



**PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DALAM PENDUGAAN DERAJAT
KEASAMAN (pH) DAN BERAT BUAH JERUK SIAM (*Citrus
nobilis LOUR var. microcarpa Hassk*) BERDASARKAN
VARIASI UMUR PETIK**

SKRIPSI

Oleh
Nias Faiqoh
NIM 121710201035

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



**PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DALAM PENDUGAAN DERAJAT
KEASAMAN (pH) DAN BERAT BUAH JERUK SIAM (*Citrus
nobilis LOUR var. microcarpa Hassk*) BERDASARKAN
VARIASI UMUR PETIK**

SKRIPSI

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

Oleh

**Nias Faiqoh
NIM 121710201035**

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

PERSEMBAHAN

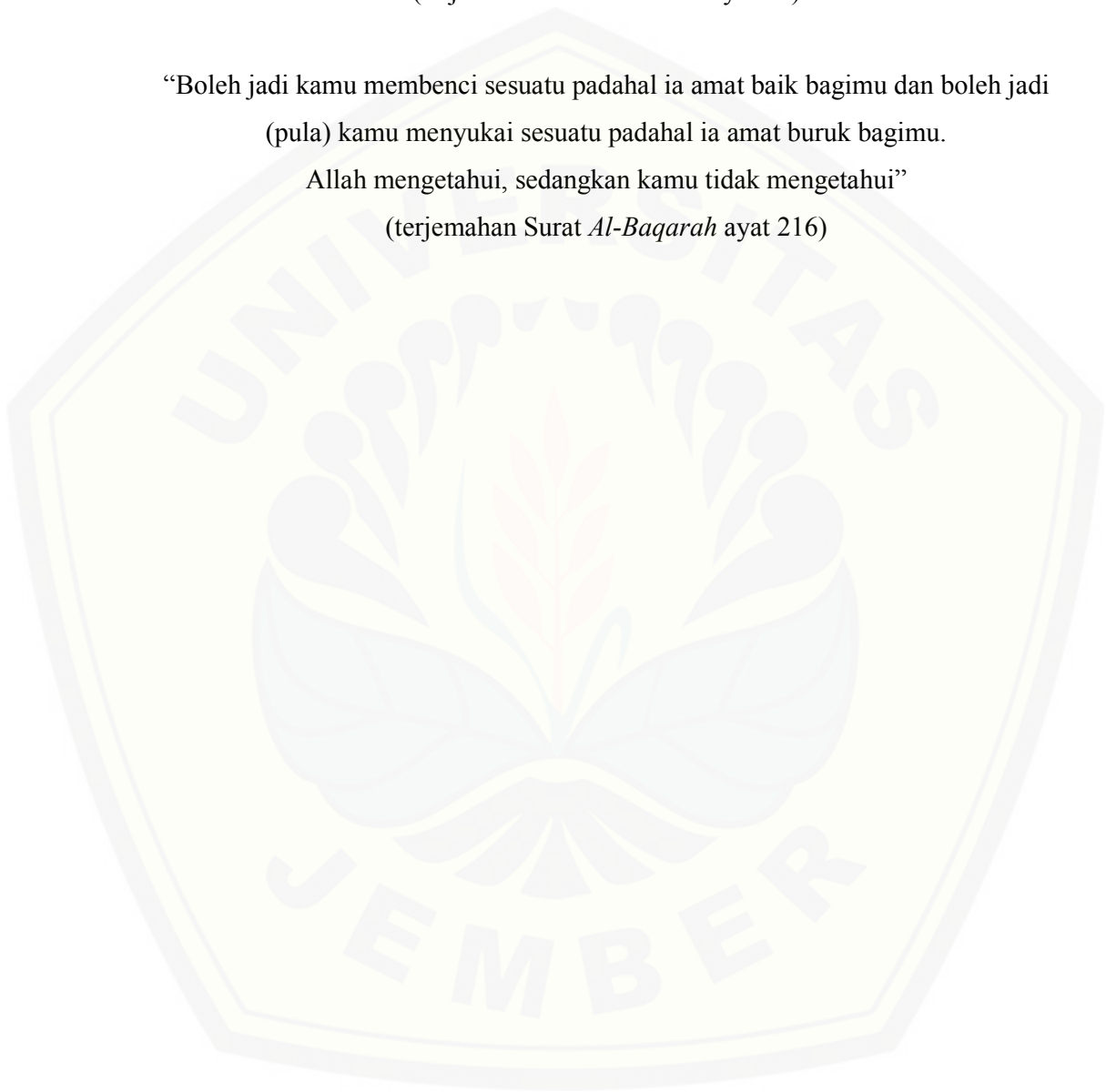
Skripsi ini saya persembahkan untuk Ayahanda Iman Ismail dan Ibunda Suparmi,
serta Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah apa yang ada pada suatu kaum kecuali mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri”
(terjemahan Surat *Ar-Ra'd* ayat 11)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui”
(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 216)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Nias Faiqoh

NIM : 121710201035

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Pengolahan Citra Digital dalam Pendugaan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis LOUR var.microcarpa Hassk*) Berdasarkan Variasi Umur Petik”** 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, Desember 2016

Yang menyatakan,

Nias Faiqoh
NIM 121710201035

SKRIPSI

**PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DALAM PENDUGAAN DERAJAT
KEASAMAN (pH) DAN BERAT BUAH JERUK SIAM (*Citrus
nobilis LOUR var.microcarpa Hassk*) BERDASARKAN
VARIASI UMUR PETIK**

Oleh

Nias Faiqoh
NIM 121710201035

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengolahan Citra Digital dalam Pendugaan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis LOUR var.microcarpa Hassk*) Berdasarkan Variasi Umur Petik“ telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 16 Desember 2016

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

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

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.
NIP. 196312121990031002

Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si.
NIP. 197904102003122004

Mengesahkan

Dekan,

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

RINGKASAN

Pengolahan Citra Digital dalam Pendugaan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis LOUR var.microcarpa Hassk*) Berdasarkan Variasi Umur Petik; Nias Faiqoh, 121710201035; 2016; 64 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Jeruk siam merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak ditanam di Indonesia. Menurut survei Badan Pusat Statistik (2015), produksi buah jeruk siam di Indonesia sekitar 1.411.229 ton. Buah jeruk siam memiliki jumlah yang melimpah dan citarasa yang banyak disukai oleh konsumen sehingga banyak industri makanan memanfaatkan buah jeruk siam sebagai salah satu bahan baku produknya. Buah jeruk siam bersifat *non klimaterik* sehingga citarasa buah jeruk siam dipengaruhi oleh umur petik. Untuk memperoleh citarasa buah jeruk yang diinginkan dapat melakukan beberapa hal seperti uji laboratorium dan sortasi untuk membedakan umur petiknya. Namun, uji laboratorium bersifat destruktif (merusak struktur fisik) dan sortasi manual mempunyai beberapa kelemahan seperti dan dapat menghasilkan buah yang tidak seragam (faktor kelelahan dan sifat subjektif manusia). Kelemahan ini dapat diatasi menggunakan salah satu metode yaitu metode pengolahan citra digital. Metode ini merupakan sebuah teknik menganalisis gambar suatu objek sehingga menghasilkan beberapa informasi yang diinginkan tanpa merusak struktur fisik objek tersebut (*non destruction*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan umur petik terhadap keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam, mengetahui hubungan keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam pada variasi umur petik dengan variabel mutu citra, dan mengetahui tingkat keberhasilan pendugaan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik menggunakan program pengolahan citra digital.

