



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201861083, 28 Desember 2018

## Pencipta

Nama : **Dr. Mohamad Lihawa, SP., MP., Dr. Ir. Zulzain Ilahude, MP.,  
, dkk**

Alamat : Jl. Prof. HB. Jassin, Kelurahan. Limba U II, Kecamatan. Kota Selatan, Kota Gorontalo, Gorontalo, Gorontalo, 96115

Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Mohamad Lihawa, SP., MP., Dr. Ir. Zulzain Ilahude, MP.,  
, dkk**

Alamat : Jl. Prof. HB. Jassin, Kelurahan. Limba U II, Kecamatan. Kota Selatan, Kota Gorontalo, Gorontalo, 28, 96115

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Deteksi Dini Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung : Prespektif Informatika Pertanian**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 27 Desember 2018, di Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000130573

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001

**LAMPIRAN PENCIPTA**

| No | Nama                          | Alamat   |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Dr. Mohamad Lihawa, SP., MP.  | Jl. Prof. HB. Jassin, Kelurahan. Limba U II, Kecamatan. Kota Selatan, Kota Gorontalo |
| 2  | Dr. Ir. Zulzain Ilahude, MP.  | Jl. Taman Buah Kelurahan. Wongkaditi Timur Kecamatan. Kota Utara                     |
| 3  | Frangky Tupamahu, S.ST., M.T. | Jl. Bali I Kelurahan. Paguyaman Kecamatan. Kota Tengah                               |
| 4  | Rina A. Tayeb, SP., MM.       | Jl. Rambutan Kelurahan. Tomulabutao Kecamatan. Duingingi                             |

**LAMPIRAN PEMEGANG**

| No | Nama                          | Alamat   |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Dr. Mohamad Lihawa, SP., MP.  | Jl. Prof. HB. Jassin, Kelurahan. Limba U II, Kecamatan. Kota Selatan, Kota Gorontalo |
| 2  | Dr. Ir. Zulzain Ilahude, MP.  | Jl. Taman Buah Kelurahan. Wongkaditi Timur Kecamatan. Kota Utara                     |
| 3  | Frangky Tupamahu, S.ST., M.T. | Jl. Bali I Kelurahan. Paguyaman Kecamatan. Kota Tengah                               |
| 4  | Rina A. Tayeb, SP., MM.       | Jl. Rambutan Kelurahan. Tomulabutao Kecamatan. Duingingi                             |





**DETEKSI DINI HAMA DAN PENYAKIT  
TANAMAN JAGUNG  
(Perspektif Teknologi Pertanian)**

Mohamad Lihawa  
Frangky Tupamahu  
Zulzain Ilahude  
Rina A. Tayeb



Gorontalo, 2018

**IP.059.010.2018**

---

**DETEKSI DINI HAMA DAN PENYAKIT  
TANAMAN JAGUNG (Perspektif Teknologi Pertanian)**

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 : 978-602-5878-33-6

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>vi</b>  |
| <b>BAB 1 TANAMAN JAGUNG, PRODUK<br/>UTAMA GORONTALO .....</b>                             | <b>1</b>   |
| <b>BAB 2 HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN<br/>JAGUNG</b>   |            |
| A. Hama Utama Tanaman Jagung .....  | 4          |
| B. Penyakit Tanaman Jagung .....  | 17         |
| <b>BAB 3 SULITNYA PETANI MENDETEKSI<br/>HAMA PADA TANAMAN JAGUNG</b>                      |            |
| A. Cakupan Wilayah Penyuluhan Terlalu Luas...   | 30         |
| B. Jarak Antarwilayah Penyuluhan Terlalu Jauh.  | 30         |
| C. Keterbatasan Informasi .....   | 30         |
| <b>Bab 4 UPAYA MEMPERMUDAH PETANI<br/>MENDETEKSI HAMA DAN<br/>PENYAKIT TANAMAN JAGUNG</b> |            |

|   |    |
|---|----|
| A. Apa itu Sistem Pakar? .....  | 34 |
| B. Desain Perangkat Lunak .....   | 38 |
| C. Ekstraksi Fitur .....  | 42 |
| D. Pengujian dengan Pembelajaran Mesin<br>menggunakan Support Vector Machine..... | 49 |
| E. Desain Sistem Deteksi Dini Penyakit<br>Berbasis Dekstop.....                   | 67 |

**Bab 5   PENGOLAHAN GAMBAR HAMA  
          DAN PENYAKIT TANAMAN  
          JAGUNG PADA APLIKASI**

|   |     |
|---|-----|
| A. Akuisisi Citra Penyakit (Pemerolehan<br>Gambar Penyakit) .....                                       | 70  |
| B. Pra Pengolahan dan Segmentasi Citra<br>(Tahap Sebelum Pengerjaan dan<br>Pembagian Citra Gambar)..... | 71  |
| C. Citra Digital.....   | 79  |
| D. Pengolahan Citra Digital .....   | 80  |
| E. Model Warna.....   | 82  |
| F. Operasi Citra Biner .....  | 93  |
| G. Matriks Kookurensi.....  | 96  |
| H. Metode Holdout .....   | 100 |
| I. Support Vector Machine (SVM).....  | 101 |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| <b>Bab 6</b> | <b>EKSPLORASI HAMA DAN<br/>PENYAKIT TANAMAN JAGUNG DI<br/>DAERAH-DAERAH GORONTALO</b>   |            |
| A.           | Kabupaten Bone Bolango .....  | 118        |
| B.           | Kabupaten Gorontalo .....   | 120        |
| C.           | Kabupaten Boalemo .....   | 122        |
| D.           | Kabupaten Pohuwato .....  | 124        |
| E.           | Isolasi dan Identifikasi Hama dan Penyakit<br>Tanaman Jagung di Labolatorium BPTP ..... | 125        |
| <b>Bab 7</b> | <b>RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA ....</b>  | <b>129</b> |
| <b>Bab 8</b> | <b>PENUTUP .....</b>  | <b>131</b> |
|              | <b>Daftar Pustaka .....</b>   | <b>133</b> |







# Prakata

## **Bismillahirrahmanirrahiim**

Puji Syukur Tim Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tim Penulis dapat menyelesaikan buku ini yang merupakan hasil Penelitian Strategis Nasional dengan judul **“Deteksi Dini Hama dan Penyakit Tanaman Jagung (Perspektif Teknologi Pertanian)**. Himpunan kegiatan pada buku ini dilaksanakan di Provinsi Gorontalo sebagai wujud terbentuknya basis data hama dan penyakit tanaman jagung serta, mendeskripsikan proses deteksi terhadap gejala hama dan penyakit melalui pendekatan secara komputasi serta lahirnya sebuah aplikasi bernama *Corn Organism Disease Analyzer (CODO-A)*.

Lahirnya *software CODO-A* ini bertujuan untuk mengurangi risiko penurunan produksi tanaman jagung

melalui penanggulangan hama dan penyakit secara dini oleh petani maupun penyuluh lapangan.

Tim penulis dalam melakukan penelitian ini telah dibantu oleh berbagai pihak, oleh karena itu patutlah kami penghaturkan banyak terima kasih khususnya 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

Semoga bantuan yang tulus yang telah diberikan oleh semua pihak kepada Tim Penulis beroleh pahala dan ridho Allah SWT. Tim Penulis sangat senang sekali

apabila ada kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca untuk kesempurnaan buku ini.

Akhirnya Tim Penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terutama mahasiswa dan masyarakat umum.

Gorontalo, Desember 2018

TIM PENULIS



# BAB I

## **Tanaman Jagung, Produk Utama Gorontalo**

Jagung merupakan komoditi strategis setelah padi. Hal ini karena di beberapa daerah, jagung masih merupakan bahan makanan pokok kedua setelah beras. Selain itu, jagung juga dijadikan sebagai sumber bahan pangan, pakan, dan bahan baku industri. Sebagai komoditas pertanian, jagung diharapkan dapat mengatasi krisis pangan, dan selanjutnya akan mendukung ketahanan pangan nasional dengan memposisikan jagung sebagai tanaman kedua setelah padi.

Tanaman jagung di Provinsi Gorontalo dalam satu tahun, ditanam oleh petani sebanyak dua sampai tiga kali. Hal ini tergantung kebutuhan dan musim. Namun, produksi tanaman jagung sering mengalami

fluktuasi. Salah satu penyebabnya adalah adanya serangan hama dan penyakit.



## BAB II

### **Hama dan Penyakit Tanaman Jagung**

Upaya peningkatan produksi tanaman jagung di Provinsi Gorontalo terus dilakukan. Oleh karena itu, hama dan penyakit pada tanaman jagung harus diperhatikan. Kedua hal tersebut merupakan kendala paling penting. Hal ini sangat mempengaruhi pengembangan produksi tanaman jagung.

Sekarang ini dengan kondisi iklim yang tidak menentu dapat memicu ledakan populasi hama dan keparahan penyakit pada tanaman jagung. Berbagai cara banyak ditempuh untuk mengantisipasi serangan hama dan penyakit pada tanaman jagung. Misalnya, dengan menanam varietas yang tahan terhadap hama dan penyakit tertentu, melakukan introduksi musuh alami, baik itu *predator*, *parasitoid*, *entomopatogen*, dan

mikroorganisme antagonis. Tetapi hal ini belum maksimal dalam memecahkan masalah hama dan penyakit pada tanaman jagung.

Di beberapa wilayah pusat pengembangan jagung seperti Gorontalo, hal yang sering terjadi adalah banyak kerugian yang diakibatkan karena adanya hama dan penyakit tanaman yang terlambat untuk didiagnosis dan sudah mencapai tahap yang parah dan menyebabkan terjadinya gagal panen (puso).

Eksplorasi melalui survei terhadap hama dan penyakit tanaman jagung di Provinsi Gorontalo telah dilakukan dengan mengumpulkan hama serta penyakit tanaman jagung pada beberapa wilayah pengembangan tanaman jagung. Hasilnya telah diperoleh data hama dan penyakit tanaman jagung. Berdasarkan data, serangan hama dan penyakit yang sering muncul dan tidak dapat diantisipasi di antaranya yaitu sebagai berikut.

## **A. Hama Utama Tanaman Jagung**

### **1. Penggerek Batang Jagung (*Ostrinia furnacalis*)**

Luas serangan hama ini di Provinsi Gorontalo tahun 2003 mencapai 1.085 ha dan 10 ha puso (tidak



menghasilkan apa-apa). Penggerek batang jagung (*Ostrinia furnacalis*) merupakan serangga hama yang termasuk dalam ordo *lepidoptera family Crambidae*. Hama ini aktif dan menggerek pada stadia larva.

Hama penggerek batang jagung *O. furnacalis* di Gorontalo belum banyak diteliti dan dilaporkan. Hal ini karena tingkat kerusakan dan kerugian yang ditimbulkannya belum berarti dan menjadi masalah utama. Namun dalam pengembangan tanaman jagung ke depan, di Gorontalo masalah hama yang awalnya belum begitu penting, suatu ketika dikhawatirkan akan menjadi masalah yang serius. Penggerek batang jagung ini sering ditemukan dan konsisten ada pada setiap musim tanam (Lihawa, 2014). Hama penggerek batang jagung memiliki metamorfosa sempurna yaitu telur, larva, pupa, dan imago.

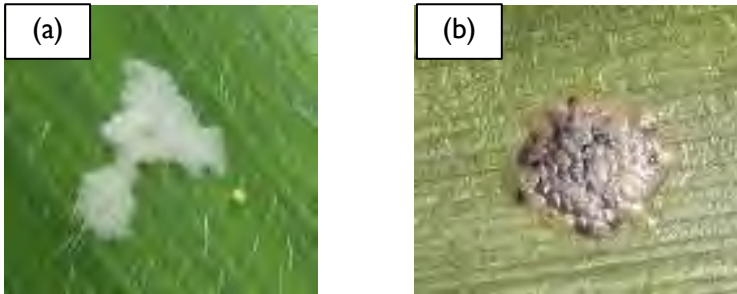
#### **a. Telur**

Imago betina hama penggerek batang jagung mulai meletakkan telur ketika tanaman jagung berumur dua minggu. Telur berbentuk seperti

sisik ikan. Telur biasanya diletakkan pada daun yang terkulai dan pada pucuk.

Puncak peletakan telur terjadi pada stadia pembentukan bunga jantan sampai keluarnya bunga jantan dan berakhir pada saat pembentukan biji jagung. Telur biasanya diletakkan di bawah permukaan daun, terutama pada daun ke-4, 5, 6 sampai daun ke-8 dari bawah.

Jumlah telur yang diletakkan setiap kelompok bervariasi, berkisar antara 30-50 butir atau bahkan lebih dari 90 butir. Seekor ngengat betina mampu meletakkan telur 300-500 butir. Stadium telur 3-4 hari dan biasanya diletakkan pada malam hari hingga dini hari. Pada waktu diletakkan, telur berwarna bening lalu berubah menjadi putih kekuningan dan berubah menjadi hitam ketika akan menetas (Kalshoven, 1981; Nonci, 2004; Pebbage, *et.al.*, 2007).



**Gambar 2.1**

- a) Satu kelompok telur *Ostrinia furnacalis* yang baru diletakkan; dan b) kelompok telur yang akan menetas

### **b. Larva**

Larva instar I hama penggerek batang jagung, sesaat setelah menetas dari telur langsung menyebar ke bagian tanaman lain. Pada fase pembentukan bunga jantan, larva instar I-III akan memakan daun muda yang masih menggulung dan pada permukaan daun yang terlindung dari daun yang telah membuka.

Pada fase lanjut, tanaman jagung sekitar 67-100% dari larva instar I dan II berada pada bunga jantan (Nafus and Schreiner 1987; dalam Pebbage, *et.al.*, 2007). Larva instar III sebagian besar berada pada bunga jantan, meskipun sudah ada pada bagian tanaman lain. Instar IV-VI mulai

melubangi batang jagung bagian atas buku dan masuk ke dalam batang, kemudian membor ke bagian atas.

Dalam satu lubang dapat ditemukan lebih dari satu larva. Stadium larva adalah 17-30 hari (Peabbage, *et.al.*,2007). Larva berwarna kristal keputihan, cerah dan bertanda titik hitam pada setiap segmen abdomen. Rata-rata panjang larva instar terakhir adalah 21,50 mm (Nonci, 2004; Lihawa, *et al.*, 2010).

