

Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Tekstur Kulit Dan Jaringan Syaraf Tiruan

Bayu Aji Nugroho^[1], Evi Isnandar^[2], Jean Meliesa^[3], Ridwan^[4]

Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur

Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Pesanggrahan, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia 12260

bayu.pascabl@gmail.com, isnand4r@gmail.com, hppjenny@gmail.com, ian.ridwan90@gmail.com

Abstrak— Adanya kemiripan tekstur kulit mentimun antara yang matang dengan yang belum matang mengakibatkan orang kesulitan dalam mengidentifikasi mentimun matang dari segi ciri tekstur kulit buah dan penilaian manusia yang bersifat subyektif terhadap tingkat kematangan buah mentimun menyebabkan penilaian tingkat kematangan mentimun berbeda dari satu penilai dengan penilai yang lainnya. Dari permasalahan tersebut, sehingga dilakukan penelitian untuk mendeteksi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode statistik dengan parameter ciri yaitu Mean (μ), Variance (σ^2), Skewness (α_3), Kurtosis (α_4), dan Entropy (H) sebagai metode untuk mengenali kematangan mentimun dari segi tekstur kulit buah dan untuk mengetahui nilai akurasi setelah sistem diuji.

Citra pepaya diambil menggunakan kamera digital dan diproses menggunakan algoritma pengolahan citra. Algoritma pengolahan citra dikembangkan menggunakan 150 pepaya dari tiga tingkat ketuaan berdasar umur petik. JST yang digunakan untuk pendugaan tingkat ketuaan terdiri dari tiga lapisan yaitu masukan, lapisan tersembunyi dan keluaran. Masukan yang digunakan adalah data pengolahan citra digital.

Keluaran JST adalah tingkat ketuaan buah pepaya. 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 RMSE sebesar 0.006446, ketepatan antara data aktual dengan data dugaan JST mencapai 100%. Sedangkan Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan 20 sampel yang terdiri dari 10 citra mentimun matang dan 10 citra mentimun belum matang menunjukkan bahwa hasil untuk pengujian mentimun matang mencapai 70%, sedangkan untuk mentimun belum matang mencapai 80%.

Secara keseluruhan tingkat keberhasilan aplikasi pengolahan citra untuk identifikasi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah dengan metode ekstraksi ciri statistik yaitu sebesar 75%.

Kata Kunci : pengolahan citra; JST; kematangan mentimun; kematangan pepaya; ekstraksi ciri;

I. PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus* L) dan pepaya merupakan buah yang dapat dikonsumsi dan dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan baku pada industri kecantikan, dan memiliki pangsa pasar yang luas mulai dari pasar tradisional hingga pasar modern. Adanya kemiripan tekstur kulit mentimun antara yang matang dengan yang belum matang mengakibatkan orang kesulitan dalam mengidentifikasi mentimun matang dari segi ciri tekstur kulit buah dan penilaian manusia yang bersifat subyektif terhadap tingkat kematangan buah mentimun menyebabkan penilaian tingkat kematangan mentimun berbeda dari satu penilai dengan penilai yang lainnya.

Mentimun (*Cucumis sativus* L) merupakan buah yang dapat dikonsumsi dan dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan baku pada industri kecantikan, dan memiliki pangsa pasar yang luas mulai dari pasar tradisional hingga pasar modern. Adanya kemiripan tekstur kulit mentimun antara yang matang dengan yang belum matang mengakibatkan orang kesulitan dalam mengidentifikasi mentimun matang dari segi ciri tekstur kulit buah dan penilaian manusia yang bersifat subyektif terhadap tingkat kematangan buah mentimun menyebabkan penilaian tingkat kematangan mentimun berbeda dari satu penilai dengan penilai yang lainnya. Begitupun para ini petani dan pedagang pengumpul buah pepaya mengidentifikasi tingkat ketuaan menggunakan prosedur analisis warna kulit secara visual mata Suatu program komputer dapat melakukan identifikasi pengolahan suatu objek atau citra secara tepat. Pada suatu citra hasil pemotretan sekelompok benda yang seragam atau hampir seragam, terdapat ciri khas pada setiap benda tersebut. Ciri khas itulah yang digunakan untuk pendeteksian suatu objek atau citra. manusia dengan segala keterbatasannya. Proses identifikasi ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya kelelahan, perbedaan persepsi, waktu yang dibutuhkan relative lama serta menghasilkan buah pepaya yang beragam dan tidak konsisten. Selain itu menurut Pantastico (1989) batas antara stadium ketuaan buah sukar

