

SKRIPSI

**PENENTUAN MUTU BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum*)
 MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
 BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

***DETERMINATION OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*)
QUALITY USING DIGITAL IMAGE PROCESSING BASED ON
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK***



**Muhammad Abdillah
05021281520086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SUMMARY

MUHAMMAD ABDILAH. Determination of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Quality Using Digital Image Processing Based on Artificial Neural Network. (Supervised by **DANIEL SAPUTRA** and **ENDO ARGO KUNCORO**).

The research objective was to determine the quality of tomatoes by non-destructive methods using a digital image processing program based on color analysis of tomatoes. This research used non-destructive image processing method to measure tomato quality using a digital image processing program based on RGB color parameter. Quality parameters were measured was brix and hardness (texture) of tomatoes. Image processing on 45 tomatoes to analysis of RGB color model and non-destructive measured data on 45 tomatoes were used to the determine quality value of tomato. Feed-forward backpropagation was used as learning algorithm for neural network models with logsig activation function to predicted brix and hardness using graphical user interface (GUI) Matlab R2017a that was developed, network architecture was formed by 3 input layers consisting of value red, green dan blue of tomato, 1 hidden layer (with 50 neurons for brix and 500 neurons for hardness) and layer of output is was tomato brix and hardness. The Program developed was able to analysis RGB color models whose values range from 0 and 1 as well digital numeric unit, image texture analysis and histogram graphs that were used as data from analyzed image information. Quality determination of tomatoes obtained from the equation of multi-regression brix $y = (-9.7873 \cdot 10^{-5})X_1 + (-3.8517 \cdot 10^{-3})X_2 + (-6.8991 \cdot 10^{-3})X_3 + 2.0397$ and for hardness $y = (-3.6069 \cdot 10^{-2}) X_1 + (5.8101 \cdot 10^{-2}) X_2 + (1.5947 \cdot 10^{-1}) X_3 + 17.597$, with X_1 was the value Red color, X_2 was the value Green color and X_3 was the value Blue color, with units of color models in digital numbers.

Keywords : *digital image processing, tomato, artificial neural network*

RINGKASAN

MUHAMMAD ABDILLAH. Penentuan Mutu Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan. (Dibimbing oleh **DANIEL SAPUTRA** dan **ENDO ARGO KUNCORO**)

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan mutu buah tomat dengan metode secara non-destruktif menggunakan program pengolahan citra digital berdasarkan analisis warna buah tomat. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan citra yang secara *non-destructif* untuk menentukan nilai mutu buah tomat dengan program pengolah citra digital berdasarkan parameter warna RGB. Parameter mutu yang diukur adalah brix dan kekerasan (tekstur) buah tomat. Pengolahan citra pada 45 buah tomat dalam analisis model warna RGB dan data pengukuran secara *non-destructif* pada 45 buah tomat digunakan untuk menentukan nilai mutu buah tomat. *Feed-forward backpropagation* digunakan sebagai algoritma pembelajaran model jaringan syaraf tiruan dengan fungsi aktivasi *logsig* untuk prediksi brix dan kekerasan menggunakan program *graphical user interface* (GUI) Matlab R2017a yang dikembangkan, arsitektur jaringan dibentuk dengan 3 buah lapisan masukan yang terdiri dari nilai *red*, *green* dan *blue* buah tomat, 1 lapisan tersembunyi (dengan 50 sel syaraf untuk brix dan 500 sel syaraf untuk kekerasan) dan lapisan keluaran adalah brix% dan kekerasan buah tomat. Program yang dikembangkan dapat digunakan analisis model warna RGB yang nilainya berkisar 0 dan 1 serta satuan angka digital, analisis tekstur citra dan grafik histogram yang digunakan sebagai data dari informasi citra yang dianalisis. Penentuan mutu buah tomat diperoleh dari persamaan regresi berganda brix $y = (-9,7873 \cdot 10^{-5})X_1 + (-3,8517 \cdot 10^{-3})X_2 + (-6,8991 \cdot 10^{-3})X_3 + 2,0397$ dan untuk kekerasan $y = (-3,6069 \cdot 10^{-2}) X_1 + (5,8101 \cdot 10^{-2})X_2 + (1,5947 \cdot 10^{-1}) X_3 + 17,597$, dengan X_1 adalah nilai warna *Red*, X_2 adalah nilai warna *Green* dan X_3 adalah nilai warna *Blue*, dengan satuan model warna dalam angka digital.

