

RANCANG BANGUN PURWARUPA PENDETEKSI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN TOMAT DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS IOT

Fachri Abdussalam¹, Dedeng Hirawan²

^{1,2} Teknik Informatika - Universitas Komputer Indonesia
Jalan Dipatiukur No. 112-116 Bandung, Jawa Barat 40132
E-mail : fachriab9@gmail.com¹, dedeng@email.unikom.ac.id²

ABSTRAK

Tomat adalah komoditas sayuran yang tiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal itu disebabkan oleh tingginya permintaan pasar baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Selain itu harga buah tomat yang stabil dipasaran membuat para petani mendapat keuntungan yang cukup besar. Hal yang menjadi kekhawatiran petani adalah penyakit pada tanaman tomat khususnya penyakit yang disebabkan oleh jamur karena dapat membuat berkurangnya kualitas dan kuantitas hasil tani [1]. Untuk mengatasi masalah yang dihadapi petani maka dibutuhkan suatu sistem purwarupa yang dapat mendeteksi penyakit pada tanaman tomat yang disebabkan oleh jamur dengan menggunakan pengolahan citra dan teknologi Internet Of Things. Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa purwarupa pendeteksi penyakit pada daun tanaman tomat ini mampu mendeteksi penyakit yang ada pada daun tanaman tomat khususnya yang disebabkan oleh jamur dengan tingkat akurasi berkisar 67%. Dalam aplikasi yang dibangun juga sudah terdapat cara pencegahan dan penanggulangannya sehingga diharapkan dapat memudahkan para petani.

Kata kunci : Raspberry Pi, Pengolahan Citra Digital, Tomat, Internet Of Things, Penyakit.

1. PENDAHULUAN

Saat ini telah banyak orang-orang yang telah melakukan budidaya pada tanaman tomat, harga yang stabil dan permintaan pasar yang cukup tinggi merupakan salah satu alasan banyak yang tertarik pada budidaya tomat ini. Salah satu contoh petani yang melakukan budidaya tanaman tomat adalah Bapak Ujang yang berada di desa Pasir Datar Kecamatan Caringin Kabupaten Sukabumi. Bapak Ujang membudidayakan tomat jenis globe yang harganya berkisar antara Rp. 2500,- sampai 3000,- per Kg

Dalam hasil wawancara dengan Bapak Ujang, tomat globe ditanam pada bulan Februari-Mei dan waktu untuk panen berkisar antara 14-16 minggu. Dalam perjalanannya banyak ditemukan kendala yang terjadi salah satunya adalah penyakit yang diderita pada tanaman tomat khususnya yang

disebabkan oleh jamur karena memiliki pola yang mirip antara penyakit satu dengan penyakit lainnya. Dalam hal mengidentifikasi penyakit yang diderita, petani melakukan pemeriksaan manual dengan observasi mata, mengingat pola dan penampakan daun tomat yang terkena penyakit lalu membandingkannya dengan kondisi di setiap musim.

Selain itu jika petani menemukan tanaman tomat yang berpenyakit hal yang dilakukan adalah dengan memberikan cairan pestisida. Hal ini tentu sangat tidak efisien karena tidak semua penyakit dapat ditanggulangi dengan cairan pestisida. Kesalahan dalam penanganan dapat membuat resiko terjadinya kerusakan pada buah tomat

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi tersebut dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi penyakit pada daun tanaman tomat. Oleh karena itu, dengan konsep IoT (Internet of Thing) dan menggunakan metode pengolahan citra digital, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Purwarupa Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Tomat Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Berbasis IOT".

2. ISI PENELITIAN

2.1 Landasan Teori

Teori terori yang menjadi acuan dalam mendukung penelitian yang dibuat adalah sebagai berikut :

2.1.1 Tomat

Buah Tomat merupakan salah satu produk tanaman kebun (hortikultura) yang berbentuk semak dengan panjang bisa mencapai 1-2 meter (tergantung jenisnya) dan termasuk tanaman setahun atau annual yang artinya umur buah tomat hanya untuk satu kali periode panen saja. Secara taksonomi, tanaman tomat digolongkan sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae,
- Subkingdom : Trachebionta,
- Divisio : Magnoliophyta,
- Kelas : Magnoliopsida,
- Subkelas : Asteridae,
- Ordo : Solanales,
- Famili : Solanaceae,
- Genus : Solanum dan
- Species : Solanum Lycopersicum

- Nama binomial : lycopersicon esculentum

2.1.2 Internet Of Things

Internet of Things merupakan konsep dimana kita bisa meremote barang elektronik atau alat lainnya dari jarak jauh[2]. Di negara maju Internet Of Things banyak digunakan untuk keamanan rumah, mobil, printer dan yang lainnya



