

Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Modul Kamera Raspberry Pi

Nadia Muthiati¹, Herlinawati², Sri Ratna Sulistiyanti³, Sri Purwiyanti⁴

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹nadia.muthiati1099@students.unila.ac.id

²herlinawati@eng.unila.ac.id

³sr_sulistiyanti@eng.unila.ac.id

⁴sri.purwiyanti@eng.unila.ac.id

Intisari — Proses pemanenan buah tomat dapat dilakukan menggunakan metode visual dengan memperhatikan warna atau ukuran dari buah. Kemajuan teknologi menggunakan bantuan komputer membuat pemanenan dan pendeteksian kematangan buah tomat semakin mudah. Informasi kematangan buah tomat dapat diperoleh dengan cara pengolahan citra dengan bantuan *fuzzy logic* menggunakan metode *Tsukamoto*. Pada penelitian ini beberapa sampel buah tomat diambil nilai RGB melalui pengolahan citra sesuai dengan tingkat kematangannya, diantaranya mentah, setengah matang, dan buah matang. Setelah nilai RGB didapat maka akan diproses ke dalam *fuzzy logic* untuk mendapatkan informasi kematangan melalui aturan-aturan yang telah dibuat dan diintegrasikan menggunakan Raspberry Pi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi yang baik untuk melakukan pendeteksian buah tomat salah satunya yaitu pada kondisi *indoor* 100 Lux berlatar belakang gelap. Hal ini mungkin dikarenakan tidak terdapat pantulan cahaya berlebih sehingga citra yang diambil nilai RGBnya tidak terlalu tinggi dan mengurangi terjadinya kesalahan pembacaan informasi kematangan dalam proses *fuzzy logic*.

Kata kunci — *Image Processing, Fuzzy Logic, Modul Kamera Raspberry Pi.*

Abstract — *The process of harvesting tomatoes is usually done by the visual method by looking at the color or the size of the fruit. Technological advancements by using computer assistance make harvesting and detecting the ripening process of tomatoes easier. The information of the process of Tomato's ripening can be obtained by the image processing by using Tsukamoto Fuzzy-Logic. In this research some samples of tomatoes' RGB values were taken through image processing in accordance with the ripening level, between unripe, under-ripe, and ripe fruit. After the RGB value is obtained, it will be processed into fuzzy logic to obtain the ripening level information through rules that have been created and integrated by using Raspberry-Pi. The result of this research indicates that a good condition for detecting tomatoes is in 100 Lux conditions with dark background. This might be because there is no excessive light reflection, so that the RGB value of the image is not too high and reduces the error of reading the ripening level in the fuzzy logic process.*

Keywords— *Image Processing, Fuzzy Logic, Raspberry Pi Camera Module.*

I. PENDAHULUAN

Tomat merupakan tanaman buah yang sangat penting bagi manusia. Secara tradisional pemanenan buah tomat dapat dilakukan petani secara manual dengan cara memetik buah tergantung warna permukaan dan bentuk buah tomat tersebut. Seiring berjalannya teknologi, proses penentuan kematangan buah tomat dapat dilakukan dengan menggunakan pendeteksian objek berdasarkan metode pengolahan citra. Pada metode ini, proses penentuan kematangan buah tomat dilakukan menggunakan metode

klasifikasi citra dengan Webcam, dimana representasi warna kematangan buah tomat terdiri dari kombinasi tiga warna unsur utama yaitu merah (*red*), hijau (*green*), biru (*blue*) [1-4].

Metode lain yang ditawarkan untuk menentukan kematangan buah adalah memanfaatkan bidang ilmu sistem cerdas, yaitu berdasarkan jaringan syaraf tiruan [5] dan dengan metode perkiraan linguistik atau yang disebut dengan metode *Fuzzy Logic* [6]. Metode Fuzzy logic membantu dalam proses pembuatan keputusan untuk pemanenan dengan nilai acuan kematangan buah dengan

menggunakan tiga variabel tingkat kematangan, yaitu mentah, setengah matang, matang.

