggian dan sudut diperoleh dari prosedur *image aquisition*.
- b. Melakukan proses perekaman dengan menghidupkan kamera CCD31BU04.H dan menjalankan program *IC Capture* dari TIS.
- c. Menyimpan hasil perekaman citra ke dalam bentuk format file berektensi “.bmp”.
- d. Mengulangi langkah 1-3 untuk sampel berikutnya hingga semua sampel terekam.

3.3.4 Penentuan Variabel Citra Buah Pepaya Kalifornia

Berdasarkan Kementerian Pertanian (2016) untuk penentuan tingkat ketuaan buah pepaya ada beberapa variabel warna, ukuran, berat, bentuk dan kekerasan. Tingkat ketuaan buah pepaya dilihat dari warnanya terdapat strip warna kuning pada ujung buah sekitar 25%, sedangkan menurut SNI (2009) terdapat 13 strip warna kuning pada ujung buah. Dilihat dari ukurannya buah pepaya Kalifornia tidak memiliki ukuran terlalu besar, beratnya 0,8 sampai 1,5 kg, berbentuk lonjong, dan kekerasan buah semakin tua semakin lunak.

Tabel 3.1 Hubungan variabel buah pepaya dan variabel mutu citra

No	Variabel Tingkat Ketuaan	Variabel Ketuan Citra	Uraian
1	Warna	Indeks R, Indeks B dan Indeks G	Variabel tingkat ketuaan pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit buah pepaya Kalifornia adalah indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks warna biru (b).
2	Bentuk	Perimeter	Faktor bentuk merupakan fungsi pada pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Variabel ketuaan yang dapat merepresentasikan sifat bentuk adalah perimeter. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel.
3	Ukuran	Area, tinggi, dan lebar	Sifat ukuran dan berat memiliki korelasi dengan variabel ketuaan citra area, tinggi, dan lebar. Area, tinggi, dan lebar buah pepaya Kalifornia memiliki dimensi piksel.

Dalam menentukan variabel tingkat ketuaan citra berdasarkan umur petik, diperlukan data yang dapat mendukung variabel tersebut. Variabel indeks R, indeks G indeks B, perimeter, area, tinggi, dan lebar dapat dicari nilainya menggunakan program SharpDevelop 4.2. Tingkat kekerasan buah dapat diukur dengan alat penetrometer, maka dari itu variabel tidak mempunyai data pendukung seperti nilai tingkat kekerasan, sehingga variabel tidak dapat digunakan sebagai input dalam menentukan ketuaan buah papaya. Untuk mendapatkan nilai variabel tingkat kekerasan buah papaya diperlukan penelitian tentang sifat fisik.

Metode penentuan variabel citra adalah sebagai berikut ini.

- a. Area adalah salah satu ciri umum yang dapat digunakan untuk mengenali obyek dan ukuran dari suatu obyek yang dinyatakan dalam satuan piksel. Area buah pepaya dapat ditentukan dengan mencacah seluruh piksel obyek pada citra biner. Citra biner didapatkan dengan cara segmentasi pada citra asli dengan nilai batas segmentasi yang diperoleh dari analisis citra.

- b. Tinggi didapatkan dengan menentukan nilai tinggi pepaya, dilakukan dengan mencari ordinat paling atas (y) dan ordinat paling bawah (y) piksel berwarna putih pada citra biner area kemudian dihitung jaraknya.
- c. Lebar merupakan jarak absis x paling kiri sampai paling kanan. Lebar buah pepaya Kalifornia dihitung dari absis x paling kiri samapi dengan absis x paling kanan dari citra biner hasil *trhesholding background*.
- d. Perimeter merupakan batas daerah yang dimiliki oleh suatu daerah (*region*) terhadap latar belakang (*background*), yang diperoleh dengan menghitung jumlah piksel pada buah pepaya yang berbatasan dengan latar belakang. Citra perimeter diperoleh dengan menentukan piksel perbatasan dari citra biner.

3.3.5 Pembuatan Aplikasi Pengolahan Citra dan Ekstraksi

Pembuatan program pengolahan citra digunakan untuk ekstraksi citra, sehingga diperoleh variabel citra pepaya Kalifornia berupa area, tinggi, lebar, perimeter, indeks warna buah (r , g , dan b). Pembuatan program pengolahan citra dalam penelitian ini menggunakan *SharpDevelop 4.2*. Hasil analisa citra disajikan dalam bentuk file teks. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai data untuk tahap selanjutnya. Berikut ini langkah-langkah ekstraksi citra.