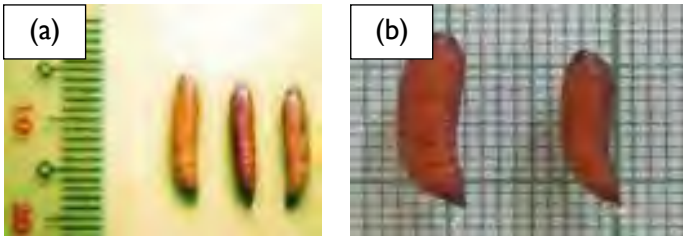


**Gambar 2.2**  
**Gambar larva penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* yang baru menetas (Lihawa, 2010)**

### **c. Pupa**

Larva yang akan membentuk pupa membuat lubang keluar yang ditutup dengan lapisan epidermis. Pupa yang baru terbentuk berwarna

krem, kemudian berubah menjadi kuning kecoklatan, menjelang ngengat keluar menjadi berwarna coklat tua. Stadium pupa adalah 6 - 9 hari (Nonci, 2004; Pebbage, *et.al.*,2007).

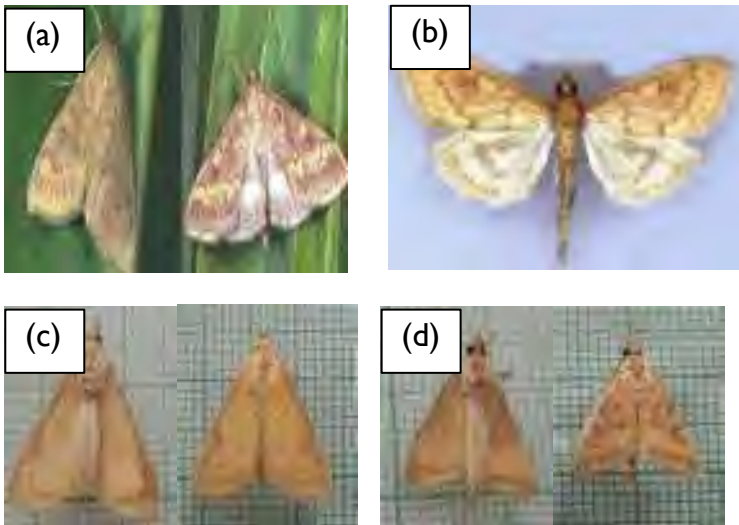


**Gambar 2.3**

**(a) Pupa, (b) pupa betina (kiri) dan pupa jantan (kanan)**  
***Ostrinia furnacalis*. (Sumber : Nonci, 2004; Pebbage,**  
***et.al.*,2007; Lihawa, 2010)**

#### **d. Imago**

Imago hama penggerek batang jagung biasanya keluar dari pupa pada malam hari pukul 20.00 - 22.00 dan langsung berkopulasi. Setelah itu meletakkan telur pada malam yang sama selama satu minggu. Lama hidup imago antara 2 - 7 hari, imago betina memiliki ukuran lebih besar dengan warna sayap agak gelap sedangkan warna sayap imago jantan berwarna terang (sPebbage, *et.al.*,2007).



**Gambar 2.4**

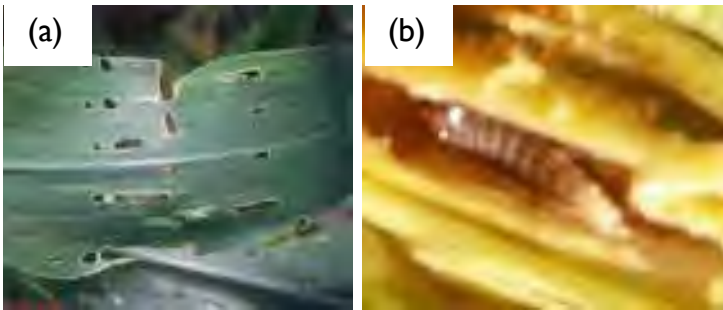
(a) Ngengat betina (kiri) dan ngengat jantan (kanan) *Ostrinia furnacalis* (Nonci, 2004); (b) Ngengat *Ostrinia furnacalis* (Pebbage, et.al., 2007); (c) Ngengat betina, (d) dan ngengat jantan *Ostrinia furnacalis* (Lihawa, 2010)

### Gejala Serangan

Gejala serangan hama penggerek batang jagung ini mempunyai ciri khas yaitu, berupa lubang kecil pada daun, lubang gorokan pada batang, bunga jantan, atau pangkal tongkol, batang dan tassel yang mudah patah, tumpukan tassel yang rusak, dan rusaknya tongkol jagung. Hama ini dapat menyerang semua bagian tanaman jagung.

Kehilangan hasil terbesar dapat terjadi saat serangan tinggi pada fase reproduktif (Kalshoven 1981; Pebbage, *et.al.*, 2007).

Di Indonesia, hama ini menyebar luas di Papua, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Sumatera (Waterhouse 1993 *dalam* Pebbage, *et.al.*, 2007). Spesies ini selain menyerang jagung dapat pula menyerang tanaman lain seperti sorgum, kedelai, mangga, okra, tomat, tembakau, lada, tebu, kapas, jahe, dan rumput-rumputan (PGCPP 1987 *dalam* Pebbage, *et.al.*, 2007).



**Gambar 2.5**

**(a) Gejala serangan penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* dan (b) larva yang ada dalam batang jagung (Lihawa, et al. 2010; 2014)**



## 2. Hama Belalang Kembara (*Valanga* sp. dan *Locusta* sp.)

Belalang atau yang dikenal oleh masyarakat Gorontalo dengan nama lokal Bulita merupakan hama yang sering ditemukan di areal pertanaman padi dan jagung dengan berbagai jenis, warna, dan bentuk. Di antara berbagai macam jenis belalang tersebut terdapat salah jenis yang cukup berbahaya yaitu belalang kembara. Hama ini termasuk dalam kelompok serangga (insecta), ordo Orthoptera, sub ordo Caelifera, super famili Acridoidea, famili Acrididae, sub famili Cyrtacanthacridinae dan sub famili Acridinae dengan genus *Valanga* dan *Locusta*. Kedua genus ini merupakan hama yang cukup penting di dunia dan termasuk jenis Australia yang banyak tersebar di daerah sub tropis dan daerah tropis termasuk Indonesia (Borrer *et. al.*, 1992; Pedigo, 1996; Speight *et al.*, 1999; Wagiman, 2003).

Belalang kembara sub famili Cyrtacanthacridinae, memiliki ciri yaitu kepala tegak lurus, ada pula yang kepalanya miring tetapi bertubuh ramping, memiliki duri/taji pada

prosternum, pada tungkai belakang jantan tanpa barisan pasak-pasak penghasil suara sedangkan sub famili Acridinae, memiliki ciri kepala miring dan tidak memiliki duri/taji, memiliki pasak-pasak penghasil suara, sayap belakang berwarna bening dan ada spot hitam di ujung sayap belakang (Borrer, *et. al.*, 1992).



**Gambar 2.6**  
**Nimpa belalang (*Valanga* sp) sedang memakan daun tanaman jagung (Foto : Lihawa 2014))**

### **Siklus Hidup**

Siklus hidup belalang kembara mengalami 3 (tiga) fase, yaitu soliter, transien dan gregaria atau umumnya hanya dibagi 2 (dua fase, yaitu soliter dan gregaria. Fase soliter hidup menyebar sendiri-sendiri, sedangkan fase gregaria hidup mengelompok dengan ambang padat populasi 2000 ekor dewasa per hektar (Leqoc, 1998). Perubahan

fase dan bentuk morfologi dipengaruhi oleh tingkat kerumunan (kepadatan) populasi pada waktu stadia nimfa. Dalam kurun waktu satu tahun belalang kembara mengalami 1-5 generasi dan tergantung pada suhu. Di daerah Sumatera bagian selatan mengalami 5 (lima) generasi yaitu 3 (tiga) generasi pada musim hujan dan 2 (dua) generasi pada musim kemarau. Kejadian kemarau panjang dapat menurunkan populasi musuh alami sehingga perkembangan populasi belalang kembara tidak terkendali yang mengakibatkan laju pertumbuhan semakin tinggi dan memberikan peluang terhadap perubahan fase dari soliter ke gregaria. Untuk dapat terus berkembang dan belalang kembara membutuhkan curah hujan ekuivalen 25-50 mm per bulan dan untuk bertahan hidup tergantung evapotranspirasi. Secara umum siklus hidup belalang kembara dari stadia telur sampai dewasa berkisar antara 47-173 hari (Suwardiwijaya, E., dan Harsono Lanya, 2003).

Belalang kembara di provinsi Gorontalo pertama kali meledak populasinya sekitar tahun 1987 dimulai

dari daerah kecamatan Popayato, Pohuwato dan Boalemo. Pada tahun 1992 populasi belalang kembara meledak lagi yaitu di kecamatan Paguyaman di areal pertanaman jagung dan tebu. Pada akhir tahun 1997 dan awal tahun 1998 populasinya meledak di daerah kabupaten Pohuwato kecamatan Popayato, kabupaten Gorontalo kecamatan Limboto dan Batudaa Pantai, ledakan populasi ini melebar sampai di kota Gorontalo kecamatan Kota Barat kelurahan Dembe pada areal pertanaman jagung. Pada tahun 2002 populasi hama belalang kembara meledak lagi di daerah kecamatan Anggrek tetapi serangan ini terjadi setelah panen sehingga tidak terdata luas serangannya. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa siklus belalang kembara di provinsi Gorontalo adalah hama ini muncul dan meledak setiap 5 tahun sekali (Lihawa, 2007).

### **Gejala Serangan**

Belalang kembara dalam menyerang tanaman budidaya (misalnya tanaman jagung) dapat

menimbulkan gejala dengan ciri-ciri daun tanaman menjadi rusak dan habis dimakan yang tersisa hanyalah tulang daun saja. Apabila menyerang dalam jumlah populasi yang tinggi (fase gregaria) dapat menimbulkan gagal panen (puso). Hama ini mengalami metamorfosa tidak sempurna yaitu dari telur-nimfa-imago. Nimfa dan imago dari belalang kembara merupakan hama yang cukup membahayakan karena memakan daun tanaman, stadia nimfa sangat aktif memakan dari pada stadia imago (Suwardiwijaya, E., dan Harsono Lanya, 2003).



**Gambar 2.7**

**Gejala serangan belalang (*Valanga* sp) pada tanaman jagung**  
(Sumber :Suwardiwijaya, E., dan Harsono Lanya, 2003; Lihawa, *et al.*, 2018)



**Gambar 2.8**

**Foto/gambar belalang (*Valanga* sp) pada tanaman jagung a) foto nimfa; b) gambar imago (Sumber :Suwardiwijaya, E., dan Harsono Lanya, 2003; Hizal, C., N., 2015)**

## **B. Penyakit Tanaman Jagung**

Tanaman dikatakan sakit bila ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya fisiologis tanaman.

Secara singkat, tanaman dapat disimpulkan memiliki penyakit ketika adanya penyimpangan dari keadaan normal pertumbuhan tanaman (Pracaya, 1999). Penyakit pada jagung yang sering menyerang jagung di Indonesia baik di dataran tinggi maupun rendah dibedakan menjadi beberapa jenis berikut ini.

### **1. Penyakit Bulai (*Peronosclerospora Maydis*)**

Penyakit bulai pada tanaman jagung atau *downy mildew* sudah dikenal sejak lama, karena akibat penyakit ini dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar. Penyakit bulai adalah penyakit

penting pada tanaman jagung di Indonesia. Kehilangan hasil tanaman jagung, akibat serangan penyakit bulai ini dapat mencapai 100% terutama pada tanaman jagung yang rentan (Burhanuddin, 2009). Penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung adalah oleh jamur *Peronosclerosporamaydis* dan *P. javanica* serta *P. pilippinensis* yang dapat berkembang dengan pesat pada suhu udara di atas 27°C dan keadaan udara lembab (Semangun, H. 1996).

Penyakit bulai pada tanaman jagung adalah termasuk penyakit utama dan sangat penting, karena banyak menimbulkan kerusakan dan kerugian pada tanaman jagung. Penyakit bulai apabila telah menyerang tanaman jagung, yaitu stadia vegetative pada umur muda dan varietas itu rentan, maka akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada tanaman sampai mencapai 100% (puso) (Wakman, 2002).



## Gejala Serangan

Burhanuddin dan Tandiabang (2010) menyatakan bahwa, gejala awal pada penyakit bulai terlihat gejala bercak klorotis kecil-kecil, kemudian bercak itu berkembang dan membentuk garis sejajar dengan tulang daun, selanjutnya meluas kebagian pangkal daun. Daun-daun yang terbentuk setelah itu, akan memperlihatkan gejala yang sama yaitu klorotis atau garis-garis merata di permukaan daun. Daun yang terinfeksi akan terlihat kaku dan pada permukaan bawah daun terdapat konidia jamur yang berwarna putih, hal ini terlihat terutama pada pagi hari. Selanjutnya Habibi, *et., al.*,(2017) menyatakan bahwa gejala awal penyakit bulai ditandai oleh adanya garis khlorotik yang berwarna putih sampai hijau kekuningan yang memanjang sejajar dengan tulang daun.

Selanjutnya gejala serangan pada tanaman berumur 2-3 minggu, daun meruncing kecil, kaku dan pertumbuhan batang terhambat dan menguning, sisi bawah daun terdapat lapisan spora cendawan warna putih, pada tanaman berumur 3-5

minggu, tanaman yang terserang mengalami gangguan pertumbuhan, daun berubah warna dan perubahan warna ini dimulai dari bagian pangkal daun, tongkol berubah bentuk dan isi, pada tanaman dewasa terdapat garis-garis kecoklatan pada daun tua (Rahmawati, 2012). Gejala penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang meluas ke seluruh badan tanaman dan menimbulkan gejala lokal (setempat), ini tergantung dari meluasnya jagung penyebab penyakit di dalam tanaman yang terinfeksi. Gejala sistemik hanya terjadi bila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu (Semangun, 1991).