Dalam proses pengambilan data, kamera mengambil sebuah citra dari objek yang terdeteksi, lalu citra yang didapat akan diolah sesuai dengan program yang telah dibuat berdasarkan metode *Fuzzy Logic Tsukamoto* untuk menentukan acuan kisaran kematangan buah tomat.

Pada penelitian ini, dibangun sistem pendeteksi kematangan tomat berdasarkan *Fuzzy Logic Tsukamoto* menggunakan mikrokomputer Raspberry Pi 3 dengan modul kamera Raspberry Pi dengan analisa data mencakup efek dari intensitas cahaya dan arah kedatangan cahaya.

II. LANDASAN TEORI

A. Tomat

Tanaman tomat merupakan jenis tumbuhan setahun (*annual*) yang berarti tanaman ini hanya untuk satu kali periode, setelah produksi kemudian mati. Tanaman ini berbentuk perdu atau semak dan termasuk kedalam golongan tanaman berbunga (*angiospermae*) dengan panjang bisa mencapai 2 meter. Dalam pemanenan buah tomat biasanya dapat dilihat dari ukuran, warna, serta bentuk daun dan batang [7].

B. Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses memperbaiki kualitas citra dengan menggunakan bantuan komputer. Beberapa citra yang sering ditemui, terdapat penurunan mutu sehingga informasi pada citra tersebut berkurang. Semakin majunya teknologi memperkenalkan kita dengan pengolahan citra. Terdapat beberapa proses dalam pengolahan citra untuk menghasilkan keluaran berupa citra yang kualitasnya lebih baik dari sebelumnya.

Dalam citra terdapat pemisahan warna diantaranya yaitu *Red, Green, Blue* (RGB). Sebuah warna dalam RGB dapat digambarkan dengan seberapa banyak warna yang ditentukan dari campuran masing-masing warna merah, hijau dan biru. Kombinasi tiga warna cahaya ini memiliki intensitas yang berbeda dari 0—255.

Apabila ketiga warna tersebut digabung maka akan menghasilkan warna putih, oleh karena itu RGB disebut juga *additive color* atau warna pencahayaan [8,9].

C. Raspberry Pi

Raspberry Pi (juga dikenal sebagai RasPi) adalah sebuah SBC (Single Board Computer) komputer seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) [10]. Komponen *input-output* yang ada pada Raspberry Pi yaitu: *port* HDMI, *port* video analog, *port* audio, *port* USB, pin GPIO, *port* CSI, *port* DSI, *ethernet output*, *SD card slot* [10].

Pada Raspberry Pi terdapat text editor untuk pemrograman *Python*. *Python* merupakan sebuah bahasa pemrograman yang bisa digunakan pada beberapa *platform* (*multiplatform*), dan bersifat sumber perangkat bebas terbuka (*open source*) [11].

Pada penelitian ini digunakan Modul Kamera Raspberry Pi. Pada modul kamera Raspberry Pi terdapat kabel pita yang dapat terhubung ke port CSI. Pada program *Python* diperlukan library *picamera* untuk menjalankan modul kamera ini.

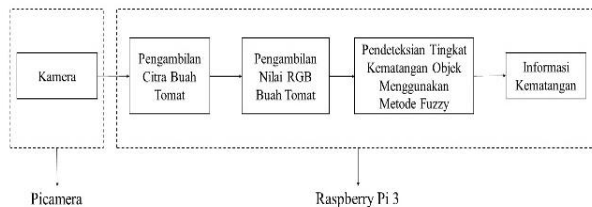
D. Metode Fuzzy Logic

Fuzzy Logic merupakan sebuah metode yang mengubah kata-kata menjadi angka yang dapat diolah [12]. Kata-kata yang digunakan pada *Fuzzy Logic* tidak terlalu akurat, namun metode ini dapat memudahkan manusia. Dalam penelitian ini digunakan pengendalian *Fuzzy Logic Tsukamoto* dengan menggunakan bentuk aturan-aturan jika-maka (*if-then*). Sehingga, proses pengendalian yang digunakan adalah pendekatan linguistik. Metode *Fuzzy Logic Tsukamoto* memiliki empat langkah pemrosesan, yaitu Fuzzifikasi, pembentukan aturan *Fuzzy*, Analisa logika *Fuzzy*, dan Defuzzifikasi [13].