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 28 Januari hingga 15 April 2016 di Laboratorium Instrumentasi Pertanian dan Enjiniring Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Sampel buah jeruk siam diperoleh dari kebun buah jeruk Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember. Penelitian ini

menggunakan sampel buah jeruk dengan umur petik 24 MSB, 28 MSB, dan 32 MSB (minggu setelah berbunga). Persiapan alat pengambilan citra meliputi pengaturan jarak kamera ke objek, pengaturan lampu penerang, dan *background* untuk menghasilkan gambar yang sesuai dengan warna objek aslinya, sedikit bias, dan menghasilkan sedikit bayangan. Hasil pembuatan program pengolahan citra menghasilkan beberapa variabel mutu citra seperti luas area, tinggi, lebar, dan indeks warna r,g,b yang masing-masing mempunyai hubungan dengan derajat keasaman dan berat buah jeruk siam. Dari hasil analisis menggunakan diagram boxplot, diperoleh data untuk menduga umur petik buah jeruk siam. Setelah memperoleh data hasil pendugaan, dilakukan analisis untuk memperoleh nilai akurasi pendugaan menggunakan program pengolahan citra digital.

Berdasarkan hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam diketahui bahwa derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam dipengaruhi oleh umur petik. Selama pertambahan umur petik (24MSB, 28MSB, dan 32MSB), nilai pH dan berat semakin meningkat yaitu 3,259, 3,533, dan 4,041 (data pH) serta 121,01 g, 143,52 g, 147,02 g (data berat). Hubungan berat dengan area adalah 0,9567 (kuat), tinggi adalah 0,9281 (kuat), dan lebar adalah 0,9513 (kuat). Hubungan derajat keasaman dengan area adalah 0,3623 (rendah), indeks warna r adalah 0,6546 (cukup), indeks warna g adalah 0,2778 (rendah), dan indeks warna b adalah 0,7603 (cukup). Hubungan tertinggi antara kandungan buah jeruk siam tiap umur petik dengan variabel mutu citra yaitu berat dengan area dan derajat keasaman dengan indeks warna b. Analisis akurasi data hasil pengolahan citra digital buah jeruk siam menghasilkan total akurasi sebesar 74,7%. Hal ini menunjukkan bahwa program pengolahan citra dapat menduga 74,7% dari total sampel data secara benar.

SUMMARY

Digital Image Processing for Estimation of Acidity Level (pH) and Weight Siam Orange (*Citrus nobilis* LOUR var. *microcarpa* Hassk) by Harvesting Date Variation; Nias Faiqoh, 121710201035; 2016; 64 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Siam Orange is one of the agricultural commodities grown in Indonesia. According to the survey of the Central Bureau of Statistics (2015), citrus fruit production in Indonesia around 1.411.229 ton. Because the amount are abundant over flow and many consumers preferred the flavor, therefore a lot of the food industry using a citrus fruit as a raw material products. Citrus fruit flavors are affected by harvesting date because citrus fruit is *non klimaterik*. To obtain the flavor of citrus fruits several things such as laboratory testing and grading can be done to distinguish its harvesting date. However, laboratory testing has characteristic like destructive (destructive physical structure) and manual sorting has several drawbacks such as can produce fruit that is not uniform (the fatigue factor and the subjective nature human). This drawback can be overcome using the digital image processing method. This method is a technique of analyzing image of an object so as to produce some of the desired information without damaging the physical structure of the object (non destruction). The purpose of this study was to determine the relationship between harvesting date with the acidity (pH) and weight of siam orange, determine the relationship between the acidity (pH) and weight siam orange at variation of harvesting date with image quality variable, and determine accuracy result of digital image processing program to determine acidity level (pH) and weight of the siam orange by harvesting date.

The study was conducted from January 28 until April 15, 2016 at Agriculture Instrumentation Laboratory and Agriculture and Food Process Engineering Laboratory, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. Samples of siam orange fruit from sample farm in Ajung, Jember. This study used fruit with a harvesting date 24 MSB, 28 MSB, and 32 MSB (weeks after flowering). Preparation of image retrieval tool includes setting the distance

of camera with the object, setting the light of lamp, and *background* to gained the images object, slightly biased, and produced little shadow. The image quality variable from similar with image processing program were area, height, width, and color index r, g, b, each of them had a relationship with the acidity level (pH) and weight of siam orange fruit. From the boxplot analysis, the harvesting date of siam orange estimated harvesting date based on the Image Quality Variable. After obtaining the estimation, the analysis to obtain the value of predictive accuracy using digital image processing program was carried out.

Based on the measurement of the acidity level (pH) and the weight of siam orange fruit known that the acidity level (pH) and the weight of siam orange fruit was affected by the harvesting date. During increasing the harvesting date (24 MSB, 28 MSB, and 32 MSB), the value of pH increasing from 3,259, 3,533, and 4,041 and the value of weight increasing from 121,01 g, 143,52 g, 147,02 g. The relationship between weight with the area was 0,9567 (strong), with the height was 0,9281 (strong), and with the width was 0,9513 (strong). The relationship between acidity level (pH) with the area was 0,3623 (low), with the color index r was 0,6546 (enough), with the color index g was 0,2778 (low), and with the color index b was 0,7603 (enough). The highest relationship between the harvesting date of siam orange fruit with image quality variable that is weight with the area and acidity level (pH) with a color index b. Analysis of the siam orange using digital image processing program produced a total accuracy of 74,7%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengolahan Citra Digital dalam Pendugaan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis LOUR var.microcarpa Hassk*) Berdasarkan Variasi Umur Petik”. 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. Yuli Witono, S.TP., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan ketua tim penguji skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP.,M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini dan membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si., selaku anggota tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan demi terselesainya skripsi ini;
6. Ir. Muharjo Pudjojono, selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
7. seluruh dosen pengampu matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

9. Kedua orang tua saya, Ayahanda Imam Ismail dan Ibunda Suparmi tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
10. Kakak dan adikku tersayang Nuris Abdul Karim, Malik Al'Asad, Nur Arifin, dan Nada Putri, yang selalu memberi semangat dan doa;
11. Penghuni Kost Masbullah yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi;
12. Penghuni Gubuk Bahagia (Elisa Rhosida, Devi Tri Wahyuni, Siti Nurjanah, dan Yuliati) terimakasih dukungan dan motivasinya;
13. Teman-temanku Teknik Pertanian Angkatan 2012 yang penuh dengan semangat, terimakasih atas nasehat dan motivasinya;
14. semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

