

**BLUE PRINT**

**Bentuk Luaran Riset Strategis Nasional**

**SISTEM DETEKSI DINI HAMA DAN  
PENYAKIT TANAMAN JAGUNG**  
*(DESKTOP VERSION)*

**Mohamad Lihawa**

**Frangky Tupamahu**

**Zulzain Ilahude**

**Rina A. Tayeb**



Gorontalo, 2018

**IP.060.010.2018**

---

**BLUE PRINT SISTEM DETEKSI DINI HAMA DAN  
PENYAKIT TANAMAN JAGUNG (*DEKSTOP  
VERSION*)**

Mohamad Lihawa  
Frangky Tupamahu  
Zulzain Ilahude  
Rina A. Tayeb

Pertama kali diterbitkan oleh **Ideas Publishing**, Oktober 2018  
Alamat: Jalan Pangeran Hidayat No. 110 Kota Gorontalo  
Surel: infoideaspublishing@gmail.com  
Anggota IKAPI, No. 0001/ikapi/gtlo/II/17

ISBN : 978-602-5878-34-3

Penyunting: Mira Mirnawati  
Penata Letak: Siti Rahmatia Ntou  
Sampul: Wisnu Wijanarko

---

---

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang  
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian  
Atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

---

# DAFTAR ISI

---



<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>BAB 1 APA ITU APLIKASI CODO-A?</b>	
A. Asal Mula Terciptanya CODO-A .....	1
B. Bentuk Fisik Aplikasi CODO-A .....	3
C. Prosedur Sistem Aplikasi Deteksi Penyakit (CODO-A) pada tanaman .....	4
<b>BAB 2 DESAIN PERANGKAT LUNAK     CODO-A</b>	
A. Komponen Sistem Pakar .....	9
B. Citra Digital.....	11
C. Pengolahan Citra Digital .....	13
D. Akuisisi Citra Penyakit .....	15
E. Tahapan Desain Perangkat Lunak CODO-A .....	19

F. Pengujian Dengan Pembelajaran Mesin Menggunakan Support Vector Machine.....	31
G. Hasil Desain .....	51
<b>BAB 3 CARA KERJA APLIKASI</b>	
<b>CODO –A.....</b>	<b>53</b>
<b>GLOSARI .....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

---

# PRAKATA

---



## **Bismillahirrahmanirrahim**

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga buku *Blue Print* Aplikasi sistem *CODO-A* dengan judul **“Sistem Deteksi Dini Hama dan Penyakit Tanaman Jagung (Dekstop Version)”** dapat diselesaikan.

Buku ini berisi tentang aplikasi sistem pakar *CODO-A* dan informasi hama dan penyakit tanaman jagung yang ada di provinsi Gorontalo. Buku ini adalah sebagai acuan dalam pengambilan kebijakan pengendalian hama dan penyakit tanaman jagung yang menuju pada pertanian presisi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Dr. Mulyadi D Mario, Kepala Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo yang telah memberikan arahan sesuai kebutuhan dan masalah pertanian

2. Rina A. Tayeb, SP., MM, Kepala Balai Perlindungan Tanaman Pertanian Provinsi Gorontalo selaku mitra kerja dalam penelitian
3. Novianti Murad, SP., Koordinator laboratorium Agens Hayati Balai Perlindungan Tanaman Pertanian Provinsi Gorontalo
4. Para Kepala Desa, petani dan Penyuluh Pertanian yang telah membantu kegiatan pengamatan di lapangan

Kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam buku ini untuk itu kritik dan saran terhadap penyempurnaan buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini dapat memberi manfaat bagi mahasiswa Pertanian dan semua pihak yang membutuhkan.

Gorontalo, Desember 2018

**TIM PENULIS**

---

# BAB I

---

## APA ITU APLIKASI CODO-A?



### A. Asal Mula Terciptanya CODO-A

CODO-A merupakan singkatan dari *Corn Organism Disease Analyzer*. CODO-A merupakan aplikasi sistem pakar berbasis desktop. Aplikasi ini merupakan hasil dari penelitian pengembangan yang dilakukan oleh tim peneliti.

Sistem pakar merupakan sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang terekam dalam komputer untuk memecahkan persoalan yang biasanya memerlukan keahlian manusia. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Sistem pakar dapat

ditampilkan dalam dua lingkungan, yaitu: pengembangan dan konsultasi. Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembangun sistem pakar untuk membangun komponen dan memasukkan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan. Sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh orang yang bukan ahli untuk memperoleh pengetahuan dan berkonsultasi.

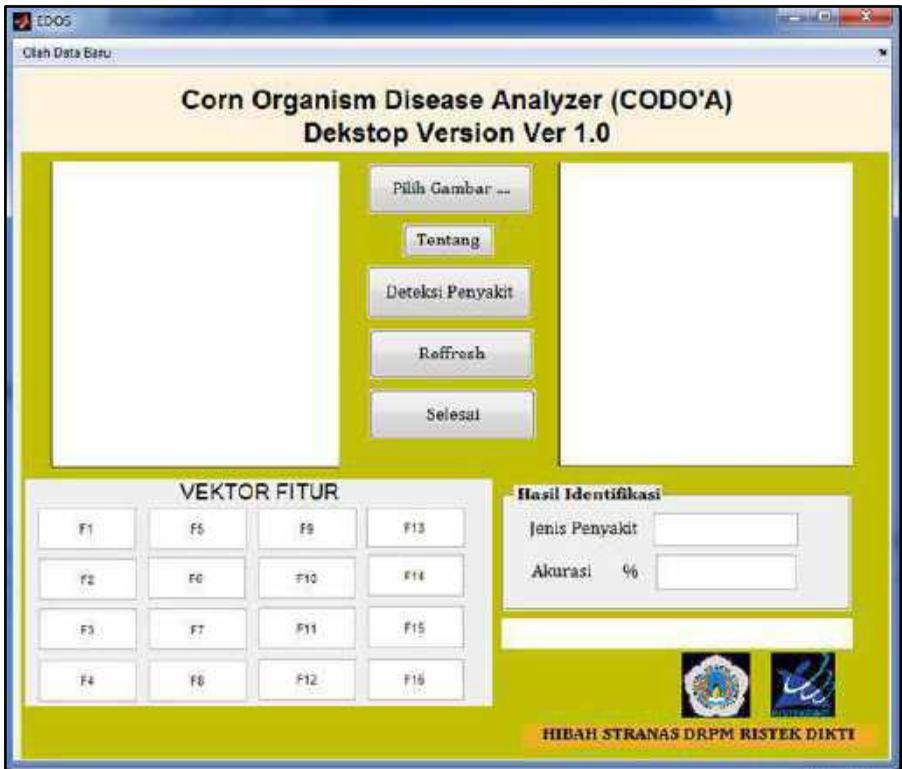
Aplikasi ini merupakan solusi untuk mengenalkan hama dan penyakit kepada petani adalah dengan melakukan identifikasi hama dan penyakit serta gejala yang muncul dan terlihat pada tanaman. Aplikasi sistem pakar CODO-A ini akan memberikan informasi mengenai hama dan penyakit tanaman serta dapat mendiagnosa gejala-gejala penyakit tanaman, khususnya tanaman jagung.

Selain itu, sistem pakar ini juga sekaligus memberikan solusi tentang bagaimana cara penanggulangannya. Solusi ini pun nantinya dapat digunakan untuk mengurangi atau memperkecil risiko kerusakan tanaman.



## B. Bentuk Fisik Aplikasi CODO-A

Aplikasi sistem pakar bernama CODO-A ini tersedia dalam bentuk *desktop version* 1.0.



Gambar 1.1  
Visualisasi Rancangan Interaktif Sistem Dekstop Deteksi Penyakit

## C. Prosedur Sistem Aplikasi Deteksi Penyakit (CODO-A) Pada Tanaman

### 1. Proses Akuisisi Citra Penyakit

- **Langkah 1** : Pengambilan data gambar daun yang terinfeksi penyakit Mikroorganisme menggunakan kamera digital 20 Megapiksel.
- **Langkah 2** : Jumlah data yang digunakan terdiri atas 90 data citra penyakit pada daun tanaman jagung.
- **Langkah 3** : Manual Resize citra  $M \times N$  ukuran 1400 x 1400 dengan Microsoft® Picture Manager 2010 dengan ekstensi file Joint Photographic Experts Group (JPG/JPEG).
- **Langkah 4** : Hasil langkah ke 3 dikelompokkan menjadi 3 direktori dengan masing – masing Direktori mempunyai 30 sampel data citra.



## 2. Proses Pra-pengolahan Citra dan segmentasi Penyakit

- **Langkah 5** : Input data citra hasil pengambilan menggunakan kamera digital kedalam perangkat lunak IDE matriks laboratory.
- **Langkah 4** : Otomatis Resize citra  $M \times N$  ukuran  $350 \times 350$ .
- **Langkah 7** : Cropping
- **Langkah 8** : Split Chanel R, G, B.
- **Langkah 9** : Konversi ke citra biner.

## 3. Vektor Fitur Penyakit

- **Langkah 10** : Histogram Oriented Gradien
- **Langkah 11** : Momen Warna
- **Langkah 12** : Standar Deviasi
- **Langkah 13** : Kemencengan Citra Digital
- **Langkah 14** : Kontur Biner

#### **4. Manfaat Aplikasi CODO-A**

Seperti tujuan utama dalam penelitian ini, CODO-A akan digunakan oleh orang-orang yang berkecimpung di dunia pertanian, terutama pertanian jagung. Aplikasi ini dapat mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman jagung sedini mungkin berdasarkan jenis dan populasi hama dan perubahan morfologi yang terjadi pada daun, batang, buah, dan akar. Proses diagnosa ini dilakukan dengan cermat sehingga dapat membantu para ahli pertanian (penyuluh, petugas pengamat hama dan penyakit tanaman) yang ada di daerah-daerah.

Manfaat utama lainnya dari aplikasi sistem pakar ini yaitu data yang diperoleh dapat dijadikan acuan dan referensi serta sebagai sumber informasi untuk mengetahui identitas hama, penyakit, dan gejala serangannya. Hal ini pun dapat dilakukan dengan tanpa melakukan uji laboratorium terlebih dahulu sehingga dapat dilakukan pencegahan secara dini.