- a. Membuat program pengolahan citra menggunakan bahasa pemrograman *Sharp Develop 4.2*.
- b. Membuka hasil rekaman citra buah pepaya Kalifornia yang telah disimpan dalam format “.bmp” pada program pengolahan citra.
- c. Menentukan area pepaya Kalifornia dengan proses segmentasi citra.
- d. Menentukan perimeter pepaya Kalifornia yang dihitung dari piksel perbatasan antara obyek dengan *background* pada citra biner.
- e. Menentukan lebar pepaya Kalifornia dengan proses binerisasi dengan fungsi *threshold* pada sinyal RGB.
- f. Menentukan tinggi
- g. Menentukan nilai r , g , dan b dari nilai rata-rata indeks warna merah, hijau, biru pada areal pepaya Kalifornia
- h. Menyimpan nilai-nilai variabel citra menjadi “*file text*”.

- i. Mengulangi langkah b-h untuk *file* berikutnya sampai semua *file* terekstraksi.

3.3.6 Analisis Statistik terhadap Variabel Citra dan Pembuatan Boxplot

Hasil ekstraksi area, tinggi, lebar, perimeter, indeks warna buah (*r*, *g*, dan *b*), kemudian dianalisis statistiknya menggunakan *Microsoft Excel* untuk mengetahui korelasi antara variabel citra dengan kriteria sampel berdasarkan umur petik. Ukuran statistik yang digunakan adalah rerata, standar deviasi, Q1 (kuartil pertama), median/Q2 (kuartil kedua), Q3 (kuartil ketiga), nilai minimum, dan nilai maksimum. Nilai-nilai variabel yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik *box plot*. Berikut persamaan ukuran statistik yang digunakan.

- a. Rerata (*arithmetic mean*) berfungsi untuk menentukan ukuran pemusatan suatu data, khususnya yang berhubungan dengan data yang terdistribusi normal. Rerata hitung dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n_i} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

\bar{X} : rata-rata X
 $\sum X_i$: jumlah seluruh nilai X_i
 n_i : jumlah anggota sampel

- b. Standar deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat variasi atau penyebaran. Simpangan baku dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

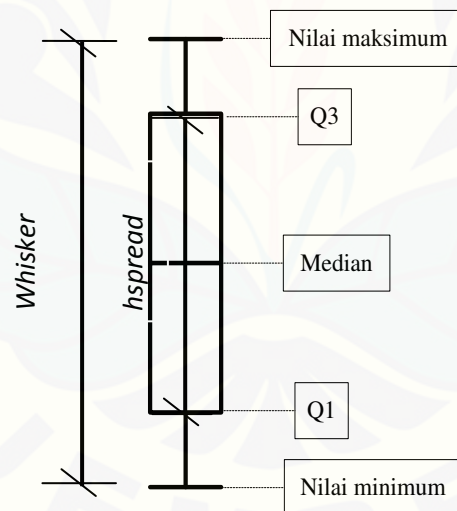
X_i : data
 \bar{X} : rerata data
 n : jumlah data
 s : standar deviasi

- c. Median (*Me / Q2*) adalah nilai tengah-tengah dari data yang terobservasi, sesudah data tersebut diurutkan dari nilai yang besar ke yang kecil atau sebaliknya. Jika jumlah data ganjil, maka nilai *Me* tepat ditengah-tengah, tetapi jika tidak, maka nilai *Me* merupakan rerata dari kedua nilai yang di tengah tersebut.
- d. Kuartil (*Q*) adalah nilai data dari kumpulan data yang dibagi 4 bagian yang sama banyaknya sesudah data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar.

Q1 menunjukkan persentil 25% (nilai tengah-tengah dibawah nilai median) dan Q3 menunjukkan persentil 75% (nilai tengah-tengah dibawah nilai median).

- e. Nilai minimum adalah nilai data yang terkecil.
- f. Nilai maksimum adalah nilai data yang terbesar.

Box plot atau *box* dan *whisker* plot adalah grafik yang menampilkan kumpulan data yang terdiri dari lima nilai dalam satu set data, yaitu minimum, maksimum, median, Q1, dan Q3. *Box plot* digunakan dalam analisis data sebagai ringkasan visual untuk mempermudah penggambaran suatu kelompok data. Variabel yang memiliki korelasi tinggi dengan hasil penilaian manual akan digunakan sebagai input kalimat logika pada tahap selanjutnya. Berikut grafik *box plot* ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Boxplot* (Sumber: Soedibyo, 2012:52).