**Gambar 2.9**

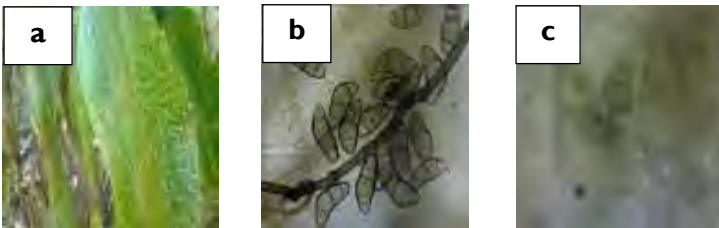
**Gejala penyakit bulai di lapang sebagai sumber inokulum (a), gejala penyakit bulai hasil inokulasi (b), Lapisan konidia pada**

permukaan bawah daun jagung yang terinfeksi *P. maydis* (c)  
(Sumber : Habibi, *et., al.*, 2017).

## 2. Penyakit Bercak Daun (*Curvularia* sp.)

Penyakit bercak daun pada tanaman jagung dapat disebabkan oleh jamur *Curvularia* sp., jamur ini sangat cepat penyebarannya dan biasanya dibantu oleh hembusan angin atau percikan air hujan. Selain itu, dapat juga melalui perantara manusia. Jamur ini memiliki inang yang cukup banyak, sehingga mudah tersebar kemana-mana. Jamur ini juga dapat menyerang tanaman sereal serta gulma dan jerami bekas pertanamannya (Soenartiningih *et al*, 2013).

Selanjutnya Muis dan Pakki (2007) melaporkan bahwa gejala penyakit bercak daun dapat ditemukan pada tanaman jagung ketika umur tanaman 4 minggu setelah tanam.



**Gambar 2.6**  
**Gejala Penyakit Bercak Daun**

## Gejala Serangan

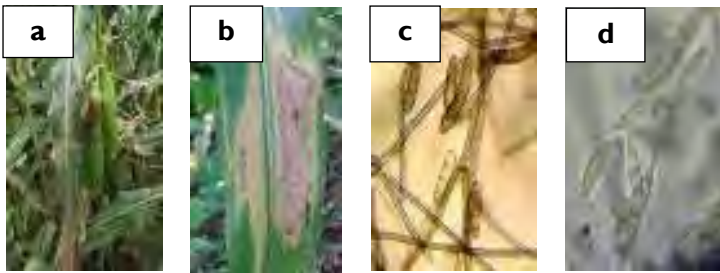
Gejala penyakit bercak daun pada tanaman jagung ditandai oleh munculnya bintik-bintik kecil kuning kecoklatan yang berukuran 1-2 mm. Gejala awal terjadi pada daun pertama, kemudian berkembang ke bagian daun di atasnya. Gejala bintik-bintik kecil akan menyatu dan seringkali mengalami nekrosis, serta akhirnya daun menjadi kering dan mati (Soenartiningih *et al*, 2013).

### 3. Penyakit Hawar Daun (*Helminthosporium Sp.*)

Penyakit hawar daun pada tanaman jagung dapat disebabkan oleh jamur *Helminthosporium sp.*, (Surtikanti, 2009). Pada musim hujan dengan curah hujan yang tinggi sepanjang musim tanam, dapat menyebabkan kerusakan berat.

Berdasarkan pengamatan penulis, serangan pathogen ini pertama kali terlihat pada tanaman jagung manis berumur 7-8 minggu pada daun-daun paling bawah kemudian menyebar kedaun-daun bagian atas. Di tempat-tempat elevasi yang lebih

rendah dari 300 m dpl, dapat terserang oleh pathogen ini, tapi tidak terlalu berpengaruh terhadap kuantitas hasil tanaman jagung. Apabila serangan tidak terlalu berat dan terjadi setelah pengisian tongkol sudah sempurna (Adnan, 2008).



**Gambar 2.7**

**Gejala Penyakit Hawar Daun (*Helminthosporium* sp.)**

### **Gejala Serangan**

Gejala serangan penyakit hawar daun *Helminthosporium* sp. pada tanaman jagung, mula-mula terjadi bercak-bercak kecil, jorong, hijau tua atau hijau kelabu kebasah-basahan. Selanjutnya, bercak menjadi berwarna coklat kehijauan, lama kelamaan bercak membesar dan mempunyai bentuk yang khas, yaitu berbentuk kumparan bercak yang mempunyai lebar 1-2 cm dan panjang 5-10 cm, bahkan dapat mencapai lebar 5 cm dengan panjang 15 cm.

Sehabis hujan atau ketika banyak embun, pada kedua sisi bercak berbentuk banyak spora, yang menyebabkan bercak tampak berwarna hijau tua berbeledu, yang makin ketepi warnanya makin muda. Beberapa bercak dapat bersatu membentuk bercak yang sangat besar menyebabkan seluruh daun menjadi mengering. Tanaman jagung yang sakit keras karena penyakit ini akan tampak kering seperti habis terbakar (Semangun, 1991).

#### 4. Penyakit Hawar Pelepah(*Rhizoktonia solani* *Khun.*)

Penyakit hawar pelepah pada tanaman jagung disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Penyakit ini umumnya terjadi di pelepah daun, biasanya dimulai pada pelepah daun terbawah dan seterusnya bergerak ke atas. Gejala yang berkembang berupa bercak – bercak kemerahan kemudian bercak meluas menjadi cokelat kehitaman. Jamur *R. solani f. sp.* Sasaki membentuk badan buah yang dapat bertahan hidup lama dalam keadaan kering. Sklerotia dari jamur ini mudah terlepas dari permukaan tanaman

inang dan akan hanyut terbawa air bila terjadi hujan atau pengairan. Sklerotia jamur apabila menempel pada tanaman inangnya, maka akan tumbuh dan menginfeksi ke jaringan tanaman. Selain bertahan hidup dalam bentuk sklerotia, jamur ini juga dapat bertahan hidup di dalam biji tanaman atau sisa-sisa tanaman di lapangan (Sudjono, 1988).

### **Gejala serangan**

Menurut (Rusae *et al.*, 2015) ciri-ciri gejala penyakit hawar pelepah adalah adanya bercak berupa titik kuning, dan berkembang menjadi bercak cokelat. Bercak titik kuning ini akan berkembang dan membesar seiring bertambahnya waktu dan akhirnya menjadi busuk berwarna cokelat kehitaman. Selain itu tampak adanya zonasi hawar yang merupakan perkembangan infeksi harian. Pada saat cuaca lembab terbentuk badan buah yang dikenal dengan sklerotia yang semula berwarna putih dan akhirnya berubah menjadi berwarna coklat kehitaman (Wakman dan Burhanuddin, 2001).



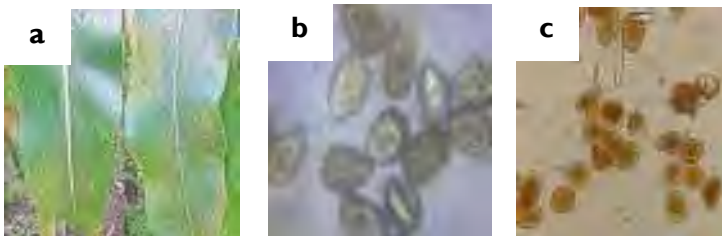


Gambar 2.8

Gejala Penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia . solani*) pada tanaman jagung (Foto : a. Tenteyali, M.S., 2016; b. Tupamahu, F., 2018)

### 5. Penyakit Karat Daun (*Puccinia Sorghi Schwin*)

Penyakit karat biasanya menyerang tanaman jagung pada stadia generatif, yaitu pada daun tanaman jagung, dan biasanya tidak begitu berpengaruh terhadap hasil tanaman jagung. Kondisi lingkungan sangat membantu kejadian penyakit (Tenrirawe dan Talanca, 2015).



Gambar 2.8

Gejala Penyakit Karat *Puccinia Sorghis* Chwin.

## Gejala Serangan

Gejala yang tampak pada tanaman adalah permukaan daun atas dan bawah terdapat bercak-bercak kecil bulat sampai oval, berwarna coklat sampai merah, dan orange karena cendawan ini membentuk *Urediosorus* panjang atau bulat panjang pada daun. Epidermis pecah sebagian dan masa spora dibebaskan menyebabkan *Urediosorus* berwarna coklat atau coklat tua. *Urediosorus* masak berubah menjadi hitam bila *Teliospora* terbentuk (Fitriani, 2009).

Sebenarnya setiap penyakit tanaman tersebut sebelum mencapai tahap yang lebih parah dan meluas umumnya menunjukkan gejala-gejala penyakit yang diderita serta masih dalam tahap yang ringan dan tingkat penyebarannya masih sedikit. Akan tetapi petani sering mengabaikan hal ini karena ketidaktahuannya dan menganggap gejala tersebut sudah biasa terjadi pada masa tanam. Sampai suatu saat timbul gejala serangan yang sangat parah dan meluas, sehingga sudah terlambat untuk dikendalikan.



## BAB III

### **Sulitnya Petani Mendeteksi Hama pada Tanaman Jagung**

Hama dan penyakit pada tanaman jagung merupakan masalah yang cukup serius. Untuk itu perlu pemahaman dan pengenalan jenis hama dan penyakit serta gejala yang ditimbulkannya pada tanaman. Pemahaman dan pengenalan jenis hama ini bisa ditujukan pada para ahli pertanian dan khususnya kepada petani. Peran para ahli pertanian yakni penyuluh pertanian, petugas pengamat hama, dan penyakit tanaman, sangat penting dalam membantu para petani untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman. Namun, karena beberapa kendala, para ahli pertanian tidak bisa langsung memberikan penyuluhan kepada para petani. Berikut kendalanya.

### **A. Cakupan Wilayah Penyuluhan Terlalu Luas**

Menangani permasalahan petani di lapangan, para ahli sering terkendala dalam hal penyampaian informasi hasil analisis. Permasalahan yang kompleks serta banyaknya petani yang membutuhkan penyuluhan tidak dapat ditangani secara langsung.

### **B. Jarak Antarwilayah Penyuluhan Terlalu Jauh**

Kendala jarak juga menjadi salah satu penghambat tersampainya penyuluhan tentang hama dan penyakit jagung.

### **C. Keterbatasan Informasi**

Keterbatasan informasi serta minimnya ketersediaan sumber informasi tentang hama dan penyakit di lapangan dan peralatan yang digunakan untuk menjangkau informasi masih bersifat umum atau konvensional. Kondisi ini menyebabkan terlambatnya informasi yang diperoleh petani dan berimbas pada terlambatnya penanganan hama dan penyakit di lapangan. Hal ini pun membuka peluang terjadinya kegagalan panen.

Kendala-kendala di atas dapat diatasi dengan adanya kemajuan teknologi dan informasi. Hal ini akan memudahkan petugas pengamat hama dan penyakit tanaman, penyuluh, petani, dan masyarakat, untuk mendapatkan informasi melalui teknologi tersebut dengan mudah dan cepat. Untuk itu pemahaman dan pengenalan hama dan penyakit tanaman jagung sangat perlu dikuasai.

Oleh karena itu, para ahli pertanian yakni penyuluh pertanian, petugas pengamat hama, dan penyakit tanaman, sangat penting dalam membantu para petani untuk dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasi jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman jagung. Sehingga petani akan paham dan mengetahui jenis hama dan penyakit tanaman jagung serta gejala serangannya.





## BAB IV

### **Upaya Mempermudah Petani Mendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Jagung**

Salah satu solusi untuk mengenalkan hama dan penyakit kepada petani adalah dengan melakukan identifikasi hama dan penyakit serta gejala yang muncul dan terlihat pada tanaman. Banyaknya jenis hama dan penyakit tanaman yang ada di areal pertanian, mengharuskan adanya upaya identifikasi dan klasifikasi terhadap hama dan penyakit yang lebih efektif, efisien, dan cepat dengan memanfaatkan sarana informasi teknologi. Sehingga petugas pengamat hama dan penyakit, penyuluh, petani, dan masyarakat umum menjadi mengerti dan terbiasa menggunakan teknologi.

Oleh karena itu, penulis bersama tim telah melaksanakan sebuah penelitian tentang solusi untuk menjawab permasalahan ini yaitu dengan diciptakannya



suatu aplikasi sistem pakar yang memberikan informasi mengenai hama penyakit tanaman dan dapat mendiagnosa gejala-gejala penyakit tanaman, khususnya tanaman jagung. Selain itu, sistem pakar ini juga sekaligus memberikan solusi tentang cara penanggulangannya. Solusi ini pun nantinya dapat digunakan untuk mengurangi atau memperkecil risiko kerusakan tanaman. Berikut akan dijelaskan bagaimana cara kerja sistem pakar.

#### **A. Apa itu Sistem Pakar?**

Sistem pakar adalah 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.

## **1. Komponen-Komponen yang Ada pada Sistem Pakar**

### **a. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)**

Berisi berbagai pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan, dan memecahkan persoalan.

### **b. 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.

**c. *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.

**d. 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. Antarmuka pengguna digunakan untuk media komunikasi antara *user* dan program.

**e. Subsistem Penjelasan**

Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan.

## 2. Cara Kerja Sistem Pakar

Sistem pakar 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 yaitu:

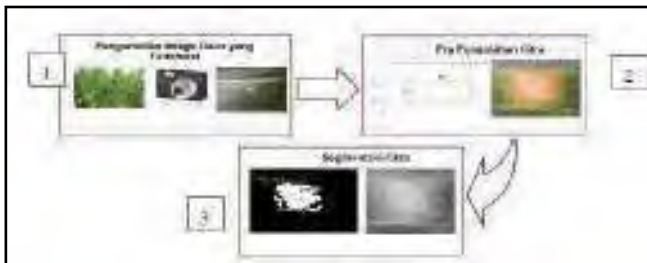
- a. Tanaman yang terkena hama difoto.
- b. Hasil foto tanaman yang terkena hama dan penyakit direkam dengan menggunakan sensor CCD (*charge-coupled device*) pada perangkat kamera digital.
- c. Selanjutnya pola hasil sinyal *spectral* dari hasil rekaman sensor CCD tersebut dibelajarkan pada komputer 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 dikonversike dalam bentuk *android* sehingga terbentuk suatu *package* sistem pakar berbasis *android* untuk mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman.

## B. Desain Perangkat Lunak

Pada kegiatan ini telah dilakukan proses kegiatan desain perangkat lunak sesuai dengan alur tahapan yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1**  
**Alur Proses kegiatan yang telah dilakukan**

Pada tahap pertama dilakukan pengambilan sampel gambar daun jagung yang terinfeksi penyakit bercak, hawar, dan karat daun seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dengan menggunakan perangkat

digital kamera dengan lensa zoom 26-182mm,f/3.4-6.4, 20.1 Mega pixels pada mode macro.