Bagi para petani jagung dengan keterbatasan tenaga ahli pertanian di daerahnya, maka aplikasi ini menjadi alat bantu dan sumber informasi hama dan penyakit pada tanaman jagung. Sehingga dapat dilakukan pencegahan dini terhadap ledakan populasi hama dan keparahan penyakit tanaman jagung.





---

## BAB II

---

# DESAIN PERANGKAT LUNAK

## CODO-A



Desain perangkat lunak CODO-A dalam penelitian ini tentu dirancang sesuai dengan kebutuhan penelitian yaitu mendapatkan data tentang gejala dan penyebab penyakit pada tanaman jagung, dengan sistem pakar.

### **A. Komponen Sistem Pakar**

Komponen-komponen yang ada pada sistem pakar yaitu:

1. Basis pengetahuan (*Knowledge base*). Berisi pengetahuan-pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan memecahkan persoalan;

2. Motor inferensi (*inference engine*). Ada 2 cara yang dapat dikerjakan dalam melakukan inferensi, yaitu: *Forward chaining* merupakan grup dari multiple inferensi yang melakukan pencarian dari suatu masalah kepada solusinya. *Forward chaining* adalah *data-driven* karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia dan baru konklusi diperoleh *Backward chaining* menggunakan pendekatan *goal-driven*, dimulai dari ekspektasi apa yang diinginkan terjadi (hipotesis), kemudian mencari bukti yang mendukung (atau kontradiktif) dari ekspektasi tersebut;
3. *Blackboard*. Merupakan area kerja memori yang disimpan sebagai database untuk deskripsi persoalan terbaru yang ditetapkan oleh data input dan digunakan juga untuk perekaman hipotesis dan keputusan sementara;



4. Subsistem akuisisi pengetahuan. Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian pemecahan masalah dari pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi ke program komputer untuk membangun atau memperluas basis pengetahuan. Antar muka pengguna. Digunakan untuk media komunikasi antara *user* dan program;
5. Subsistem penjelasan. Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan;
6. Sistem penyaring pengetahuan.

## **B. CITRA DIGITAL**

Sebuah citra digital adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi. Indeks baris dan kolom  $(x,y)$  dari sebuah piksel yang dinyatakan dalam bilangan bulat dan nilai-nilai tersebut mendefinisikan suatu ukuran intensitas

cahaya pada titik tersebut. Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (picture element). Umumnya citra dibentuk dari persegi empat yang teratur sehingga jarak horizontal dan vertikal antara piksel satu dengan yang lain adalah sama pada seluruh bagian citra. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada citra, dimana indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah.

Untuk menunjukkan koordinat  $(m-1, n-1)$  digunakan posisi kanan bawah dalam citra berukuran  $m \times n$  pixel. Hal ini berlawanan untuk arah vertical dan horizontal yang berlaku pada sistem grafik dalam matematika. Video sebenarnya juga merupakan salah satu bentuk dari citra digital. Video merupakan kumpulan dari beberapa frame dari citra digital. Satu frame merupakan satu citra digital. Oleh karena itu, apabila di video ada satuan yang menyatakan 12 fps (frame per second) artinya bahwa video tersebut memainkan 12 frame/citra digital dalam tiap detiknya.



## C. PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

### 1. Pengenalan pola

Salah satu hal yang penting berhubungan dengan citra digital adalah pengenalan obyek. Pengenalan obyek merupakan penelitian ulang menggabungkan konsep citra digital pengenalan pola, matematika dan statistika. Untuk melakukan pengenalan obyek, harus diawali dengan tahapan *pre-processing*, ekstraksi fitur, pengukuran kemiripan dan penentuan hasil pengenalan. Pengenalan pola adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif citra atau sifat dari obyek. Pola sendiri merupakan suatu entitas yang terdefinisi, dapat diidentifikasi dan diberi nama. Pola dapat berupa kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan dapat dinyatakan dalam notasi vektor dan matriks. Umumnya pendekatan yang digunakan dalam teknik klasifikasi citra hampir semuanya sama. Pertama yang dilakukan adalah

sebuah gambar digital diperoleh dengan menggunakan sensor CCD (charge-coupled device) di kamera digital kemudian citra yang diperoleh diterapkan untuk diekstraksi fiturnya yang fungsinya untuk menganalisis untuk mengklasifikasi citra sesuai dengan objek masalah yang dihadapi.

## **2. Normalisasi**

Umumnya suatu objek gambar yang pengambilannya dilakukan dengan menggunakan kamera digital mempunyai dimensi piksel yang besar sehingga proses komputasi dengan menggunakan dimensi piksel citra yang besar membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu perlu dilakukan normalisasi terlebih dahulu agar dapat mereduksi waktu komputasi. Ukuran normalisasi citra biasanya disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dari pengguna.



#### D. AKUISISI CITRA PENYAKIT

Akuisisi citra merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengumpulkan objek. Objek yang akan diamati adalah data citra daun tanaman jagung yang terserang penyakit karat daun (*Puccinia Sorghis Chwin*), Hawar Daun (*Helminthosporium sp.*) dan Bercak Daun (*Curvularia sp*) yang disebabkan oleh Jamur/Cendawan.



a. Karat Daun

b. Hawar Daun

c. Bercak Daun

**Gambar 2.1**

**Penyakit pada daun tanaman jagung yang disebabkan oleh Jamur/Cendawan**

Pada pengambilan data citra daun jagung tersebut dilakukan menggunakan kamera digital yang telah dilengkapi sensor *Charge Couple Device* (CCD) mode macro dengan hasil pengambilan data penyakit pada daun dalam bentuk image dengan

ekstensi data *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) dengan jumlah pengambilan data citra dari tiap - tiap jenis penyakit minimum 30 data.

## 1. Pra Pengolahan dan Segmentasi Citra

### a. Cropping

Data citra hasil pengambilan dengan kamera selanjutnya dilakukan normalisasi terhadap kapasitas dan dimensi citra dengan tujuan agar mereduksi waktu pada saat melakukan proses komputasi. Hal ini penting untuk dilakukan mengingat hasil pengambilan data cira menggunakan kamera memiliki kualitas dimensi data lebih dari 800 x 600 piksel dengan kapasitas file per gambar lebih dari 128kb. Selanjutnya data citra daun yang terinfeksi dilakukan pemotongan (*cropping*) pada area yang merupakan bagian penyakit yang akan dijadikan objek (*Region Of Interest*) untuk diteliti. Region yang telah diseleksi dan di potong dilakukan penyeragaman dimensi pikselnya yaitu 640 x 480 piksel dengan besar

data setiap gambar adalah tidak melebihi dari 400kb dengan tujuan agar lebih menghemat waktu saat dilakukan proses komputasi bias lebih efektif dan kemudian karena umumnya sering ditemui bahwa pada daun tanaman jagung memiliki penyakit lebih dari satu.

Dalam tahapan ini, citra penyakit yang telah dinormalisasi dilakukan perbaikan juga peningkatan kualitas citra. Pada penelitian ini salah satu proses perbaikan dan peningkatan kualitas citra dilakukan dengan mereduksi gangguan (noise) yang ada pada objek daun yang terinfeksi penyakit. Gangguan (noise) yang muncul pada daun tersebut diakibatkan oleh faktor eksternal misalnya kondisi dilapangan pada saat pengambilan gambar dimana hal yang sering muncul adalah adanya debu atau kotoran yang kita tidak bisa lihat dengan kasat mata tetapi memiliki pengaruh pada saat diolah secara komputasi. Dalam perbaikan dan peningkatan kualitas objek penyakit tersebut, adalah dilakukan

dengan menggunakan order statistics filters yang umum sering digunakan (Rajan and Ramaraj, 2010) yang secara khusus untuk menghilangkan noise yang berbentuk titik-titik yang tidak dapat dijangkau oleh kasat mata.

### **b. Filtering**

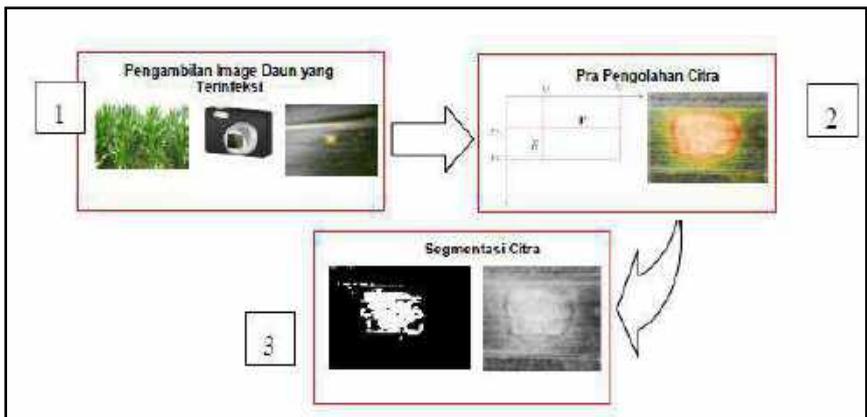
Pada tahapan ini juga, citra penyakit yang telah dinormalisasi dilakukan perbaikan juga peningkatan kualitas citra. Pada penelitian ini salah satu proses perbaikan dan perbaikan citra dilakukan dengan menghilangkan gangguan (noise) yang ada pada citra daun yang terinfeksi penyakit. Gangguan (noise) yang muncul pada daun tersebut diakibatkan oleh faktor eksternal misalnya kondisi dilapangan pada saat pengambilan gambar dimana hal yang sering muncul adalah adanya debu atau kotoran yang kita tidak bisa lihat dengan kasat mata tetapi diketahui pada saat setelah pengambilan gambar dan teknik yang digunakan adalah dengan



menggunakan order statistics filters yaitu filter median dengan ukuran  $3 \times 3$ . Filter ini memberikan kemampuan reduksi noise yang sangat baik dengan blurring yang lebih sedikit dari pada linier smoothing filter untuk ukuran citra yang sama.

