

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 KAJIAN TEORI	4
2.1 Tomat Cherry	4
2.2 Segmentasi Citra	4
2.3 Ruang Warna RGB	5
2.4 Ruang Warna YCbCr	5
2.5 Citra biner	6
2.6 Kernel	6
2.7 Operasi Morfologi <i>Dilate</i>	7
2.8 <i>Distance transform</i>	7
2.9 Raspberry Pi <i>Camera module</i>	8
2.10 Raspberry Pi 3 Model B	8
BAB III PERANCANGAN SISTEM	10
3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan Secara Umum	10
3.2 Penentuan Rentang Nilai Komponen YCbCr Tomat Cherry Matang	10
3.3 Perancangan Pengolahan Citra	12
3.3.1 Akuisisi Citra	12

3.3.2	Segmentasi Warna.....	13
3.3.3	Penghilangan <i>noise</i>	13
3.3.4	Operasi Morfologi <i>dilate</i>	13
3.3.5	Pemisahan Tomat Cherry.....	13
3.3.6	Membuat Marker dan Label.....	14
3.3.7	Perhitungan Tomat Cherry yang Matang.....	14
3.4	Desain Pengiriman Hasil ke Platform IoT	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		16
4.1	Hasil Pengolahan Citra.....	16
4.1.1	Hasil Segmentasi Warna	16
4.1.2	Hasil Penghilangan <i>Noise</i>	18
4.1.3	Hasil Operasi Morfologi <i>Dilate</i>	18
4.1.4	Hasil Pemisahan Tomat yang Bersentuhan.....	19
4.2	Hasil Pengiriman IoT	22
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		24
5.1.	Simpulan.....	24
5.2.	Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA		x

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan sayuran meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Menurut survei BPS di Indonesia, konsumsi sayuran meningkat dari 34,96 Kkal pada 2013 menjadi 36,90 Kkal pada 2014 [1]. Peningkatan konsumsi sayuran harus disertai dengan peningkatan produksinya, baik dalam kualitas maupun kuantitas. Meningkatkan efisiensi dalam budidaya juga dapat meningkatkan kuantitas produksi. Peningkatan efisiensi produksi dapat dilakukan dengan cara memonitor tanaman secara real-time. Studi untuk pemantauan secara realtime telah dilakukan sebelumnya, misalnya memantau nutrisi, suhu, dan ketinggian air di tanaman hidroponik secara otomatis menggunakan sensor dan mikrokontroler [2].

Pemantauan pada tanaman juga dapat dilakukan dengan menggunakan *image processing*. Sebuah studi tentang pemantauan penyakit pada tanaman menggunakan *image processing* telah dilakukan, bagian tanaman untuk penelitian tersebut adalah daun, di mana daun akan diambil gambarnya dan algoritma *K-means* akan diterapkan untuk segmentasi untuk mendapatkan ciri tertentu, lalu diklasifikasikan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) [3].

Dalam *image processing*, pengenalan fitur pada tanaman biasanya dapat dilakukan berdasarkan perbedaan warna. Sebuah penelitian tentang penggunaan perbedaan warna pada kulit tomat untuk mendeteksi tomat matang menggunakan *image processing* telah dilakukan. Pada penelitian tersebut ada beberapa langkah untuk mendeteksi tomat yang sudah matang, pertama, menghilangkan latar belakang pada gambar tomat menggunakan filter komponen Merah-Hijau, setelah menghilangkan latar belakang masih terdapat tomat yang saling bersentuhan, jadi untuk langkah selanjutnya, diperlukan algoritma *watershed*. Penggunaan langkah-langkah tersebut menghasilkan tingkat akurasi 82,38% untuk mendeteksi tomat matang [4].

Dalam tugas akhir ini, pemantauan pertumbuhan tomat cherry menggunakan metode *image processing* dengan Raspberry Pi akan dilakukan. Metode *image processing* akan mendeteksi tomat cherry yang matang menggunakan perbedaan

warna kulit. Pemilihan tomat cherry sebagai objek penelitian dikarenakan tomat cherry memiliki perbedaan warna yang jauh untuk buah yang matang dan belum matang. Perbedaan warna tersebut lebih mudah untuk dikenali oleh proses pengolahan citra yang sederhana. Hasil dari proses pengolahan citra ini akan dikirim ke Platform IoT, sehingga dapat dipantau secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Bagaimana mengetahui perbedaan warna tomat cherry yang sudah matang dan yang belum matang ?
2. Bagaimana hasil pengolahan citra untuk menghitung jumlah dari buah tomat cherry yang sudah matang?
3. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data hasil pengolahan citra ke IoT Platform?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui perbedaan warna tomat cherry yang sudah matang dan yang belum matang untuk proses pengolahan citra.
2. Untuk mengetahui hasil pengolahan citra untuk menghitung jumlah buah tomat cherry yang sudah matang.
3. Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data hasil pengolahan citra ke IoT platform.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Tanaman yang diamati adalah tomat cherry.
2. Pengamatan pertumbuhan tomat cherry dilakukan dengan pengolahan citra.
3. Perhitungan jumlah buah pada tanaman tomat cherry hanya dilakukan berdasarkan warna tomat cherry saat matang.
4. Pencahayaan untuk pengambilan citra dilakukan dengan intensitas diatas 800lux.
5. Tomat cherry dikatakan matang apabila tidak adanya warna hijau pada buah dan memiliki ukuran lebih dari 2100 pixel.