Kata kunci : pengolahan citra digital, tomat, jaringan syaraf tiruan

SKRIPSI

PENENTUAN MUTU BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum*) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi
Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**



**Muhammad Abdillah
05021281520086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN MUTU BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum*) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

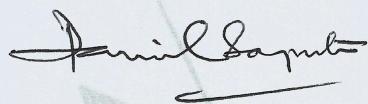
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Muhammad Abdillah
05021281520086

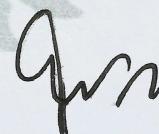
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A.Eng.
NIP. 195808091985031003

Indralaya, Mei 2019

Pembimbing II



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 196107051989031006



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



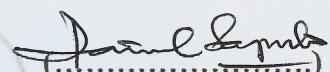
Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Tanggal Diskusi: 05 Juli 2018

Skripsi dengan Judul "Penentuan Mutu Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan" oleh Muhammad Abdillah telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 09 Mei 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

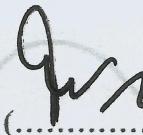
Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng. Ketua
NIP 195808091985031003



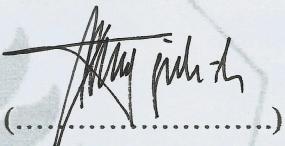
2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP 196107051989031006

Sekretaris (.....)



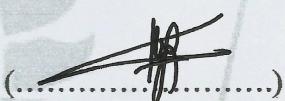
3. Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.
NIP 197604142003121001

Anggota (.....)



4. Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si.
NIP 198201242014041001

Anggota (.....)



Ketua Jurusan

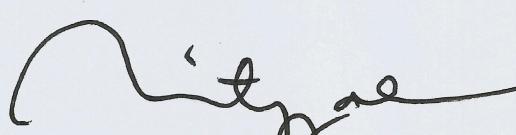
Teknologi Pertanian

23 MAY 2019



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP 196208011988031002

Indralaya, Mei 2019
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian


Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Abdillah

NIM : 05021281520086

Judul : Penentuan Mutu Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing I dan pembimbing II, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Mei 2019

(Muhammad Abdillah)

RIWAYAT HIDUP

MUHAMMAD ABDILLAH lahir pada tanggal 24 Mei 1996 di Tugumulyo Kabupaten Ogan Komering Ilir dan telah menempuh pendidikan formal sekolah dasar di SD Negeri 1, sekolah menengah pertama di SMP Islam Terpadu Bina Insani, dan sekolah menengah atas di SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di program studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dan tercatat sebagai mahasiswa aktif sejak tahun 2015 yang diterima melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis pernah menjabat sebagai ketua departemen dana dan usaha di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya, periode tahun 2017/2018. Selain itu penulis juga telah mengikuti dan mendapatkan penghargaan dari berbagai kegiatan dan ajang kompetisi keilmiahian di tingkat nasional seperti mendapatkan 3rd National Student Seminar on Agriculture Technology in 2018 dan 3rd presentasi paper terbaik Agriculture Engineering Student Chapter Annual Regional Convention (ARC) in Conjunction With Pekan Teknik Pertanian Nasional X (PTPN X) di Universitas Gadjah Mada 12 - 15th November 2018. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Tanah Abang Selatan, Kecamatan Tanah Abang, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan pada bulan Mei hingga Juni 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dan tidak lupa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT sang pencipta penulis.
2. Bapak Ibu orang tua kandung penulis, Kakek, Nenek, Paman, Tante, Bibi, Saudara kandung, sepupu dan teman masa kecil penulis.
3. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
5. Yth. Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Bapak Hermanto, S.TP, M.Si.
6. Yth. Koordinator Program Studi Teknik Pertanian Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr. dan Yth. Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Dr. Ir. Tri Wardani Widowati, M.P.
7. Yth. Pembimbing Akademik penulis Bapak Prof. Dr. Ir. H. Hasbi, M.Si., selaku pembimbing akademik dan pembimbing praktik lapangan penulis yang telah bersedia membimbing penulis dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
8. Yth. Pembimbing Skripsi penulis Bapak Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng. dan Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr yang telah bersedia memberikan pengetahuan, inspirasi, wawasan, dan nasihat.
9. Yth. Dosen Institut Pertanian Bogor Bapak Dr. Ir. Usman Ahmad, M.Agr., yang telah bersedia memberikan saran untuk penelitian skripsi penulis dan berdiskusi melalui email.
10. Yth. Bapak Adi Pamungkas, S.Si., M.Si., yang telah memberikan saran untuk penelitian skripsi penulis.
11. Yth. Bapak Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si, selaku pembahas dan penguji skripsi penulis yang memberikan inspirasi dan tanggapan dalam penelitian skripsi penulis.