Berdasarkan gambar 3.3, *boxplot* akan mempermudah untuk melihat korelasi dan kecenderungan sebaran data dari variabel citra. Sifat sebaran data dari variabel citra akan menentukan apakah data diantara 3 varietas saling tumpang tindih atau tidak. Dari sifat tersebut diamati apakah suatu variabel citra dapat dibedakan varietasnya.

3.3.7 Penyusunan Kalimat Logika

Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyusunan kalimat logika.

- a. Menentukan nilai batasan yang dapat digunakan untuk memisahkan tiap sampel berdasarkan umur petik,
- b. Menyusun pernyataan logika berdasarkan batasan nilai yang diperoleh,
- c. Menentukan variabel citra yang lainnya yaitu: area, tinggi, lebar, perimeter, nilai r , g , dan b buah pepaya Kalifornia,
- d. Memilih pernyataan logika atau menyusun kombinasi dari pernyataan logika dengan cara coba-coba terhadap data *testing* hingga memiliki tingkat kesesuaian model terbaik dengan rumus (tingkat kesesuaian model = (jumlah prediksi yang tepat atau jumlah sampel) * 100%),
- e. Jika tingkat kesesuaian model belum mendapatkan akurasi yang baik maka mengulang langkah 1.

3.3.8 Validasi Program

Langkah-langkah validasi program untuk pemutuan buah pepaya Kalifornia adalah sebagai berikut:

- a. Mengintegrasikan model kalimat logika pada prosedur 3.3.7 ke dalam program pengolahan citra sehingga diperoleh output ketuaan buah.
- b. Menguji keluaran ketuaan berdasarkan umur petik program dari data testing menggunakan *confusion matriks*.
- c. Mengulangi langkah 1 jika akurasi total tidak sesuai dengan tingkat kesesuaian model pada prosedur 3.3.7.
- d. Mencatat hasil yang sudah sesuai pada tabel *confusion matriks*.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Variabel citra buah pepaya Kalifornia yang memiliki korelasi dengan variabel umur petik manual adalah area, tinggi, lebar, perimeter, indeks (r, g, dan b). Analisis nilai variabel yang bisa digunakan sebagai pendugaan persamaan kalimat logika adalah variabel area dan g.
2. Variabel area dan indeks *green* digunakan sebagai variabel pendugaan umur petik buah pepaya Kalifornia disusun ke dalam model kalimat logika sebagai berikut: jika ($\text{area} \geq 242767$ AND indeks $g \geq 0,556236$ dibaca umur petik “115 hari”, jika ($\text{area} < 242767$ AND $\text{area} \geq 230116,5$ AND indeks $g < 0,55626$ AND indeks $g > 0,59844$) dibaca umur petik “120 hari”, jika ($\text{area} < 230116,5$ AND indeks $g < 0,59844$) dibaca umur petik “125 hari”.
3. Variabel umur petik yang dapat digunakan sebagai input data pendugaan umur petik pepaya Kalifornia yaitu area dan indeks *green* dengan akurasi total sebesar 89,44%.

5.2 Saran

Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pepaya Kalifornia pada setiap umur petik menggunakan sampel yang berbeda, hal tersebut akan berpengaruh terhadap hasil variabel umur petik. Sehingga perlu adanya uji homogenitas agar pepaya Kalifornia yang digunakan pada tiap umur petik memiliki tingkat keseragaman yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- BSN. 2009. *Buah Pepaya Malang Segar SNI no 01-4230-1996*. http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/9961. [17 Februari 2016]
- Hamzah, A. 2014. *9 Jurusan Sukses Bertanam Pepaya California Buah Mini Bernilai Jual Tinggi*. Editor oleh S, Artianingsih. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Kementerian Pertanian. 2016. *Produksi Pepaya di Indonesia*. [https:// aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/ hasil_kom.asp/](https://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/hasil_kom.asp/). [25 September 2016].
- Soediby, D. W. 2006. *Pengembangan Algoritma Pemutuan Edamame (Glycine Max L.) dengan Menggunakan Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Sugiyanto, S., dan Feri, W. 2015. *Klasifikasi Tingkat Ketuaan Buah Pepaya (Carica papaya L.) California (Callina) dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma K-Nearest Neighbors*. Puwokerto: Jurnal Prosiding Senatek Fakultas Teknik. ISBN 978-602-14355-0-2
- Syaefullah, E. 2007. *“Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Pepaya (Carica papaya L.) IPB 1 Dengan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan”*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor. Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Syakry, S. A., Mulyadi dan Syahroni. 2013. *Analisis Tingkat Kandungan Nilai Warna untuk Penentuan Tingkat Ketuaan pada Citra Buah Papaya callina*. Lhokseumawe: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Vol 4 (1): 31-37.