**Gambar 4.2**  
**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*) pada area yang merupakan bagian penyakit yang akan dijadikan objek untuk diteliti karena umumnya sering ditemui bahwa pada daun tanaman

jagung memiliki penyakit lebih dari satu. 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 x 3.

Adapun hasil dari pra pengolahan citra daun jagung yang terinfeksi seperti ditunjukkan pada gambar 4.3.



a. Citra Asli Penyakit

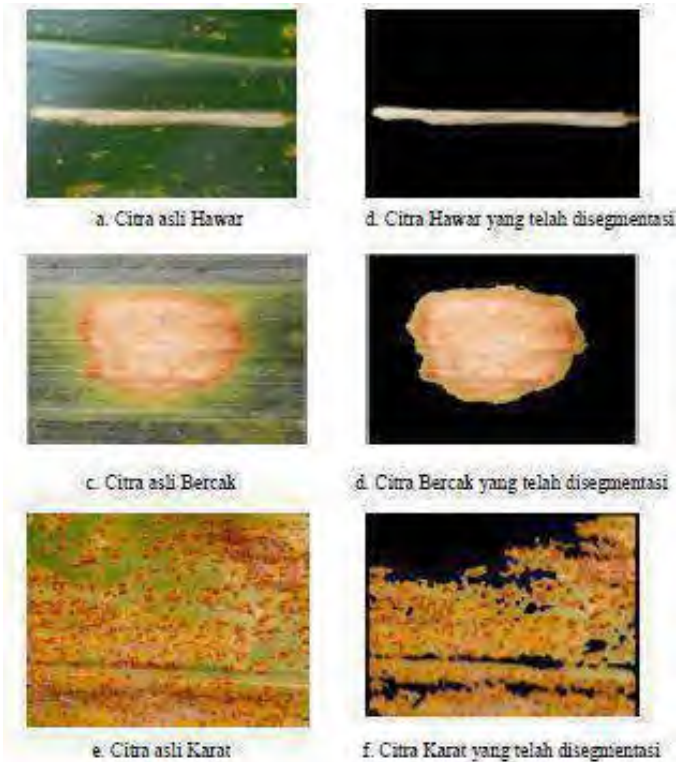


b. Citra Penyakit Yang telah di pra processing

**Gambar 4.3**  
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 4.4.



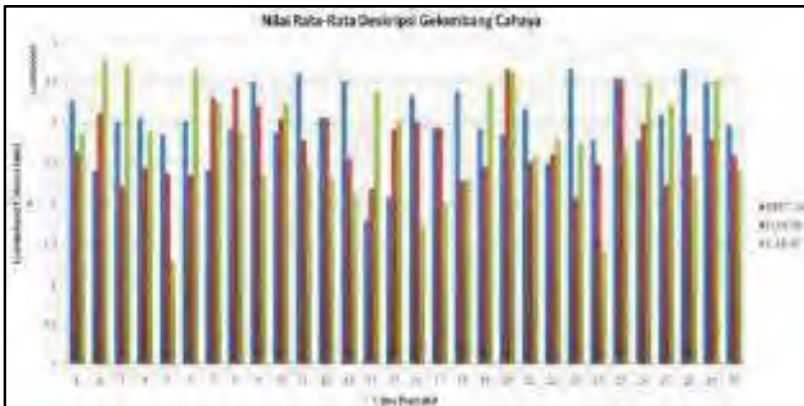


**Gambar 4.4**  
Citra daun tanaman jagung yang telah disegmetasi

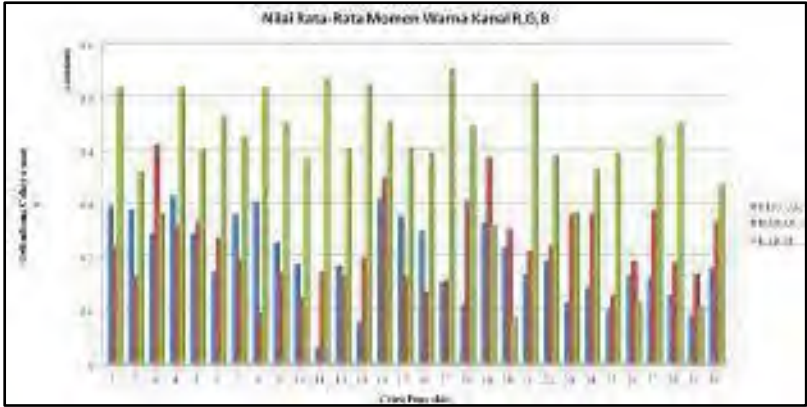
### C. Ekstraksi Fitur

Kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses ekstraksi ciri dari pada citra daun tanaman jagung yang terinfeksi penyakit berdasarkan deskripsi warna dengan menggunakan deskripsi gelombang cahaya dari pada citra/gambar penyakit dan kemudian pengukuran rata-

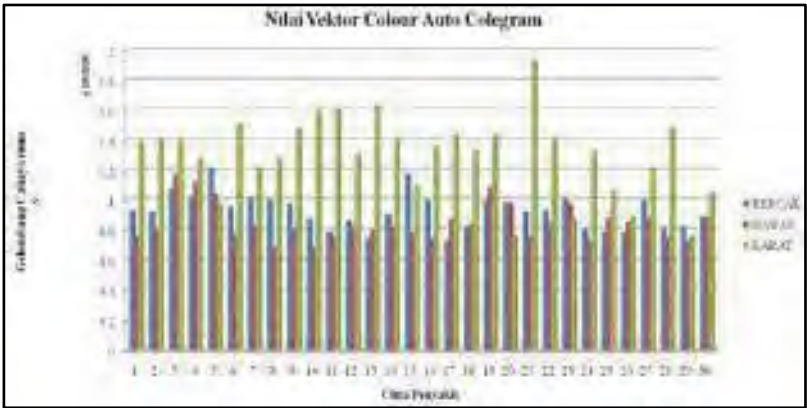
rata momen warna disetiap kanal R,G,B. selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap nilai derajat level keabuan setiap citra penyakit, Deskripsi warna penyakit. Momen Warna, Transformasi Wavelet, Gradien orientasi Diagram, Nilai rata-rata dan standar deviasi dan Keceragaman. Hal ini penting dilakukan guna 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 4.5 sampai dengan 4.16.



**Gambar 4.5**  
**Nilai rata-rata Gelombang cahaya yang terdeskripsi**

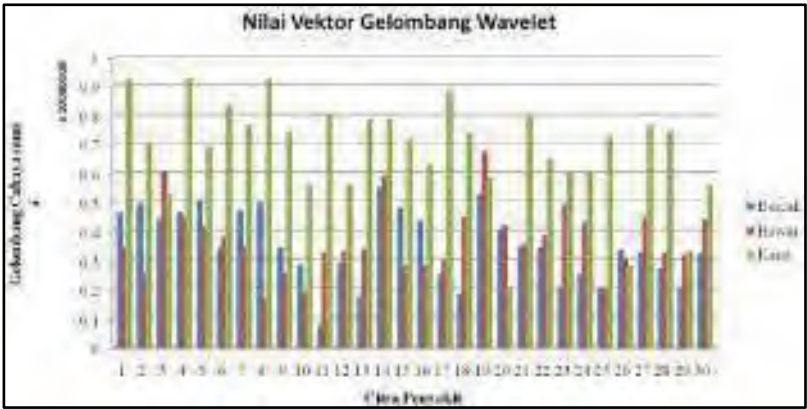


**Gambar 4.6**  
**Nilai Rata-Rata Momen Warna Kanal R,G,B**

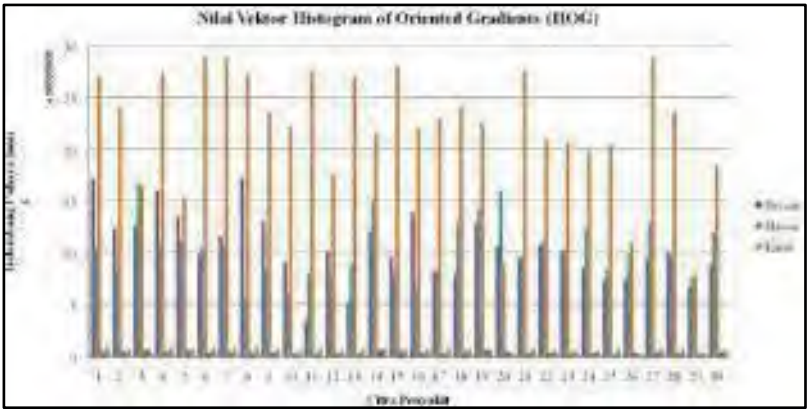


**Gambar 4.7**  
**Nilai Vektor *Colour Auto Colegram***

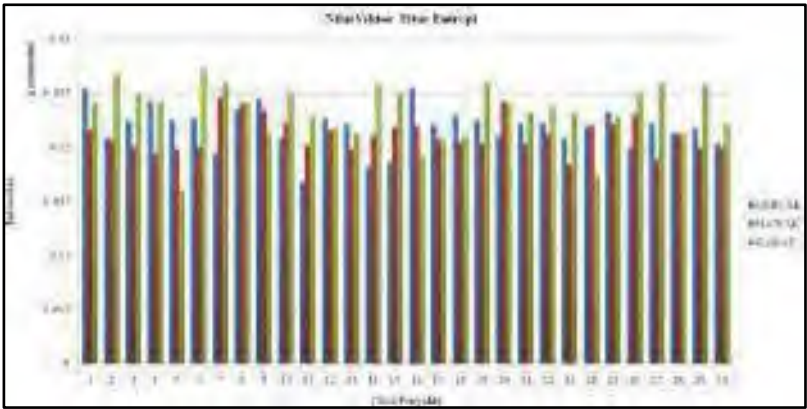




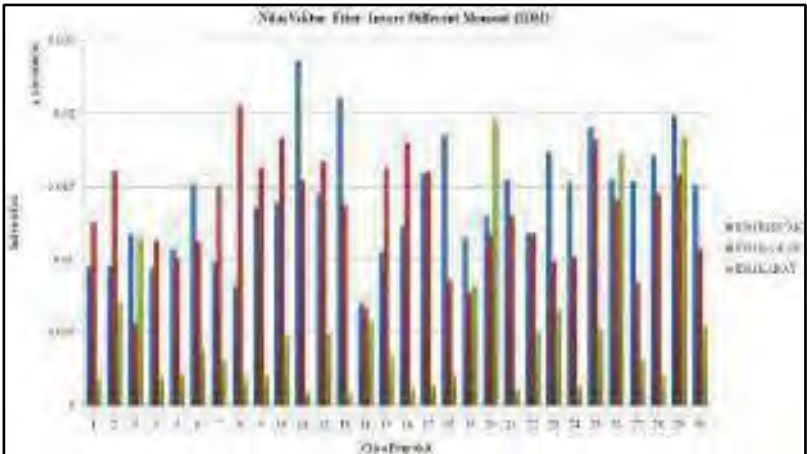
Gambar 4.8  
 Nilai *Vektor Colour Auto Colegram*



Gambar 4.9  
 Nilai Vektor Histogram Oriented Gradients (HOG)

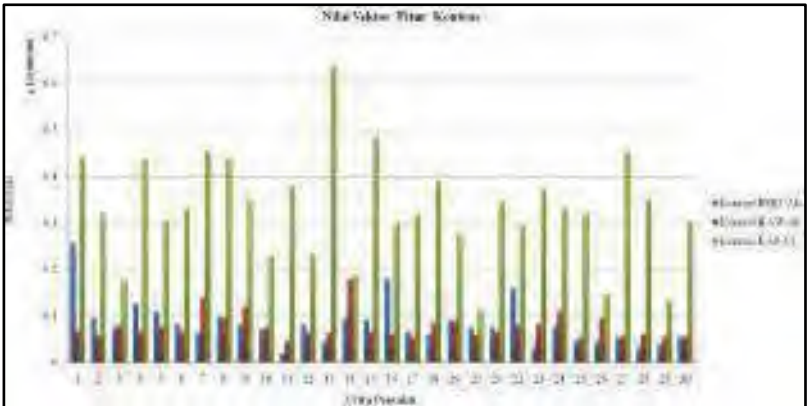


**Gambar 4.10**  
**Nilai Vektor Fitur Entropi**

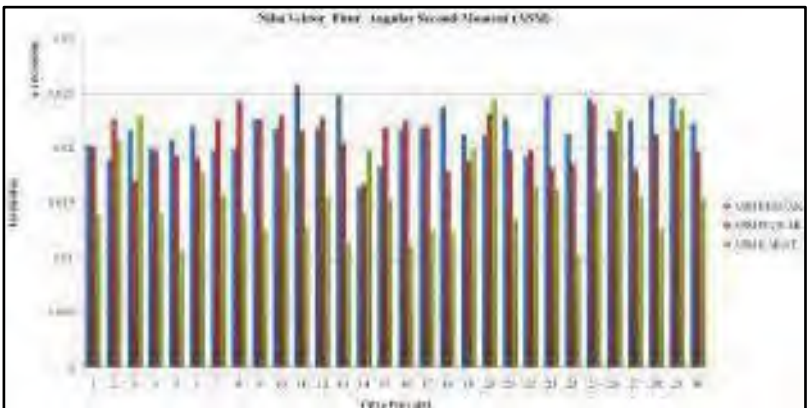


**Gambar 4.11**  
**Nilai Vektor Fitur IDM**

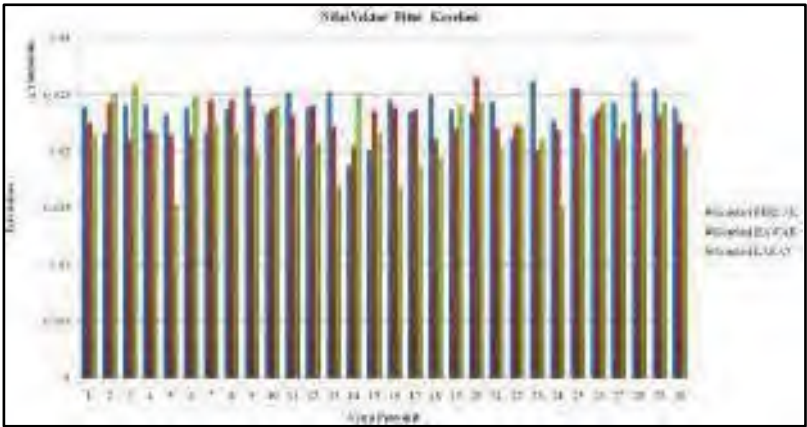




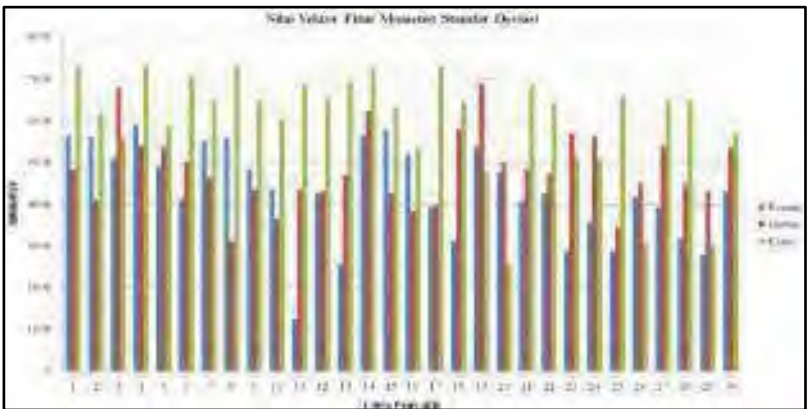
**Gambar 4.12**  
**Nilai Vektor Fitur Kontras**