### E. Tahapan Desain Perangkat Lunak CODO-A

Pada kegiatan ini telah dilakukan proses kegiatan desain perangkat lunak sesuai dengan alur tahapan yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2**  
Alur Proses kegiatan yang telah dilakukan.

## 1. Tahap Pertama

Pada tahap pertama dilakukan pengambilan sampel gambar daun jagung yang terinfeksi penyakit bercak, hawar dan karat daun seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dengan menggunakan perangkat digital kamera dengan lensa zoom 26-182mm, f/3.4-6.4, 20.1 Mega pixels pada mode Macro.



**Gambar 2.3**  
Daun yang terinfeksi penyakit.

Daun jagung yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pra pengolahan terhadap gambar daun jagung yang terinfeksi dengan cara menyeragamkan ukuran pixel size terhadap gambar yang diperoleh dengan menggunakan

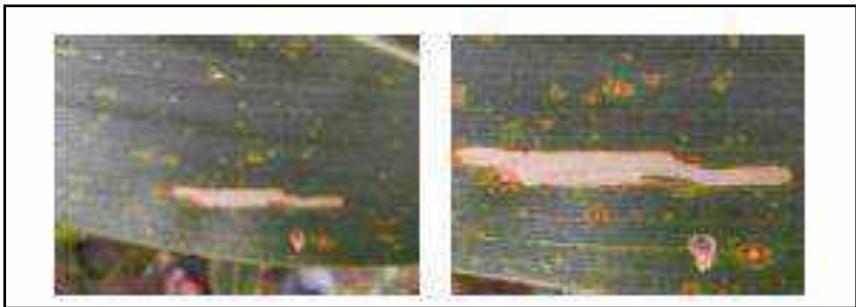


kamera digital. Hal ini penting untuk dilakukan mengingat hasil pengambilan data cira menggunakan kamera memiliki kualitas dimensi data lebih dari 800 x 600 piksel dengan kapasitas *file* per gambar lebih dari 128kb.

Selanjutnya data citra daun yang terinfeksi dilakukan pemotongan (*Region Of Interest*). Pemotongan dilakukan pada area yang merupakan bagian penyakit yang akan dijadikan objek untuk diteliti. Hal ini dikarenakan umumnya sering ditemui bahwa pada daun tanaman jagung memiliki penyakit lebih dari satu.

Pada tahapan ini juga, citra penyakit yang telah dinormalisasi dilakukan perbaikan dan peningkatan kualitas citra. Pada penelitian ini salah satu proses perbaikan dan perbaikan citra dilakukan dengan menghilangkan gangguan (*noise*) yang ada pada citra daun yang terinfeksi penyakit. Gangguan (*noise*) yang muncul pada daun tersebut diakibatkan oleh faktor eksternal.

Misalnya kondisi di lapangan pada saat pengambilan gambar di mana hal yang sering muncul adalah adanya debu atau kotoran yang kita tidak bisa lihat dengan kasat mata tetapi diketahui pada saat setelah pengambilan gambar. Teknik yang digunakan adalah dengan menggunakan *order statistics filters* yaitu filter *median* dengan ukuran  $3 \times 3$ . Adapun hasil dari pra pengolahan citra daun jagung yang terinfeksi seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.



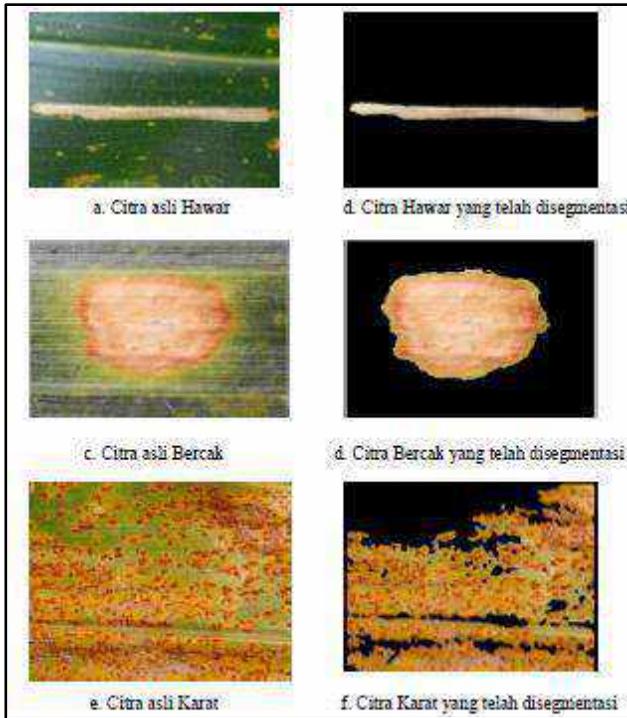
a. Citra Asli Penyakit      b. Citra Penyakit yang telah di  
*pra-processing*

**Gambar 2.4**  
**Citra daun tanaman jagung yang telah di lakukan pra pengolahan**



Setelah citra daun jagung yang terinfeksi penyakit di lakukan pra pengolahan yakni memisahkan objek penyakit dengan warna latar (*background*) pada citra agar diperoleh area yang benar-benar merupakan bagian dari pada penyakit.

Pada penelitian ini, proses untuk mendapatkan area penyakit pada citra dilakukan dengan memanfaatkan sistem warna yang umum yaitu sistem warna  $YCbCr$  dengan cara mentransformasi citra daun yang telah dinormalisasi bentuk RGB ke sistem warna  $YCbCr$ . Adapun hasil proses segmentasi dari penyakit pada daun tanaman jagung seperti ditunjukkan pada gambar 2.5.



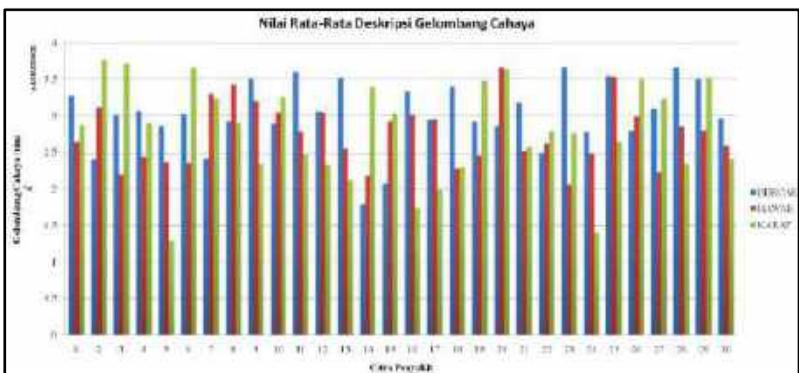
**Gambar 2.5**  
Citra daun tanaman jagung yang telah di segmetasi.

## 2. Tahap Kedua

Kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses ekstraksi ciri dari pada citra daun tanaman jagung yang terinfeksi penyakit berdasarkan deskripsi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan deskripsi gelombang cahaya dari pada citra/gambar

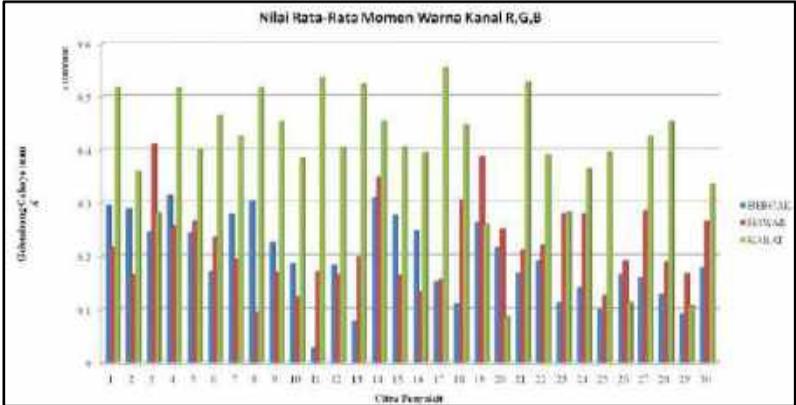


penyakit dan kemudian pengukuran rata-rata momen warna disetiap kanal R,G,B. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap nilai derajat level keabuan setiap citra penyakit, deskripsi warna penyakit, Momen Warna, Transformasi Wavelet, Gradien orientasi Diagram, nilai rata-rata dan standar deviasi dan keseragaman. Hal ini penting dilakukan guna untuk mendapatkan detail dari pada ciri penyakit pada daun tanaman jagung sehingga pada saat melakukan analisa akan lebih cepat. Adapun perolehan nilai suatu vektor fitur detail penyakit pada citra daun yang terinfeksi ditunjukkan pada gambar 2.6 sampai dengan 2.17.