A. Data Pengolahan Citra Pepaya Kalifornia

1. Data *training*

No	Umur Petik (hari)	Variabel Mutu Citra							Pendugaan Umur Petik (hari)
		Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	r	g	b	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	115	374860	513	956	2406	0,3509994	0,5305901	0,1184105	125
2	115	336613	438	953	2692	0,3595901	0,5910405	0,0493694	115
3	115	277285	491	726	1870	0,3551166	0,6301183	0,0147651	115
4	115	307996	414	923	2140	0,3590947	0,6162912	0,0246141	115
5	115	320918	410	969	2526	0,3512428	0,6184916	0,0302656	115
6	115	212903	347	821	1762	0,3553538	0,6393336	0,0053102	125
7	115	285898	408	873	2064	0,3557504	0,6316888	0,0125608	115
8	115	241589	478	628	1721	0,3491208	0,6446171	0,0062621	125
9	115	231937	572	908	1877	0,3749254	0,6187494	0,0063252	125
10	115	248747	485	686	1750	0,3436365	0,647271	0,0090925	115
11	115	289138	414	913	2166	0,348179	0,6370289	0,0147921	115
12	115	227381	419	783	1857	0,3499532	0,6418461	0,0082007	125
13	115	229736	385	781	1851	0,3564303	0,6378167	0,005753	125
14	115	277865	426	870	2057	0,3623955	0,6190677	0,0185368	125
15	115	225875	528	814	1898	0,3525331	0,6381609	0,009306	115
16	115	271245	479	734	1944	0,3550031	0,6292333	0,0157636	115
17	115	253733	386	823	2014	0,3407607	0,6497529	0,0094864	115
18	115	224398	348	803	1930	0,3468503	0,6421929	0,0109568	125
19	115	334360	448	933	2291	0,3499238	0,5973047	0,0527715	115
20	115	178440	497	697	1697	0,3534261	0,643153	0,0034209	125
21	115	199346	431	773	1784	0,3395966	0,6526875	0,0077159	125
22	115	218331	512	749	1788	0,353658	0,6401812	0,0061608	125
23	115	308717	437	889	2179	0,3460428	0,6340917	0,0198655	115
24	115	297106	436	871	2131	0,3513349	0,6308663	0,0177988	115
25	115	269705	460	857	2043	0,3533173	0,6390714	0,0076113	115
26	115	174355	552	751	1646	0,3518403	0,6456054	0,0025543	125
27	115	278744	476	870	2047	0,3575056	0,6325025	0,0099919	115
28	115	301444	426	850	2068	0,3630118	0,6263629	0,0106253	114
29	115	296511	482	905	2122	0,3579284	0,6326748	0,0093968	115
30	115	337448	441	949	2268	0,3546791	0,615644	0,0296769	115
31	115	218685	335	839	1827	0,3522237	0,6435241	0,0042522	125
32	115	286178	399	869	2090	0,3661551	0,6208006	0,0130443	115
33	115	218817	343	799	1836	0,3528586	0,6424351	0,0047063	125
34	115	239312	369	833	1969	0,3585618	0,636179	0,0052592	125
35	115	288422	439	889	2302	0,3565425	0,6245621	0,0188954	115