6. Pemisahan tomat cherry hanya dilakukan untuk tomat cherry yang bersentuhan.
7. Jarak kamera dengan tomat cherry sebesar 47cm
8. Citra dari tomat cherry yang diambil berukuran 922x1640 piksel.
9. Posisi kamera akan diletakkan sejajar dengan tumbuhan tomat Cherry, dan hanya akan dilakukan pada satu sisi tomat.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir terbagi menjadi 3 bab. Bab-bab tersebut adalah:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi antara lain Latar Belakang, Tujuan Masalah, Rumusan masalah, Batasan masalah, dan Sistematika penulisan.

2. Bab II Kajian Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori – teori pendukung penelitian, yaitu meliputi teori dasar yang akan menunjang penelitian pertumbuhan buah tomat *Cherry* dengan menggunakan pengolahan citra.

3. Bab III Perancangan Sistem

Bab ini berisi perancangan sistem pengolahan citra secara umum dan tahapan-tahapan proses pengolahan citra.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil dari masing-masing proses pengolahan citra dan hasil pengiriman IoT.

5. Bab V Simpulan dan Saran

Bab ini berisi simpulan yang menjawab rumusan masalah dari tugas akhir dan saran untuk penelitian berikutnya.

BAB 2

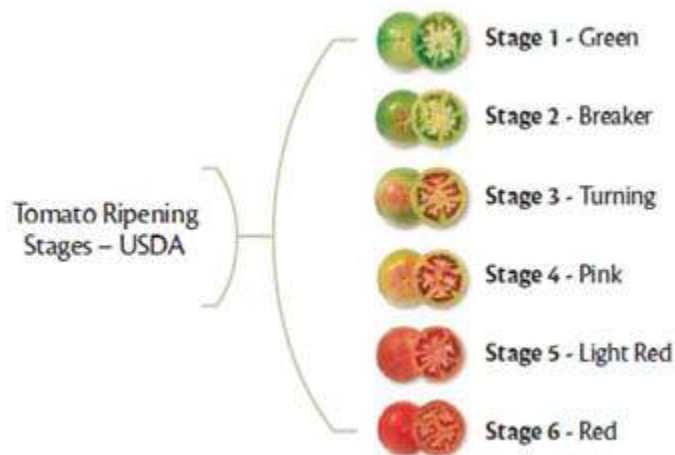
KAJIAN TEORI

2.1 Tomat Cherry

Tomat Cherry memiliki nama lain yaitu *Solanum lycopersicum var. Cerasiforme* merupakan tanaman setahun (*annual*). Tinggi tanaman tomat Cherry bisa mencapai 2-3 m. Tomat Cherry memiliki buah yang berbentuk bulat dengan diameter 1.5-3 cm, memiliki bobot buah sekitar 30gr. Pada umumnya buah tomat Cherry memiliki waktu panen 75 hari setelah pindah tanam atau sekitar 3 bulan setelah menyebar benih. Pemetikan buah disesuaikan dengan tujuan konsumsi atau sasaran pemasaran[5].

Pertumbuhan tomat Cherry dibagi menjadi 3 fase, yaitu fase pertumbuhan, fase pembungaan, dan fase pembuahan. Masing-masing fase memerlukan kadar nutrisi yang berbeda.

Tomat Cherry memiliki ukuran yang bervariasi serta memiliki tingkat kematangan yang bisa dilihat dari warna kulit. Tingkat Kematangan tomat dapat dilihat dari warna kulit dengan tingkatan level dan *range* warna seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Tingkat Kematangan Buah Tomat *Cherry*