III. METODE PENELITIAN

Gambar 1 memperlihatkan blok diagram dari keseluruhan sistem yang dibangun, dimulai dari mengaktifkan kamera pada *Raspberry Pi Configuration*. Ketika kamera sudah aktif selanjutnya kamera akan

mengambil citra buah tomat sesuai dengan kondisi yang diperlukan dalam penelitian. Selanjutnya, citra akan diolah sehingga hanya terambil citra objeknya saja untuk mendapatkan nilai RGB dengan menggunakan nilai rata-rata piksel. Setelah nilai RGB didapat maka nilai tersebut lalu digunakan pada tahapan pendeteksian kematangan menggunakan metode *Fuzzy Logic Tsukamoto*.



Gbr 1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Metode *Fuzzy Logic Tsukamoto* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki beberapa langkah, diantaranya [13]:

1. Fuzzifikasi, yaitu dengan mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk “*jika-maka*”).
3. Analisis logika *fuzzy* untuk mendapatkan predikat dari tiap-tiap aturan.
4. Defuzzifikasi pada metode *Tsukamoto* menggunakan metode rata-rata (*average*).

Berikut merupakan aturan-aturan yang dibuat untuk mendapatkan keputusan dalam logika *Fuzzy*.

1. *If Red sedikit and Green sedikit then Setengah*
2. *If Red sedikit and Green sedang then Mentah*
3. *If Red sedikit and Green banyak then Mentah*
4. *If Red sedang and Green sedikit then Matang*
5. *If Red sedang and Green sedang then Setengah*
6. *If Red sedang and Green banyak then Setengah*
7. *If Red banyak and Green sedikit then Matang*
8. *If Red banyak and Green sedang then Setengah*
9. *If Red banyak and Green banyak then Setengah*

Untuk mendapatkan fungsi keanggotaan maka diperlukan grafik logika *fuzzy*. Dimana, nilai dari variabel yang digunakan dalam grafik ini didapatkan berdasarkan data referensi dari ekstraksi nilai RGB buah tomat.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

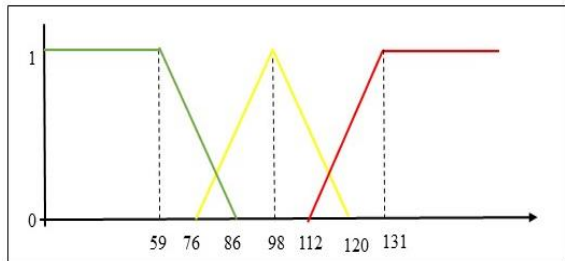
Setelah sistem terbangun lalu dilakukan pengujian-pengujian untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat memberikan hasil yang diinginkan. Berikut ini akan diuraikan hasil identifikasi kematangan buah tomat melalui citra menggunakan metode *Fuzzy Logic Tsukamoto*.

Sampel buah tomat yang digunakan pada penelitian ini memenuhi tiga tingkat kematangan tomat yaitu tomat matang merah, tomat kekuning-kuningan dan tomat hijau mentah, yang telah dipilih menggunakan metode visual oleh pedagang di pasar. Proses pengambilan citra tomat dilakukan menggunakan modul kamera v2.1 Raspberry Pi. Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi yaitu, kondisi siang hari dan sore hari, serta kondisi pengukuran dalam ruangan dengan pencahayaan yang berbeda yaitu 25 Lux dan 100 Lux dengan latar belakang gelap dan terang di setiap kondisinya. Tabel 1 memperlihatkan salah satu hasil pengujian nilai RGB yang dijadikan sebagai referensi, yaitu pada kondisi 100 Lux dengan latar belakang terang.