ditentukan dengan mata telanjang, sehingga seringkali penentuan ketuaan bersifat subjektif.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu metode yang dapat menjamin tingkat ketuaan buah pepaya. Metode non konvensional yaitu menggunakan pengolahan citra digital (image processing) menghasilkan data yang akan diproses secara pembelajaran dengan jaringan syaraf tiruan (JST) sehingga dapat digunakan untuk menentukan tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya. Metode ini juga digunakan untuk identifikasi ketuaan dan kematangan jeruk lemon (Damiri dkk, 2004) dan manggis (Nurhasanah dkk, 2005). Model JST yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur feedforward (umpan maju). Sedangkan konsep belajar yaitu algoritma belajar backpro-pagation momentum yang merupakan perkembangan dari algoritma belajar backpropagation standard (Fausett 1994).

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat kematangan buah papaya dan mentimun. Secara non konvensional dengan pengembangan algoritma pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Sedangkan secara khusus, meliputi mengembangkan algoritma pengolahan citra digital untuk menganalisis parameter tingkat kematangan pepaya, membangun model jaringan syaraf tiruan untuk menentukan tingkat kematangan papaya berdasarkan analisis citra digital dan menguji perangkat lunak yang dibangun dalam mengelompokkan buah pepaya sesuai dengan tingkat ketuaannya.

Citra merupakan istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan didalam sekumpulan *pixel-pixel* yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat diidentifikasi untuk sebuah *pixel*, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Dapat pula dikatakan bahwa tekstur (*texture*) adalah sifat sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Pengertian dari tekstur dalam hal ini adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan *pixel-pixel* dalam citra.

Ekstraksi ciri merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter ciri, antara lain adalah *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* (Abdul Fadlil, 2012).

- a. *Mean* (μ)
 Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra

$$\mu = \sum_{n=0}^N f_n p(f_n) \quad (1)$$

Dimana :
 f_n = nilai intensitas keabuan
 $p(f_n)$ = nilai histogram

- b. *Variance* (σ^2)
 Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra

$$\sigma^2 = \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (2)$$

Dimana :
 f_n = nilai intensitas keabuan
 μ = nilai *mean*
 $p(f_n)$ = nilai histogram

- c. *Skewness* (α_3)
 Menunjukkan tingkat kemencengan relatif kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (3)$$

Dimana :
 σ^3 = standar deviasi dari nilai intensitas keabuan
 f_n = nilai intensitas keabuan
 μ = nilai *mean*
 $p(f_n)$ = nilai histogram

- d. *Kurtosis* (α_4)
 Menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (4)$$

Dimana :
 σ^4 = standar deviasi dari nilai intensitas keabuan
 f_n = nilai intensitas keabuan
 μ = nilai *mean*
 $p(f_n)$ = nilai histogram

- e. *Entropy* (H)
 Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$H = - \sum_{n=0}^N p(f_n) \cdot \log p(f_n) \quad (5)$$

Umur panen tanaman mentimun tergantung dari varietas dan ukuran buah yang dikehendaki. Pada umumnya buah mentimun dapat dipanen pada umur 60-75 hari setelah tanam. Ciri-ciri mentimun sudah matang adalah setelah terjadi perubahan warna buah dan ukuran fisik buah yang bertambah panjang dan lebih besar maka buah tersebut bisa dipanen (Kementerian Pertanian, 2008). Mentimun matang dilihat dari segi teksturnya ialah tekstur garisnya lebih halus (*smooth*) dibandingkan dengan mentimun belum matang yang memiliki tekstur garis lebih tajam dan kasar, sedangkan dari sisi jumlah sebaran teksturnya mentimun matang memiliki sebaran lebih sedikit dibandingkan dengan mentimun belum matang. Untuk papaya Bahan utama yang digunakan adalah Pepaya IPB 1 yang dipanen pada umur petik 110, 115, dan 120 hari setelah anthesis masing masing 50 buah.

Bentuk buah lonjong, ukuran buah kecil, panjang buah ± 14 cm, diameter buah ± 10 cm, bobot per buah ± 654 gr, warna daging buah kemerahan/jingga (Dirjen Hortikultura, 2005). Buah Pepaya IPB 1 dipetik pada pagi hari dari kebun percobaan Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) di Tajur Bogor, segera setelah dibersihkan dari getah dan kotoran kemudian dibungkus kertas Koran dan dimasukkan dalam kardus selanjutnya diangkut ke laboratorium. Buah pepaya dicuci dengan air mengalir dan dikering anginkan. Peralatan yang digunakan untuk pengolahan citra adalah kamera digital Pentax Optio A10, penyangga kamera, 4 buah lampu neon (100 W / 220 V / 50 Hz), luxmeter, kain putih, seperangkat komputer, perangkat lunak dalam bahasa Delphi under windows XP.