Gambar 1. Internet Of Things

2.1.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah kemiripan atau gambaran dari suatu objek. Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer[3]

a) Citra Warna

Citra warna memiliki pixel 8 bit dan jumlah maksimumnya adalah 256. Citra warna memiliki dua jenis citra 8 bit tetapi model yang sering digunakan adalah palet warna 256 dengan pemetaan RGB tertentu

b) Citra Grayscale

Citra Grayscale hanya mempunyai nilai kanal red, green, blue yang digunakan untuk menunjukkan seberapa tingkat intensitas dan warna yang dimiliki grayscale adalah putih, keabuan, dan hitam

c) Citra Biner

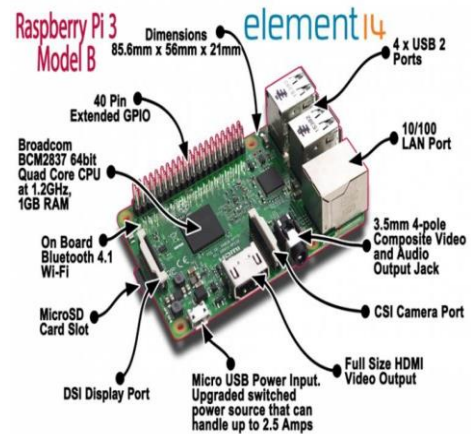
Citra biner merupakan citra yang memiliki 2 warna yaitu hitam dan putih, sering juga disebut monokrom

2.1.4 OpenCV

OpenCV adalah library yang digunakan untuk image processing dan vision, Untuk GUI, struktur data, Image dan Video I/O[6]. support XML dan fungsi-fungsi grafis dan lain lain[4]

2.1.5 Raspberry Pi 3 Tipe B

Raspberry Pi sebuah Pici Mini yang berukuran seperti kartu ATM. OS yang digunakan dalam raspberry Pi adalah Raspbian dan saat ini versi yang terbaru adalah Raspbian Versi Stretch. Selain itu Raspberry Pi 3 memiliki SD Card yang digunakan untuk booting OS dan juga untuk penyimpanan data.[5]



Gambar 2. Raspberry Pi 3 Tipe B

2.2 Metode Pengumpulan Data

1. Identifikasi Masalah

Langkah awal yang dilakukan adalah identifikasi masalah yang bertujuan untuk meneliti dan mempelajari tempat penelitian yang diteliti untuk dapat mengetahui masalah yang terjadi

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam membangun aplikasi dan purwarupa yang dibuat adalah sebagai berikut:

a) Studi Literatur

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan jurnal, literatur, bacaan mengenai Raspberry Pi, Pengolahan Citra dan bahasa pemrograman

b. Observasi

Teknik pengumpulan data dengan mengadakan penelitian dan peninjauan langsung terhadap permasalahan yang diambil. Dalam hal ini observasi dilakukan di perkebunan tomat Bapak Ujang yang terletak di Desa Pasir Datar Kecamatan Caringin-Sukabumi.

c. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung dengan pemilik perkebunan tomat yaitu Bapak Ujang

3. Analisis Sistem

Analisis sistem adalah tahapan untuk menganalisis sistem yang akan dibangun

4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan yang menyangkut dengan rancangan yang akan dibangun terhadap sistem.

5. Implementasi Sistem

Implementasi sistem implementasi sistem merupakan tahap implementasi dari sistem yang telah dirancang sebelumnya

6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat sesuai dengan tujuan sebelumnya

2.3 Hasil dan Pembahasan

2.3.1 Analisis Masalah

Permasalahan yang ditemukan dalam penelitian memanfaatkan Raspberry Pi untuk pembangunan sistem pendeteksi penyakit pada tanaman tomat adalah sebagai berikut:

1. Dalam kesehariannya Bapak Ujang dan 2 pekerja lainnya masih memeriksa penyakit pada tomat khususnya pada daun menggunakan cara manual, dalam hal ini jika petani menemukan daun yang berpenyakit (dilihat dari corak dan warna daunnya) mereka langsung menggunakan cairan pestisida, padahal tidak semua penyakit harus menggunakan cairan pestisida, hal ini tergantung dari gejala-gejala yang ditimbulkan.