**Gambar 4.13**  
**Nilai Vektor Fitur Angular Second Moment (ASM)**



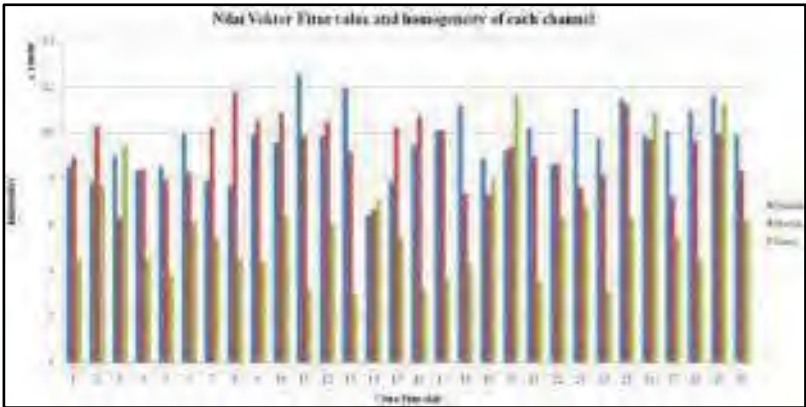
**Gambar 4.14**  
**Nilai Vektor Fitur Korelasi**



**Gambar 4.15**  
**Nilai Vektor Momen Standar Deviasi**







**Gambar 4.16**  
**Nilai Vektor Nilai dan Homogenitas Setiap Kanal Warna**

#### **D. 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 5.1 sebagai berikut.



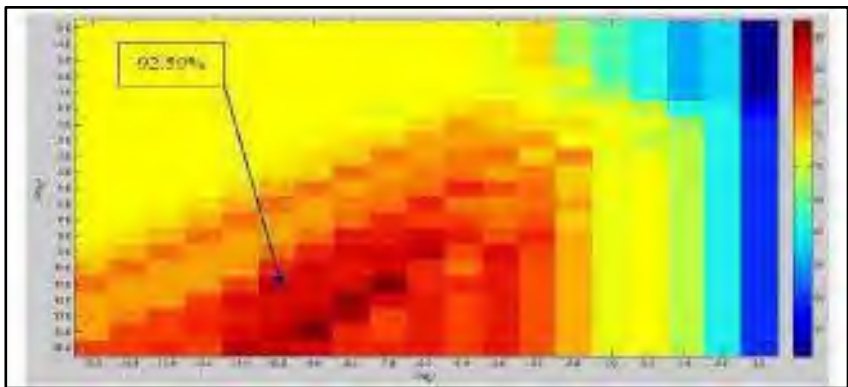
**Tabel 4. 1**  
**Validasi Silang antara data pengujian dan pelatihan**

| <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 ujicoba untuk membetuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 90% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter regulasi  $C = 2^{-1}$  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  $2^8$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 4.17.



**Gambar 4.17**  
**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 *confusion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2**  
**Confusion Matrix data latih 90% dan data uji 10%**

| <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* 4.2 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 4.18.



**Gambar 4.18**  
**Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 81 data pelatihan dan 9 data pengujian**

Berdasarkan tabel 4.2 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 4.3.

**Tabel 4.3**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

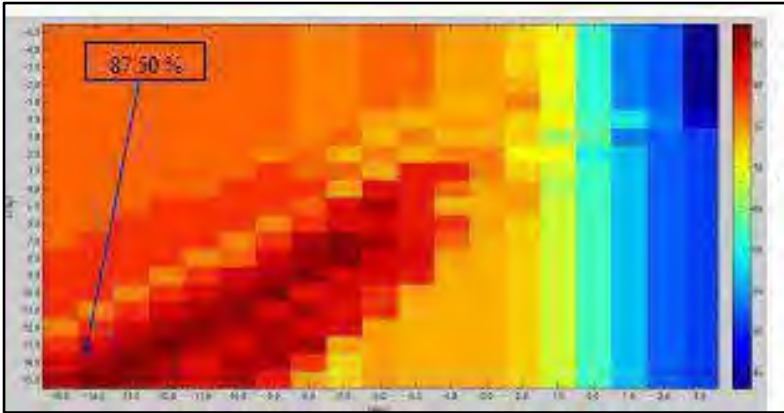
| Kelas Penyakit |        | Kelas Prediksi |        |       | Nilai Rata-rata |        |             | Akurasi Pengujian |
|----------------|--------|----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------------|-------------------|
|                |        | Karat          | Bercak | Hawar | Precision       | Recall | Specificity |                   |
| Kelas Aktual   | Karat  | 3              | 0      | 0     | 92%             | 89%    | 95%         | 88.89%            |
|                | Bercak | 0              | 3      | 0     |                 |        |             |                   |

|  |           |   |   |   |  |  |  |  |
|--|-----------|---|---|---|--|--|--|--|
|  | ak        |   |   |   |  |  |  |  |
|  | Haw<br>ar | 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 membetuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 80% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter regulasi  $C = 2^{15}$  dan parameter kernel  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-14}$ . untuk nilai kedua parameter tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi *cross-validation* CV = 87.50% pada "grid-search" interval  $2^{-5}$  sampai dengan  $2^{15}$  untuk parameter C pada dan untuk parameter  $\gamma$  (gamma)  $2^{-15}$  sampai dengan  $2^9$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 4.19.





**Gambar 4.19**

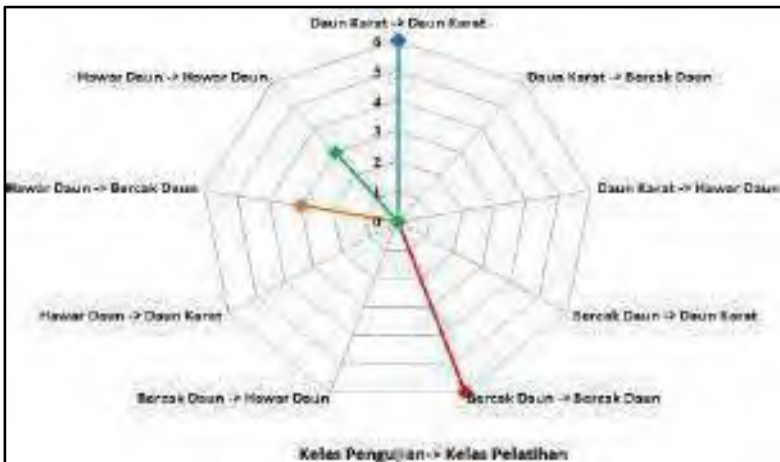
Parameter terbaik  $C = 2^{15}$  dan  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-14}$  Percobaan kedua

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 4.4.

**Tabel 4.4**  
Confusion Matrix data latih 80% dan data uji 20%

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

Dari tabel *confusion matrix* 4.4 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 4.20.



**Gambar 4.20**  
 Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 72 data pelatihan dan 18 data pengujian

Berdasarkan tabel 4.4 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 4.5.

**Tabel 4.5**  
**pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi**  
**Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

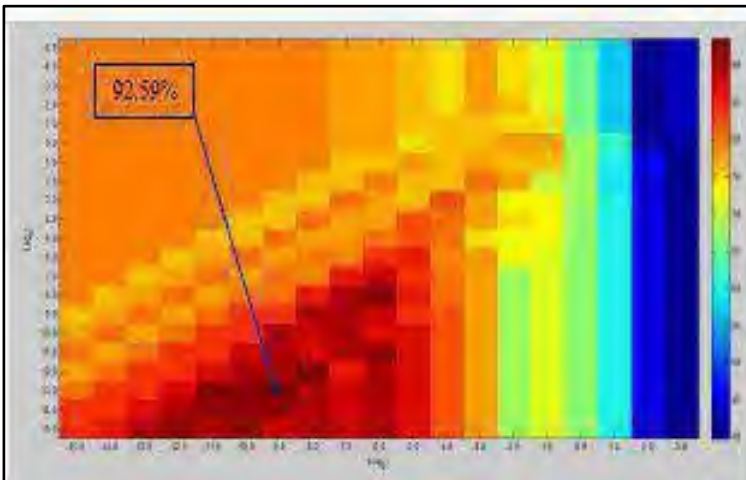
| Kelas Penyakit |         | Kelas Prediksi |         |        | Nilai Rata-rata |         |              | Akurasi Pengujian |
|----------------|---------|----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------------|-------------------|
|                |         | Karat          | Berca k | Haw ar | Precisio n      | Reca ll | Specificit y |                   |
| Kelas Aktual   | Karat   | 6              | 0       | 0      | 89%             | 83%     | 92%          | 83%               |
|                | Berca k | 0              | 6       | 0      |                 |         |              |                   |
|                | Hawa r  | 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 membuat model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 70% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter  $C = 2^3$  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  $2^{15}$  untuk parameter C pada dan untuk parameter  $\gamma$  (gamma)  $2^{-15}$  sampai dengan  $2^9$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 4.21.



**Gambar 4.21**  
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 *confussion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6**  
**Confusion Matrix data latih 70% dan data uji 30%**

| <i>Confusion Matrix</i> |                 | 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 4.6 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 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 4.22.



**Gambar 4.22**  
**Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 63 data pelatihan dan 27 data pengujian**

Berdasarkan tabel 4.6 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 4.7.

**Tabel 4.7**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

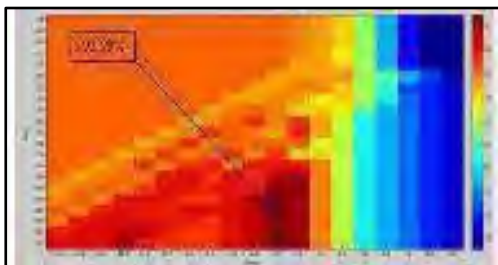
| Kelas Penyakit |        | Kelas Prediksi |        |       | Nilai Rata-rata |        |             | Akurasi Pengujian |
|----------------|--------|----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------------|-------------------|
|                |        | Karat          | Bercak | Hawar | Precision       | Recall | Specificity |                   |
| Kelas Aktual   | Karat  | 9              | 0      | 0     | 86%             | 85%    | 92.59%      | 85%               |
|                | Bercak | 0              | 6      | 3     |                 |        |             |                   |
|                | Hawar  | 0              | 1      | 8     |                 |        |             |                   |

#### 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 ujicoba untuk membentuk model pembelajaran mesin klasifikasi SVM untuk data pelatihan 60% menggunakan fungsi kernel RBF dengan nilai parameter  $C = 2^{15}$  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  $2^9$ .

Hasil untuk kedua parameter tersebut ditunjukkan pada gambar 4.23.



Gambar 4.23

Parameter terbaik  $C$  dan  $\gamma$  (gamma) percobaan keempat

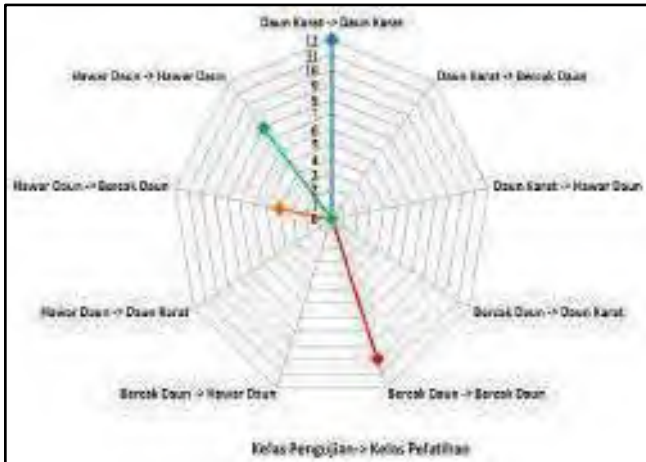
Selanjutnya model pembelajaran tersebut dilakukan pengujian dengan data yang belum dilakukan pembelajaran menggunakan 40% data uji yang telah displit menggunakan SVM, diperoleh suatu tabel klasifikasi yaitu *confusion matrix* yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8**  
**Confusion Matrix data latih 60% dan data uji 40%**

| <i>Confusion Matrix</i> |                 | 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 4.24.



**Gambar 4.24**  
**Visualisasi hasil klasifikasi SVM dengan 54 data pelatihan dan 36 data pengujian**

Berdasarkan tabel 4.8 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 4.9.