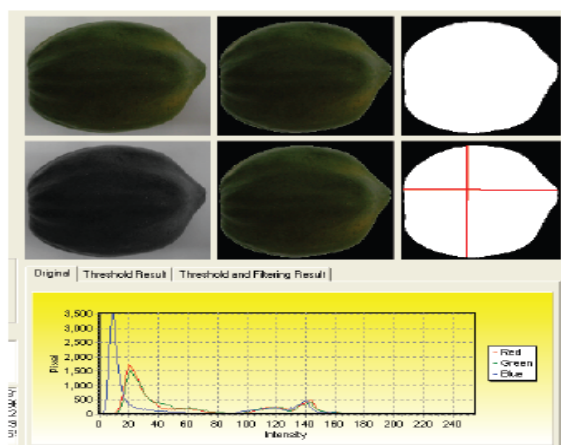
II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dari berbagai kasus dalam artikel atau jurnal yang membahas mengenai pengolahan citra dengan objek yang sama tapi menggunakan metode yang berbeda. Dan pendekatan pada penelitian ini secara general dan empiris berdasarkan pengalaman dan teori-teori yang sudah ada yang berkaitan dengan pengolahan citra.

III. PEMBAHASAN

Pengambilan Citra Pepaya IPB 1, Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

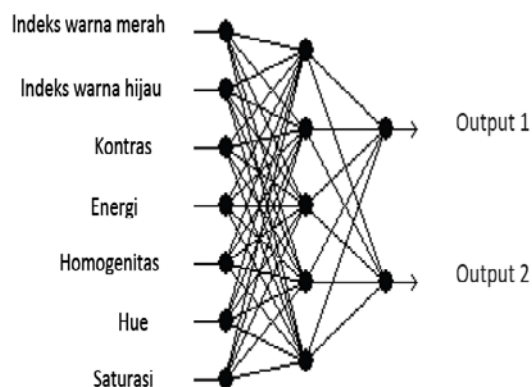
- Pepaya IPB 1 diletakkan di atas kain putih sebagai latar belakang dan terfokus oleh kamera dengan jarak 34 cm dengan cahaya lampu 168 lux.
- Citra pepaya IPB 1 direkam dengan ukuran: 2592 x 1944 piksel.
- Citra pepaya IPB 1 direkam dalam file berekstensi bmp dengan 110 KB.
- Binerisasi citra pepaya IPB 1 untuk memisahkan latar belakang dan objek.
- Proses thresholding yang akan didapat hasil pengolahan citra digital, yaitu: indeks warna merah (r), hijau (g), biru (b), H (hue), S (saturation) dan I (intensity) (Jain et al., 1995) serta 4 komponen tekstur energi, entropy, kontras dan homogenitas (Haralick et al., 1973), sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses binerisasi dan thresholding citra buah pepaya

Tingkat ketuaan pepaya IPB 1 dibagi berdasar umur petik menjadi 110, 115 dan 120 hari setelah antesis. Tingkat ketuaan ini akan diduga dengan menggunakan JST berdasarkan hasil pengolahan citranya. Model JST yang digunakan untuk pendugaan tingkat ketuaan pepaya IPB 1 dapat dilihat pada Gambar 2. Masukan JST adalah indeks warna merah, indeks warna hijau, energi, kontras, homogenitas, hue, dan saturasi

(Gambar 2). Sedangkan keluaran dari JST adalah 3 tingkat ketuaan yang dilambangkan dengan kombinasi dari dua bilangan biner

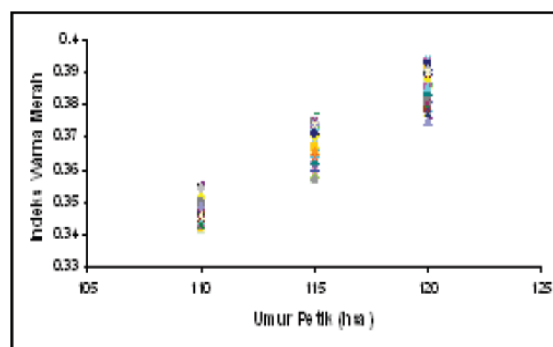


Gambar 2. Model Jaringan Syaraf Tiruan Kematangan Buah Pepaya

| Tingkat ketuaan | Output 1 | Output 2 | Keterangan |
|---------------------|----------|----------|----------------|
| Umur petik 110 hari | 1 | 0 | Tanpa semburat |
| Umur petik 115 hari | 0 | 1 | Semburat 0% |
| Umur petik 120 hari | 1 | 1 | Semburat 10% |