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

Jember, Desember 2016

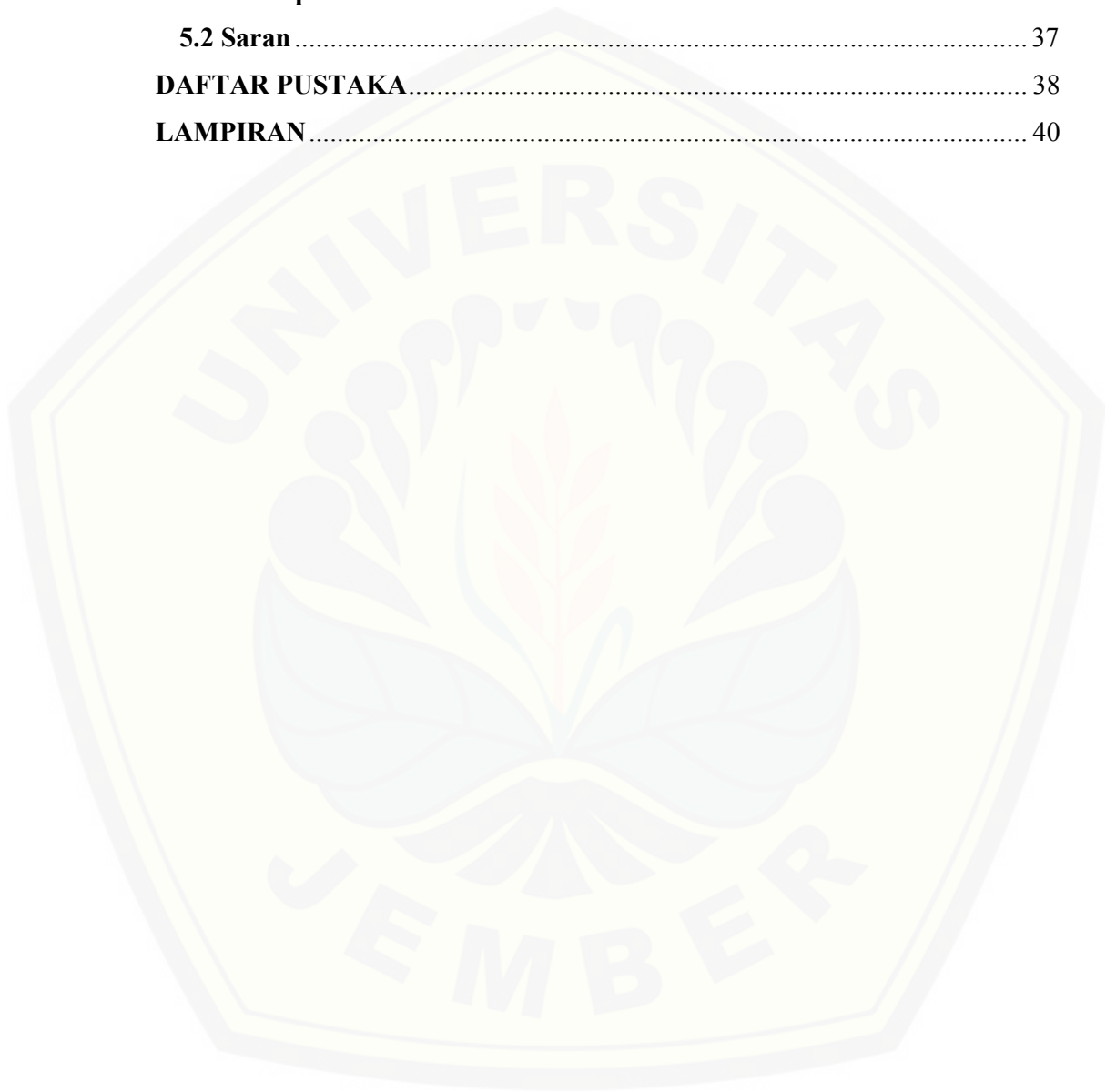
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Citra Digital	3
2.1.1 Segmentasi Citra Digital	3
2.1.2 Pengolahan Warna Citra Digital	4
2.1.3 Pengukuran Jarak dan Area Citra Digital	5
2.1.4 Operasi Morfologi Citra Digital	5
2.2 Botani Jeruk Siam	6
2.2.1 Rasa Asam Jeruk Siam	6
2.2.2 Berat Buah Jeruk Siam	7
2.2.3 Kematangan Buah Jeruk Siam	8

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	9
3.2.1 Alat	9
3.2.2 Bahan	9
3.3 Metode Penelitian	10
3.3.1 Persiapan Sampel	11
3.3.2 <i>Image Acquisition</i>	11
3.3.3 Pengambilan Citra.....	11
3.3.4 Pendugaan Variabel Mutu Citra	12
3.3.5 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Mutu Citra	12
3.3.6 Pengukuran Keasaman dan Berat Buah Jeruk Siam	13
3.3.7 Analisis Data.....	13
3.3.8 Pembuatan Program Pendugaan Umur Petik.....	16
3.3.9 Validasi Data Hasil Pendugaan Umur Petik.....	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hubungan Umur Petik dengan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam	17
4.1.1 Analisis Statistik pH dan Berat Buah Jeruk Siam	17
4.1.2 Uji Beda pH dan Berat Buah Jeruk Siam	18
4.2 Hubungan Derajat Keasaman (pH) dan Berat Buah Jeruk Siam terhadap Variabel Mutu Citra	19
4.3 Pendugaan Umur Petik Menggunakan Program Pengolahan Citra Digital	20
4.3.1 Pengambilan Citra Buah Jeruk Siam	20
4.3.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Thresholding</i>) <i>Background</i> dan Objek	23
4.3.3 Pembuatan Program Pengolahan Citra	24
4.3.4 Ekstraksi Variabel Mutu Citra Digital	25
4.3.5 Analisis Data Variabel Mutu Citra Digital	26

4.3.6 Kalimat Logika untuk Program Pendugaan Umur Petik Buah Jeruk Siam	34
4.3.7 Validasi Data Hasil Pendugaan Umur Petik Buah Jeruk Siam	35
BAB 5. PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40



DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Pendugaan Hubungan Variabel Mutu dengan Variabel Pengukuran Jeruk Siam	12
3.2 Intepretasi Kekuatan Hubungan	15
3.3 Tabel <i>Confusion Matriks</i>	16
4.1 Hasil Analisis Data Pengukuran Berat Buah Jeruk Siam.....	18
4.2 Hasil Analisis Data Pengukuran pH Buah Jeruk Siam	18
4.3 Hasil Uji Beda pada Data Berat dan pH Buah Jeruk Siam	19
4.4 Hasil Uji Beda Anova Tiap Variabel Mutu Citra	27
4.5 Analisis Data Variabel Luas Area Buah Jeruk Siam	28
4.6 Analisis Data Variabel Mutu Citra Tinggi	29
4.7 Analisis Data Variabel Mutu Citra Lebar	30
4.8 Analisis Data Indeks Warna Red.....	31
4.9 Analisis Data Indeks Warna Green.....	32
4.10 Analisis Data Indeks Warna Blue	33
4.11 Hasil Analisis Nilai Batas Tiap Umur Petik.....	34
4.12 Analisis <i>Confusion Matriks</i> Data Pendugaan Umur Petik	35