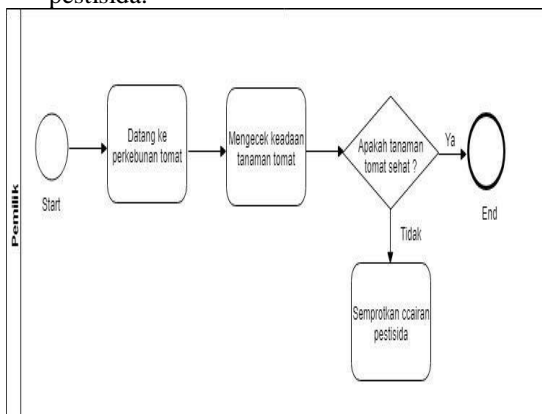
2.3.2 Analisis Sistem yang Berjalan

Analisis sistem adalah tahapan yang memberikan gambaran sistem yang berjalan saat ini. Analisis ini bertujuan untuk memberi gambaran yang lebih detail bagaimana cara kerja dari sistem yang sedang berjalan.

1. Prosedur Pemeriksaan Tanaman Tomat

Prosedur pemeriksaan tanaman tomat adalah prosedur dimana petani mengecek kondisi tanaman tomatnya. Proses yang berlangsung sebagai berikut:

1. Petani datang ke perkebunan tomat.
2. Saat sampai di perkebunan tomat petani akan mengecek keadaan tanaman tomat.
3. Jika ditemukan tanaman tomat yang terkena pestisida.



Gambar 3. Prosedur Pemeriksaan Tomat

2.3.3 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan merupakan analisis yang bertujuan menentukan kebutuhan masukan yang diperlukan sistem, lalu keluaran sistem dan juga proses yang dibutuhkan untuk mengolah suatu masukan sehingga dapat menghasilkan keluaran yang diinginkan.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	1,5 Ghz

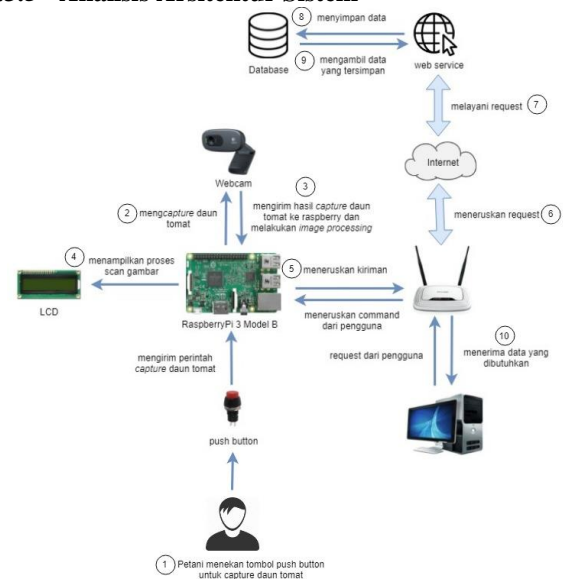
2	Monitor	Resolusi 1366 x 768 pixel
3	Memori	RAM 1 GB
4	Hardisk	Ruang kosong 5 GB
5	VGA	256 MB
6	Mouse	Standar
7	Keyboard	Standar

2.3.4 Analisis Kebutuhan Pengguna

Tabel 2. Analisis Kebutuhan Pengguna

Pengguna	Tugas	Hak Akses
Pemilik	- Melakukan capture pada daun yang telah diambil dari perkebunan tomat untuk dideteksi penyakitnya	- Melihat riwayat penyakit pada tanaman tomat yang telah dideteksi sebelumnya. - Mendapatkan informasi penyakit yang diderita pada tanaman tomat.

2.3.5 Analisis Arsitektur Sistem



Gambar 4. Arsitektur Sistem

Penjelasan dari Gambar 4 adalah sebagai berikut :

1. Petani akan mengambil daun tanaman yang terkena penyakit lalu memasukkannya ke box akrilik
2. Petani menekan push button untuk mengirim perintah capture daun tomat
3. Webcam secara otomatis akan mengirimkan hasil capture tersebut ke raspberry dan melakukan image processing
4. LCD akan memperlihatkan status pada proses image processing tersebut, apakah sudah terdeteksi atau tidak

5. Data yang diperoleh tersebut akan diproses dan dikirim ke web service yang tersambung dengan WiFi router.
6. Data ditransmisikan ke WiFi router akan diteruskan ke web service melalui Jaringan internet.
7. Web service akan melakukan penyimpanan data ke dalam database.
8. Petani masuk ke sistem berbasis web melalui PC yang terhubung jaringan internet.
9. Petani memilih menu lihat hasil untuk melihat hasil dari image processing
10. Request akan dikirim ke web service melalui jaringan internet.
11. Web service memproses request dengan mengakses data yang ada di database.
12. Web service mengirim data yang dibutuhkan dari database ke pengguna dengan interface di web.