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(110)
36	115	258748	433	875	2367	0,3539827	0,6302695	0,0157478	115
37	115	203373	561	718	1752	0,3714757	0,6230089	0,0055154	125
38	115	331684	449	932	2775	0,3534472	0,6067208	0,039832	115
39	120	302559	463	870	2509	0,4085089	0,5468609	0,0446302	125
40	120	267711	573	829	1806	0,4412698	0,543637	0,0150932	125
41	120	203317	591	856	1718	0,4664639	0,5261249	0,0074112	125
42	120	231332	593	798	2133	0,4176274	0,5763857	0,0059869	125
43	120	288363	578	855	2337	0,4235164	0,5474705	0,0290131	125
44	120	257277	392	785	1934	0,4320532	0,5490525	0,0188943	125
45	120	184566	540	685	1695	0,4402069	0,5536032	0,0061899	125
46	120	242793	481	655	1742	0,4326676	0,5596101	0,0077223	115
47	120	247234	587	813	1933	0,4472341	0,5462968	0,0064691	125
48	120	208336	578	820	1872	0,4412972	0,5502741	0,0084287	125
49	120	252412	390	831	1944	0,4221779	0,5685738	0,0092483	115
50	120	246698	392	815	1998	0,4220007	0,5677915	0,0102078	115
51	120	295054	417	884	2399	0,4058983	0,5538778	0,0402239	125
52	120	270059	416	819	2181	0,4376948	0,5525653	0,0097399	125
53	120	253028	381	852	2197	0,445339	0,5424958	0,0121652	125
54	120	289557	416	864	2209	0,4154052	0,5521216	0,0324732	125
55	120	254389	404	809	1951	0,4129177	0,5706723	0,01641	115
56	120	199700	370	820	1718	0,4307452	0,5625736	0,0066812	125
57	120	208995	340	761	1755	0,4264221	0,5653751	0,0082028	125
58	120	296694	426	860	2305	0,4161015	0,5429784	0,0409201	125
59	120	245959	381	801	1920	0,4265963	0,5627884	0,0106153	115
60	120	237289	389	793	1956	0,402936	0,581881	0,015183	125
61	120	232372	402	879	2324	0,425873	0,5632924	0,0108346	125
62	120	311179	614	921	2590	0,4109201	0,5415241	0,0475558	124
63	120	271974	577	828	1824	0,4439646	0,5467406	0,0092948	125
64	120	242204	383	879	1969	0,4216472	0,5694786	0,0088742	125
65	120	253197	562	823	2228	0,4026917	0,579009	0,0182993	115
66	120	258156	396	787	1903	0,4446252	0,5469217	0,0084531	125
67	120	183700	326	679	1632	0,4223994	0,5706	0,0070006	125
68	120	228023	376	872	1939	0,4238017	0,5683779	0,0078204	125
69	120	196175	337	730	1716	0,4261011	0,5637866	0,0101123	125
70	120	193520	453	801	1739	0,4340205	0,5575768	0,0084027	125
71	120	250982	411	829	2053	0,4215317	0,5671106	0,0113577	115
72	120	274650	412	849	2453	0,413332	0,5558305	0,0308375	125
73	120	173358	672	816	1676	0,4325003	0,5615121	0,0059876	125
74	120	273453	406	869	2277	0,4133608	0,5676968	0,0189424	115
75	120	281718	388	909	2366	0,4206129	0,5680447	0,0113424	115
76	120	255889	385	840	1982	0,459067	0,5357143	0,0052187	125

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
77	125	209458	450	624	1557	0,4445818	0,5478643	0,0075539	125
78	125	286875	411	839	2729	0,4585292	0,5219094	0,0195614	125
79	125	155803	605	777	1544	0,5397971	0,4584684	0,0017345	125
80	125	181970	434	797	1597	0,4947224	0,5010584	0,0042192	125
81	125	279289	404	864	2206	0,4554906	0,5317513	0,0127581	125
82	125	198400	330	742	1696	0,4612145	0,5321892	0,0065963	125
83	125	234391	394	803	2478	0,458469	0,5299479	0,0115831	125
84	125	259141	412	825	1927	0,4357529	0,5535563	0,0106841	125
85	125	205491	439	579	2179	0,4577856	0,5378632	0,0043512	125
86	125	280912	382	898	2855	0,4818458	0,503166	0,0149882	125
87	125	257162	406	799	2471	0,4392783	0,5505872	0,0101345	125
88	125	196117	323	750	2861	0,4844086	0,5118492	0,0037422	125
89	125	246679	375	795	2377	0,4532048	0,5391228	0,0076724	125
90	125	285283	410	835	3732	0,458243	0,5111956	0,0305614	125
91	125	244036	374	802	2528	0,4526027	0,5426618	0,0047355	125
92	125	192559	330	711	1845	0,4815819	0,5181277	0,0002904	125
93	125	228005	421	679	2774	0,465884	0,529473	0,004643	125
94	125	171632	311	704	2507	0,5063777	0,4935132	0,0001091	125
95	125	250768	367	841	2596	0,4319649	0,5515927	0,0164424	125
96	125	186192	322	709	3055	0,4979269	0,501433	0,0006401	125
97	125	226436	368	766	2989	0,4813309	0,5148725	0,0037966	125
98	125	246661	371	807	3263	0,4470642	0,5446056	0,0083302	125
99	125	237987	368	822	2528	0,4652558	0,5326085	0,0021357	125
100	125	232425	357	808	2782	0,4424538	0,5528134	0,0047328	120
101	125	164658	289	711	2054	0,483696	0,5152962	0,0010078	125
102	125	188238	310	739	2836	0,4701264	0,5268339	0,0030397	125
103	125	239904	430	700	3049	0,4423005	0,5496655	0,008034	120
104	125	281685	410	859	4703	0,4674156	0,5191305	0,0134539	125
105	125	199516	579	908	2381	0,4906871	0,5064645	0,0028484	125
106	125	253365	388	823	4700	0,4728539	0,5235661	0,00358	125
107	125	276478	403	847	5059	0,4481734	0,5268298	0,0249968	125
108	125	184987	341	724	2383	0,4775824	0,5218081	0,0006095	125
109	125	238437	381	817	2666	0,4985124	0,5007468	0,0007408	125
110	125	196774	305	800	3137	0,4913473	0,5077979	0,0008548	125
111	125	179086	545	860	2586	0,5192075	0,477642	0,0031505	125
112	125	283303	437	856	5771	0,4383653	0,5319214	0,0297133	125
113	125	176844	320	682	2960	0,5036498	0,4952306	0,0011196	125
114	125	242336	377	781	5576	0,4667988	0,5284691	0,0047321	125