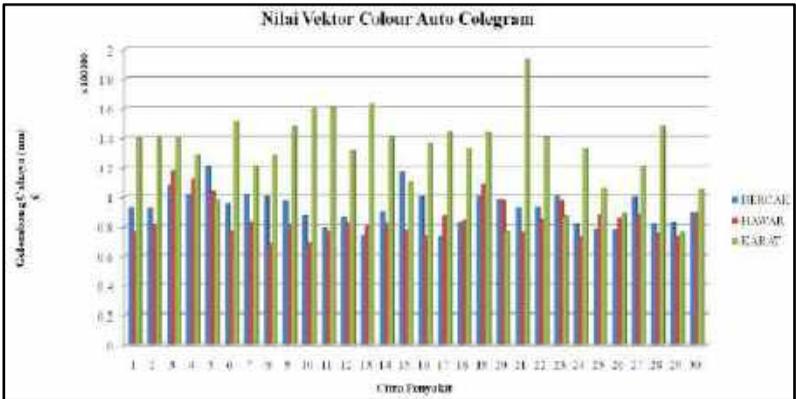


**Gambar 2.6**  
**Nilai rata-rata gelombang cahaya yang terdeskripsi**



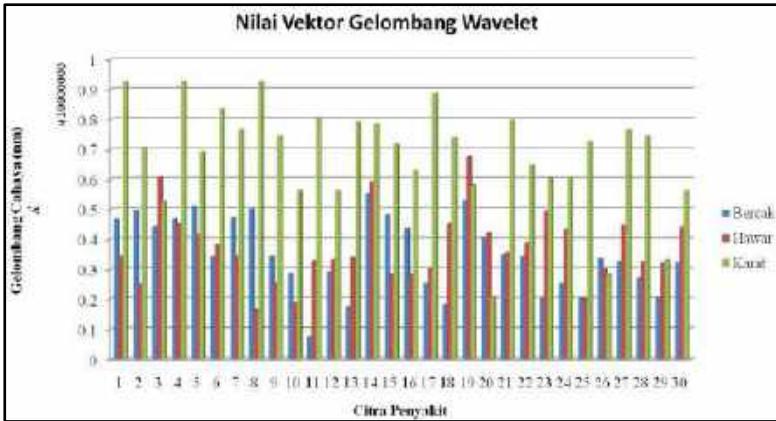


**Gambar 2.7**  
**Nilai Rata-Rata Momen Warna Kanal R,G,B**

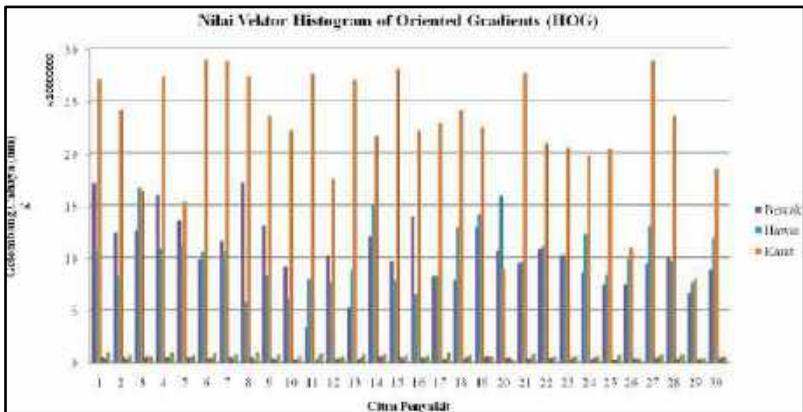


**Gambar 2.8**  
**Nilai Vektor Colour Auto Colegram**



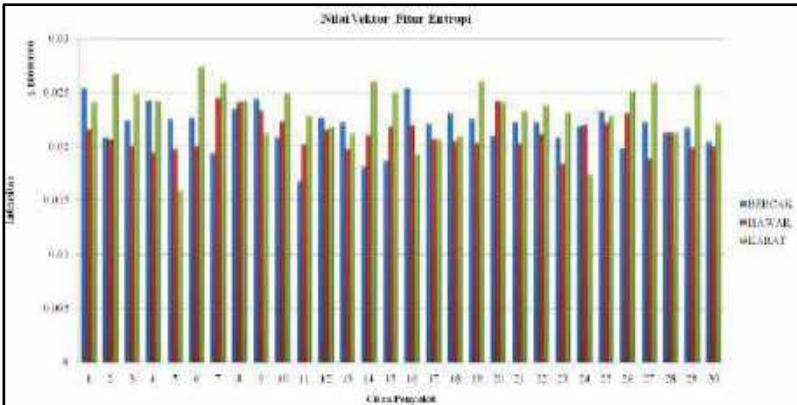


**Gambar 2.9**  
Nilai Vektor Gelombang Wavelet

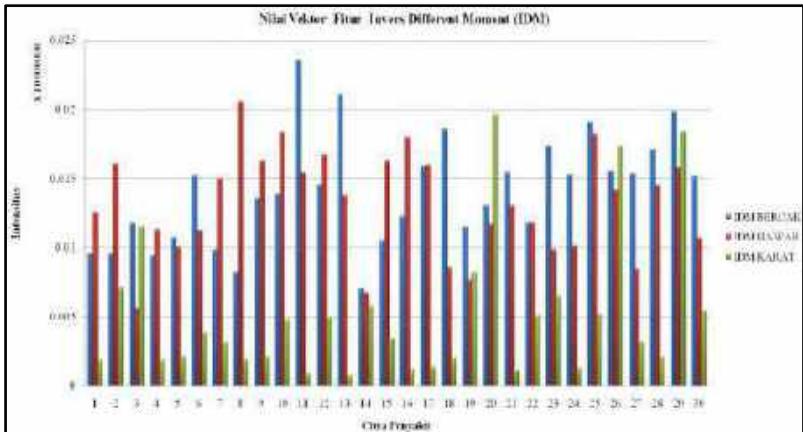


**Gambar 2.10**  
Nilai Vektor Histogram Oriented Gradients (HOG)



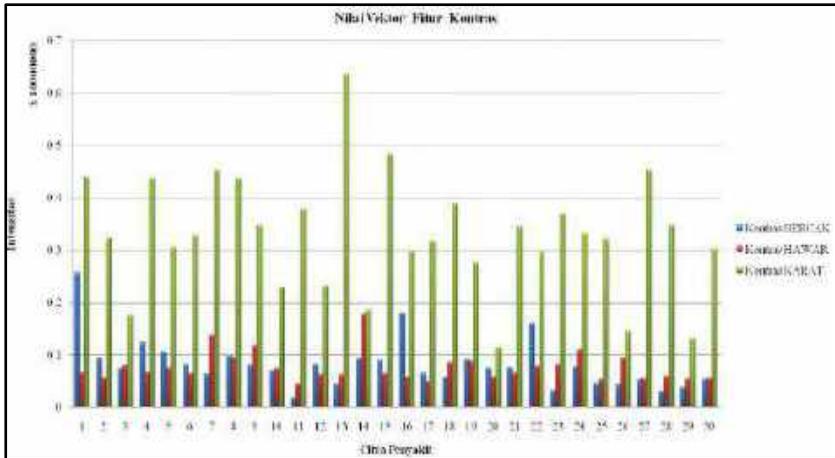


**Gambar 2.11**  
**Nilai Vektor Fitur Entropi**

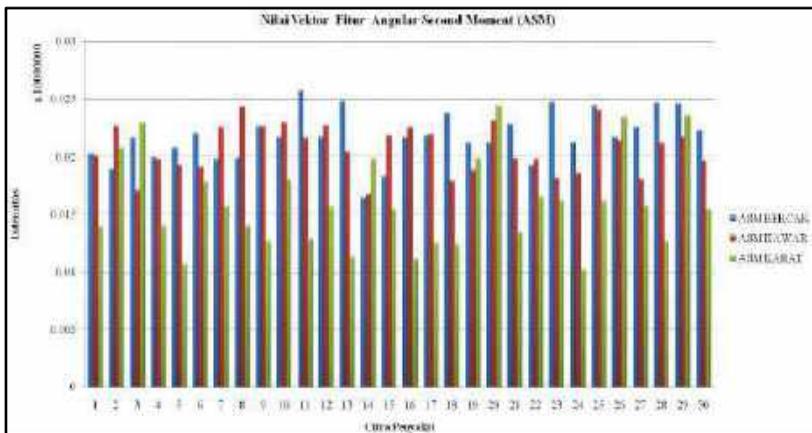


**Gambar 2.12**  
**Nilai Vektor Fitur IDM**



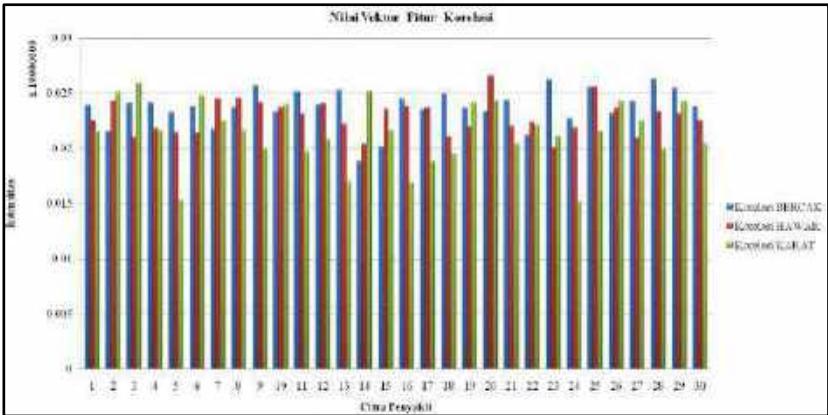


**Gambar 2.13**  
**Nilai Vektor Fitur Kontras**

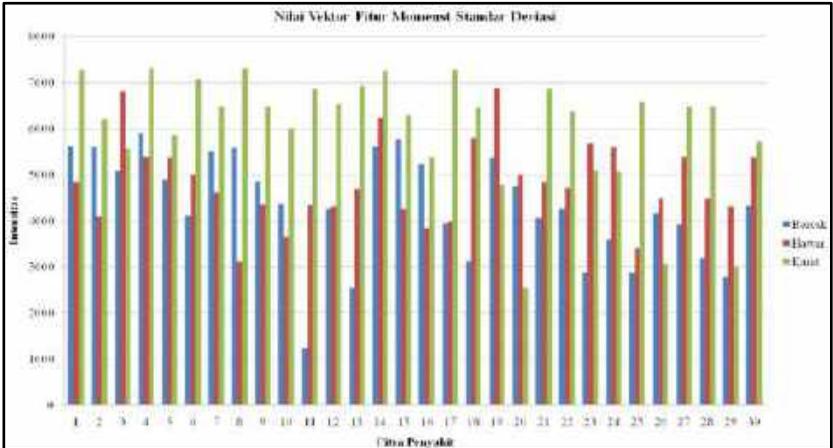


**Gambar 2.14**  
**Nilai Vektor Fitur Angular Second Moment (ASM)**



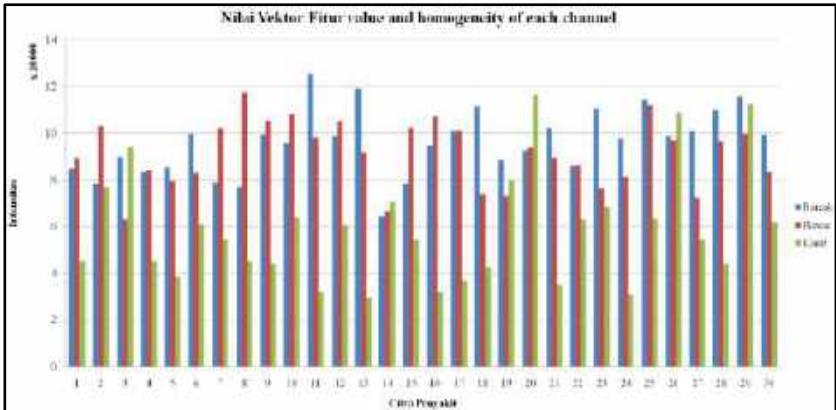


**Gambar 2.15**  
Nilai Vektor Fitur Korelasi



**Gambar 2.16**  
Nilai Vektor Moment Standar Deviasi





**Gambar 2.17**  
**Nilai Vektor Nilai dan Homogenitas Setiap Kanal Warna**

## **F. Pengujian Dengan Pembelajaran Mesin Menggunakan Support Vector Machine**

Pada subbab ini merupakan pengujian terhadap 90 nilai data vektor fitur bentuk numerik citra penyakit pada daun tanaman jagung yaitu penyakit karat, bercak dan hawar. Pada tahapan pengujian, jumlah data citra berbentuk JPG diekstraksi menggunakan metode statistik orde 2 serta menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi dan momen histogram warna yang selanjutnya nilai vector hasil ekstraksi tersebut dilakukan pengujian

menggunakan pendekatan validasi silang dengan hasil tersebut ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut.