2.3.6 Analisis Komunikasi Data

Analisis komunikasi data adalah tahapan untuk menganalisa bagaimana data dapat ditransmisi atau disalurkan sehingga komunikasi antara bagian sistem dapat berjalan dengan baik dan semestinya. Berikut ini adalah penjelasan dari komunikasi data yang dibangun:

1. Sumber Data

Sumber data merupakan bagian sistem yang berfungsi sebagai penyedia data dan juga sebagai pengirim data. Sumber data yang ada pada sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut.

a) Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah Raspberry Pi 3 Model B. Mikrokontroler merupakan pusat kontrol yang menghubungkan modul yang digunakan. Raspberry Pi 3 Model B sudah terpasang sistem operasi Raspbian versi Stretch.

b) Webcam

Webcam yang digunakan disini adalah Logitech C170. Webcam ini memiliki resolusi foto maksimal 1024 x 768. Webcam ini berfungsi untuk menangkap daun tanaman tomat

c) Komputer Desktop

Komputer desktop atau sering dikenal sebagai PC termasuk ke dalam sumber data karena pengguna dapat menginputkan satu nilai ke dalam sistem melalui web. Data yang diinputkan dapat dilihat pada keterangan arsitektur sistem.

2. Media Transmisi

Media transmisi merupakan jalur dimana menghubungkan proses pengiriman data dari sumber ke penerima. Media transmisi

yang digunakan pada sistem ini adalah secara nirkabel. Berikut peralatan yang digunakan pada sistem pendeteksi penyakit pada daun tanaman tomat dengan menggunakan image processing berbasis IoT:

a. WiFi Router

WiFi router yang digunakan adalah WiFi MiFi Huawei E5673. Perangkat ini difungsikan sebagai hotspot agar perangkat yang terhubung dapat mengakses internet.

3. Penerima Data

Penerima data adalah perangkat yang menerima data atau informasi. Perangkat yang menerima data adalah sebagai berikut:

a) Komputer Desktop

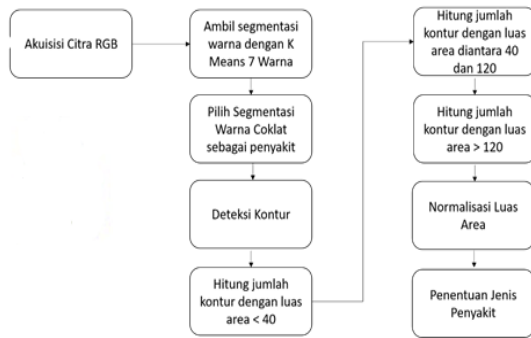
Komputer Desktop atau PC dapat termasuk kedalam penerima data pada sistem ini karena PC menerima data berupa hasil dari deteksi penyakit tanaman tomat.

2.3.7 Analisis Penyakit Yang Diteliti

Tabel 3. Analisis Penyakit Yang Diteliti

Gambar Penyakit			
Nama Penyakit	Daun Septoria	Bercak Coklat	Busuk Daun
Penyebab	Jamur Septoria Lycopersici	Jamur Alternaria Solani	Jamur Phytophthora infestans
Gejala mulai terlihat (dalam minggu)	Minggu ke 4	Minggu ke 4	Minggu ke 5
Ciri ciri	timbul banyak bercak kecil bulat berwarna coklat muda [6]	bercak yang terlihat bulat pada daun dan berwarna hitam kecoklatan. [7]	Bercak besar tidak beraturan dari berwarna abu abu hingga kecoklatan

2.4 Analisis Proses Deteksi Penyakit



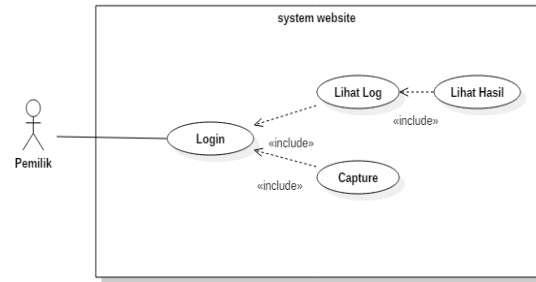
Gambar 5. Proses Deteksi Penyakit

Penjelasan dari gambar 5 adalah :