12. Yth. Bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP, M.Si, selaku pembahas dan penguji skripsi penulis yang memberikan saran untuk penelitian skripsi penulis
13. Yth. Bapak Dr.-phil. Arinafril dan Bapak Dr. rer.nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si yang telah memberikan banyak inspirasi dan motivasi terutama wawasan kuliah di luar negeri.
14. Yth. Bapak dan Ibu dosen jurusan Teknologi Pertanian dan Fakultas Pertanian.
15. Staf administrasi, akademik, dan laboratorium jurusan Teknologi Pertanian dan Fakultas Pertanian (baik itu lokasi Kota Palembang atau Indralaya).
16. Guru SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta telah memberikan pengetahuan dasar. Teman-teman Asrama As-Sakinah SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta yang selalu ada untuk menyemangati dan membantu.
17. Teman-teman seangkatan yang selalu menyemangati, membantu secara langsung dalam berbagai hal terutama pada saat pelaksanaan penelitian David, Veronica, Rahmat, Feldy, Riza, Okta, Agung, Reza, Syeh, Debby, Denny, Ulik, Izul, Muharom, Martini, Riku, Cecil, Messy, Citra, Harumi, Leo, Priyadi, Jerry dan lainnya.
18. Teman kelas selama mengikuti perkuliahan selama kurang lebih 3 Tahun Ade, Fauzan, Hay, Rinto, Egris, Aprik, Septa, Jepry, Hamzah, Wahyudi, Tyas, Nadiah, Deta, Anjel, Lisa, Dessy, Dini, Linda, Ocah, Caca dan Riza.
19. Rekan KKN Erna, Tri, Ani, Ari, Dimas, Fadly.

Indralaya, Mei 2019
Penulis

Muhammad Abdillah

KATA PENGANTAR

Puji syukur dihaturkan pada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, karena pembuatan skripsi ini yang berjudul “Penentuan Mutu Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” dapat terselesaikan.

Penelitian ini adalah salah satu syarat wajib untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada jenjang S-1 di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, bertujuan untuk menentukan mutu buah tomat menggunakan program pengolahan citra digital berbasis jaringan syaraf tiruan berdasarkan analisis warna buah tomat. Mutu buah tomat digunakan untuk mengembangkan jaringan syaraf tiruan pada program pengolahan citra digital dengan objek yang dianalisis warna dari buah tomat.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) dari Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama dalam bidang pertanian untuk mewujudkan sistem pengolahan pasca panen pertanian yang lebih efektif lagi.

Indralaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| BAB 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan..... | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>) | 4 |
| 2.2. Jaringan Syaraf Tiruan | 6 |
| 2.2.1. Perambatan Galat Mundur (<i>backpropagation</i>) | 7 |
| 2.2.2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan | 7 |
| 2.2.2.1. Jaringan dengan Lapisan Tunggal (<i>single layer net</i>) | 8 |
| 2.2.2.2. Jaringan dengan Banyak Lapisan (<i>multilayer net</i>) | 8 |
| 2.3. Pengolahan Citra Digital | 9 |
| 2.4. <i>Refractometer</i> | 10 |
| 2.5. <i>Penetrometer</i> Buah | 11 |
| 2.6. Matrix Laboratory (Matlab) | 12 |
| BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan | 14 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 14 |
| 3.3. Metode Penelitian | 14 |
| 3.4. Prosedur Penelitian | 14 |
| 3.5. Konsep Program Pengolah Citra Buah Tomat..... | 16 |
| 3.5.1. Matrix Laboratory R2017a..... | 16 |
| 3.5.2. <i>Graphical User Interface (GUI)</i> Matlab R2017a..... | 17 |
| 3.5.4. Informasi Perangkat Penangkap Citra..... | 18 |
| 3.5.5. Citra Digital Tomat..... | 18 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.5.1. | Model Jaringan Syaraf Tiruan..... | 19 |
| 3.6. | Parameter | 20 |
| 3.6.1. | Kekerasan (Kg.m/s ²) | 20 |
| 3.6.2. | Kadar Gula (<i>Brix%</i>) | 21 |
| 3.6.3. | Kematangan Tomat Berdasarkan Warna | 21 |
| 3.6.4. | Pengolahan Citra Digital | 22 |
| 3.6.4.1. | Analisis Model Warna RGB | 22 |
| 3.6.4.2. | Fitur Ekstraksi Citra | 24 |
| 3.6.4.3. | Jaringan Syaraf Tiruan <i>backpropagation</i> | 25 |
| 3.7. | Metode Pengambilan Citra Buah Tomat | 26 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 27 |
| 4.1. | Pengembangan Program Pengolah Citra Digital | 27 |
| 4.2. | Analisis Model Warna dan Mutu Buah Tomat..... | 30 |
| 4.3. | Pengembangan Model Jaringan Syaraf Tiruan..... | 33 |
| 4.4. | Pembentukan Model Jaringan Syaraf Tiruan dengan perlakuan data (latih dan uji) dipilih secara proporsi..... | 38 |
| 4.4. | Penentuan Mutu Buah Tomat Menggunakan Model Regresi Berganda Berdasarkan analisis Model Warna RGB (<i>Red, Green dan Blue</i>)..... | 43 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 45 |
| 5.1. | Kesimpulan | 45 |
| 5.2. | Saran..... | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 46 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1. Buah Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)..... | 4 |
| Gambar 2.2. Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal..... | 8 |
| Gambar 2.3. Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan..... | 9 |
| Gambar 2.4. Skema Perangkat Keras Pengolahan Citra..... | 10 |
| Gambar 2.5. Alat <i>Refractometer</i> | 11 |
| Gambar 2.6. Alat <i>Penetrometer</i> digunakan pada Buah..... | 12 |
| Gambar 2.7. Tampilan desktop Matlab R2015b..... | 13 |
| Gambar 3.1. Konsep <i>Display Program</i> dari <i>Graphical user interface</i> (GUI) Matlab R2017a..... | 17 |
| Gambar 3.2. Urutan Kematangan Buah Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>).... | 22 |
| Gambar 3.3. Konsep Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan..... | 26 |
| Gambar 3.4. Konsep pengambilan citra tomat..... | 26 |
| Gambar 4.1. Konsep program pengolah citra digital buah tomat..... | 27 |
| Gambar 4.2. a) Citra buah tomat dan b) Tampilan hasil ekstraksi ciri dari mengolah citra | 28 |
| Gambar 4.3. a) Grafik <i>histogram red</i> citra tomat, b) Grafik <i>histogram green</i> citra tomat, c) Grafik <i>histogram blue</i> citra tomat dan d) Grafik <i>histogram grayscale</i> citra tomat dari program yang dikembangkan..... | 29 |
| Gambar 4.4. Hasil Segmentasi citra tomat dan analisis warna RGB (0 -255)..... | 30 |
| Gambar 4.5. Nilai <i>Red</i> , <i>Green</i> dan <i>Blue</i> buah tomat..... | 31 |
| Gambar 4.6. Hubungan nilai warna satuan angka digital dan (<i>Brix%</i>) buah tomat..... | 32 |
| Gambar 4.7. Hubungan nilai warna satuan angka digital dan Kekerasan buah tomat..... | 33 |
| Gambar 4.8. Tampilan menjalankan program neural network Matlab..... | 34 |
| Gambar 4.9. Grafik <i>Regression</i> brix dari hasil latih jaringan..... | 34 |
| Gambar 4.10. Grafik <i>Regression</i> kekerasan dari hasil latih jaringan..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.11. Grafik perbandingan data target dan keluaran jaringan syaraf tiruan brix dari hasil latih jaringan..... | 35 |
| Gambar 4.12. Grafik perbandingan data target dan keluaran jaringan syaraf tiruan kekerasan dari hasil latih jaringan..... | 36 |
| Gambar 4.13. Hasil prediksi jaringan syaraf tiruan pada data uji (<i>brix</i>).... | 36 |
| Gambar 4.14. Hasil prediksi jaringan syaraf tiruan pada data uji (Kekerasan)..... | 37 |
| Gambar 4.15. Hasil prediksi nilai (<i>brix</i>) pada citra buah tomat lain..... | 37 |
| Gambar 4.16. Hasil prediksi nilai (Kekerasan) pada citra buah tomat lain..... | 38 |
| Gambar 4.17. Grafik <i>Regression</i> (a. <i>brix</i>) dan (b.kekerasan) dari hasil latih jaringan (data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu)..... | 40 |
| Gambar 4.18. Prediksi jaringan syaraf tiruan pada data uji a. <i>brix</i> dan b.kekerasan (data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu)..... | 41 |
| Gambar 4.19. Hasil prediksi nilai (a. <i>brix</i>) dan (b. Kekerasan) pada citra buah tomat lain (data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu)..... | 42 |
| Gambar 4.20. Grafik perbandingan data latih target citra buah tomat dan regresi berganda (a. <i>brix</i>) dan (b.kekerasan)..... | 43 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 2.1. Komposisi Nilai Gizi Buah Tomat Segar per 100 Gram | |
| Bahan..... | 5 |
| Tabel 3.1. Spesifikasi Penetrometer Digital Centor First..... | 20 |
| Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Refractometer</i> Digital Atago PAL- α | 21 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|----------------|
| Lampiran 1. Diagram Alir..... | 50 |
| Lampiran 2. Tampilan program yang dijalankan..... | 52 |
| Lampiran 3. Dokumentasi uji destruktif buah tomat di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sriwijaya..... | 53 |
| Lampiran 4. Perbandingan hasil kadar gula (<i>brix%</i>) uji Laboratorium, persamaan regresi berganda dan prediksi jaringan syaraf tiruan pada buah tomat..... | 55 |
| Lampiran 5. Perbandingan hasil kekerasan (Kg.m/s ²) uji Laboratorium, persamaan regresi berganda dan prediksi jaringan syaraf tiruan pada buah tomat..... | 57 |
| Lampiran 6. Hasil pelatihan pada data citra latih dengan program jaringan syaraf tiruan untuk <i>output</i> kematangan..... | 59 |
| Lampiran 7. Hasil pengujian pada data citra uji dengan program jaringan syaraf tiruan untuk <i>output</i> kematangan..... | 62 |
| Lampiran 8. Prediksi jaringan syaraf tiruan yang dikembangkan pada tomat lain..... | 64 |
| Lampiran 9. Perbandingan hasil kadar gula (<i>brix%</i>) uji Laboratorium, persamaan regresi berganda dan prediksi jaringan syaraf tiruan pada buah tomat yang perlakuan data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu..... | 67 |
| Lampiran 10. Perbandingan hasil kekerasan (Kg.m/s ²) uji Laboratorium, persamaan regresi berganda dan prediksi jaringan syaraf tiruan pada buah tomat yang perlakuan data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu..... | 69 |
| Lampiran 11. Prediksi jaringan syaraf tiruan yang dikembangkan pada tomat lain (data latih dan uji dipilih secara proporsi tertentu)..... | 71 |
| Lampiran 12. Diagram aktivitas program Matlab <i>Graphical User Interface</i> (GUI) yang dikembangkan..... | 74 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Lampiran 13. | <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kematangan)..... | 79 |
| Lampiran 14. | <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kematangan)..... | 81 |
| Lampiran 15. | <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kadar gula)..... | 83 |
| Lampiran 16. | <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kadar gula)..... | 85 |
| Lampiran 17. | <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kekerasan)..... | 86 |
| Lampiran 18. | <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan (<i>output</i> kekerasan)..... | 88 |
| Lampiran 19. | <i>Listing</i> program Matlab <i>Graphical user interface</i> (GUI).... | 89 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produk pertanian yang unggul dapat diklasifikasikan berdasarkan kualitas atau mutu produk pertanian tersebut. Mutu suatu produk pertanian dapat ditampilkan dalam derajat keunggulan suatu produk atau klasifikasi produk pertanian sesuai dengan kebutuhan tertentu. Menurut pandangan konsumen mutu produk pertanian diidentifikasi dari tampilan, dan rasa (Wardani *et al.*, 2013). Tampilan produk pertanian dipengaruhi warna, ukuran, bentuk, serta terdapatnya cacat atau kebusukan dan rasa produk pertanian berdasarkan kekerasan dan manis melalui uji indera perasa manusia (Masithoh *et al.*, 2011).