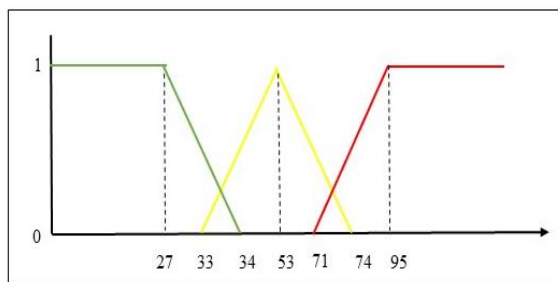
Tabel 1. Hasil pengujian nilai RGB

No	100 Lux (Terang)					
	Mentah		Setengah Matang		Matang	
	R	G	R	G	R	G
1.	66.5	81.59	106.21	60.039	113.72	20.54
2.	75.8	83.76	106.43	59.499	118.32	26.01
3.	83.6	92.39	106.43	59.499	117.10	20.83
4.	76.0	87.53	96.28	74.162	111.35	32.41
5.	85.6	91.91	118.0	49.667	115.52	34.80
6.	86.1	95.42	112.8	38.222	117.42	26.27
7.	66.8	76.15	105.4	33.885	112.24	27.51
8.	80.4	81.99	120.5	46.863	112.42	28.21
9.	69.7	80.73	120.58	46.863	129.9	34.14
10	59.5	74.10	116.50	47.635	130.58	25.33

Tabel 1. Menunjukkan nilai-nilai RGB pada citra buah tomat disetiap tingkat kematangan yang kemudian digunakan sebagai derajat keanggotaan pada metode *fuzzy logic*, sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 2.



(a)



(b)

Gbr 2. Grafik Derajat Keanggotaan Pada Kondisi 100 Lux Berlatar Belakang Terang Untuk warna: (a) Red, (b) Green

Fungsi dari grafik red:

$$\mu_R \text{ Sedikit}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 59.53 \\ \frac{86.14 - x}{26.61} & ; 59.53 < x < 86.14 \\ 0 & ; x \geq 86.14 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 76.80 \\ \frac{x - 76.80}{21.89} & ; 76.80 < x \leq 98.69 \\ \frac{120.58 - x}{21.89} & ; 98.69 < x \leq 120.58 \\ 0 & ; x \geq 120.58 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Banyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 112.24 \\ \frac{x - 112.24}{18.34} & ; 112.24 < x < 130.58 \\ 1 & ; x \geq 130.58 \end{cases}$$

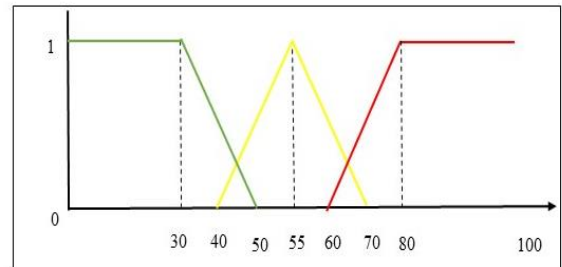
Fungsi dari grafik green:

$$\mu_R \text{ Sedikit}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20.54 \\ \frac{34.80 - x}{14.26} & ; 20.54 < x < 34.80 \\ 0 & ; x \geq 34.80 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 33.88 \\ \frac{x - 33.88}{20.14} & ; 33.88 < x \leq 53.28 \\ \frac{74.16 - x}{20.14} & ; 53.28 < x \leq 74.16 \\ 0 & ; x \geq 74.16 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Banyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 74.10 \\ \frac{x - 74.10}{21.32} & ; 74.10 < x < 95.42 \\ 1 & ; x \geq 95.42 \end{cases}$$

Dari derajat keanggotaan tersebut dapat ditentukan nilai kematangan buah tomat sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.