**Table 2.1**  
**Validasi Silang antara data pengujian dan pelatihan**

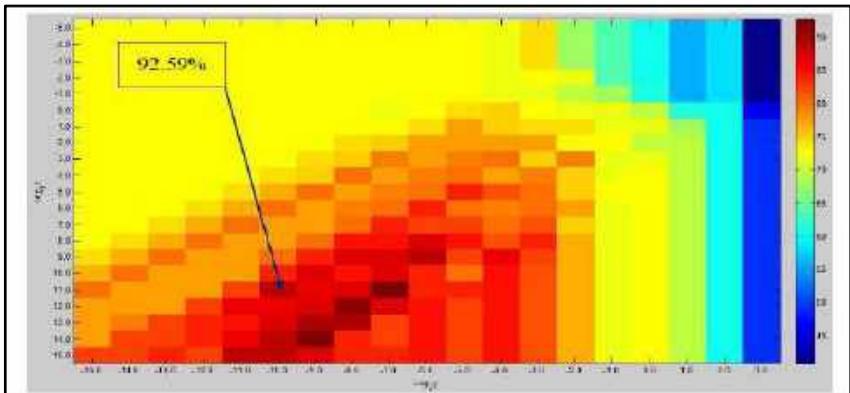
<b>Percobaan</b>	<b>Jumlah Data</b>		<b>Jumlah Data (%)</b>	
	<b>Latih</b>	<b>Uji</b>	<b>Latih</b>	<b>Uji</b>
<b>1</b>	<b>81</b>	<b>9</b>	<b>90%</b>	<b>10%</b>
<b>2</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>80%</b>	<b>20%</b>
<b>3</b>	<b>63</b>	<b>27</b>	<b>70%</b>	<b>30%</b>
<b>4</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>
<b>5</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

### **1. Percobaan Ke 1 dengan Data Latih 81 dan 9 Data Uji**

Pada percobaan pertama digunakan set data yang telah displit secara random diperoleh data pelatihan 90% dan 10% untuk digunakan sebagai data pengujian. Berikut ini adalah hasil uji coba untuk membuat model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 90%



menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter regulasi  $C = 2^{11}$  dan parameter kernel  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-6}$ , nilai kedua parameter tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi cross-validation 92.59% pada interval "grid-search"  $2^{-5}$  sampai dengan  $2^{15}$  untuk parameter  $C$  pada dan untuk parameter  $\gamma$  (gamma)  $2^{-15}$  sampai dengan  $2^3$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 2.18



**Gambar 2.18**  
Parameter terbaik  $C$  dan  $\gamma$  (gamma) percobaan pertama

Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum

dilakukan pembelajaran menggunakan 10% data uji yang telah displit menggunakan SVM, diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu *confussion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 2.2

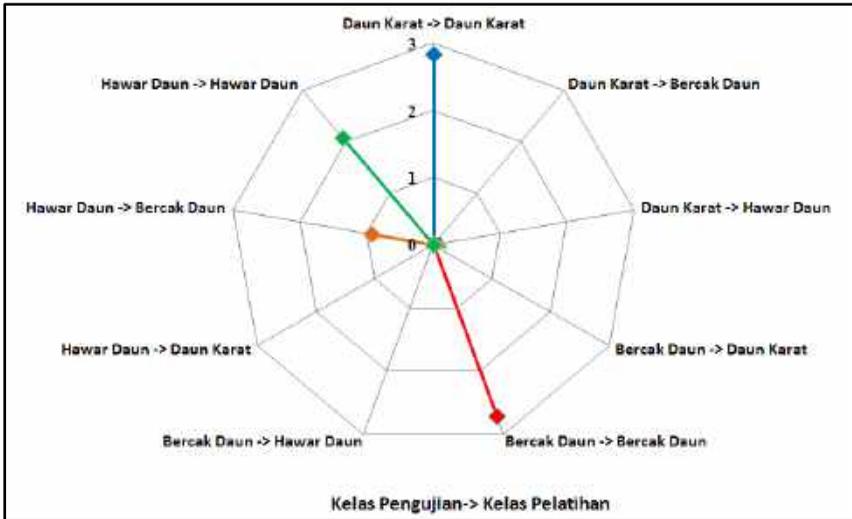
**Tabel 2.2**  
**Confusion Matrix data latih 90% dan data uji 1**

<i>Confusion Matrix</i>		Kelas Prediksi		
		Daun Karat	Penyakit Bercak	Penyakit Hawar
Kelas Aktual	Daun Karat	3	0	0
	Penyakit Bercak	0	3	0
	Penyakit Hawar	0	1	2

Dari tabel *confusion matrix* 2.2 terdapat data kelas aktual penyakit hawar terprediksi sebagai kelas bercak, pada hasil tersebut menunjukkan bahwa 9 data uji yang dilakukan pengujian dengan 81 data latih yang merupakan kumpulan data vektor fitur ketiga kelas aktual yang telah dilakukan pembelajaran terdapat satu data vektor fitur yang merupakan kelas hawar yang menjadi subset data kelas bercak. secara visual



hasil klasifikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2.19.



**Gambar 2.19**  
Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 81 data pelatihan dan 9 data pengujian

Berdasarkan Tabel 2.2 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudiandihitung akurasi *Recall/ sensitivity* ditiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

<i>Kelas Penyakit</i>		<i>Kelas Prediksi</i>			<i>Nilai Rata-rata</i>			<i>Akurasi Pengujian</i>
		<i>Karat</i>	<i>Bercak</i>	<i>Hawar</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Specificity</i>	
<i>Kelas Aktual</i>	<i>Karat</i>	3	0	0	92%	89%	95%	88.89%
	<i>Bercak</i>	0	3	0				
	<i>Hawar</i>	0	1	2				

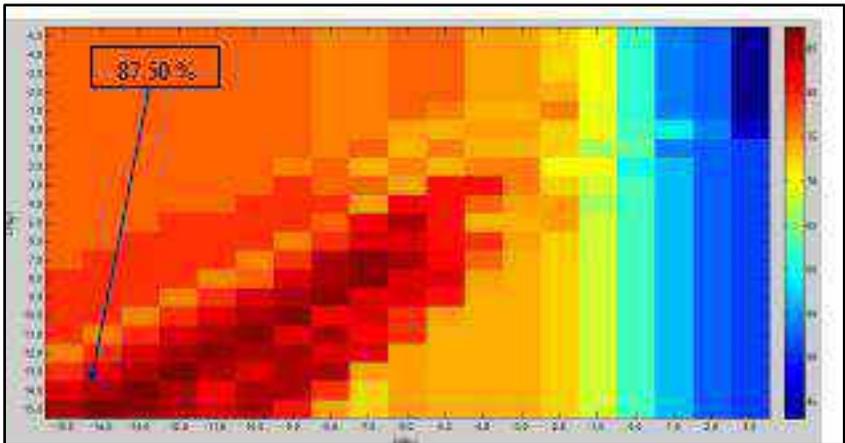
## 2. Percobaan ke 2 dengan Data Latih 72 dan 18 Data Uji

Selanjutnya percobaan kedua digunakan set data yang telah displit secara random diperoleh data pelatihan 80% dan 20% untuk digunakan sebagai data pengujian.

Berikut ini adalah hasil ujicoba untuk membuat model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 80% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter regulasi  $C = 215$  dan parameter kernel  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-14}$ . Untuk nilai kedua parameter tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi *cross-validation*  $CV = 87.50\%$  pada 104 "grid-search" interval  $2^{-5}$  sampai dengan  $2^{15}$  untuk



parameter  $C$  pada dan untuk parameter  $\gamma$  (gamma) 2-15 sampai dengan 23. Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 2.20.



**Gambar 2.20**  
Parameter terbaik  $C=215$  dan  $\gamma$  (gamma) = 2-14 Percobaan kedua

Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum dilakukan pembelajaran menggunakan 20% data uji yang telah displit menggunakan SVM,

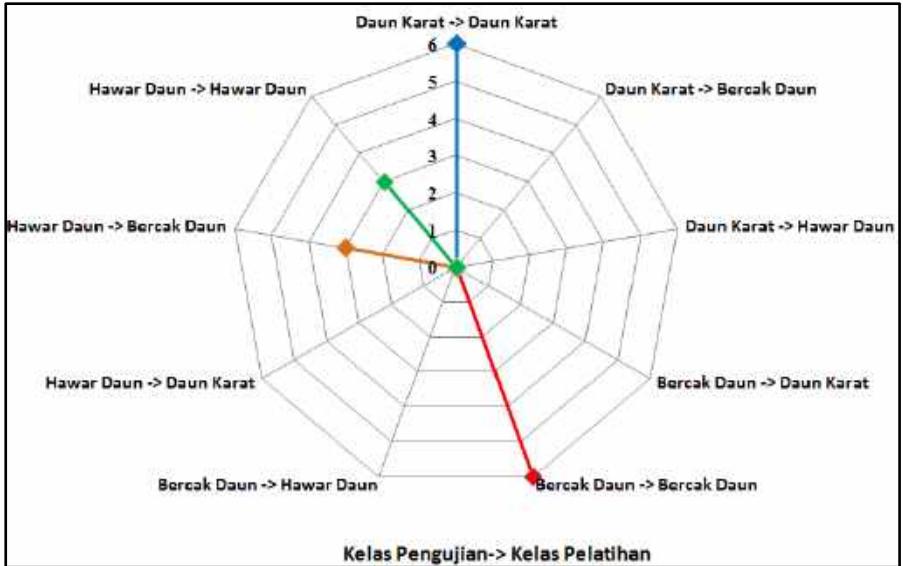
diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu *confusion matrix* yang ditunjukkan pada Tabel 2.4 .