1. Akuisisi citra merupakan proses pengambilan citra yang bersumber dari kamera dengan perintah pada OpenCV
2. Hasil penangkapan citra kemudian dipecah menjadi 7 segmentasi warna dengan metode K-Mean.
3. Setiap kontur terdeteksi dihitung luas area dan dikelompokkan menjadi 3, dimana kontur dengan area kecil yaitu dibawah 40 pixel. Sedangkan area sedang berada diantara 40 sampai 120 pixel dan area besar diatas 120 pixel. Nilai tersebut diperoleh berdasarkan hasil output dari seluruh area kontur. Setelah dihitung masing-masing kelompok area, nilai dinormalisasi ke skala 0-100%.
4. Berdasarkan sifat penyakit, diperlihatkan bahwa penyakit pertama memiliki titik titik yang banyak sehingga jika area kontur kecil lebih dari 50% maka dikategorikan penyakit 1. Digunakan rasio kontur sedang dan besar untuk mengetahui apakah penyakit lainnya penyakit 2 atau 3. Jika rasio area sedang terhadap area besar diatas 0.4 maka dikategorikan penyakit 2, sedangkan jika tidak maka penyakit 3. Jika tidak terdeteksi kontur sama sekali, atau salah satu kelompok area kontur bernilai 0, maka dinyatakan tidak terdeteksi.

2.3.8 Analisis Kebutuhan Fungsional

Use case diagram merupakan diagram yang menunjukkan bagaimana fungsionalitas sistem yang dibangun saling berinteraksi.[8] Use Case Diagram dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 6



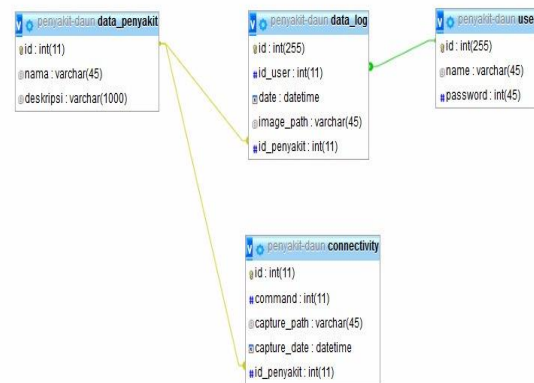
Gambar 6. Use Case

2.3.9 Perancangan Basis Data

Perancangan basis data adalah suatu perancangan untuk yang bertujuan memetakan model yang telah dikonseptual sebelumnya ke model basis data yang akan digunakan[9].

1. Skema Relasi

Skema relasi adalah suatu rangkaian dari tabel tabel yang bertujuan untuk berhubungan dengan basis data[10].Skema relasi yang dibuat dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Skema Relasi

2.3.10 Implementasi Perangkat Keras

Tabel 4. Implementasi Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Core i3
2	Monitor	Resolusi 1366 x 768 pixel
3	Memori	RAM 4 GB
4	Hardisk	Ruang kosong 5 GB
5	VGA	Nvidia Optimus
6	Mouse	Standar
7	Keyboard	Standar

2.3.11 Implementasi Perangkat Keras IoT

Tabel 5. Implementasi Perangkat Keras IoT

No.	Perangkat Keras	Keterangan
1	Mikrokontroler	Raspberry Pi 3 Tipe B
2	Media Penyimpanan	Micro SD 32 GB

3	Camera	Logitech 310
4	LCD	I2C LCD 12x6

2.3.12 Implementasi Perangkat Lunak

Tabel 5. Implementasi Perangkat Lunak

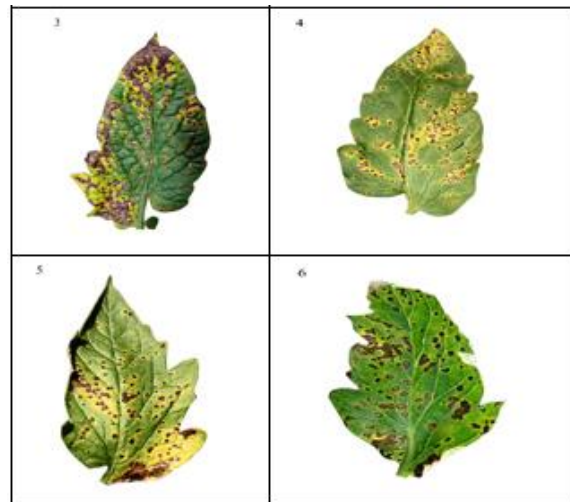
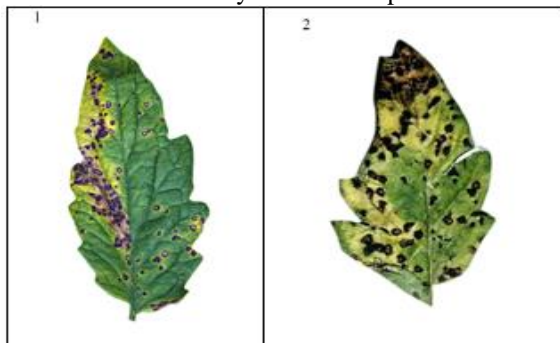
No	Perangkat Lunak	Kegunaan
1	Mini Tool Partition Wizard	Memformat kartu memori untuk kebutuhan instalasi OS Raspberry Pi.
2	Win32DiskImager	Untuk menuliskan <i>image</i> OS ke dalam kartu memori.
3	Raspberian Versi Stretch	Sebagai Sistem Operasi yang digunakan dalam Raspberry Pi
4	Sublime Text	<i>Text Editor</i> untuk mengedit sintaks pemrograman web.
5	Geany	<i>Text Editor</i> untuk mengedit sintaks pengolahan citra.
6	XAMPP	Aplikasi untuk mensimulasikan <i>web server</i> guna menguji coba <i>source code</i> yang berkaitan pembangunan web secara lokal.
7	PuTTY	Mengkases Raspberry Pi dengan antarmuka <i>command line</i> .