DAFTAR GAMBAR

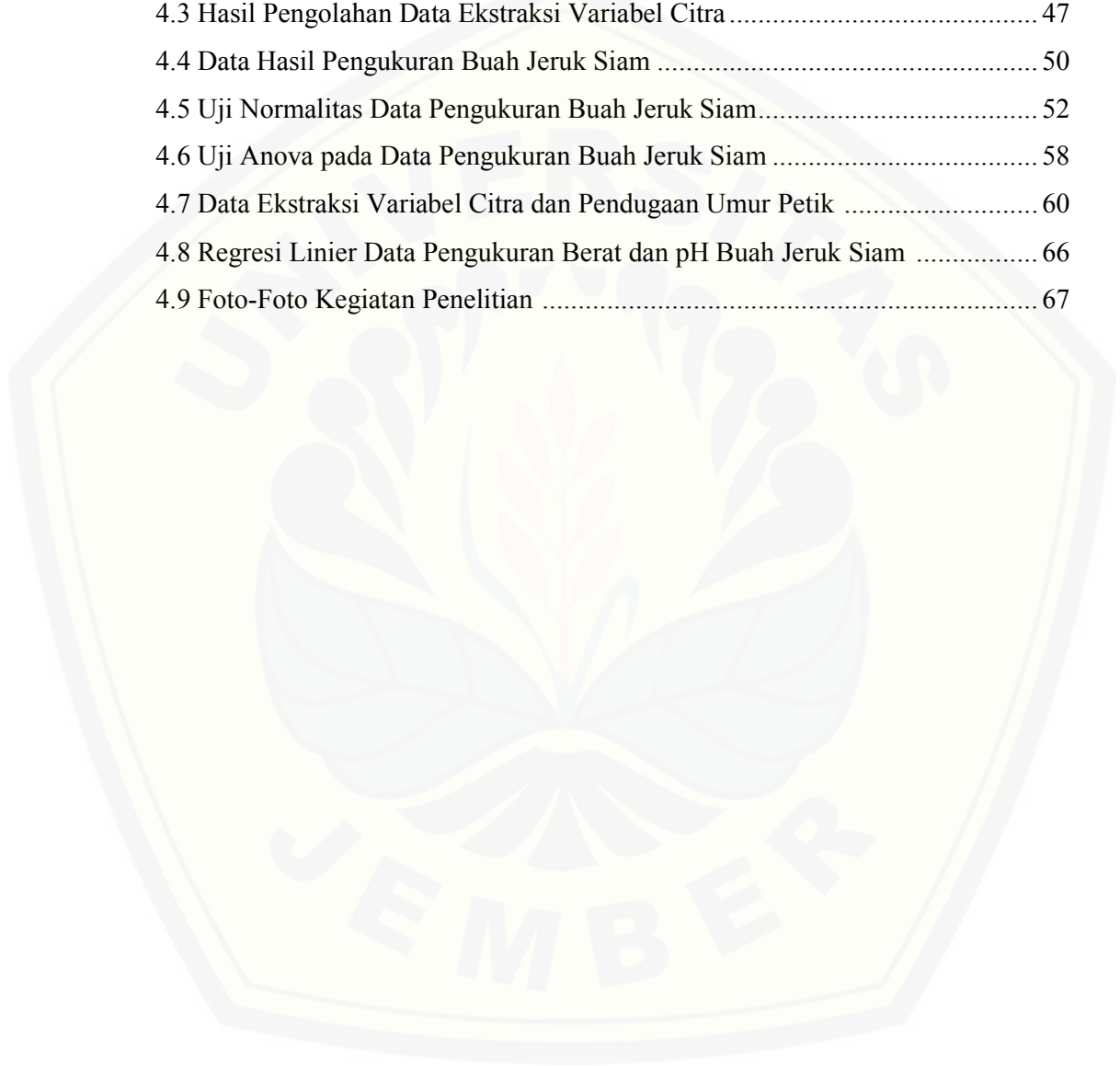
	Halaman
3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	10
3.2 Bentuk Diagram Boxplot.....	15
4.1 Proses Pengambilan Data (a) Berat dan (b) pH.....	17
4.2 Hubungan Berat dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Variabel Mutu Citra Digital: (a) Hubungan Berat dengan Area, (b) Hubungan Berat dengan Tinggi, (c) Hubungan Berat dengan Lebar, (d) Hubungan pH dengan Indeks Warna r, (e) Hubungan pH dengan Indeks Warna g, dan (f) Hubungan pH dengan Indeks Warna b	20
4.3 Tampilan Citra Buah Jeruk Siam dengan Berbagai Umur Petik (a) 32 MSB, (b) 28 MSB, dan (c) 24 MSB	21
4.4 Ukuran Kerangka Meja Pengambilan Citra dari (a) Sisi Depan dan (b) Sisi Belakang.....	21
4.5 Ukuran Kerangka Meja Pengambilan Citra dari Samping (a) Kanan dan (b) Kiri.....	22
4.6 Pengambilan Gambar (a) Atas, (b) Bawah, dan (c) Samping pada Satu Sampel Buah Jeruk Siam.....	22
4.7 Grafik Analisis Batas Segmentasi Gambar Buah Jeruk Siam	23
4.8 Hasil Konversi (a) Citra RGB menjadi (b) Citra Biner.....	24
4.9 Tampilan Hasil Penyusunan Bahasa Pemrograman Citra Digital	25
4.10 Data Hasil Ekstraksi Variabel Mutu Citra Buah Jeruk Siam	26
4.11 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Variabel Mutu Citra Luas Area Buah Jeruk Siam.....	28
4.12 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Variabel Mutu Citra Tinggi Buah Jeruk Siam.....	29
4.13 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Variabel Mutu Citra Lebar Buah Jeruk Siam.....	30
4.14 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Indeks Warna Red Buah Jeruk Siam	31

4.15 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Indeks Warna Green Buah Jeruk Siam	32
4.16 Diagram Boxplot Umur Petik terhadap Indeks Warna Blue Buah Jeruk Siam	33
4.17 Tampilan Program Pendugaan Umur Petik Buah Jeruk Siam	35



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Hasil <i>Tresholding</i> Citra RGB	40
4.2 Perhitungan Uji Beda Anova Variabel Mutu Citra.....	41
4.3 Hasil Pengolahan Data Ekstraksi Variabel Citra	47
4.4 Data Hasil Pengukuran Buah Jeruk Siam	50
4.5 Uji Normalitas Data Pengukuran Buah Jeruk Siam.....	52
4.6 Uji Anova pada Data Pengukuran Buah Jeruk Siam	58
4.7 Data Ekstraksi Variabel Citra dan Pendugaan Umur Petik	60
4.8 Regresi Linier Data Pengukuran Berat dan pH Buah Jeruk Siam	66
4.9 Foto-Foto Kegiatan Penelitian	67



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk siam merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai hasil produksi tinggi di Indonesia, yaitu sekitar 1.411.229 ton pada tahun 2015 dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pertanian seperti jus, sari buah, manisan, dan lain-lain (Badan Pusat Statistik, 2015). Pemanfaatan buah jeruk siam dilakukan karena citarasanya yang banyak disukai oleh konsumen.

Cita rasa buah jeruk siam berasal dari rasa manis (kandungan gula) dan asam (asam malat dan asam sitrat). Citarasa manis dan asam pada buah jeruk siam dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah umur buah karena buah jeruk tidak dapat mengalami proses pemasakan setelah dipetik (bersifat *non-klimaterik*). Semakin lama umur buah jeruk, semakin tinggi kandungan gula dan semakin menurun kandungan asamnya. Selain itu, umur buah juga mempengaruhi ukuran buah (diameter) yang secara tidak langsung berkaitan pada berat buah yang dimilikinya (Pantastico, 1993:71-73).

Penentuan kandungan asam buah jeruk siam dapat dilakukan dengan pengukuran terhadap derajat keasamannya (pH), namun hal ini bersifat *destruktif* karena harus merubah struktur fisik buah. Secara umum, produsen banyak menginginkan pengukuran tanpa merusak struktur buah. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan teknik mengolah gambar dan dapat menghasilkan informasi dari gambar tersebut sehingga dapat digunakan untuk menganalisis gambar tanpa merusak (*non destruktif*) objek yang diamati (Ahmad, 2005:3-4). Selain itu, proses manual akan menghasilkan nilai yang belum seragam karena individu mempunyai penilaian yang berbeda-beda (subjektif) dan dapat mengalami kelelahan sehingga menghasilkan akurasi yang rendah. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian yang membahas hubungan variabel mutu citra dengan umur petik buah jeruk siam untuk menghasilkan sebuah pendugaan keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan umur petik.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa hal yang menjadi rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hubungan umur petik dengan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam?
2. Bagaimana hubungan keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam pada variasi umur petik dengan variabel mutu citra?
3. Berapakah tingkat keberhasilan pendugaan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik menggunakan pengolahan citra digital?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tentang penggunaan pengolahan citra digital dalam pendugaan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui hubungan umur petik terhadap keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam.
2. Mengetahui hubungan keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam pada variasi umur petik dengan variabel mutu citra.
3. Mengetahui tingkat keberhasilan pendugaan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik menggunakan program pengolahan citra digital.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah masyarakat atau pihak terkait lainnya dapat menggunakan metode pengolahan citra digital untuk menduga derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik dengan menggunakan metode pengolahan citra digital. Hal ini dilakukan agar kegiatan pemilihan buah jeruk siam (*sortasi*) dapat menghasilkan ukuran yang seragam dan mengetahui perbedaan yang akurat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan proses konversi sinyal kontinu (analog) dengan pengambilan sampel dan kuantisasi menjadi sinyal diskret (digital). Citra mempunyai arti sebagai kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi sehingga dapat disimpulkan bahwa piksel merupakan bagian terkecil daripada citra. Piksel digambarkan sebagai kotak persegi di antara kotak-kotak yang tersusun teratur secara horisontal maupun vertikal dan dinotasikan oleh dua bilangan bulat (*integer*) sebagai penunjuk lokasi citra (Ahmad, 2005).

Lokasi citra ditunjukkan oleh titik koordinat. Koordinat (0,0) digunakan sebagai penunjuk posisi kiri atas pada bidang citra, koordinat (m-1, n-1) sebagai penunjuk posisi kanan bawah dalam citra ukuran m x n. Tingkat pencahayaan citra ditunjukkan oleh warna. Pada sistem biner (lebar data penyimpanan 8 bit) mempunyai gradasi intensitas 256 tingkat nilai abu-abu untuk merepresentasikan citra. Menggunakan 256 tingkat abu-abu, intensitas 0 menunjukkan hitam dan 255 menunjukkan putih, dan 0-255 menunjukkan abu-abu (Ahmad, 2005:11).