2.2 Segmentasi Citra

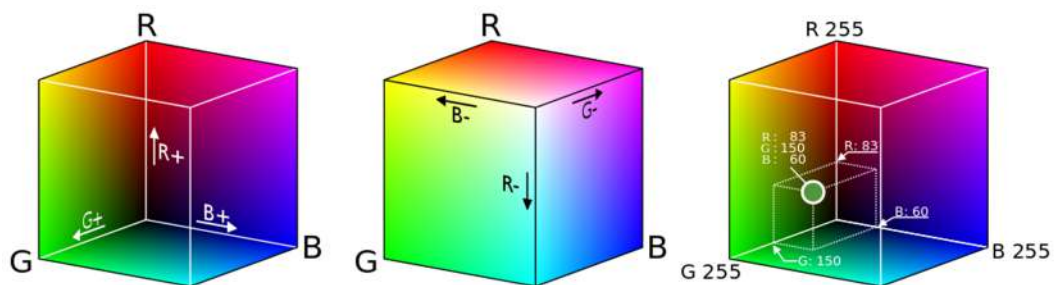
Segmentasi merupakan proses memisahkan citra dalam beberapa segmen. Segmen yang dimaksud adalah kumpulan piksel yang memiliki karakteristik seperti intensitas warna, tekstur, garis tepi yang sama [6]. Segmentasi citra memiliki

beberapa cara yaitu segmentasi citra berdasarkan warna, segmentasi deteksi tepi, dan *thresholding*. Segmentasi warna dapat menggunakan model warna berbagai macam seperti model warna RGB dan model warna YCbCr.

2.3 Ruang Warna RGB

Warna yang diterima oleh mata dari sebuah objek ditentukan oleh warna sinar yang memiliki panjang gelombang tertentu dipantulkan oleh objek tersebut. Sebagai contoh, suatu objek berwarna hijau karena objek tersebut memantulkan sinar biru dengan panjang gelombang 450 sampai 490 nanometer (nm). Warna sinar yang direspon oleh mata adalah sinar tampak (*visible spectrum*) dengan panjang gelombang berkisar dari 400 (biru) sampai 700 nm (merah)[7].

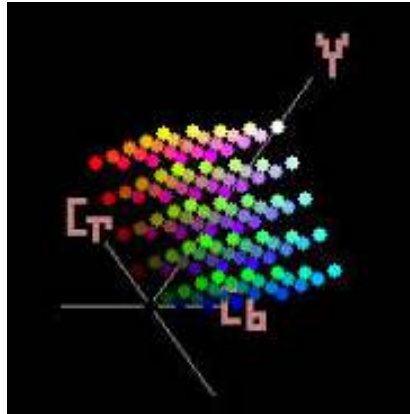
Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah kombinasi warna Red, Green, Blue atau biasa disingkat menjadi RGB. Ketiga warna tersebut dinamakan warna pokok atau *primaries* [7]. Model ruang warna RGB biasa disajikan dalam bentuk kubus tiga dimensi, pada pojok-pojok sumbunya terdapat nilai tertinggi dari masing-masing warna merah, hijau, dan biru. Model ruang RGB terdapat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.2 Ruang Warna RGB

2.4 Ruang Warna YCbCr

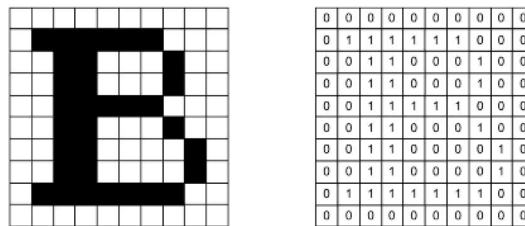
Model warna YCbCr digunakan untuk video dan didefinisikan dalam ITU-R BT.601, standar dari ITU (*International Telecommunication Union*). YCbCr terdiri dari komponen Y yang menunjukkan level cahaya dan komponen Chroma yang terdiri dari Cb dan Cr yang menunjukkan komposisi warna biru dan merah dengan kisaran nilai tertentu [8]. Rentang nilai yang dimiliki YCbCr pada raspberry sebesar 0-255 untuk masing-masing komponen warnanya.



Gambar 2.3 Ruang Warna YCbCr

2.5 Citra biner

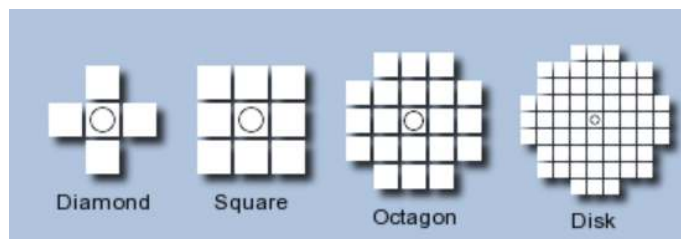
Citra biner merupakan citra digital yang hanya memiliki 2 nilai pada pikselnya yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut dengan citra monokrom. Citra biner biasa dihasilkan dari proses pengolahan citra seperti segmentasi, morfologi dan lainnya [9].



Gambar 2.4 Representasi Citra biner

2.6 Kernel

Matriks kernel adalah suatu matriks yang memiliki pola piksel dan ukuran tertentu yang digunakan untuk beberapa operasi morfologi tertentu. Matriks memiliki beberapa pola yaitu kernel diamond, kernel square, kernel octagon dan kernel disk. Biasanya besar kernel di definisikan dengan matriks $A \times A$, dimana A merupakan banyaknya jumlah kolom dan baris. Gambar 2.7 menunjukkan pola matriks yang berbeda-beda.