2.3.14 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dimaksudkan untuk menguji apakah sistem yang dibuat bekerja dengan baik.

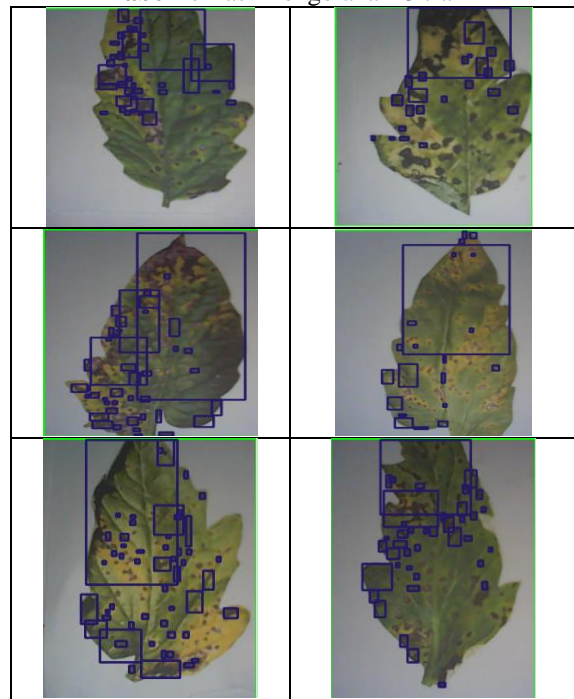
1. Pengujian penyakit daun septoria dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 6. Penyakit Daun Septoria



Setelah dilakukan pengolahan citra maka akan terlihat seperti dibawah ini :

Tabel 7. Hasil Pengolahan Citra



Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

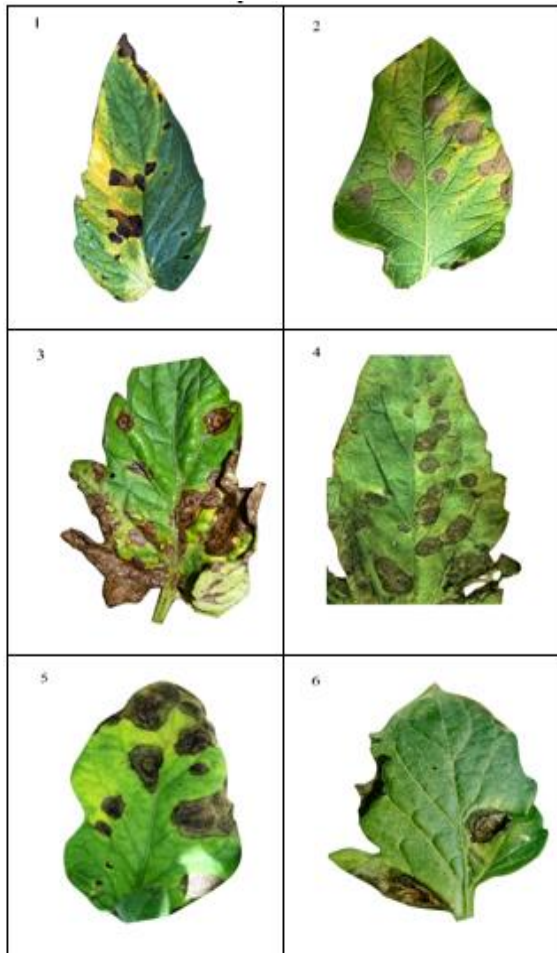
Tabel 8. Detail Pengujian Penyakit Daun Septoria

No	Jumlah			Total	Hasil
	Small	Medium	Large		
1	28	5	5	38	Benar
2	8	12	3	23	Salah
3	29	10	4	43	Benar
4	18	1	2	21	Salah
5	42	4	7	53	Benar
6	21	10	5	36	Benar

Dari total 6 pengujian terhadap penyakit daun septoria, maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi penyakit tersebut dengan presentase sebesar 67%.