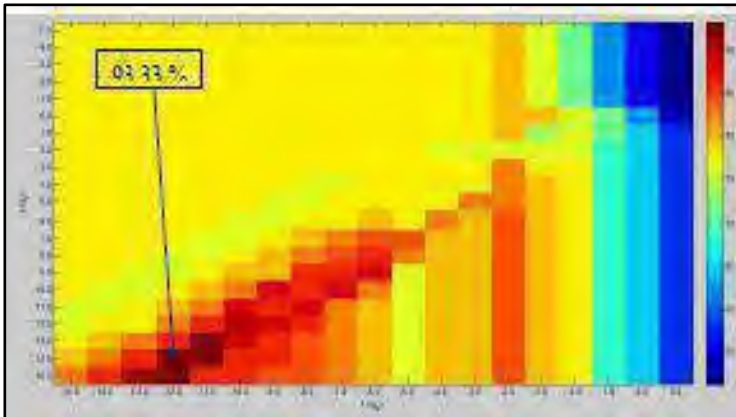
**Tabel 4.9**  
**Pengukuran tiap-tiap kelas diperoleh rata-rata akurasi**  
**Precision, Recall/sensitivity dan specificity klasifikasi SVM**

| 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     |                 |        |             |                   |

### 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  $C = 2^5$  dan  $\gamma$  (gamma) =  $2^{-12}$ , nilai kedua parameter tersebut tersebut diperoleh berdasarkan hasil akurasi *cross-validation*  $CV = 93.33\%$  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  $2^9$ . Hasil untuk kedua parameter tersebut

ditunjukkan pada gambar 4.25.



**Gambar 4.25**  
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 4.10.

**Tabel 4.10**  
Confusion Matrix data latih 50% dan data uji 50%

| Confusion Matrix |                 | 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 4.10 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 4.26.



**Gambar 4.26**

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

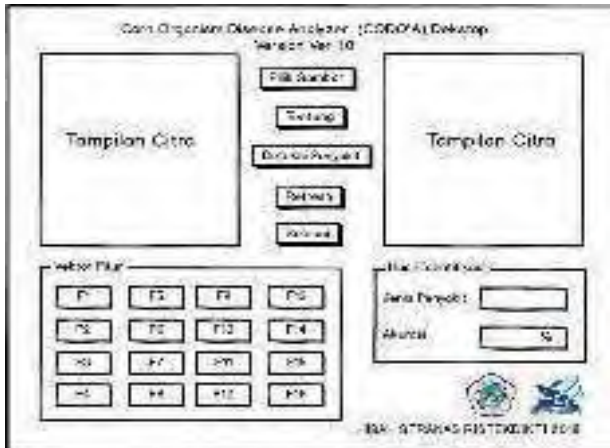
Berdasarkan tabel 4.10 dihitung akurasi *precision* dari tiap-tiap kelas dan kemudian dihitung akurasi *Recall/sensitivity* di tiap-tiap dan terakhir *specificity* pada tiap-tiap kelas diperoleh hasil ditunjukkan pada tabel 4.11

**Tabel 4.11**  
**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     |                 |        |             |                   |

## E. Design Sistem Deteksi Dini Penyakit Berbasis Dekstop

Adapun design dari sistem deteksi dini penyakit berbasis dekstop ditampilkan pada gambar-gambar berikut ini.



**Gambar 4.27**  
**Visualisasi Corn Organism Disease Analyzer (Dekstop Version Ver.10)**



**Gambar 4.28**  
**Visualisasi Rancangan Interaktif Sistem Dekstop Deteksi Penyakit**



## BAB V

### **Pengolahan Gambar Hama dan Penyakit Tanaman Jagung Pada Aplikasi**

Aplikasi sistem pakar yang dapat mendeteksi hama dan penyakit tanaman jagung dapat bekerja ketika semua model gambar hama dan penyakit sudah dimasukkan ke dalam aplikasi. Maka, sebelum sistem pakar ini bekerja untuk mendeteksi hama dan penyakit tanaman jagung, terlebih dahulu akan dilakukan pengambilan gambar-gambar dari hama dan penyakit tanaman jagung. Gambar-gambar ini kemudian akan diolah ke dalam aplikasi sistem pakar. Berikut adalah cara pengolahannya.

## **A. Akuisisi Citra Penyakit (Pemerolehan Gambaran Penyakit)**

Akuisisi citra merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengumpulkan objek yang akan dilakukan penelitian. Objek yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah citra daun jagung yang terinfeksi penyakit karat daun (nama latin), Hawar Daun (*Exserohilum turcicum*) dan Bercak Daun (*Cercospora Zea mays*) yang disebabkan oleh Jamur/Cendawan.



a. Karat Daun



b. Hawar Daun



c. Bercak Daun

**Gambar 5.1**  
**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.

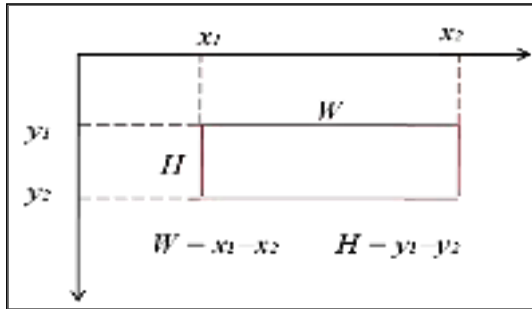
## **B. Pra Pengolahan dan Segmentasi Citra (Tahap sebelum pengerjaan dan pembagian citra gambar)**

### **1. *Cropping* (pemotongan)**

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.



Gambar 5.2  
Transformasi Geometri

## 2. *Filtering* (Penyaringan/ Perbaikan Kualitas Gambar)

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 x 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.

$$\hat{f}(x, y) = \text{median}\{g(s, t)\}_{(s, t) \in S_{xy}}$$

| Vektor Fitur Ciri Penyakit | Formulasi  |
|----------------------------|--|
| Momen Warna                | $\mu_c = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p_{ij}^c$  |
| Gradien Oriented Diagram   | $CX \times CY \text{ (} CX=SX / p, CY=SY / p \text{)}$ $BX \times BY$ $\text{(} BX = (SX - pc + L) / L, BY = (SY - pc + L) / L \text{)}$ |

|   |  |
|---|--|
| Level Derajat Keabuan                     | $N_g(i, j) = \frac{g(i, j)}{\sum_i \sum_j g(i, j)}$ <p><math>N_g(i, j)</math> adalah normalisasi matriks</p> |
| Nilai Rata-rata warna dan Standar Deviasi | $\sigma_c = \left[ \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (p_{ij}^c - \mu_c)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$        |
| Keseragaman Warna                         | $\theta_c = \left[ \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (p_{ij}^c - \mu_c)^3 \right]^{\frac{1}{3}}$        |

### 3. Ekstraksi Fitur (Pembagian Ciri Penyakit)

Ekstraksi ciri penyakit pada tanaman merupakan suatu bagian penting untuk analisis data yang bertujuan untuk mendapatkan detail ciri penyakit berdasarkan perubahan nilai piksel hasil pengambilan data menggunakan kamera digital pada daun yang mengalami perubahan morfologi yang disebabkan oleh penyakit. Pada penelitian ini untuk deskripsi citra penyakit tanaman berdasarkan perubahan morfologi perubahan warna.

Berikut adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan ciri penyakit tersebut.

**Metode *One Against All* untuk *Multiclass***

Metode ini akan membangun sejumlah  $k$  SVM biner, dimana  $k$  adalah banyaknya kelas [19]. SVM ke- $i$  dilatih dengan seluruh sampel pada kelas ke- $i$  dengan label kelas positif dan seluruh sampel lainnya dengan label kelas negatif. Jika diberikan  $l$  data pelatihan  $(x_1, y_1), \dots, (x_l, y_l)$ , dimana  $x_i \in \mathbb{R}^n, i = 1, \dots, l$  dan  $y_i \in \{1, \dots, k\}$  adalah kelas dari  $x_i$ , maka SVM ke- $i$  akan menyelesaikan permasalahan berikut :

$$\begin{aligned}
 \min_{w', b', \xi_j} & \quad \frac{1}{2} (w')^T w' + C \sum_{j=1}^l \xi_j' (w')^T \\
 & \quad (w')^T \phi(x_j) + b' \geq 1 - \xi_j', \quad \text{jika } y_j = i \\
 & \quad (w')^T \phi(x_j) + b' \leq -1 + \xi_j', \quad \text{jika } y_j \neq i \\
 & \quad \xi_j' \geq 0, \quad j = 1, \dots, l
 \end{aligned}
 \tag{5.1}$$

Untuk data pelatihan  $x_i$  dipetakan ke ruang dimensi tinggi yang lebih tinggi dengan menggunakan fungsi  $\phi$  dan  $C$  sebagai parameter pinalti.

Meminimalisasi  $\frac{1}{2}(w')^T w'$  berarti

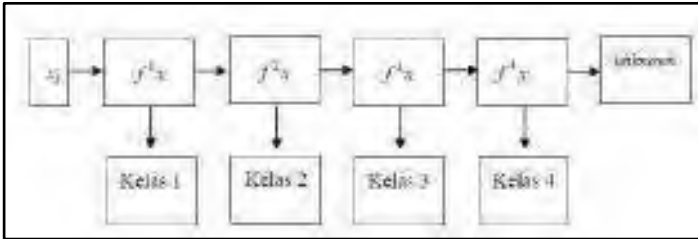
memaksimalkan  $\frac{2}{|2|^2}$  atau margin antara dua kelompok data. Ketika data tidak terpisah secara

linier, maka terdapat pinalti sebesar  $C \sum_{j=1}^l \xi_j$  yang dapat mengurangi jumlah *error* pelatihan. Ide dari SVM adalah menyeimbangkan regulasi

$\frac{1}{2}(w')^T w'$  dan *error* pelatihan. Setelah menyelesaikan permasalahan pada minimalisasi, maka terdapat sejumlah  $k$  fungsi keputusan.

$$f^1(x) = (w^1)x + b^1, \dots, f^k(x) = (w^k)x + b^k$$

Kelas data  $x$  akan ditentukan berdasarkan nilai fungsi keputusan yang tertinggi. Untuk pencarian solusi minimasi diatas menggunakan *quadratic programming*.



**Gambar 5. 3**  
**Klasifikasi One Against All untuk 4 kelas**

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk proses klasifikasi pada penyakit daun adalah sebagai berikut:

1. Normalisasi/ *scaling* pada set data vektor fitur hasil ekstraksi ciri.
2. Memetakan data tidak linear data ke ruang dimensi lebih tinggi menggunakan *fungsi kernel*.
3. Menentukan parameter terbaik regulasi  $C = 2^{-5}, 2^{-3}, 2^{1.5}$  dan parameter kernel =  $2^{-1.5}, 2^{-1.3}, \dots, 2^3$  menggunakan *cross-validation*.
4. Menggunakan parameter terbaik  $C$  dan ( $\gamma$ ) untuk dilakukan pelatihan.
5. Proses pengujian
6. Mendapatkan Confusion matrix hasil pengujian

### C. 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, di mana 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 vertikal 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.

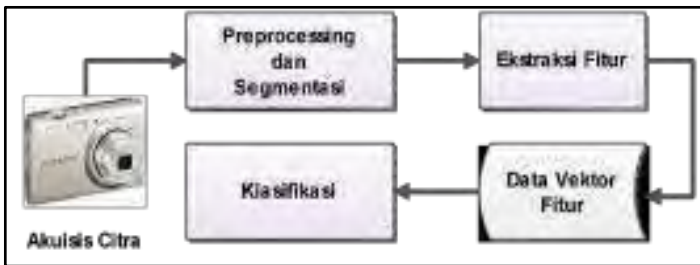
## **D. Pengolahan Citra Digital**

### 1. Pengenalan Pola

Salah satu hal yang penting berhubungan dengan citra digital adalah pengenalan obyek. Pengenalan obyek merupakan penelitian yang 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. Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar 5.4.



**Gambar 5.4**  
**Alur sistem pengenalan pola**

## 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.

## **E. Model Warna**

Model warna merupakan cara standar untuk menspesifikasikan suatu warna tertentu, dengan mendefinisikan suatu sistem koordinat 3D, dan suatu ruang bagian yang mengandung semua warna yang dapat dibentuk ke dalam suatu model tertentu. Suatu warna yang dapat dispesifikasikan menggunakan suatu model akan berhubungan ke suatu titik tunggal dalam suatu ruang bagian yang didefinisikannya.

### **1. Model Warna RGB**

Model warna *RGB* berdasarkan pada sistem koordinat kartesian dan biasa diterapkan pada monitor CRT dan banyak ditemui pada sistem grafika komputer. Tiga komponen dasar pada ruang warna ini yaitu merah (R), hijau (G) dan biru (B). Dengan panjang gelombang untuk masing-masing

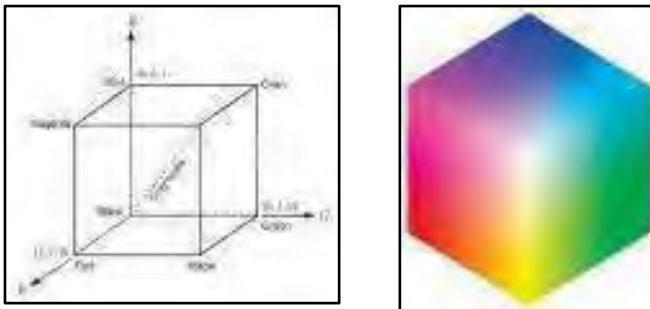
komponen warna yaitu warna merah 640-750nm, warna hijau 495-580nm dan warna biru 440-495nm.

Koordinat warna *RGB* sering di representasikan dalam notasi heksadesimal, dengan komponen individu bervariasi dari 00 (nilai desimal 0) ke FF (desimal 255). Sebagai contoh pada warna murni 100% merah dinotasikan FF0000. Model warna biasa disajikan dalam bentuk kubus tiga dimensi gambar 2.7a dan gambar 2.7b kubus warna secara nyata dengan resolusi 24 bit. Setiap piksel adalah gabungan ketiga warna tersebut, sehingga masing-masing piksel memiliki tiga komposisi warna dasar, dan diperlukan memori penyimpanan tiga kali lipat citra keabuan.

Model warna yang berorientasi yang sesuai dengan persepsi manusia terhadap warna, dasar yang digunakan adalah persepsi terhadap *hue*, *saturation*, *brightness*.

- *Hue* mengindikasikan panjang gelombang cahaya terhadap persepsi warna yang sesungguhnya berkisar antara 0 – 255 merujuk ke warna yang dikenal manusia seperti merah dan hijau.

- *Saturation* mengukur intensitas warna putih yang muncul pada suatu objek.
- *Brightness* (*value* atau *intensity* atau *lightness*) mengukur intensitas warna pada kisaran warnanya diantara gelap dan terang (berkisar antara hitam dan putih).