Warna buah dan sayur merupakan parameter utama dari konsumen untuk menentukan kualitas (Sinagi, 2016). Warna diidentifikasi berdasarkan sensasi penglihatan seperti kecerahan, intensitas, penerangan dan kejelasan persepsi warna (Barrios *et al.*, 2011). Warna memiliki panjang gelombang cahaya pada spektrum tampak yaitu pada 390-760 nm yang dihasilkan dari respon retina manusia. Retina manusia memiliki sel-sel yang berfungsi mengirimkan sinyal melalui syaraf optik ke otak yang direspon sebagai warna (Masithoh *et al.*, 2011). Warna faktor utama menentukan mutu dan menjadi sebagai atribut sensori yang dapat diamati langsung sebagai indikator kesegaran dan kematangan (Getinet *et al.*, 2011), sebagai contoh tomat akan terjadi perubahan warna dari hijau ke merah. Karakteristik warna tomat adalah yang paling penting untuk menilai kematangan dan pengolahan pascapanen, konsumen secara *visual* sering menilai kematangan tomat berdasarkan warna. Klasifikasi tomat secara visual sering mengakibatkan kesalahan karena kesalahan penglihatan dan kelelahan (Barrios *et al.*, 2011). Karena selama pemasakan terjadi perubahan warna yang disebabkan oleh degradasi klorofil dan pembentukan karoten, maka terdapat hubungan yang erat antara warna dengan peningkatan kadar gula dan kekerasan pada kondisi buah tomat yang terjadi selama pemasakan (Movagharnejad and Nikzad, 2007).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh

manusia atau mesin komputer (Agian *et al.*, 2015). Citra adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi), citra digital tersusun oleh banyak piksel yaitu bagian terkecil dari citra yang ditangkap (Hermantoro, 2011). Dibandingkan metode konvensional yang memakan waktu lama serta membutuhkan analisis laboratorium yang rumit, maka alternatif pengolahan metode *non-destructif* dapat menjadi suatu solusi untuk mengamati dan mengukur mutu buah produk pertanian (Darrigues *et al.*, 2008).

Indra penglihatan manusia adalah sebuah sistem canggih yang melakukan respon atas rangsangan visual. Secara fungsional, penglihatan manusia bertujuan menafsirkan data spasial yaitu data yang diindeks oleh lebih dari satu dimensi (Masithoh *et al.*, 2011). Meskipun demikian, pengolahan citra digital tidak dapat diharapkan untuk mereplikasi persis seperti mata manusia. Hal ini disebabkan pengetahuan tentang bagaimana sistem mata dan otak bekerja belum sepenuhnya dipahami (Indarto and Murinto, 2017). Teknologi yang dapat diterapkan adalah pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Pengolahan citra digital adalah salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mendapatkan informasi dari citra dengan cara memodifikasi bagian dari citra yang diperlukan sehingga didapat data sebagai informasi dari citra yang di analisis (Wiharja and Harjoko, 2014).

Metode pengukurannya non-konvensional yaitu dengan menggunakan pengolahan citra digital menghasilkan data yang akan diproses secara pembelajaran dengan jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak komputer sehingga dapat digunakan untuk menentukan mutu buah (Agian *et al.*, 2015). Jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah multilayer *feedforward* yang terdiri dari tiga *layer* yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* dan algoritma pembelajaran yang digunakan adalah *backpropagation* (Hermantoro, 2011). *Backpropagation* adalah algoritma yang umumnya digunakan untuk membelajarkan Jaringan Syaraf Tiruan. Bobot jaringan dimodifikasi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat error yang dihitung terhadap semua lapisan jaringan (Butz *et al.*, 2005).