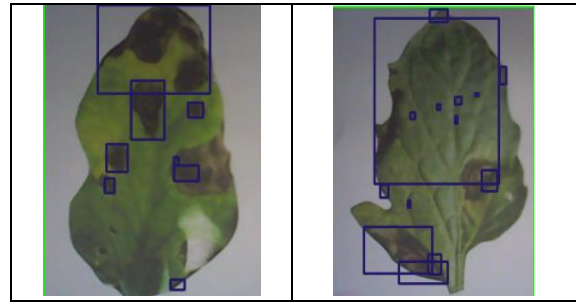
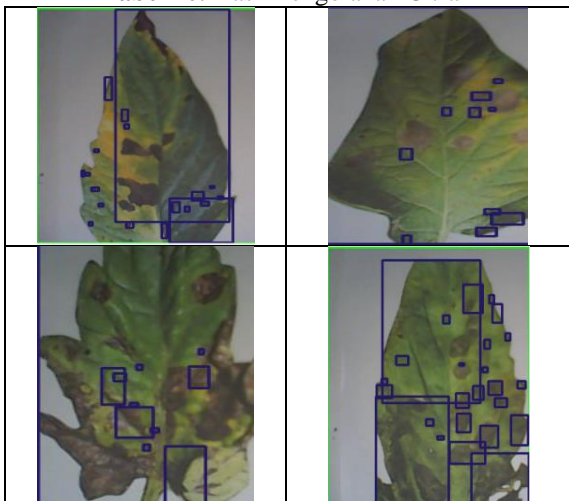
2. Pengujian penyakit bercak coklat dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 9. Penyakit Bercak Coklat



Setelah dilakukan pengolahan citra maka akan terlihat seperti dibawah ini :

Tabel 10. Hasil Pengolahan Citra



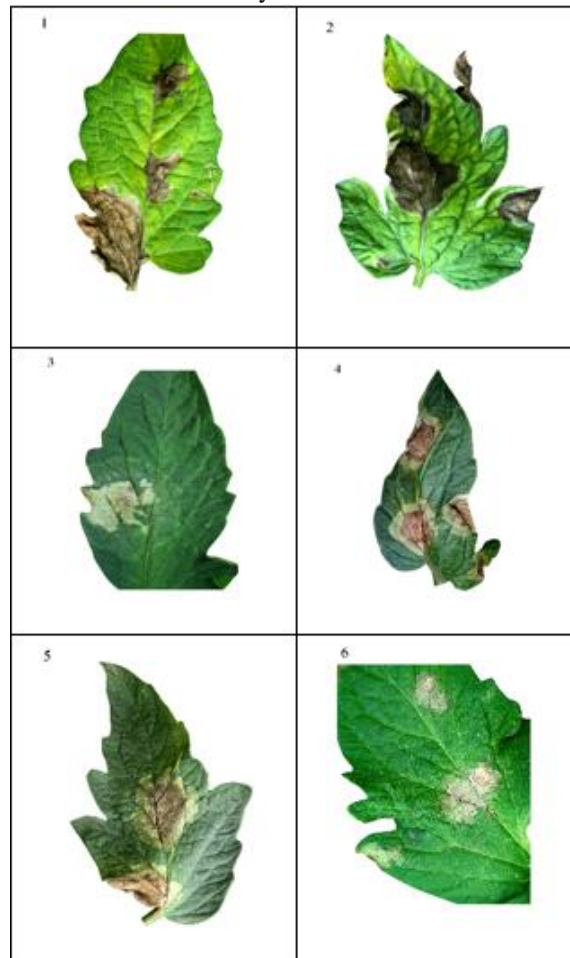
Tabel 11. Detail Pengujian Penyakit Bercak Coklat

No	Jumlah			Total	Hasil
	Small	Medium	Large		
1	16	1	2	19	Benar
2	18	2	2	22	Benar
3	6	0	5	11	Salah
4	10	6	9	25	Salah
5	17	1	3	21	Benar
6	13	4	2	19	Benar

Dari total 6 pengujian terhadap penyakit bercak coklat, maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi penyakit tersebut dengan presentase sebesar 67%.