Tabel 1. Tabel keluaran JST tingkat ketuaan pepaya IPB 1

Dalam pengolahan citra digital pada sistem warna RGB, Indeks warna merah dapat membedakan tingkat ketuaan pepaya 110 hsa, 115 hsa, dan 120 hsa. Hal ini sebagaimana pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Indeks Warna Merah dengan Tingkat Ketuaan

nilai indeks warna saturasi (S) dan Hue (H) dapat digunakan untuk membedakan umur petik buah pepaya dengan jelas. Hasil pengolahan komponen tekstur dengan parameter energi menunjukkan bahwa nilai sebaran fitur energi dapat membedakan tingkat ketuaan pepaya. Demikian pula nilai sebaran komponen tekstur yang lain yaitu homogenitas dan

kontras masing-masing dapat digunakan untuk membedakan tingkat ketuaan buah pepaya dengan jelas.

Dalam penelitian ini buah pepaya dibagi tiga tingkat ketuaan (berdasarkan kriteria umur petik buah papaya setelah antesis) yaitu 110 hsa, 115 hsa dan 120 hsa. JST yang digunakan untuk pendugaan tingkat ketuaan terdiri dari tiga lapisan yaitu masukan, lapisan tersembunyi dan keluaran. Masukan yang digunakan adalah data pengolahan citra digital. Keluaran JST adalah tingkat ketuaan buah pepaya.









































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 RMSE sebesar 0.006446, ketepatan antara data aktual dengan data dugaan JST mencapai 100%. Hasil validasi JST ketepatan pendugaannya mencapai 100%, ketepatan pendugaan setiap tingkat ketuaan dapat dilihat pada Tabel 3.

| Tingkat Ketuaan Aktual | Tingkat Ketuaan JST | | | Total |
|------------------------|---------------------|-----------|-----------|-------|
| | 110 hsa | 115 hsa | 120 hsa | |
| 110 hsa | 15 (100%) | | | 15 |
| 115 hsa | | 15 (100%) | | 15 |
| 120 hsa | | | 15 (100%) | 15 |

Tabel 3. Hasil validasi tingkat ketuaan buah pepaya dengan JST

Sedangkan dalam menentukan kematangan mentimun, Dalam penelitian ini tahap pengujian sistem akan dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap 20 citra yang berekstensi *.bmp. Dari 20 data citra tersebut akan dicari nilai parameter teksturnya yaitu *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis* dan *entropy*. Dimana telah diambil sampel sebanyak 10 buah pada masing-masing tekstur kulit mentimun yaitu belum matang dan mentimun matang. Citra mentimun dengan format *bitmap* dikonversi ke bentuk *grayscale* dan ditampilkan histogram *grayscale*-nya. Dihitung *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy*. Perhitungan 5 parameter tersebut mampu mendeteksi tekstur kulit mentimun dengan membandingkan data *range* nilai rata-rata tekstur kulit mentimun yang menjadi acuan dalam menentukan tekstur kulit mentimun yang matang. Tabel hasil deteksi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah dapat dilihat pada tabel 4

| No | Citra Asli (20) | Citra Hasil Grayscale | Hasil | Aplikasi | Hasil |
|----|---|---|----------------|--------------|--------------|
| 1 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 2 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 3 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 4 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 5 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 6 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 7 |  |  | Matimun Matang | Matang | Sesuai |
| 8 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Tidak Sesuai |
| 9 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 10 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 11 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Tidak Sesuai |
| 12 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 13 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 14 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 15 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 16 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 17 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 18 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 19 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |
| 20 |  |  | Matimun Matang | Belum Matang | Sesuai |

Tabel 4 Hasil Deteksi Kematangan Mentimun.