2. Data Testing

No (1)	Umur Petik (hari) (2)	Variabel Mutu Citra							Pendugaan Umur Petik (hari) (10)
		Area (3)	Tinggi (4)	Lebar (5)	Perimeter (6)	r (7)	g (8)	b (9)	
1	115	222874	500	840	1911	0,3402062	0,6525434	0,0072504	115
2	115	288878	427	881	2564	0,3469928	0,6217808	0,0312264	115
3	115	240870	421	813	1914	0,3529588	0,6391384	0,0079028	115
4	115	235233	337	874	1980	0,3512781	0,6388125	0,0099094	115
5	115	231618	367	827	1862	0,3616018	0,6302566	0,0081416	115
6	115	343640	448	930	2507	0,3586707	0,5942248	0,0471045	115
7	115	288513	412	882	2096	0,3667397	0,6229439	0,0103164	115
8	115	181192	307	773	1782	0,3534983	0,6370404	0,0094613	115
9	115	280707	481	760	1917	0,3536719	0,6322798	0,0140483	115
10	115	322132	421	947	2496	0,3456591	0,6134608	0,0408801	115
11	115	314859	540	753	2019	0,3610652	0,6243254	0,0146094	115
12	115	300037	459	913	2261	0,3532434	0,6232823	0,0234743	115
13	120	184566	540	685	1695	0,4402069	0,5536032	0,0061899	120
14	120	274650	412	849	2453	0,413332	0,5558305	0,0308375	120
15	120	216177	648	764	1621	0,4408753	0,5554158	0,0037089	120
16	120	207316	345	783	1841	0,4447392	0,5502407	0,0050201	120
17	120	249198	373	849	2367	0,4242782	0,5611866	0,0145352	115
18	120	223540	357	769	1943	0,4430589	0,5551354	0,0018057	120
19	120	283645	392	886	2588	0,4455404	0,5444864	0,0099732	120
20	120	233714	441	671	1838	0,4348005	0,5610723	0,0041272	115
21	120	289557	416	864	2209	0,4154052	0,5521216	0,0324732	120
22	120	211485	456	627	1612	0,4239408	0,5726325	0,0034267	115
23	120	207609	539	775	1894	0,4455106	0,5521055	0,0023839	120
24	120	258156	396	787	1903	0,4446252	0,5469217	0,0084531	120
25	125	237345	476	640	3036	0,468842	0,5211245	0,0100335	125
26	125	158873	283	697	2164	0,5582842	0,4415055	0,0002103	125
27	125	146283	279	649	2028	0,5434597	0,4563809	0,0001594	125
28	125	177926	310	671	2163	0,5051875	0,4937595	0,001053	125
29	125	187876	323	725	2388	0,4569241	0,53967	0,0034059	125
30	125	192559	330	711	1845	0,4815944	0,5181379	0,0002677	125
31	125	189018	328	710	2277	0,4929657	0,5062118	0,0008225	125
32	125	250217	378	814	4497	0,4505848	0,5427081	0,0067071	120
33	125	252445	389	816	4030	0,4671702	0,5304495	0,0023803	125
34	125	194680	358	734	2085	0,4753908	0,523743	0,0008662	125
35	125	202166	304	805	2475	0,488742	0,5080811	0,0031769	125
36	125	183424	309	731	1994	0,506805	0,4914554	0,0017396	125