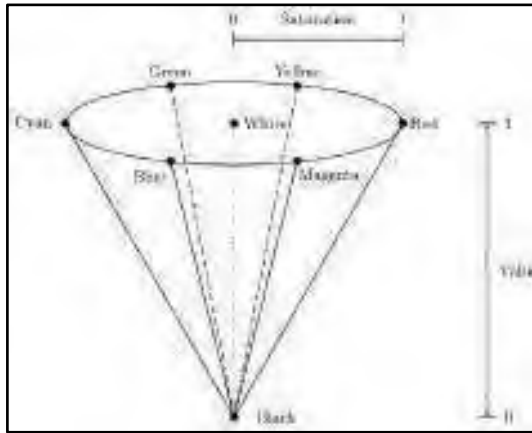
**Gambar 5.5**

(a). Model Warna R G B, (b). Kubus warna RGB24 bit

## 2. Ruang Warna HSV

Model warna HSV diformulasikan oleh pencarian pada kubus warna RGB sepanjang sumbu gabungan titik hitam dan putih, yang menghasilkan bentuk heksagonal palet warna, ditampilkan pada gambar 5.5. Sepanjang pergerakan pada sumbu vertikal keabuan pada gambar 5.5. Ruang warna HSV merupakan contoh ruang warna yang

merepresentasikan warna seperti yang ditangkap oleh indera penglihatan manusia [8].



**Gambar 5.6**  
**Kerucut heksagonal HSV**

H berasal dari kata “*hue*”, S berasal dari “*saturation*” dan V berasal dari “*value*”. Pada referensi lain HSV terkadang dinamakan dengan HSB, dengan B berasal dari kata “*brightness*” [9]. Transformasi merah, hijau dan biru (RGB) ke *Hue*, *Saturation*, *Value* (HSV) dihitung menggunakan persamaan :

$$H = \tan \left[ \frac{3(G - B)}{(R - G) + (R - B)} \right] \quad (5.2)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{V} \quad (5.3)$$

$$V = \frac{R + G + B}{3} \quad (5.4)$$

Tetapi cara ini membuat nilai dari *Hue* (H) tidak terdefiniskan ketika *saturation* (S) = 0. Sehingga solusi yang dilakukan yaitu normalisasi nilai dari *r, g, b* dengan mengikuti persamaan :

$$r = \frac{R}{R + G + B}, g = \frac{G}{R + G + B}, b = \frac{B}{R + G + B}$$

Dengan demikian, nilai dari *H, S* dan *V* dapat dihitung menggunakan persamaan

$$v = \max(r, g, b) \quad (5.5)$$

$$s = \begin{cases} (v - \min(r, g, b)) / v & v > 0 \\ 0 & v = 0 \end{cases} \quad (5.6)$$

$$h = \begin{cases} 0 & s = 0 \\ 60 * (g - b) & r = r \\ s * v & \\ 60 * \left[ 2 + \frac{(b - r)}{s * v} \right] & v = g \\ 60 * \left[ 4 + \frac{(r - g)}{s * v} \right] & v = b \end{cases} \quad (5.7)$$

$$H = H + 360 \quad \text{jika} \quad H < 0 \quad (5.8)$$

dengan komponen  $r, g$  dan  $b$  merepresentasikan nilai piksel merah, hijau, biru (RGB).

### 3. Sistem Ruang Warna CIE

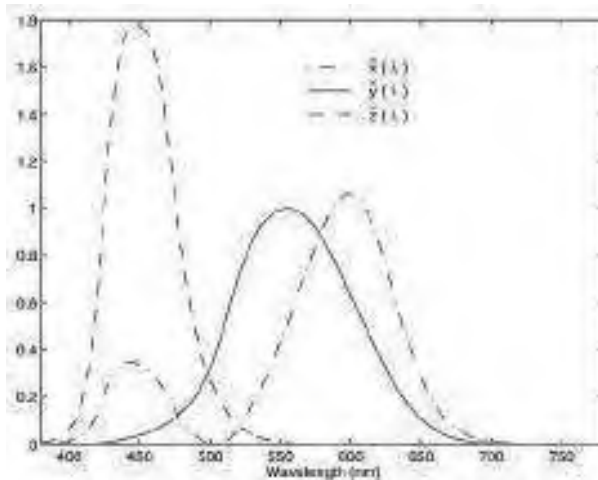
CIE (*Commission Internationale de L'Eclairage*) atau dalam bahasa inggrisnya disebut juga *International Commission on Illumination, an organization responsible for color standards*, merupakan suatu lembaga yang bertanggung untuk standarisasi metrik warna dan terminologi sejak tahun 1931.

Untuk memahami pengukuran warna dan manajemen warna dilakukan dengan mempertimbangkan penglihatan warna manusia.

Ada tiga hal yang mempengaruhi cara warna yang tangkap oleh manusia yaitu **Pertama**,

memiliki karakteristik iluminasi, **Kedua** terdapat objek, **Ketiga** ada interpretasi informasi ini dalam sistem mata/otak manusia. CIE metrik menggabungkan tiga jumlah tersebut, sehingga dapat berkorelasi baik sesuai dengan persepsi manusia [10] dengan menerbitkan hasil transformasi warna primer asli kedalam bentuk warna primer baru dalam bentuk grafik yang disebut sebagai fungsi warna yang cocok (*Color matching functions*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.7 juga dikenal sebagai CIERGB.

Sistem ruang warna ini adalah cahaya monokromatis yang memiliki panjang gelombang yang telah distandarkan oleh CIE yaitu untuk merah (700 nm), Hijaun (546,1 nm) dan Biru (435,8 nm).



**Gambar 5.7**  
**Panjang Gelombang warna CIERGB**

### a. Ruang Warna CIE XYZ

Model  $XYZ$  merupakan definisi yang diberikan oleh  $CIE$  yang keuntungan utama dari model ini adalah *luminance* atau *brightness* yang dihasilkan oleh  $Y$ . maka nilai  $Y$  memberikan citra *grayscale* dari citra berwarna.

Nilai kromatisitas dari warna merah, hijau dan biru dalam hal ini merupakan warna pokok, menunjukkan presentasi relatif suatu warna pokok diantara warna pokok lainnya pada warna yang



diberikan dengan mengikuti persamaannya sebagai berikut :

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad (5.9)$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (5.10)$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (5.11)$$

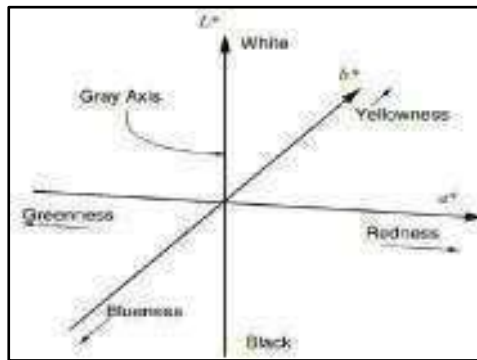
Sehingga, jika persamaan (5.9), (5.10) dan (5.11) dijumlahkan, maka  $x + y + z = 1$ . Nilai  $x$  dan  $y$  adalah nilai yang digunakan untuk memspesifikasikan kromatisitas warna.

Salah satu karakteristik dari ruang warna  $XYZ$  tersebut adalah nilai tristimulus  $X, Y$  dan  $Z$  selalu positif sehingga untuk transformasi citra  $RGB$  ke  $XYZ$  dapat ditulis dalam bentuk persamaan 5.12.

$$\begin{aligned} X &= 0.490 * R + 0.310 * G - 0.200 * B \\ Y &= 0.177 * R + 0.831 * G + 0.010 * B \\ Z &= 0.000 * R + 0.010 * G - 0.990 * B \end{aligned} \quad (5.12)$$

## b. Ruang Warna CIE $L^*a^*b^*$

Ilmuwan warna terus mengembangkan ruang warna baru dan variasi ruang warna XYZ dengan tujuan memberikan korelasi yang lebih baik dengan persepsi mata manusia warna. Ruang warna  $L^*a^*b^*$  merupakan ruang warna seragam yang telah distandarkan oleh CIE dan merupakan turunan ruang CIE XYZ dengan tujuan untuk menyeragamkan skala pada diagram *chromaticity* yang sebanding dengan persepsi mata manusia [11].



**Gambar 5.8**  
Interpretasi sumbu CIELAB dan sumbu sifat dasar  $L^*$ ,  $a^*$   
dan  $b^*$

Tiga parameter Gambar 5.8 dalam model dari pencahayaan pada warna untuk model  $L^*$

= 0 lebih condong ke hitam dan jika  $L^* = 100$  menunjukkan putih. Untuk model  $a^*$  bernilai negative mengindikasikan warna hijau dan  $a^*$  bernilai positif indikasi warna merah selanjutnya untuk  $b^*$  mengindikasikan warna biru bernilai negative dan indikasi kuning untuk  $b^*$  bernilai positif. Hubungan tak linier koordinat  $L^*a^*b^*$  menirukan respon tak linier pada mata manusia [12].

Ruang warna XYZ di konversi ke ruangan warna CIELAB/CIEL\*a\*b\* dihitung pada persamaan (5.13) berikut :

$$\begin{aligned}
 L^* &= 116 \left( \frac{Y}{Y_n} \right) - 16 \\
 a^* &= 500 \left[ f \left( \frac{X}{X_n} \right) - f \left( \frac{Y}{Y_n} \right) \right] \\
 b^* &= 200 \left[ f \left( \frac{Y}{Y_n} \right) - f \left( \frac{Z}{Z_n} \right) \right]
 \end{aligned}
 \tag{5.13}$$

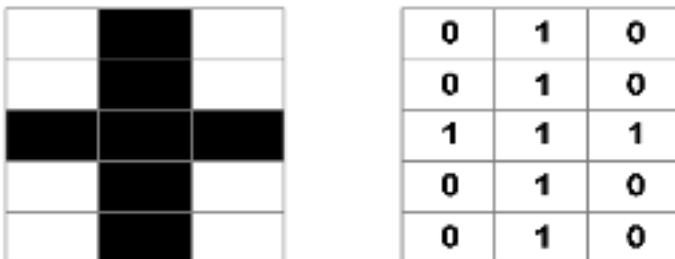
Untuk nilai f dihitung sebagai berikut :

$$f(q) = \begin{cases} q^3, & \text{jika } q > 0,008856 \\ 7,787q + \frac{16}{116}, & \text{untuk yang lain} \end{cases}$$

(5.14)

## F. Operasi Citra Biner

Binerisasi citra adalah salah satu proses penting yang sering dilakukan pada teknik visi komputer dan pengolahan citra. Jenis citra ini adalah sebuah citra dua dimensi yang terbentuk menjadi sebuah matriks berukuran  $M \times N$  yang setiap selnya berisi representasi nilai logical "True" atau "False" yang disebut juga data logik bilangan 0 atau 1 yang setara dengan nilai intensitas 255 nilai logic 0 dan nilai intensitas 0 untuk nilai boeol 1. Bilangan 0 tersebut sering diasosiasikan dengan warna putih dan 1 untuk warna hitam gambar 5.9.



Gambar 5.9  
Citra biner dan nilai matrix array citra biner

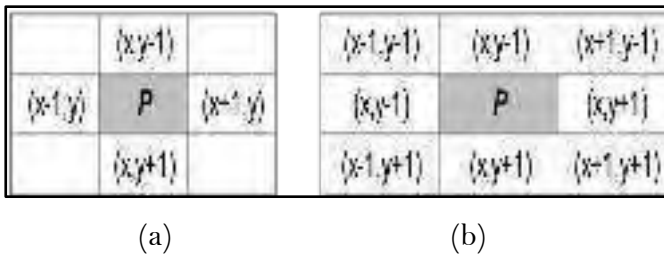
Umumnya, citra biner terbentuk dari citra intensitas yang mengalami proses tresholding. Proses ini sangat sederhana, pertama-tama tetapkan sebuah nilai  $T$  yang terletak diantara range nilai intensitas. Ubah nilai intensitas dari setiap piksel dengan mengikuti aturan berikut :

$$g(n) = \begin{cases} 0, & \text{jika } f(n) \geq T \\ 1, & \text{jika } f(n) < T \end{cases} \quad (5.15)$$

### 1. Hubungan Ketetanggaan Piksel

Piksel-piksel yang saling terhubung dalam suatu region disebut *connected* bila mematuhi aturan *adjacency* atau aturan “kedekatan” piksel gambar 5.10. Dengan demikian piksel-piksel yang di katakan *connected* pada dasarnya memiliki sifat *adjacency* satu sama lain yang masih memiliki hubungan *neighborhood* atau ketetanggaan. Ketetanggaan piksel yang umum digunakan yaitu *4-connectivity*, yang terdiri dari dua piksel,  $p$  dan  $q$  memiliki nilai konektivitas disebut *4-connectivity* jika  $q$  merupakan bagian dari  $N_4(p)$  dan 8 konektivitas, terdiri dari dua piksel,  $p$  dan  $q$  memiliki nilai

konektivitas disebut *4-connectivity* jika  $q$  merupakan bagian dari  $N_s(p)$ .



**Gambar 5. 10**  
Bentuk-bentuk ketetanggaan piksel (a). 4-tetangga (b).  
tetangga

## 2. Pelabelan Piksel Citra Biner

Citra dalam bentuk biner tersebut dilakukan pelabelan yaitu dengan proses *scanning* untuk mencari piksel yang saling berhubungan/ bertetangga  $A$  dengan piksel  $P$  menggunakan aturan elemen struktur yaitu *8-connectivity* gambar 2.12 proses iterasi dilakukan sampai memenuhi  $X_k = X_{k-1}$ . Proses pelabelan digunakan persamaan 5.16 [13].