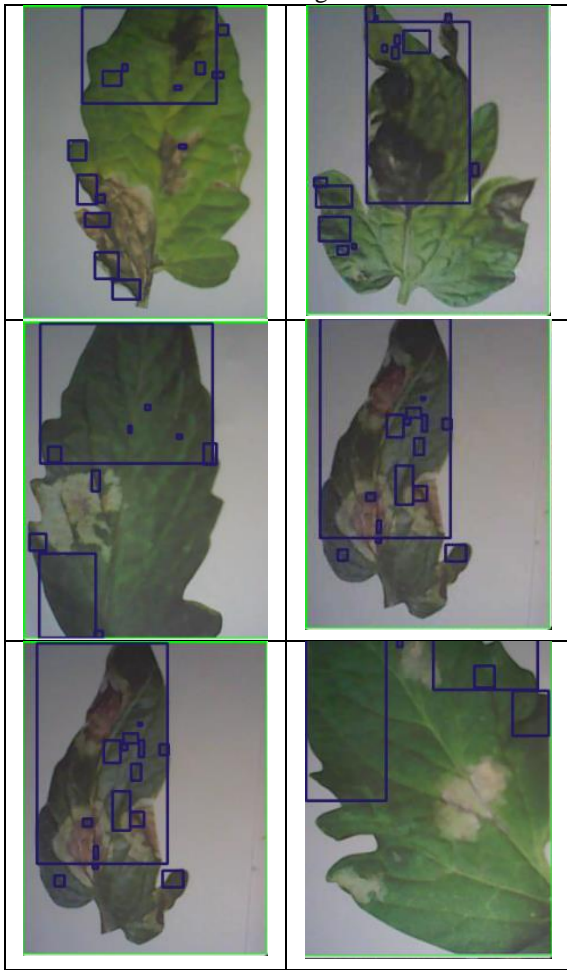
3. Pengujian penyakit busuk daun dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 12. Penyakit Busuk Daun



Setelah dilakukan pengolahan citra maka akan terlihat seperti dibawah ini :

Tabel 13. Hasil Pengolahan Citra



Tabel 11. Detail Pengujian Penyakit Busuk Daun

No	Jumlah			Total	Hasil
	Small	Medium	Large		
1	8	4	2	14	Benar
2	9	2	3	14	Benar
3	12	3	2	17	Salah
4	9	3	2	14	Benar
5	5	1	1	7	Benar
6	11	1	1	13	Salah

Dari total 6 pengujian terhadap penyakit busuk daun, maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi penyakit tersebut dengan presentase sebesar 67%.

3. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi dan purwarupa yang dibuat dapat mendeteksi penyakit yang ada pada daun tanaman tomat dengan beberapa kondisi sebagai berikut.

1. Untuk warna latar berwarna putih agar hasil identifikasi lebih akurat.
2. Proses pengambilan gambar tidak dapat dikenali jika kemiringan tidak wajar atau terlalu miring.
3. Gambar yang ingin diidentifikasi harus beresolusi tinggi agar ketika melakukan pengolahan citra hasilnya lebih akurat dan dapat terdeteksi

3.2 Saran

Berikut saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem pendeteksi penyakit pada daun tanaman tomat lebih lanjut :

1. Diharapkan kedepannya dapat mendeteksi berbagai penyakit pada daun tanaman tomat selain disebabkan oleh jamur
2. Membuat sistem pendeteksian yang dapat dilakukan dengan secara realtime sehingga pengguna tidak perlu menekan tombol button lagi.
3. Menggunakan metode lain yang lebih akurat ketika gambar di miringkan tidak wajar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hasyim, W. Setiawati, A. Hudayya dan R. Sutarya, Teknik Produksi Tomat Ramah Lingkungan, Bandung: The World Vegetable Center, 2010.
- [2] E. Meutia, "Internet of Things Keamanan dan Privasi," Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro, pp. 85-89, 2015.
- [3] P. N. Handono, T. Sutojo dan Muljono, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: C.V Andi Offsite, 2017.
- [4] M. Y. Ricky dan Michael, Pengenalan Computer Vision Menggunakan OpenCv dan FLTK, Jakarta: Mitra Wacana Media, 2009.
- [5] E. Rakhman, F. Candrasyah dan F. D. Sutera, Raspberry Pi Mikrokontroler Mungil Yang Serba Bisa, Yogyakarta: C.V Andi Offsite, 2014.
- [6] I. N. Darma, I. P. Sudiarta, I. G. Ngurah, "Kajian Ketahanan Terhadap Penyakit Busuk Daun (Phytophthora Infestans) pada Beberapa Galur Tomat," *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, vol. 1, no. 2, 2012.
- [7] Penyakit Tomat Yang Disebabkan oleh Cendawan – Info Agribisnis. [Online]. <http://www.infoagribisnis.com/2016/11/penyakit-tomat,20> Agustus 2018 20:00
- [8] Supono dan V. Putratama, Pemrograman Web dengan Menggunakan PHP dan Framework Codeigniter, Yogyakarta: CV. Budi Utama, 2016.
- [9] FN. Jovan, Panduan Membuat Web Dengan PHP Untuk Pemula, Yogyakarta: Media Kita, 2007.
- [10] Jubilee Enterprises, Otodidak MySQL, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.