**Tabel 2.1**  
**Confusion Matrix data latih 80% dan data uji 20**

<i>Confusion Matrix</i>		<i>Kelas Prediksi</i>		
		<i>Penyakit Karat</i>	<i>Penyakit Bercak</i>	<i>Penyakit Hawar</i>
<i>Kelas Aktual</i>	<i>Penyakit Karat</i>	6	0	0
	<i>Penyakit Bercak</i>	0	6	0
	<i>Penyakit Hawar</i>	0	3	3

Dari tabel 2.4 *Confusion matrix* terdapat data kelas aktual penyakit hawar terprediksi sebagai kelas bercak yang hasil tersebut menunjukkan bahwa 18 data uji yang dilakukan pengujian dengan 72 data latih yang merupakan kumpulan data vektor fitur ketiga kelas aktual yang telah dilakukan pembelajaran terdapat tiga data vektor fitur yang merupakan kelas hawar yang menjadi subset data kelas bercak secara visual hasil klasifikasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.21.





**Gambar 2.21**  
 Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 72 data pelatihan dan 18 data Pengujian

Berdasarkan tabel 2. 4 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudian dihitung akurasi *Recall/ sensitivity* ditiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada Tabel 2.5.

**Table 2.2**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

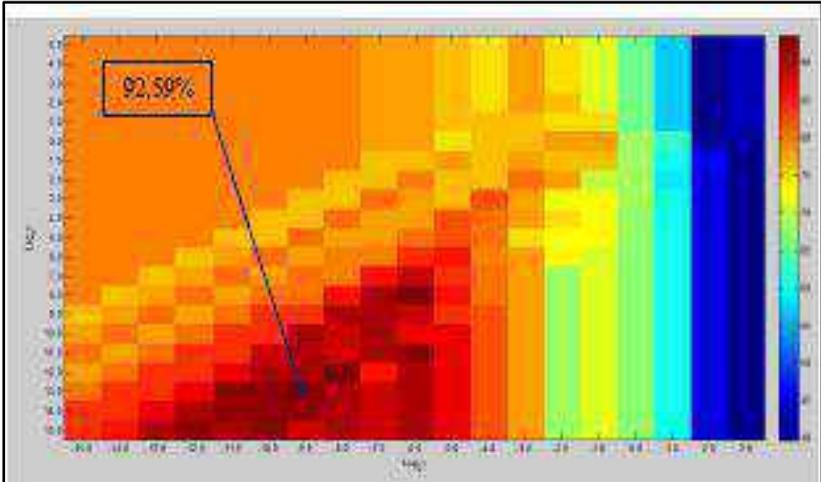
Kelas Pengubah		Kelas Prediksi			Nilai Rata-rata			Akurasi Pengujian
		Karat	Bercak	Hawar	Precision	Recall	Specificity	
Kelas Aktual	Karat	6	0	0	89%	83%	92%	83%
	Bercak	0	6	0				
	Hawar	0	3	3				

### 3. Percobaan ke 3 dengan Data Latih 63 dan 27 Data Uji

Pada percobaan ketiga digunakan set data yang telah displit secara random diperoleh data pelatihan 70% dan 30% untuk digunakan sebagai data pengujian. Berikut ini adalah hasil ujicoba untuk membetuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM 106 untuk data pelatihan 70% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter  $C = 213$  dan  $\gamma$  (gamma) = 2-9, nilai kedua parameter tersebut hasil ditentukan berdasarkan perolehan akurasi *cross-validation*  $CV = 93.65\%$  pada interval "grid-search" 2-5 sampai dengan 215 untuk parameter C pada dan untuk parameter  $\gamma$  (gamma) 2-15 sampai



dengan 23. Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 2.22.



**Gambar 2.22**  
Parameter terbaik C dan  $\gamma$  (gamma) percobaan ketiga

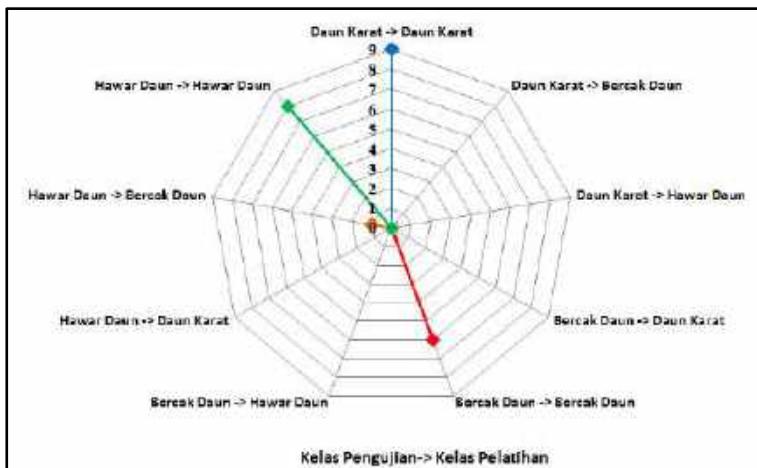
Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum dilakukan pembelajaran yaitu menggunakan 30% data uji yang telah displit menggunakan SVM, diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu *confusion matrix* yang ditunjukkan pada Tabel 2.6.

**Table 2.3**  
**Confusion Matrix data latih 70% dan data uji 30%**

Confusion Matrix:		Kelas Prediksi		
		Penyakit Karat	Penyakit Bercak	Penyakit Hawar
Kelas Aktual	Penyakit Karat	9	0	0
	Penyakit Bercak	0	6	3
	Penyakit Hawar	0	1	8

Dari tabel confusion matrix 2.6 terdapat data kelas aktual penyakit hawar terprediksi sebagai kelas bercak yang hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa 27 data uji yang dilakukan pengujian dengan 63 data latih yang merupakan kumpulan data 92.59% 107 vektor fitur ketiga kelas aktual yang telah dilakukan pembelajaran terdapat satu data vektor fitur yang merupakan kelas hawar yang menjadi subset data kelas bercak dan tiga data vektor fitur kelas aktual bercak terprediksi kelas hawar secara visual hasil klasifikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2.23.





**Gambar 2.23**  
 Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 63 data pelatihan dan 27 data Pengujian

Berdasarkan Tabel 2.6 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudian dihitung akurasi *Recall/sensitivity* di tiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada tabel 2.7.

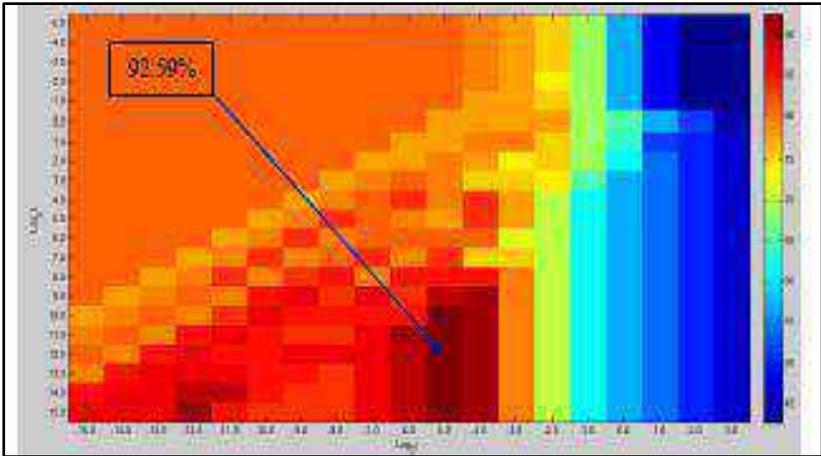
**Table 2.4**  
 Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/ sensitivity dan specificity klasifikasi SVM

Kelas Pengujian	Kelas Prediksi			Nilai Rata-rata			Akurasi Pengujian
	Karat	Bercak	Hawar	Precision	Recall	Specificity	
Kelas Aktual	9	0	0	86%	85%	92.59%	85%
	0	6	3				
	0	1	6				

#### **4. Percobaan ke 4 dengan Data Latih 54 dan 36 Data Uji**

Pada percobaan ke empat digunakan set data yang telah displit secara random diperoleh data pelatihan 60% dan 40% untuk digunakan sebagai data pengujian.

Berikut ini adalah hasil uji coba untuk membetuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 60% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter  $C = 215$  dan  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-5}$ , nilai kedua parameter tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi CV = 92.59% pada interval "grid-search"  $2^{-5}$  sampai dengan  $2^{15}$  untuk parameter regulasi  $C$  pada dan untuk parameter kernel  $\gamma$  (gamma)  $2^{-15}$  sampai dengan  $2^3$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 2.24.



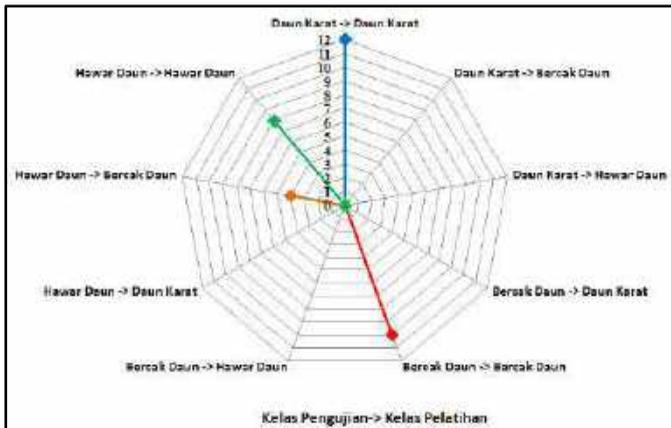
**Gambar 2.24**  
Parameter Terbaik C dan  $\Gamma$  (Gamma) Percobaan Keempat

Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum dilakukan pembelajaran menggunakan 40% data uji yang telah displit menggunakan SVM, diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu *confusion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 2.8.