Mengembangkan metode pengolahan citra digital ini maka pengukuran dapat dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang lebih akurat pada jenis sampel yang sama karena menggunakan metode *non-destructif*, serta dapat

digunakan di lapangan untuk mengukur kualitas secara cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur RGB warna dan memprediksi mutu buah tomat secara *non-destructif* berdasarkan warna dengan menggunakan pengolahan citra digital.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan mutu buah tomat dengan metode secara *non-destructif* menggunakan program pengolahan citra digital berbasis jaringan syaraf tiruan berdasarkan analisis warna buah tomat dengan memanfaatkan kamera *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agian, D.G., Harahap, L.A. and Panggabean, S., 2015. Identifikasi Kematangan Buah Markisa (*Passiflora edulis*) dengan Pengolahan Citra Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 3(03), 365-370.
- Ahmad, U., 2005. Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Ahmad, U., 2009. 10 Langkah Membuat Program Pengolahan Citra Menggunakan Visual C#. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Atherton and Rudich, 1986. The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement. *Journal of Experimental Botany*. 38(09), 1582–1583.
- Barbedo, J.G.A., 2013. Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plant diseases. *Embrapa Agricultural Informatics, Campinas, SP, Brazil*. 02(660), 01-12.
- Barrios, A.G., Lopez, R.A.B., Garcia, E.R., Ayala, M.T. and Zarazua, M.S., 2011. Tomato Quality Evaluation With Image Processing : A Review. *Journal Agriculture Research*. 6(14), 3333-3339.
- Batu, A., 2003. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering*. 06(01), 471-475.
- Butz, P., Hormann, C. and Tauscher, B., 2005. Recent Development in Noninvasive Techniques for Fresh Fruit and vegetable Internal Quality Analysis. *Journal of Food Science*. 70(09), 131-141.
- Celik, T., Demirel, H., Ozkaramanli, H. and Uyguroglu, M., 2007. Fire detection using statistical color model in video sequences. *Journal of Visual Communication & Image Representation*. 04(03), 176-185.
- Choong, T.S.Y., Abbas, S. and Shariff, A.S., Halim, R., Ismail, M.H.S., Yunus, R., Ali, S. and Ahmadun, F.R., 2006. Digital Image Processing of Palm Oil Fruits. *International of Journal Food Engineering*. 02(02), 01-04.
- Darrigues, A., Hall, J., Knaap, E.V.D. and Francis D.M., 2008. Tomato Analyzer-color Test: A New Tool for Efficient Digital Phenotyping. *Journal American Society Horticulture Science*. 133(04), 579-586.
- Dwihapsari, Y. and Darminto, 2010. Perancangan dan Pembuatan Penetrometer untuk Menentukan Konsistensi Tumor otak. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 06(02), 01-05.

- Endarko and Wardhana, A. A., 2005., Aplikasi Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola Tulisan Tangan. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 01(02), 01-04.
- Fathi, M., Mohebbi, M. and Razavi, S.M.A., 2009. Application of image Analysis and Artificial Neural Network to Predict Mass Transfer Kinetics and Color Changes of Osmotically Dehydrated Kiwifruits. *Food Bioprocess Technology*. 10(07), 222-232.
- Getinet, H., Workneh, T.S. and Woldetsadik, K., 2011. Effect of maturity stages, variety and storage environment on sugar content of tomato stored in multiple pads evaporative cooler. *African Journal of Biotechnology*. 10(80), 18481-18492.
- Hermantoro, 2011. Aplikasi Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Kadar Bahan Organik dalam Tanah. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 25(01). 1-8.
- Hermawan, A., 2006. Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi. Yogyakarta : ANDI.
- Hidayanto, E., Rofiq, A. and Sugito, H., 2010. Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias. *Jurnal Fisika*. 13(04), 113-118.
- Indarto and Murinto, 2017. Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS. *Jurnal Informatika*. 5(01), 15-21.
- Iswahyudi, C., 2010. Prototype Aplikasi untuk Mengukur Kematangan Buah Apel Berdasarkan Kemiripan Warna. *Jurnal Teknologi*. 03(02), 107-112.
- Jaratenghar, A.S., 2017. *Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) F1 Hasil Induksi Medan Magnet yang diinfeksi Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici (Fol)*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Kekre, H.B., Mukherjee, P., Wadhwa, S., Thepade, S., Kakaiya, M. and Singh, S., 2010. Image Retrieval with Shape Features Extracted using Gradient Operators and Slope Magnitude Technique with BTC. *International Journal of Computer Applications*. 06(08), 28-33.
- Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S. and Persulessy, E. R., 2015. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif*. 11(02), 149-160.