2.1.1 Segmentasi Citra Digital

Segmentasi citra merupakan pengelompokan piksel-piksel citra menjadi beberapa daerah (Ahmad, 2005:86). Informasi intensitas yang dihasilkan pada citra digital, dapat disimpan dalam dua bentuk yaitu berwarna (sinyal RGB) dan tidak berwarna (nilai abu-abu). Namun agar lebih mudah dipahami dan mempunyai metode operasi yang lebih sederhana, penggunaan citra abu-abu lebih diutamakan daripada citra berwarna (Ahmad, 2005:81).

Penyimpanan citra yang ada dua macam (hitam dan putih) tidak dapat dikatakan sebagai citra abu-abu lagi, melainkan sebagai citra biner (*binary image*). Citra ini digunakan untuk memisahkan daerah objek (*region* atau S) dan latar belakang (S') dengan jelas walaupun masih memungkinkan terjadi kesalahan sistem pembacaan citra. Proses konversi citra abu-abu menjadi citra biner disebut *binerisasi* atau *thresholding* atau teknik segmentasi. Kesalahan pengkonversian

akan menghasilkan *noise*, yaitu bercak putih pada latar belakang dan *holes* yaitu bercak hitam atau lubang-lubang kecil di daerah objek (Ahmad, 2005:82-83). Menurut Santi (2011), thresholding digunakan untuk mengatur derajat keabuan citra sehingga dapat digunakan untuk merubah citra RGB menjadi citra keabuan atau citra biner.

2.1.2 Pengolahan Warna Citra Digital

Setiap objek, mempunyai potensi memantulkan cahaya dengan intensitas tertentu. Hasil pantulan cahaya akan diolah dan digambarkan pada tingkat warna keabu-abuan (*grayscale*) tertentu. Pembentukan warna berasal dari tiga warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru (RGB) (Ahmad, 2005:260-261). Karena model yang digunakan adalah citra abu-abu, intensitas masing-masing warna akan diolah menjadi warna hitam, putih, dan abu-abu (kombinasi hitam-putih).

Pada kubus warna RGB, warna hitam diwakili koordinat (0,0,0) yang berarti intensitas semua warna pokoknya adalah nol dan warna putih diwakili koordinat (1,1,1) yang berarti masing-masing warna pokok berintensitas 100 %. Jika intensitas yang ditunjukkan berada diantara 0 dan 1 untuk masing-masing warna pokok, akan menghasilkan warna abu-abu (Ahmad, 2005:267).

Menurut Ahmad (2005:268-272), pengolahan warna yang akurat dapat dilakukan jika setiap warna pokok mempunyai penafsiran yang sama, penafsiran yang tidak sama terjadi akibat pengaruh penerangan yang berbeda. Penafsiran yang sama dapat diperoleh dengan metode normalisasi terlebih dahulu yaitu menghilangkan pengaruh penerangan. Normalisasi dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} r \text{ (indeks warna merah)} &= \frac{R}{R+G+B} \\ g \text{ (indeks warna hijau)} &= \frac{G}{R+G+B} \\ b \text{ (indeks warna biru)} &= \frac{B}{R+G+B} \end{aligned}$$

Jumlah $R + G + B = 1$, terdapat dua nilai yang perlu dinyatakan dan satu nilai yang sudah dapat diketahui. Dua nilai yang dinyatakan tersebut disebut nilai kromatisasi yaitu nilai yang terbentuk akibat panjang gelombang tertentu, tidak tergantung pada nilai kecerahannya.

2.1.3 Pengukuran Jarak dan Area Citra Digital

Area merupakan jumlah piksel yang menunjukkan luasan objek yang biasa disimbolkan "S". Analisis area dapat menunjukkan ukuran (jarak) maupun berat benda dengan bentuk yang seragam, kecuali benda berongga (Ahmad, 2005:147).

Menurut Ahmad (2005: 119-122), pengenalan suatu objek pada sebuah citra berukuran $m \times n$ adalah ukuran, posisi atau lokasi, dan orientasi atau sudut kemiringan objek terhadap garis acuan yang digunakan. Lokasi pada citra ditunjukkan oleh titik koordinat x,y . Nilai x selalu bergerak dari kiri ke kanan. Sedangkan nilai y bergerak dari atas ke bawah. Nilai area diperoleh dari proses penjumlahan setiap pixel objek. Nilai jarak pada citra diperoleh dari hasil pengurangan nilai koordinat x kiri (x maksimal) dengan nilai x kanan (x minimal) untuk koordinat x . Nilai koordinat y diperoleh dari hasil pengurangan nilai koordinat y maksimal dengan y minimal.

2.1.4 Operasi Morfologi Citra Digital

Operasi morfologi merupakan teknik menganalisis dan mendeskripsikan bentuk dari suatu objek. Tujuan dilakukan operasi morfologi adalah untuk memperbaiki bentuk objek agar dapat menghasilkan fitur-fitur citra yang lebih akurat saat proses analisis citra (Ahmad, 2005:162-163).

Menurut Ahmad (2005:162), operasi morfologi terdiri dari dua proses yaitu dilasi dan erosi. Proses dilasi merupakan proses konversi beberapa piksel latar belakang menjadi piksel objek. Proses erosi merupakan proses penghapusan beberapa piksel objek. Proses-proses ini digunakan untuk mengurangi *holes* dan *noise* akibat kesalahan proses *binerisasi*.

Operasi gabungan biasa digunakan untuk menghilangkan *holes* dan *noise* yang berukuran kecil. Operasi gabungan ini biasa disebut dengan istilah *closing* dan *opening*. Operasi *closing* merupakan operasi dilasi yang dilanjutkan dengan operasi erosi. Operasi *closing* cenderung menghilangkan atau menutup celah-celah yang tidak teratur dan sempit. Operasi *opening* merupakan operasi erosi yang dilanjutkan dengan operasi dilasi. Operasi *opening* cenderung membuka atau

memutus bentuk-bentuk tipis pada objek yang salah satunya berasal dari proses *thresholding* yang kurang bersih (Ahmad, 2005:175-177).

2.2 Botani Jeruk Siam

Menurut Setiawan dan Trisnawati (1992:7-11), jeruk mempunyai banyak varietas seperti jeruk keprok, jeruk siam, jeruk besar, dan lain-lain. Jeruk siam merupakan salah satu jenis hortikultura yang banyak dijumpai di daerah dengan ketinggian 1-700 mdpl. Jeruk siam mempunyai klasifikasi sebagai berikut.

Famili	: <i>Rutaceae</i>
Subfamili	: <i>Aurantioideae</i>
Tribe	: <i>Citriae</i>
Subtribe	: <i>Citrinae</i>
Genus	: <i>Citrus</i>
Subgenus	: <i>Eucitrus, Papeda</i>
Species	: <i>Citrus nobilis</i>
Varietas	: <i>Citrus nobilis LOUR var. microcarpa Hassk</i>

Jeruk siam mempunyai ciri-ciri antara lain kulit lebih tipis dan tidak berongga, kulit lebih mengkilat dan berwarna hijau kekuningan, daging buah banyak mengandung air, ukuran buah 5,5-5,9 cm, permukaan buah halus, tebal kulit sekitar 2 mm, rata-rata berat buah sekitar 75,6 g, dan mempunyai sekitar 20 biji tiap buah (Nuswamarhaeni *et al.*, 1999:52). Menurut Pantastico (1993:71), kenaikan diameter buah jeruk terbesar terjadi sebelum buah jeruk dapat dimakan dan mengalami pertumbuhan yang lambat setelah buah jeruk mencapai ukuran optimal. Oleh sebab itu, buah jeruk harus segera dipetik setelah mencapai tingkat kemasakan yang maksimal.

2.2.1 Rasa Asam Jeruk Siam

Menurut Pantastico (1993:160-163), buah-buahan yang masak akan mengalami penurunan asam organik sehingga rasa asam berkurang dan meningkatkan sejumlah gula sederhana (rasa manis meningkat). Buah jeruk mengalami peningkatan total zat terlarut, gula total, dan cairan buah jeruk yang

bersamaan dengan penurunan keasaman dan vitamin C selama proses pertumbuhan.