**Tabel 2.5**  
Confusion Matrix data latih 60% dan data uji 40%

Confusion Matrix		Kelas Prediksi		
		Daun Karat	Penyakit Bercak	Penyakit Hawar
Kelas Aktual	Daun Karat	12	0	0
	Penyakit Bercak	0	10	2
	Penyakit Hawar	0	4	8

Dari tabel confusion matrix terdapat data kelas aktual penyakit hawar terprediksi sebagai kelas bercak yang hasil tersebut menunjukkan bahwa 36 data uji yang dilakukan pengujian dengan 54 data latih yang merupakan kumpulan data vektor fitur ketiga kelas aktual yang telah dilakukan pembelajaran terdapat empat data vektor fitur yang merupakan kelas hawar yang menjadi subset data kelas bercak dan dua kelas bercak terprediksi sebagai kelas hawar. Secara visual hasil klasifikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2.25.



**Gambar 2.25**

**Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 54 data pelatihan dan 36 data pengujian**



Berdasarkan Tabel 2. 8 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudian dihitung akurasi *Recall/ sensitivity* di tiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada tabel 2.9.

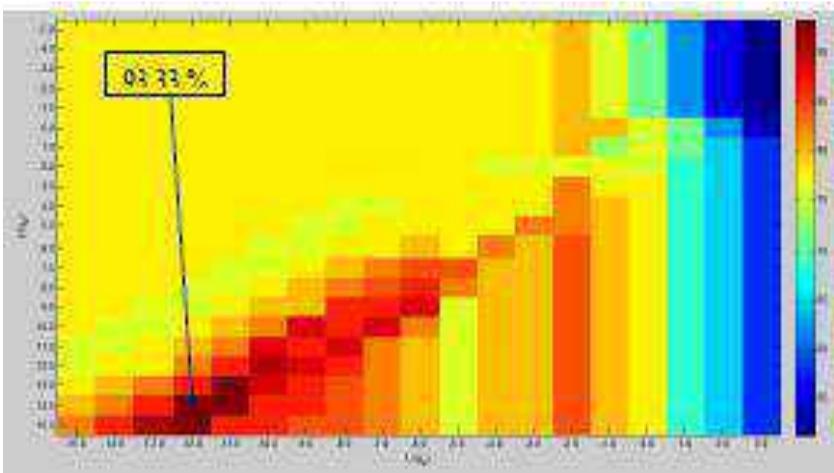
**Table 2.6**  
Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SV

<i>Kelas Penyakit</i>		<i>Kelas Prediksi</i>			<i>Nilai Rata-rata</i>			<i>Akurasi Pengujian</i>
		<i>Karat</i>	<i>Bercak</i>	<i>Hawar</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Specificity</i>	
<i>Kelas Aktual</i>	<i>Karat</i>	12	0	0	84%	83%	92%	83%
	<i>Bercak</i>	0	10	2				
	<i>Hawar</i>	0	4	8				

## 5. Percobaan ke 5 dengan Data Latih 45 dan 45 Data Uji

Pada percobaan terakhir digunakan set data yang telah displit secara random diperoleh data pelatihan 50% dan 50% untuk digunakan sebagai data pengujian. Berikut ini adalah hasil uji coba untuk membetuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 50% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai

parameter  $C = 215$  dan  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-12}$ , nilai kedua parameter tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi *cross-validation*  $CV = 93.33\%$  pada interval "grid-search"  $2^{-5}$  sampai dengan  $215$  untuk parameter regulasi  $C$  pada dan untuk parameter kernel  $\gamma$  (gamma)  $2^{-15}$  sampai dengan  $2^3$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 2.26.



**Gambar 2. 26**  
**Parameter terbaik  $C$  dan  $\gamma$  (gamma) percobaan kelima**

Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum



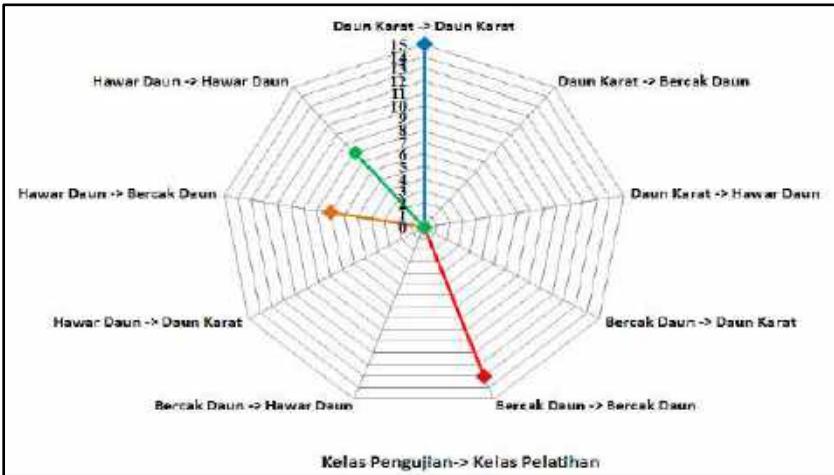
dilakukan pembelajaran menggunakan 50% data uji yang telah displit menggunakan SVM, diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu tabel *confusion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 2.10.

**Table 2.7**  
**Confusion Matrix data latih 50% dan data uji 50%**

<i>Confusion Matrix</i>		Kelas Prediksi		
		Daun Karat	Penyakit Bercak	Penyakit Hawar
Kelas Aktual	Daun Karat	15	0	0
	Penyakit Bercak	0	13	2
	Penyakit Hawar	0	7	8

Dari tabel *confusion matrix* Tabel 2.10 terdapat data kelas aktual penyakit hawar terprediksi sebagai kelas bercak yang hasil tersebut menunjukkan bahwa 36 data uji yang dilakukan pengujian dengan 45 data latih yang merupakan kumpulan data vektor fitur ketiga kelas aktual yang telah dilakukan pembelajaran terdapat tujuh data vektor fitur yang merupakan kelas hawar yang menjadi subset data kelas bercak dan dua kelas bercak terprediksi sebagai kelas hawar. Secara

visual hasil klasifikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2.27.



**Gambar 2.27**  
Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 45 data pelatihan dan 45 data pengujian

Berdasarkan Tabel 2.10 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudian dihitung akurasi *Recall/ sensitivity* di tiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada tabel 2.11.

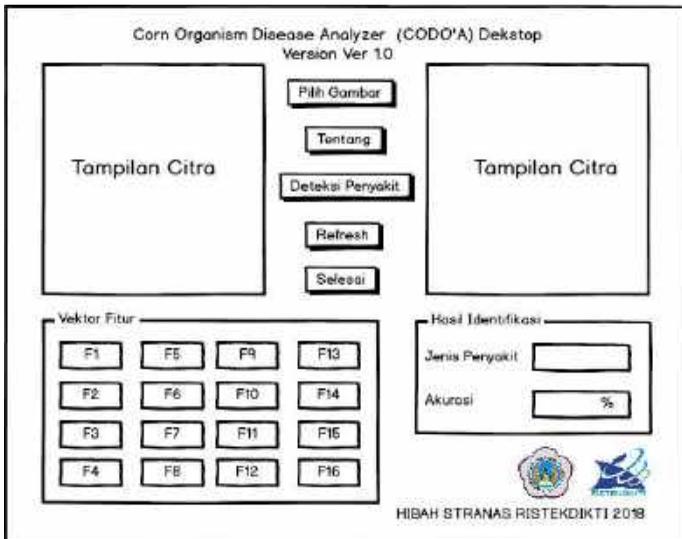


**Tabel 2.8**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/ sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

Kelas Penyakit		Kelas Prediksi			Nilai Rata-rata			Akurasi Pengujian
		Karat	Bercak	Hawar	Precision	Recall	Specificity	
Kelas Aktual	Karat	12	0	0	84%	83%	92%	83%
	Bercak	0	10	2				
	Hawar	0	4	8				

### G. Hasil Desain

Design Sistem Deteksi Dini penyakit Berbasis Dekstop



**Gambar 2.28**  
**Design Sistem Deteksi Dini Penyakit Berbasis Dekstop**



---

## BAB III

---

# CARA KERJA APLIKASI

## CODO-A



Aplikasi sistem pakar CODO-A ini dilakukan dengan menggabungkan teknologi visi komputer (*Computer Vision*). Teknologi ini menggunakan teknik pengolahan gambar (*image processing*) hama dan penyakit yang direkam dengan menggunakan sensor CCD (*charge-coupled device*) pada perangkat kamera digital. Tujuannya untuk mendapatkan detail dengan ciri berupa pola sinyal *spectra* hama dan penyakit. Cara kerjanya sebagai berikut.

- a. Tanaman yang terkena hama difoto.
- b. Hasil foto tanaman yang terkena hama dan penyakit direkam dengan menggunakan

sensor CCD (*charge-coupled device*) pada perangkat kamera digital.

- c. Selanjutnya pola hasil sinyal *spectral* dari hasil rekaman sensor CCD tersebut dibelajarkan pada komputer untuk dikenali oleh sistem mesin.
- d. Sistem data pada mesin yang sudah belajar mengenali hasil rekaman sensor akan mampu mengenali apabila ada rekaman baru. Proses pengenalan pola ini menggunakan metode mesin pendukung vektor (*support vector machine*).
- e. Selanjutnya, kedua teknik tersebut dikonversi ke dalam bentuk *android* sehingga terbentuk suatu *package* sistem pakar berbasis *android* untuk mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman.

Untuk lebih jelasnya desain sistem pakar yang di kembangkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.