Dimana nilai N adalah jumlah seluruh citra mentimun yang diujikan yaitu 20 citra yang terdiri dari 10 citra mentimun matang dan 10 citra mentimun belum matang. maka dapat dihitung tingkat akurasi sebagai berikut :

Diketahui :N = 20 , Hasil yang sesuai = 15, Hasil yang tidak sesuai = 5 maka akurasi sistem ini dapat dilihat pada table 4.

| Data uji | | |
|-----------------|--|--------------|
| Input | Sesuai | Tidak sesuai |
| Mentimun Matang | 7 | 3 |
| Belum Matang | 8 | 2 |
| Akurasi(%) | $= \frac{\text{Jumlah citra uji yang sesuai}}{N} \times 100\%$ $= \frac{15}{20} \times 100\%$ $= 75\%$ | |

Tabel 5 .Akurasi Sistem

Dari tabel akurasi sistem tersebut didapatkan tingkat akurasi untuk identifikasi kematangan mentimun berdasarkan perhitungan tekstur citra dengan metode ekstraksi ciri statistik yaitu mencapai 75%.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah diberikan pada bab – bab di atas dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter pengolahan citra indeks warna merah, indeks warna hijau, saturasi dan hue serta komponen tekstur

energi, kontras dan homogenitas dapat digunakan untuk menentukan tingkat ketuaan (umur petik) pepaya dengan bantuan jaringan syaraf tiruan. Model JST yang paling ideal untuk memprediksi tingkat ketuaan (umur petik) pepaya adalah menggunakan parameter hasil pengolahan citra (indeks warna merah, indeks warna hijau, saturasi dan hue serta komponen tekstur energi, kontras dan homogenitas) sebagai data masukan. Model ini dapat menentukan tingkat kematangan pepaya dengan ketepatan 100%.

2. Hasil deteksi kematangan dari aplikasi ini mempunyai persentase tingkat keberhasilan yang baik, untuk pengujian mentimun matang mencapai 70%, sedangkan untuk mentimun belum matang mencapai 80%. Secara keseluruhan tingkat keberhasilan Aplikasi pengolahan citra untuk identifikasi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah dengan metode ekstraksi ciri statistik yaitu sebesar 75%.

REFERENSI

- [1] Anggraeni, Nur Tyas. 2012. *Sistem Identifikasi Citra Jenis Cabai (Capsicum annum L) Menggunakan Metode Klasifikasi City Block Distance*. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan.
- [2] Arief, Siska Riantini. 2011. *Analisis Tekstur dan Ekstraksi Ciri*, Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Telkom Bandung. available at: <http://www.it Telkom.ac.id/>.
- [3] Budiningsih, Rahayu. 2013. *Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Mendeteksi Mutu Buah Berdasarkan Kerusakan Jeruk Menggunakan Metode Thresholding*. Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan.
- [4] Fadlil, Abdul. 2012. *Modul Kuliah Pengenalan Pola*. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [5] Hasan, Talib Hashim. 2005. *Belajar Sendiri Dasar-Dasar Pemrograman Matlab Lengkap Disertai Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Gava Media.
- [6] Kadir, Abdul dan Adhi Susanto. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta : ANDI.
- [7] Kementerian pertanian. 2008. *Artikel Budidaya dan Klasifikasi Varietas Mentimun*. Melalui: <http://cybex.deptan.go.id/Timun>.
- [8] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik*. Bandung : Informatika.
- [9] Dirjen Hortikultura. 2005. *SOP Pepaya Bogor*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- [10] Damiri, D.J. U. Ahmad dan Suroso. 2004. *Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Jeruk Lemon (Citrus Medica) Menggunakan Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Jurnal Keteknik Pertanian Vol 18. No. 1 : 48-60.
- [11] Hardinsyah, dan D. Briawan. 1994. *Pemilihan dan Perencanaan Konsumsi Pangan*. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 134 hal.
- [12] Fausett, L. 1994. *Fundamentals Of Neural Network Architectures : Algorithm and Applications*, Prentice-Hall, Inc.
- [13] Haralick, RM., K. Shanmugam and I. Dinstein. 1973. *Textural Features For Image Classification*, IEEE Transaction On System, Man and Cybernetics. 3(6): 610 – 621.
- [14] Jain R., R. Kasturi and BG. Schunck. 1995. *Machine Vision*. McGraw-Hill Book, Inc. New York. USA.
- [15] Nurhasanah, A. Suroso dan U. Ahmad. 2005. *Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Manggis Menggunakan Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Jurnal Keteknik Pertanian Vol 19. No. 3 : 211-220.
- [16] Pantastico Er. B. 1989. *Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Penerjemah: Kamariyani dan Tjitrosoepomo G. Gadjah Mada University Press