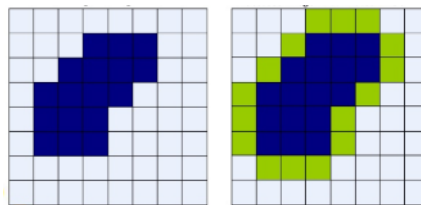


Gambar 2.5 (a) Kernel berbentuk Diamond (b) Kernel berbentuk Square (c) Kernel berbentuk Octagon (d) Kernel berbentuk Disk

2.7 Operasi Morfologi *Dilate*

Operasi morfologi merupakan operasi pada citra biner yang dilakukan dengan bertujuan untuk mengubah bentuk objek pada sebuah citra. Terdapat beberapa macam operasi morfologi, salah satunya adalah operasi morfologi *dilate*. Operasi morfologi *dilate* pada citra digunakan untuk menambah piksel pada tepi objek, sehingga akan memperbesar dimensi, menyebabkan bentuk objek berubah, dan mengisi lubang yang terdapat pada objek[10]. Operasi morfologi bekerja berdasarkan besar matriks kernel yang ditentukan, piksel citra yang awalnya bernilai 0 akan diubah menjadi 1 apabila sedikitnya terdapat 1 piksel dibawah matriks kernel bernilai 1. Rumus operasi morfologi *dilate* dapat dilihat pada persamaan 2.1. Contoh operasi morfologi *dilate* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

$$A \oplus B = \{z | (B \wedge)z \cap A \subseteq A\} \quad (2.1)$$

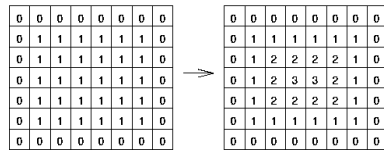


Gambar 2.6 Contoh Operasi Morfologi *Dilate*

2.8 *Distance transform*

Distance transform berfungsi untuk mengubah tingkat kecerahan setiap piksel di latar depan, tingkat kecerahannya akan berbanding lurus dengan jarak dari poin terdekat di latar belakang menggunakan koordinat pusat [10]. *Distance transform* memiliki beberapa tipe, salah satunya adalah euclidean distance. Eucladian distance digunakan untuk menghitung jarak antara 2 pixel. Eucladian distance mencari jarak 2 titik $a = (ax, ay)$ dan $b = (bx, by)$ dengan menggunakan persamaan 2.2. Contoh hasil operasi *distance transform* dapat dilihat pada Gambar 2.7.

$$d(a, b) = \sqrt{(bx - ax)^2 + (by - ay)^2} \quad (2.2)$$



Gambar 2.7 *Distance transform* pada matriks

2.9 Raspberry Pi Camera module

Raspberry Pi *Camera module* V2 adalah sebuah modul kamera yang dibuat khusus untuk Raspberry Pi karena dapat langsung disambungkan pada raspberry Pi melalui *port* konektor *Camera Serial Interface* (CSI). Raspberry Pi *Camera module* V2 memiliki 8MP Sony IMX219 yang dapat menghasilkan gambar dengan resolusi sebesar 3280 x 2464 [11]. Raspberry Pi *Camera module* V2 memiliki *framerates* mencapai 90 fps.

Raspberry Pi *Camera module* V2 memiliki dimensi sebesar 20x25x9 mm dan berat hanya sebesar 3g[11]. Kamera ini bisa langsung diakses dengan mengaktifkan CSI terlebih dahulu lalu kamera baru bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan. Gambar 2.5 Adalah gambar Raspberry Pi *Camera module* V2



Gambar 2.8 Raspberry Pi *Camera module* V2

2.10 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 Model B adalah sebuah Perangkat *Personal Computer* yang memiliki ukuran kecil. Raspberry Pi 3 Model B memiliki *System-on-Chip* (SoC) dari Broadcom BCM2837, prosesor ARM Cortex-A5, dan RAM sebesar 1 GB. Pada Raspberry Pi 3 model B sudah terdapat modul *Wireless LAN* dan *Bluetooth* yang sudah terintegrasi di board[12]. Pada Gambar 2.3 Menampilkan board Raspberry Pi 3 model B.



Gambar 2.9 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 memiliki beberapa *port* dengan kegunaan yang berbeda yaitu HDMI, *Ethernet*, 4 USB 2.0 dan *Camera Serial Interface* (CSI). Port HDMI bisa digunakan untuk menyambungkan Raspberry Pi 3 model B ke display berupa televisi atau monitor. *Port Camera Serial Interface* (CSI) bisa digunakan untuk mengakses *Camera* dengan mudah dengan sistem komunikasi serial.