Rasa asam pada buah jeruk dipengaruhi oleh kandungan asam organik seperti asam malat, asam oksalat, asam sitrat, dan asam malonat. Menurut Redaksi Trubus (2007), buah jeruk yang masih muda mempunyai kandungan asam organik yang tinggi sehingga rasa buah menjadi asam. Semakin bertambah umur buah, rasa asam akan semakin berkurang karena jumlah zat organik semakin berkurang. Rasa asam pada buah jeruk sangat identik terhadap kandungan vitamin C. Vitamin C merupakan nama umum dari senyawa asam L-Askorbat ($C_6H_8O_6$). Menurut Pracaya (2000:144), jumlah vitamin C akan terus berkurang jika umur buah semakin tua.

Menurut Anggraeni (2008), tingkat keasaman atau derajat keasaman dipengaruhi oleh pelepasan ion H^+ pada cairan (*juice vesicles*) buah jeruk siam. Kesetimbangan rasa asam dengan menggunakan perbandingan menggunakan air murni (konsentrasi ion H^+ dan OH^- sama besar) menghasilkan nilai sama dengan 7. Dari nilai kesetimbangan yang diperoleh maka cairan akan bersifat netral pada pH sama dengan 7, bersifat asam pada pH kurang dari 7, dan bersifat basa pada pH lebih dari 7. Oleh sebab itu, penurunan rasa asam buah jeruk ditandai dengan semakin tinggi nilai derajat keasamannya.

2.2.2 Berat Buah Jeruk Siam

Ukuran buah jeruk siam yang semakin bertambah selama pertumbuhan sebanding dengan penambahan berat pada buah. Semakin luas ukuran jeruk (diameternya) semakin berat massanya. Menurut Sinha (dalam Pantastico, 1993:71-72), kenaikan berat dan isi pada buah jeruk bersamaan dengan kenaikan diameter pada buah. Persentase kulit dalam dan kulit luar semakin berkurang selama pertumbuhan dan perkembangan buah. Berat jenis cairan pada buah jeruk tetap sama (secara nyata) selama seluruh masa pertumbuhan buah. Buah jeruk dengan umur lebih dari 8 bulan setelah berbunga (32 MSB), akan mengalami pengeringan dan granulasi sehingga berat buah dapat menurun jika buah tetap dibiarkan dipohon.

2.2.3 Kematangan Buah Jeruk Siam

Umur petik yang semakin lama akan menyebabkan warna buah jeruk siam semakin menguning dan ukurannya semakin besar (maksimal pertumbuhan 36 MSB), hal ini terjadi karena kandungan *karotenoid* semakin banyak jika umur petik semakin lama. *Karotenoid* merupakan zat yang dapat menyebabkan jeruk bewarna kuning hingga merah (Pracaya, 2000:146). Buah jeruk siam yang siap dipanen berumur 6 hingga 8 bulan dan mempunyai ciri-ciri seperti kulit buahnya berwarna kekuning-kuningan (oranye), buahnya tidak keras ketika dipegang, bagian bawah buah agak empuk, dan jika dijentik dengan jari tidak berbunyi nyaring (Setiawan dan Trisnawati, 1992).

Menurut Sinha (dalam Pantastico, 1993:71), buah jeruk dengan umur 28 hingga 32 minggu setelah berbunga (MSB) mempunyai masa pertumbuhan yang sangat cepat. Buah jeruk yang berada di pohon dan mencapai umur 32 MSB, harus segera dipetik untuk menghindari penurunan berat. Selain itu, pada usia 24 MSB hingga 28 MSB, tingkat ketuaan buah mencapai 80-85 % dan sudah dapat dipetik (Redaksi Agromedia, 2009:97).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Analisis derajat keasaman jeruk siam menggunakan pengolahan citra digital dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Pertanian dan Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Sampel buah jeruk siam diperoleh dari kebun jeruk Ajung, Kabupaten Jember. Penelitian dilaksanakan pada 28 Januari sampai 15 April 2016.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat program pengolahan citra digital untuk mendugaan derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik terdiri dari dua jenis yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi kamera CCD 31BUO4.H (pengambilan gambar dari suatu objek), seperangkat meja pengambilan citra (tempat meletakkan objek selama pengambilan citra), 4 buah lampu TL (mengatur pencahayaan pada objek), kain (background objek), *personal computer* (menjalankan aplikasi pengambilan citra, pengolahan citra, dan pembuatan program), pH meter digital (mengukur derajat keasaman buah jeruk siam), dan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g (mengukur berat masing-masing sampel buah jeruk siam).

Perangkat lunak digunakan untuk mengolah citra, mengolah data citra, dan membuat program pendugaan umur petik buah jeruk siam. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Software SharpDevelop 4.2*, *Software Jasc Paint Shop Pro 9*, *Software Excel* dari *Microsoft Corp*, dan *Software Program IC Capture 2.2*.

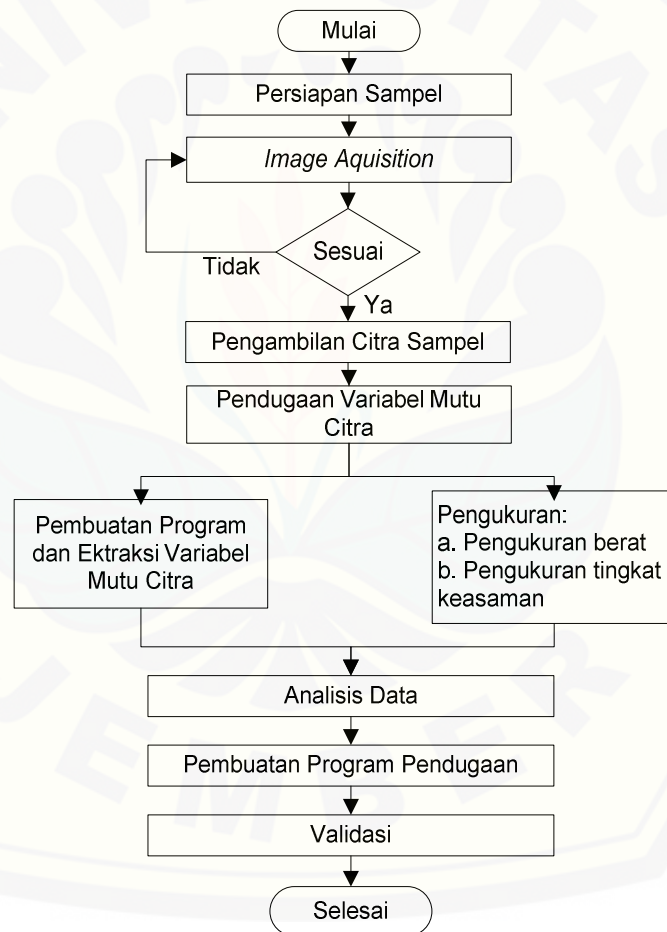
3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk menduga derajat keasaman (pH) dan berat menggunakan pengolahan citra digital adalah buah jeruk siam. Pengambilan sampel dilakukan pada setiap umur petik 24 MSB, 28 MSB, dan 32 MSB (Minggu Setelah Berbunga) dan diambil sebanyak 25 buah untuk masing-masing

umur petik. Buah jeruk siam diambil secara acak pada populasi satu variasi umur petik oleh petani. Buah jeruk dari petani akan diambil citranya dan diukur berat serta derajat keasamannya. Pengambilan sampel dilakukan secara bertahap hingga seluruh variasi umur petik selesai diteliti.

3.3 Metode Penelitian

Alur penelitian mengenai pembuatan program pengolahan citra untuk menduga derajat keasaman (pH) dan berat buah jeruk siam berdasarkan variasi umur petik adalah sebagai berikut;



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

Persiapan sampel dilakukan dengan beberapa tahap kegiatan, antara lain adalah sebagai berikut:

- a. meninjau dan memilih lahan jeruk untuk pengambilan sampel;
- b. mengidentifikasi umur buah jeruk sampel; dan
- c. mengambil sampel pada umur petik 24 MSB, 28 MSB, dan 32 MSB.