- Mahfudin, Prabawa, S. and Sugianti, C., 2016. Kajian Ekstrak Daun Randu (*CEIBA PENTANDRA L.*) Sebagai Bahan Edible Coating Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Buah Tomat Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknotan*. 10(01), 16-23.
- Masithoh, R.E., Rahardjo, B., Sutiarno, L. and Hardjoko, A., 2011. Pengembangan *Computer Vision System* Sederhana untuk Menentukan Kualitas Tomat. *Agritech*. 31(02), 116-123.
- Mendoza, J. and Aguilera, J.M., 2004. Application of Image Analysis for Classification of Ripening Bananas. *Journal of Food Science*. 69(09), 471–477.
- Movagharnejad, K. and Nikzad, M., 2007. Modeling of tomato drying using artificial neural network. *Computers and Electronics in Agriculture*. 05(06), 78-85.
- Muslimin, Y.N., 2015. *Aplikasi untuk Mengidentifikasi Kematangan Buah Pisang Menggunakan Image Processing dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization Berbasisi Android*. Skripsi. Universitas Jember.
- Nasr, M.S., Moustafa, M.A.E., Seif, H.A.E. and Kobrosy, G.E.I., 2012. Application of Artificial Neural Network (ANN) for the prediction of EL-AGAMY wastewater treatment plant performance-EGYPT. *Alexandria Engineering Journal*. 51(01), 37-43.
- Nurhayati, D., 2015. Analisis Citra Digital CT Scan dengan Metode Ekualisasi Histogram dan Statistik Orde Pertama. *Journal Sistem Komputer*. 05(01), 01-04.
- Pamungkas, A., 2017. *Jaringan Syaraf Tiruan untuk Identifikasi Jenis Bunga*. [Online]. <https://pemrogramanmatlab.com/2017/06/05/jaringan-syaraf-tiruan-untuk-identifikasi-jenis-bunga/>. [Accessed 24 12 2018].
- Rizali, Y., 2007. *Pengembangan Algoritma Image Processing untuk Menentukan Tingkat Kematangan Buah Tomat Segar*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Sabrina, N. M., 2012. *Buah Klimaterik dan Buah non Klimaterik* [online]. <https://blog.ub.ac.id/farahviandini/2012/09/10/buah-klimaterik-dan-buah-non-klimaterik/> [Accessed 01 Oktober 2018].
- Schauer, N., Semel, Y., Roessner, U., Gur, A., Balbo, I., Carrari, F., Pleban, T., Melis, A.P., Breudigam, C., Kopka, J., Willmitzer, L., Zamir, D. and Fernie, A.R., 2006. Comprehensive Metabolic Profiling and Phenotyping of Interspecific Introgression Lines for Tomato Improvement. *Nature Biotechnology*. 03(01), 01-08.

- Sentani, L., Syukur, M. and Marwiyah, S., 2016. Uji Daya Hasil Lanjutan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Populasi F8. *Bul. Agrohorti.* 04(01), 70-78.
- Sholeha, S. F., Soedibyo, D. W. and Sutarsi, 2015. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Buah Tomat (*Lycopersium escuslentum* Mill) Menggunakan Pengolahan Citra. *Jurnal Ilmiah Pertanian.* 01(01), 01-06.
- Siang, J.J., 2009. Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab. Yogyakarta : ANDI.
- Sidiq, S. A. and Irmawati, D., 2016. Pengolahan Citra untuk identifikasi Telur berdasarkan Ukuran. *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education.* 01(03), 151-156.
- Sinagi, R., 2016. Karekteristik Fisik dan Mekanik Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.) *Jurnal Keteknikan Pertanian,* 04 (01), 97-106.
- Solikhun, Safii, A. and Trisno, A., 2017. Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Sains komputer & Informatika.* 01(01), 24-36.
- Sudarsono, A., 2016. Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama.* 12(01), 61-69.
- Usha, S., Khartik, M. and Jenifer, R., 2017. Automated Sorting And Grading of Vegetables Using Image Processing. *International Journal of Engineering Research and General Science.* 05(06), 53-61.
- Wardani, E. W. B., Luffy, M. and Nugroho, W. A., 2013. Identifikasi Sifat Fisik Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Keteknikan pertanian Tropis dan Biosistem,* 01 (02), 224-330.
- Wiharja, Y.P. and Harjoko, A., 2014. Pemrosesan Citra Digital untuk KlasifikasiMutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi.* 4(01), 57-68.