**Gambar 3.1**  
**Desain Sistem Pakar Berbasis Dekstop**





---

# GLOSARI

---



<i>Hama Tanaman</i>	Organisme berupa serangga, mamalia, aves, molusca yang menyebabkan kerusakan pada tanaman
<i>Penyakit Tanaman</i>	Gangguan fisiologis pada tanaman akibat serangan mikroorganisme (jamur, bakteri, virus, nematode, mikoplasma) sehingga menyebabkan tanaman menjadi terganggu pertumbuhannya
<i>Gejala</i>	Tanda atau ciri serangan hama dan penyakit, yang dapat dilihat pada tanaman, contohnya bercak daun, karat, hawar daun, layu, daun berlubang, terkoyak-koyak, batang berlubang dan patah.
<i>Isolasi</i>	Kegiatan menumbuhkan bagian tanaman yang diduga terserang pathogen pada media PDA dan dilaksanakan di laboratorium
<i>Identifikasi</i>	Kegiatan untuk mencari identitas dari organisme yang diteliti, melalui buku kunci determinasi, foto-foto hasil penelitian sebelumnya, dicocokkan sehingga dapat diketahui klasifikasinya yaitu, ordo, family, spesies, dan genus

<i>Reisolasi</i>	Melakukan isolasi kembali pathogen yang telah ditemukan, misalnya massa jamur, bakteri, dengan tujuan untuk pemurnian dari kontaminasi
<i>Patogen</i>	Organisme penyebab penyakit pada tanaman, contohnya jamur, bakteri, virus, dan mikoplasma
<i>Musuh alami</i>	Organisme hidup yang memiliki peran sebagai agen pengendali hayati hama dan penyakit tanaman
<i>Predator</i>	Organisme pemangsa hama, biasanya ukuran tubuhnya lebih besar atau sama dengan mangsanya
<i>Parasitoid</i>	Organisme yang memarasit organisme lain, biasanya ukuran tubuhnya lebih kecil dari inang
<i>Entomopatogen</i>	Patogen penyebab penyakit pada serangga hama, contohnya jamur, bakteri, virus dan mikoplasma
<i>Mikroorganisme Antagonis</i>	Mikroorganisme antagonis adalah mikroorganisme yang dapat mengendalikan pathogen penyebab penyakit pada tanaman, contohnya jamur <i>Trichoderma</i> sp., antagonis terhadap jamur <i>Fusarium</i> sp., penyebab penyakit pada layu pada tanaman tomat
<i>Puso</i>	Kejadian gagal panen akibat serangan hama dan penyakit tanaman, atau akibat



iklim yang tidak mendukung, atau akibat bencana alam, dan kebakaran

*Deteksi Dini*

tindakan awal dalam menghadapi kejadian serangan hama dan penyakit pada tanaman

*Eksplorasi*

Pengumpulan suatu obyek dari beberapa lokasi yang sudah ditentukan

*Sistem Desktop*

Sistem yang dijalankan menggunakan pada hardware PC

*Sistem Mobile*

Sistem yang dijalankan menggunakan perangkat mobile (*smartphone*)

*Citra Digital*

Gambar Dua Dimensi Yang Bisa Ditampilkan Pada Layar Komputer Sebagai Himpunan/ Diskrit Nilai Digital Yang Disebut Pixel/ Picture Elements

*Citra Biner*

Nilai piksel-pikselnya hanya memiliki dua buah nilai derajat keabuan (grayscale) yaitu hitam dan putih. Pixel-pixel (picture elements) suatu objek akan bernilai 1 sedangkan pixel-pixel latar belakang bernilai 0.

*Piksel*

Unsur Gambar Atau Representasi Sebuah Titik Terkecil Dalam Sebuah Gambar Grafis Yang Dihitung Per Inci.

*Support Vector*

Suatu Teknik Untuk Melakukan Prediksi,



<i>Machine</i>	Baik Dalam Kasus Klasifikasi Maupun Regresi.
<i>Precision</i>	Tingkat Ketepatan Antara Informasi Yang Diminta Oleh Pengguna Dengan Jawaban Yang Diberikan Oleh Sistem.
<i>Recall</i>	Tingkat Keberhasilan Sistem Dalam Menemukan Kembali Sebuah Informasi.
<i>Akurasi</i>	Kedekatan Hasil Pengukuran Dengan Nilai Sesungguhnya, Presisi Menunjukkan Seberapa Dekat Perbedaan Nilai Pada Saat Dilakukan Pengulangan Pengukuran



## DAFTAR PUSTAKA



- Abdul K. & Adhi S. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Dheeb Al Bashish, Malik Braik, Sulieman Bani-Ahmand. 2010. *A Framework for Detection and Classification of Plant Leaf and Stem Disease*. International Conference on Signal and Image Processing.
- Adnan, M.A., 2008. *Pengaruh Penyakit Hawar Daun (Helminthosporium torcicum pass.) Terhadap Kehilangan Hasil Tanaman Jagung Manis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azri, 2009, *Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung*, Badan Litbang Pertanian : Jakarta
- E. Dinet, F. Robert-Inacio. December 2007. *Color Median Filtering: a Spatially Adaptive Filter*, Proceedings of Image and Vision Computing New Zealand 2007, pp. 71–76, Hamilton, New Zealand.
- Fitriani, F., 2009. *Hama dan Penyakit Jagung Manis (Zea mays saccharata sturt.) Desa Benteng*,

*Cibanten dan Nagrog, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor Jawa Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.*

Ganesan P,R. Immanuvel Rajkumar, V.Rajini. 2010. *Segmentation and edge Detection of Color Image Using CIELAB Color Space and Edge Detectors.*978-1-4244-9005-9/10/\$26.00 ©2010 IEEE

Geovanni.H-G, Raul E, Sanchez.Y, Victor.A-R, Fernando E.C-T. 2009. *Natural Image Segmentation using the CIELab Space.* Internation Conference on Electrical, Communication, and Computers.

Honggowibowo, A. S. *et al.* (no date) 'BERBASIS WEB DENGAN FORWARD DANBACKWARD CHAINING', pp. 187–194.

Iriany. R. N., M. Yasin dan A. Takdir. 2007. Jagung : Asal, Sejarah, Evolusi dan Taksonomi Tanaman Jagung dalam Jagung Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

Jayamala, K and Patil and R. Kumar. 2011. Advances In Image Processing for Detection of Plant Diseases. Journal of Advanced Bioformatics Application and Research.Vol.2(2):135-141pp.



Kalshoven, L. G. E., 1981. *Pest of in Indonesia*. Resived and Translated by P. A. Van Der Laan, University of Amsterdam. PT Ictiar Baru, Van Hoeve, Jakarta. 701p.

Kulkarni, A. H. and K, A. P. R. (2012) ‘Applying image processing technique to detectplant diseases’, 2(5), pp. 3661–3664.

Lihawa, M., Witjaksono., N. S. Putra. 2010. Survey Penggerek Batang Jagung Dan Kompleks Musuh Alaminya Di Provinsi Gorontalo. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 16 (2) : 82-87.

Lihawa, M. 2014. Kontribusi Faktor Biotik Dan Abiotik Yang Mengatur populasi penggerek batang Di Kabupaten Gorontalo Dan Pohuwato Provinsi Gorontalo. Disertasi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Lu, C., Gao, S. and Zhou, Z. (2013) ‘Maize Disease Recognition via Fuzzy Least SquareSupport Vector Machine’, 8(4), pp. 316–320.

Mauridhi Hery Purnomo, Agus Kurniawan, 2006, ”*Supervised Neural Networks dan Aplikasinya*”, Yogyakarta, Graha Ilmu.

McAndrew Alasdair.2004,“*An In trodution to Digital Image Processing with Matlab*”, Notes for SCM2511 ImageProcessing 1,Victoria University of Technology.



- Muis, A. dan Pakki, S., 2007. *Pathogen utama tanaman jagung setelah padi rendengan di lahan sawah tadah hujan*. Balai penelitian tanaman serealia. No 1. VOL. 26 ; 55-61pp.
- Nonci, N., 2004. Biologi Dan Musuh Alami Penggerek Batang *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera: Pyralidae) Pada Tanaman Jagung. *J. Litbang Pert.* 23 :8-14.
- Pabbage, M. S., A. M. Adnan, & N. Nonci, 2007. *Pengelolaan Hama Pra panen Jagung*. <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/ind/jagung/satuenam.pdf>. Diakses Tanggal 23 Oktober 2009.
- Pracaya, 1999. *Hama Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- P.Sanyal,U.Bhattacharya,S.K.Parui,S.K.Bandyopadhyay, S.Patel. 2007. *Color Texture Analysis of Rice Leaves to Diagnose Deficiency in the Balance of Mineral Level Towards Improvement of Crop Productivity*. 10<sup>th</sup> International Conference on Information Technology.
- Phadikar, S and J. Sil. 2008. *Rice Disease Identification using Patter Recognition Techniques* Proceeding of 11<sup>th</sup> International Conference on Computer and Informatioun Technology (ICCIT 2008). Khulna-Bangladesh.



Rajan, A. S. and Ramaraj, E. (2010) 'Median Filter in Agriculture', I, pp. 20–23.

Semangun, H. 1991. *Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gajah Mada University. 449.

Soenartiningsih, Fatmawati dan A.M. Adnan. 2013. *Identifikasi Beberapa Penyakit Utama pada Tanaman Sorgum dan Jagung di Sulawesi Tengah*. Prosiding Seminar Nasional Serealia, Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros.

Surtikanti, 2009. *Penyakit Hawar Daun Helminthosporium sp. Pada Tanaman Jagung Di Sulawesi Selatan Dan Pengendaliannya*. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian Serealia.

Talanca, A.H., dan A., Tenrirawe, 2015. *Respon Beberapa Varietas Terhadap Penyakit Utama Jagung Di Kabupaten Kediri Jawa Timur*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Talib, A, Hendra, 2017. *Kehilangan Hasil Akibat Penyakit Pada Tanaman Jagung (Zea mays L.) di Desa Tolite Jaya Kecamatan Tolinggula Kabupaten Gorontalo Utara*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo.

Yao, Q., Guan, Z. and Zhou, Y. (2009) 'Application of support vector machine fordetecting rice diseases using shape and color texture features', pp. 79–83. doi: 10.1109/ICEC.2009.73.