Gbr 3. Grafik Nilai Kematangan Buah Tomat

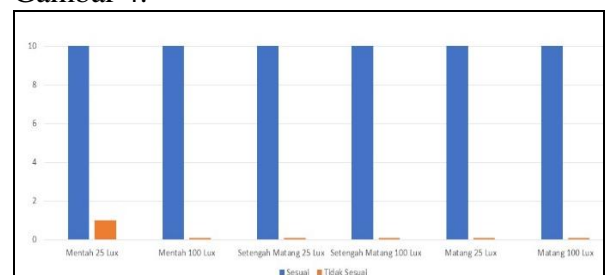
Fungsi dari grafik kematangan tersebut adalah :

$$\mu_R \text{ Sedikit}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{50 - x}{20} & ; 30 < x < 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 40 \\ \frac{x - 40}{15} & ; 40 < x \leq 55 \\ \frac{70 - x}{15} & ; 55 < x \leq 70 \\ 0 & ; x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_R \text{ Banyak}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{20} & ; 60 < x < 80 \\ 1 & ; x \geq 80 \end{cases}$$

Hasil identifikasi berdasarkan ini lalu dibandingkan dengan metode visual yang dilakukan secara manual. Hasil perbandingan tersebut diperlihatkan pada Gambar 4.



Gbr 4. Grafik Kesesuaian Antara Metode Visual dengan Metode Fuzzy Logic Pada Kondisi 25 Lux dan 100 Lux

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada pencahayaan 25 Lux kondisi mentah terdapat satu sampel yang tidak sesuai antara

metode visual dengan nilai RGB dari 10 sampel tiap tingkat kematangannya, sedangkan untuk kondisi setengah matang dan matang keseluruhan sampel sesuai. Pada pengambilan data untuk kondisi pencahayaan 100 Lux setiap tingkat kematangan juga sesuai di setiap sampelnya. Ketidaksesuaian pada kondisi 25 Lux mungkin dikarenakan kurangnya pencahayaan saat pengambilan citra, sehingga mengakibatkan nilai RGB yang dibaca oleh program tidak sesuai dengan nilai referensi yang digunakan. Hal ini berlaku juga untuk kondisi pengukutan pada sore hari.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan kematangan buah tomat dengan kondisi latar belakang gelap pada siang hari membuat objek terpantul oleh sinar matahari sehingga nilai RGB yang terbaca oleh program tidak sesuai dengan nilai RGB pada referensi yang dipakai (nilai pada *membership function*).
2. Penentuan kematangan buah tomat yang baik adalah dalam kondisi *indoor* dengan pencahayaan 100 Lux.
3. Nilai RGB dengan latar belakang gelap dan tingkat kematangan mentah memiliki banyak ketidaksesuaian antara metode visual dengan metode *Fuzzy Logic*, namun nilai RGB yang didapat dengan *rule* yang dipakai sesuai.
4. Dalam pendeteksian kematangan buah tomat ini hanya nilai *Red* dan *Green* saja yang dipakai, karena nilai *Blue* tidak mempengaruhi kematangan buah tomat. Berdasarkan data yang diambil, nilai *blue* pada seluruh tingkat kematangan memiliki nilai yang hampir sama.

REFERENSI

- [1]. Sitorus, N. 2008. Penentuan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill) Dengan Menggunakan Metode Klasifikasi Citra. Universitas Lampung. Lampung.
- [2]. Nugraha, I. 2014. Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Deteksi RGB. Universitas Telkom. Bandung.
- [3]. Tompunu, A.N. dan Kusumanto. 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- [4]. Andreas, D.H. 2017. Prototipe Pemilah Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Warnanya Menggunakan Conveyor. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- [5]. Kusumaningtyas, dan Rosa Andrie. 2016. Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Politeknik Negeri Malang. Malang.
- [6]. Adhimantoro, S. 2014. Mengetahui Tingkat Kematangan Buah Dengan Ultrasonik Menggunakan Logika Fuzzy. Universitas Bina Nusantara. Jakarta Barat.
- [7]. Pantastico, E. R. B., 1993, Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan, Sayur-Sayuran Tropika dan Sub tropika, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [8]. Munir, R. 2004. Pengolahan Citra Digital. Bandung.
- [9]. Astuti, dan Fajar Hermawati. 2013. Pengolahan Citra Digital; Konsep dan Teori. Yogyakarta.
- [10]. Yolandah, M. 2015. Rancangan Sistem Kendali Lampu Led Berbasis Raspberry Pi Dengan Teknik Web Interface Menggunakan Bootstrap, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.