Pengambilan sampel dilakukan dengan *random* sistem bertingkat.

3.3.2 *Image Acquisition*

Image Acquisition merupakan proses penentuan jarak yang tepat/sesuai antara kamera pengambilan citra, lampu penerang, dan objek sehingga menghasilkan citra yang optimal. Penentuan jarak dilakukan dengan metode *trial and error* untuk menghasilkan jarak yang sesuai. Penentuan jarak yang sesuai dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- a. memilih *background* objek agar sedikit terjadi pemantulan cahaya;
- b. menentukan jarak lampu yang dapat menghasilkan sedikit bayangan, minim bias, dan memperoleh hasil yang seragam terhadap pencahayaannya; dan
- c. menentukan jarak kamera yang dapat menghasilkan warna citra menyerupai atau mendekati warna objek aslinya.

3.3.3 Pengambilan Citra

Pengambilan citra merupakan proses pengambilan gambar sampel. Pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan *Software Program IC Capture 2.2* dengan cara sebagai berikut:

- a. menentukan *background* citra yang tepat di meja pengambilan citra;
- b. meletakkan buah jeruk sampel pada meja pengambilan citra dengan tiga kali posisi yaitu pangkal atas, pangkal bawah, dan tengah;
- c. merekam citra menggunakan format RGB dengan program *IC Capture*;
- d. menyimpan *file* citra dengan format .bmp; dan
- e. mengulangi langkah 1-4 untuk sampel berikutnya.

3.3.4 Pendugaan Variabel Mutu Citra

Pendugaan variabel mutu citra adalah prediksi hubungan antara variabel pengukuran dengan variabel mutu citra. Pendugaan dilakukan berdasarkan keterkaitan kandungan buah jeruk siam dengan informasi dari gambar buah jeruk.

Tabel 3.1 Pendugaan Hubungan Variabel Mutu dengan Variabel Pengukuran Jeruk Siam

Variabel Pengukuran Buah Jeruk Siam	Variabel Mutu Citra	Uraian
Derajat Keasaman	Indeks warna r, g, dan b	<i>Karotenoid</i> adalah zat yang mengakibatkan warna jeruk menjadi kuning hingga merah (indeks warna jeruk) yang mengakibatkan timbul luasan tertentu pada kulit jeruk yang dapat ditentukan berdasarkan luas areanya. Kandungan <i>karotenoid</i> buah jeruk siam akan semakin banyak saat buah semakin masak. Kemasakan buah jeruk diakibatkan karena umur buah yang lebih lama yang mengakibatkan perubahan pada kandungan asam (pH) yang dimilikinya (Pracaya, 2000).
Berat Jeruk	Area, lebar, dan tinggi	Berat buah jeruk dapat ditentukan berdasarkan luas area objek (<i>region</i>). Hal ini terjadi karena semakin lama umur buah, semakin besar ukuran (area, lebar, dan tinggi) objek dan berat juga bertambah (Pantastico, 1993:71-72).

3.3.5 Pembuatan Program dan Ekstraksi Variabel Mutu Citra

Pembuatan program citra digunakan untuk mengolah data citra sampel. Ekstraksi variabel mutu citra merupakan tahap pengolahan hasil citra untuk menentukan variabel mutu citra. Hal ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. membuat program *image processing* pada *software Sharp Develop*;
- b. membuka hasil citra (format .bmp) yang telah diambil pada program pengolahan citra yang telah dibuat;
- c. melakukan *running* program pengolahan citra untuk menghasilkan data variabel mutu yang berupa area, tinggi, lebar, dan indeks warna (r,g,b); dan
- d. menyimpan hasil pengolahan citra dalam format *text*.

3.3.6 Pengukuran Keasaman dan Berat Buah Jeruk Siam

Analisis keasaman jeruk siam merupakan tahap pengukuran derajat keasaman (pH) dan berat buah siam. Awal pengukuran dilakukan pada larutan buah jeruk siam yang dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- a. menyiapkan satu buah jeruk sampel;
- b. memeras jeruk hingga air dan bulir jeruk keluar; dan
- c. mengumpulkan perasan/larutan buah jeruk pada sebuah wadah tertentu.

Langkah pengukuran pH menggunakan pHmeter digital dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2004):

- a. menyiapkan pH meter digital dan larutan sampel jeruk siam;
- b. membersihkan elektroda dengan aquades dan mengusapnya dengan tisu;
- c. memasukkan elektroda pada larutan jeruk siam;
- d. membaca angka yang tertera pada layar pHmeter digital;
- e. mengulangi langkah 2-4 pada beberapa larutan jeruk siam berikutnya; dan
- f. membersihkan elektroda pH meter digital dengan aquades kemudian mengusapnya dengan tisu.

Pengukuran berat buah jeruk siam dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. menyiapkan timbangan digital *O'hauss Pioneer* dan sampel (jeruk siam);
- b. meletakkan jeruk siam pada meja timbangan;
- c. membaca angka yang tertera pada layar timbangan digital; dan
- d. mengulangi langkah 2-3 untuk sampel jeruk siam berikutnya.

3.3.7 Analisis Data

Analisis data merupakan tahap pengolahan data hasil pengukuran dan menghubungkannya dengan beberapa variabel yang dilakukan sebagai berikut.

- a. Melakukan tabulasi variabel mutu citra dari *file text* hasil ekstraksi variabel mutu citra dan pengukuran keasaman serta berat jeruk ke dalam *excel*.
- b. Menghitung variabel statistik seperti nilai *mean*, *minimum*, *maximum*, *Q1*, *Q2*, dan *Q3* dari variabel mutu citra, pengukuran keasaman, dan berat jeruk.
- c. Melakukan Uji Normalitas (Uji *Chi Kuadrat*) (Supardi, 2012:134-137).

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

Z_i = Nilai baku data ke-i

x_i = Data ke-i

\bar{x} = Nilai rata-rata

s = Standart deviasi data

$$x^2_{hitung} = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

x^2 = nilai uji *chi kuadrat*

O_i = frekuensi interval data ke-i

E_i = hasil kali luas interval data ke-i dengan jumlah sampel

d. Uji Beda Anova Tiap Umur Petik (Supardi, 2012:333-340).

1) Menentukan derajat bebas (db) tiap sumber varian

$$db_{TR} = n_T - 1 \dots\dots\dots (3.3)$$

$$db_A = k - 1 \dots\dots\dots (3.4)$$

$$db_D = n_T - k \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

$TR, A, dan D$ = derajat bebas total koreksi (TR), kelompok (A), dan dalam (D)

n_T = total jumlah sampel

k = jumlah data tiap kelompok sampel

2) Menghitung jumlah kuadrat (JK) tiap sumber varian

$$JK_{TR} = \sum Y_T^2 - \frac{(\sum Y_T)^2}{n_T} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$JK_A = \left(\sum \frac{(\sum Y_i)^2}{n_i} \right) - \frac{(Y_T)^2}{n_T} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$JK_D = JK_{TR} - JK_A \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

Y_i = Data ke-I dalam satu kelompok data

n_i = jumlah data dalam satu kelompok data

Y_T = Jumlah data dari seluruh kelompok data

3) Menghitung rerata jumlah kuadrat (RJK) atau varians (s^2)

$$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$RJK_D = \frac{JK_D}{db_D} \dots\dots\dots (3.10)$$

4) Menghitung nilai F_{hitung} dan menentukan F_{tabel}

$$F_{hitung} = \frac{RJK_A}{RJK_D} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$F_{tabel} = F_{(\alpha, dk_1, dk_2)} = F_{(\alpha, db_A, db_D)} \text{ (dilihat pada tabel distribusi F)}$$

e. Analisis Korelasi *Moment Pearson* (Usman dan Akbar, 2000:200-201).

$$r_{xy} = \frac{n \sum (X_i - \bar{X}_1)(Y_i - \bar{Y}_1)}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X}_1)^2 \sum (Y_i - \bar{Y}_1)^2}} \dots\dots\dots (3.12)$$

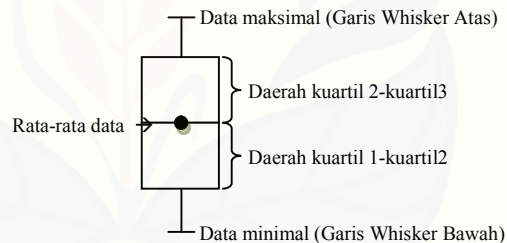
Keterangan
 $r_{x,y}$ = koefisien korelasi
 X, Y = jenis variabel
 n = ukuran data

Tabel 3.2 Interpretasi Kekuatan Hubungan

Koefisien Korelasi (r)	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 - 0,20	Sangat rendah
0,21 - 0,40	Rendah
0,41 - 0,60	Agak rendah
0,61 - 0,80	Cukup
0,81 - 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Sumber : Usman dan Akbar, 2000:201

f. Analisis Menggunakan Diagram *Boxplot*.



Gambar 3.2 Bentuk Diagram Boxplot

g. Menyusun Persamaan *Regresi Linier* (Usman dan Akbar, 2000:216).

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (3.13)$$

Keterangan:
 Y = variabel terikat
 X = variabel bebas
 a = konstanta
 b = koefisien “X”

3.3.8 Pembuatan Program Pendugaan Umur Petik

Program pendugaan pH dan berat buah jeruk siam berdasarkan umur petik berasal dari hasil analisis boxplot umur petik terhadap variabel mutu citra. Langkah-langkah pembuatan program adalah sebagai berikut;

- menentukan nilai boxplot umur petik terhadap variabel mutu citra yang dapat membedakan umur petik buah jeruk siam;
- menafsirkan hasil nilai boxplot menjadi kalimat logika; dan
- merubah kalimat logika menjadi informasi bahasa pemrograman pada program pengolahan citra.

3.3.9 Validasi Data Hasil Pendugaan Umur Petik

Validasi data merupakan salah satu teknik pengujian ketepatan hasil penelitian. Salah satu metode pengujian dapat menggunakan tabel *confusion matriks*. Tabel *confusion matriks* merupakan tabel yang digunakan untuk mencatat hasil kerja digambarkan seperti Tabel 3.2.

Tabel 3.3 Tabel *Confusion Matriks*

Kelas Umur Petik	Prediksi			Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi	
	24 MSB	28 MSB	32 MSB				
Aktual	24 MSB	x_{11}	x_{12}	x_{13}	$\sum x_{1j}$	$\frac{x_{11}}{\sum x_{1j}}$	$\frac{\sum x_{1j} \quad x_{11}}{\sum x_{1j}}$
	28 MSB	x_{21}	x_{22}	x_{23}	$\sum x_{2j}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{2j}}$	$\frac{\sum x_{2j} \quad x_{22}}{\sum x_{2j}}$
	32 MSB	x_{31}	x_{32}	x_{33}	$\sum x_{3j}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{3j}}$	$\frac{\sum x_{3j} \quad x_{33}}{\sum x_{3j}}$
Total kolom	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	$\sum x_{i3}$	$\sum x_{ij}$			
Akurasi user	$\frac{x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{i3}}$				
Kesalahan komisi	$\frac{\sum x_{i1} \quad x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{\sum x_{i2} \quad x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{\sum x_{i3} \quad x_{33}}{\sum x_{i3}}$				
Akurasi Total	$\frac{x_{11} + x_{22} + x_{33}}{\sum x_{ij}} \times 100\%$						

Sumber: NRCan dalam Soedibyo, 2012:56

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan tentang pembahasan pendugaan pH dan berat buah siam menggunakan pengolahan citra digital adalah sebagai berikut.

1. Nilai rerata derajat keasaman (pH) dan berat sebanding dengan pertambahan umur petik buah jeruk siam. Peningkatan nilai pH selama pertambahan umur petik yaitu antara 3,259-4,041 dan peningkatan berat selama pertambahan umur petik yaitu antara 121,01 g-147,02 g.
2. Hubungan nilai derajat keasaman (pH) sebanding dengan indeks warna r ($r = 0,654576$) dan indeks warna g ($r = 0,277801$) serta berbanding terbalik dengan indeks warna b ($r = 0,7603$). Hubungan berat buah jeruk siam sebanding dengan variabel citra area ($r = 0,956692$), tinggi ($r = 0,928119$), dan lebar ($r = 0,951347$).
3. Program pengolahan citra berhasil menduga umur petik buah jeruk siam dengan tingkat kebenaran sebesar 74,7 % dari total sampel buah jeruk siam.

5.2 Saran

Proses pengambilan sampel yang tidak seragam, memungkinkan data (pada analisis boxplot) saling tumpang tindih terhadap tiap umur petik. Pengambilan sampel seharusnya dapat dilakukan lebih baik agar mendapatkan sampel yang seragam tiap umur petik. Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa ketentuan pengambilan sampel yaitu:

1. mengambil sampel dari pohon yang seragam seperti umur, tinggi, dan lebar naungannya;
2. masing-masing pohon mendapat perlakuan yang sama;
3. sampel buah yang diambil memiliki letak yang sama (atas, bawah, atau tengah); dan
4. pengambilan sampel tiap umur petik diusahakan mempunyai *range* ukuran tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Anggraeni, A.A. 2008. Larutan Asam dan Basa. *Bahan Ajar Kimia Dasar Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Andian%20Ari%20Anggraeni,%20ST.,M.Sc./Kimia%20Dasar%20-%20Bab%2008%20-%20Asam%20Basa.pdf> [19 desember 2016].
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Tanaman BST/Buah-buahan dan Sayuran Tahunan [serial on line]. <http://www.bps.go.id/site/resultTab> [18 Maret 2015].
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*. Air dan Air Limbah Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pHmeter SNI 06-6989.11-2004. Solok Kota. http://klh.solokkota.go.id/file/1412111737_sni-06-6989.11-2004.pdf [19 Desember 2016].
- Fikri, A.K. 2015. Pemutuan Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) dengan Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*). *Skripsi*. Jember: Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/66211/111710201048%20Ana%20Kanzul%20Fikri.pdf?sequence=1> [20 Desember 2016].
- Maldonado, W. dan Barbosa, J.C. 2016. Automatic Green Fruit Counting in Orange Trees Using Digital Images. *Computer and Electronics in Agriculture Journal*. No. 127:572-581. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916305294> [30 Desember 2016].
- Nuswamarhaeni, S., Prihatini, D., dan Pohan, E.P. 1999. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Bogor: PT. Penebar Swadaya, Anggota IKAPI.
- Pantastico, ER.B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-tropical Fruits and Vegetables*. New York: AVI Publishing Company, Inc. Terjemahan oleh Kamariyani. 1993. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Cetakan Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pracaya. 2000. *Jeruk Manis; Varietas, Budidaya, dan Pascapanen*. Depok: PT. Penebar Swadaya.

- Prakoso, E.S. 2015. Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/66377/111710201028%20Eryalfan%20Setyo.pdf?sequence=1> [20 Desember 2016].
- Redaksi Agromedia. 2009. *Buku Pintar Budi Daya Tanaman Buah Unggul Indonesia*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Redaksi Trubus. 2007. *Menjadikan Buah Lebih Manis*. Depok: PT> Penebar Swadaya, Anggota IKAPI.
- Santi, C.N. 2011. Mengubah Citra Berwarna Menjadi *Grayscale* dan Citra Biner. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*. Vol 16 (1):14-19. <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/view/346/223> [04 Januari 2017].
- Setiawan, A. I. dan Trisnawati, Y. 1992. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam*. Depok: PT. Penebar Swadaya.
- Soedibyo, D. W. 2012. Pengembangan Sistem Pemutuan Berbasis Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Alat Sortasi Kopi Beras Tipe Konveyor Sabuk. *Disertasi*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Supardi. 2012. *Aplikasi Statistika dalam Penelitian (Buku tentang Statistika yang Paling Komprehensif)*. Jakarta Selatan: Ufuk Press.
- Usman, H. dan Akbar, R.P.S. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.