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A, \quad k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, \infty \quad (5.16)$$

dengan,

$X_k = p$

$B = \text{Element Struktur}$

$A = \text{set piksel yang bernilai 1.}$

$k-1 = \text{Jumlah iterasi.}$

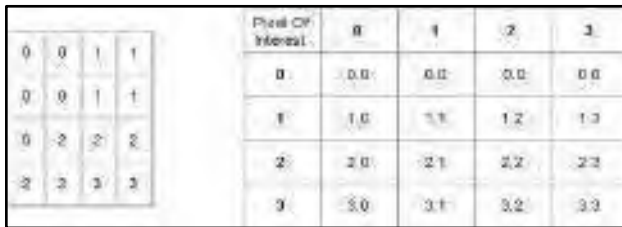
## G. Matriks Kookurensi

Matriks *co-occurrence* adalah matriks yang dibangun dengan menggunakan histogram tingkat kedua dalam hal ini ukuran matrik adalah  $L \times L$ ,  $L$  menyatakan banyaknya tingkat keabuan, dengan elemen  $P(x_1, x_2)$  yang merupakan distribusi probabilitas bersama dari pasangan titik-titik dengan tingkat keabuan  $x_2$  yang ada pada titik koordinat  $(j, k)$  dan untuk berada pada koordinat  $(m, n)$ . Sehingga koordinat pasangan pada kedua titik tersebut berjarak  $d$  dengan sudut  $\theta$ .

### ***Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)***

Haralick dkk pertama kali memperkenalkan penggunaan probabilitas co-kejadian menggunakan GLCM untuk mengekstraksi berbagai fitur tekstur. Yang didefinisikan sebagai sebuah histogram dua dimensi tingkat abu-abu untuk sepasang piksel,

yang dipisahkan oleh jarak/spatial tetap. GLCM dari sebuah objek citra dihitung menggunakan perpindahan vektor  $d$ , yang didefinisikan sebagai jarak dan orientasi sudut ( $\theta$ ). Mempertimbangkan sebuah matriks ukuran  $4 \times 4$  pada gambar 2.13(a) dengan derajat keabuan 0 sampai 3. Area kerja matriks ditunjukkan pada gambar 5.11(b), untuk  $\#(i,j)$  adalah pengertian dari jumlah perulangan nilai keabuan  $i$  dan  $j$  yang saling bertetangga yang dinyatakan sebagai vektor  $d$ .



a.

b.

**Gambar 5. 11**

**(a) matriks citra uji (b) bentuk umum area kerja matriks**

Perhitungan citra uji berdasarkan jarak spatial  $d$  dengan interval sudut  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  dengan jarak yang umum digunakan adalah 1 piksel memperoleh sebuah matriks korelasi. Transpose hasil matriks korelasi dijumlah dengan hasil matriks korelasi



agar mendapatkan sebuah matriks baru yang simentris sebagai mana diperlihatkan pada gambar 5.12.

$$\begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 A
 \end{array}
 +
 \begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 A^T
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} 4 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \\
 \text{matriks simentris}
 \end{array}$$

**Gambar 5.12**  
Pembentukan matriks GLCM yang simentris

Untuk menghilangkan ketergantungan pada ukuran citra, *GLCM* simentris perlu dilakukan normalisasi agar mempunyai rentan nilai 0 dan 1. Untuk normalisasi *GLCM* simentris dihitung dengan menggunakan persamaan

$$N_g(i, j) = \frac{g(i, j)}{\sum_i \sum_j g(i, j)} \tag{5.17}$$

$N_g(i, j)$  adalah normalisasi matriks *GLCM*.

Setelah diperoleh *co-occurance matrix* derajat keabuan yang telah dinormalisasi, Selanjutnya dihitung nilai masing-masing citra menggunakan lima fitur dari *GLCM* yaitu *angular second moment*

(ASM), *inverse different moment (IDM)*, *Entropi*, korelasi dan kontras.

Bentuk persamaan untuk memperoleh fitur tekstur dari daun yang terinfeksi dan tidak terinfeksi adalah sebagai berikut:

1. Fitur *Angular Second Moment (ASM)*

$$ASM = \sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} N_g(i, j) \quad (5.18)$$

2. Fitur *Homogen*

$$Homogeneity = \sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} \frac{N_g(i, j)}{1 + (i + j)^2} \quad (5.19)$$

3. Fitur *Entropy*

$$Entropy = - \sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} N_g(i, j) \log_2 N_g(i, j) \quad (5.20)$$

4. Fitur *Kontras*

$$Contrast = \sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} (i - j)^2 N_g(i, j) \quad (5.21)$$

5. Fitur *Korelasi*

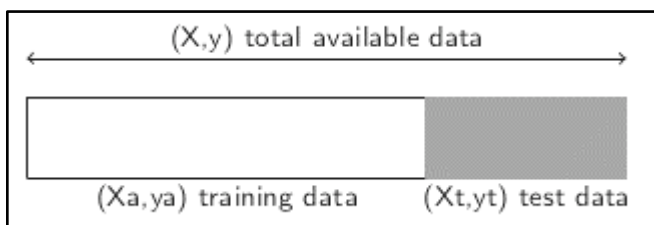
$$Correlation = \frac{\sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} (i - \mu_i)(j - \mu_j) N_g(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5.22)$$

Untuk  $\mu_i, \mu_j$  adalah nilai rata-rata dan  $\sigma_i, \sigma_j$  adalah standar deviasi jumlah baris dan kolom  $N_i(i)$  dan  $N_i(j)$ .

## H. Metode Holdout

Dalam metode ini, data yang diberikan secara acak dibagi menjadi dua set independen yang disebut set data pelatihan dan set datapengujian. Biasanya, dua-pertiga dari data yang dialokasikan untuk data training dan sisanya sepertiga dialokasikan ke data pengujian, data pelatihan sebagai di notasikan pada gambar 5.13, untuk  $Xa$  = vektor fitur input,  $ya$  = kelas latih dan data pengujian,  $Xt$  = data uji,  $yt$  = kelas uji.

Pelatihan set digunakan untuk memperoleh model, yang akurasi diperkirakan dengan uji set.



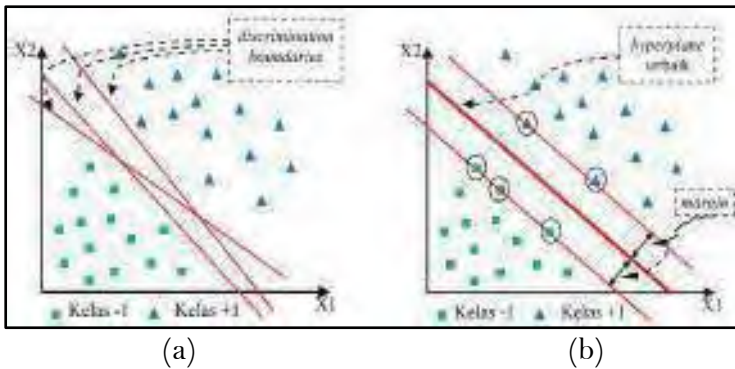
**Gambar 5.13**  
Pembagian data latih dan data uji dengan metode Hold Out

## I. Support Vector machine (SVM)

Pada tahun 1992 konsep *support vector machine* (SVM) pertama kali dikembangkan dan dipresentasikan oleh Vapnik, Boser dan Guyon di *Annual Workshop on Computational Learning Theory*. Pada dasarnya SVM adalah *linear classifier*, dan untuk dapat diterapkan pada permasalahan *non-linear* maka selanjutnya dikembangkan konsep *kernel trick* pada ruang kerja berdimensi tinggi. Saat ini SVM telah banyak diaplikasikan dalam masalah dunia nyata khususnya dalam permasalahan klasifikasi, dan secara umum hasil yang didapatkan lebih baik dibandingkan metode konvensional lainnya seperti misalnya *neural network*. Generalisasi yang lebih baik pada *support vector machine* dikarenakan prinsip *support vector machine* adalah berusaha menemukan pemisah antar kelas terbaik sedangkan *neural network* hanya berusaha menemukan pemisah antar kelas. SVM pada awalnya dikembangkan oleh Vapnik untuk klasifikasi dua kelas. Namun karena permasalahan yang banyak dijumpai di dunia nyata adalah permasalahan klasifikasi lebih dari dua kelas

maka selanjutnya dikembangkanlah klasifikasi *multiclass* (banyak kelas).

Pada penelitian ini permasalahan yang diselesaikan adalah permasalahan klasifikasi untuk tiga kelas, maka pembahasan pendekatan *support vector machine* untuk multi kelas dibahas pada subbab selanjutnya.



**Gambar 5.14**  
SVM Menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kelas -1 dan kelas +1

## 1. Pengenalan Pola Menggunakan SVM

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah class pada *inputspace*. *Hyperplane* dalam ruang vektor

berdimensi  $d$  adalah *affine subspace* berdimensi  $d-1$  yang membagi ruang vektor tersebut ke dalam dua bagian, yang masing-masing berkorespondensi pada kelas yang berbeda.

Pada gambar 5.14 diperlihatkan beberapa *pattern* yang merupakan anggota dari dua buah kelas yaitu kelas  $+1$  dan kelas  $-1$ . Dimana *pattern* yang tergabung pada kelas  $-1$  disimbolkan dengan bentuk kotak berwarna hijau, sedangkan *pattern* pada kelas  $+1$  disimbolkan dengan bentuk segitiga berwarna biru. Permasalahan klasifikasi secara sederhananya dapat dijelaskan sebagai suatu usaha untuk menemukan garis pemisah (*hyperplane*) yang memisahkan antara kedua kelompok *pattern* tersebut. Gambar 5.14 (a) menunjukkan adanya beberapa alternatif garis pemisah (*discrimination boundaries*) yang memisahkan *pattern* yang menjadi anggota dari dua kelas yang berbeda, disimbolkan dengan garis berwarna merah. Dari beberapa alternatif garis pemisah dapat dicari garis pemisah (*hyperplane*) yang terbaik antara kedua kelas tersebut. Hal ini dapat ditemukan dengan cara

mengukur margin dari hyperplane tersebut dan mencari nilai maksimalnya. Margin adalah jarak antara suatu hyperplane dengan pattern terdekat dari masing-masing kelas tersebut. Sedangkan pattern yang paling dekat dengan hyperplane disebut sebagai *support vector*. Gambar 5.14 (b) menunjukkan alternatif garis pemisah (*hyperplane*) yang terbaik, yaitu *hyperplane* dengan posisi terletak tepat pada tengah-tengah antara kedua kelas, ditunjukkan dengan garis tebal berwarna merah. Sedangkan pattern yang berbentuk kotak berwarna hijau dan pattern berbentuk segitiga berwarna biru yang berada dalam lingkaran hitam adalah pattern terdekat terhadap hyperplane dan disebut dengan *support vector*. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* ini merupakan intidari proses pembelajaran pada SVM.

Data yang tersedia dinotasikan sebagai  $\vec{x} \in \mathbb{R}^d$  sedangkan label yang menunjukkan kelas dari masing-masing data tersebut dinotasikan  $y_i \in \{-1, +1\}$  untuk  $i=1,2,3 \dots l$  dimana  $l$  adalah banyaknya jumlah data. Diasumsikan kedua kelas -1

dan  $+1$  data terpisah secara sempurna oleh *hyperplane* berdimensi  $d$ , yang didefinisikan:

$$\boxed{w \cdot x + b = 0} \quad (5.23)$$


Pattern  $\bar{x}$  yang termasuk kelas  $-1$  dapat dirumuskan sebagai *pattern* yang memenuhi pertidaksamaan:

$$\boxed{w \cdot x + b \leq -1} \quad (5.24)$$

Sedangkan *pattern*  $x_i$  yang termasuk kelas  $+1$  dapat dirumuskan sebagai *pattern* yang tidak memenuhi pertidaksamaan:

$$\boxed{w \cdot x + b \geq +1} \quad (5.25)$$

Margin yang terbesar dapat ditemukan dengan cara memaksimalkan nilai jarak antara *hyperplane*

dan titik *pattern* terdekatnya, yaitu  hal ini dapat dirumuskan sebagai *Quadratic Programming (QP)* problem, yaitu mencari titik minimal dari



persamaan (5.24), dengan tetap memperhatikan *constraint* pada persamaan (5.25).

$$\boxed{\min_w \tau(w) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2} \quad (5.26)$$

dengan

$$\boxed{y_i(x_i \cdot \vec{w} + b) - 1 \geq 0, \forall i} \quad (5.27)$$

Masalah *Quadratic Programming (QP)* ini dapat dipecahkan dengan berbagai macam teknik komputasi dan salah satu di antaranya adalah menggunakan *Lagrange Multiplier* dengan persamaan:

$$\boxed{L(\vec{w}, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i ((x_i \cdot \vec{w} + b) - 1))} \quad (5.28)$$

$(i = 1, 2, \dots, l)$

Dimana  $\alpha_i$  adalah Lagrange multipliers, yang bernilai nol atau positif ( $\alpha_i \geq 0$ ). Nilai optimal dari persamaan (5.28) dapat dihitung dengan meminimalkan  $L$  terhadap  $\vec{w}$  dan  $b$ , dan

memaksimalkan  $L$  terhadap  $\alpha$  saja, sebagaimana persamaan (5.29).

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^l \alpha_i \alpha_j y_i y_j x_i x_j \rightarrow \max$$
(5.29)

dengan

$$\alpha_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, l) \quad \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i = 0$$
(5.20)

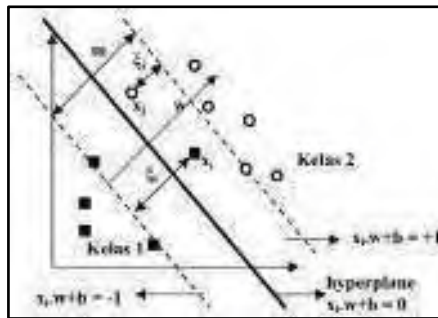
Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh  $\alpha$  dan data yang berkorelasi dengan  $\alpha$  yang bernilai positif ditentukan sebagai *Support Vector* [17].

## 2. Klasifikasi SVM untuk Data Nonlinier

Untuk mengklasifikasi data yang tidak dapat dipisahkan secara linier, perlu dilakukan modifikasi bidang pemisah (*Constraint*) persamaan (5.21) dengan menambahkan variabel slack (*slack variabel*)  $\xi_i$  ( $\xi_i > 0$ ) sebagai berikut :

$$y_i(x_i \cdot w + b) \geq 1 - \xi_i, \forall i$$
(5.21)

Jika  $x_i$  diklasifikasi dengan benar menjadi  $x_i \cdot w + b \geq 1 - \xi_i$  untuk kelas +1 dan  $x_i \cdot w + b \leq -1 - \xi_i$  untuk kelas -1. Pencarian bidang pemisah terbaik dengan menambahkan variabel  $\xi_i$  disebut sebagai *soft margin hyperplane* yang ditunjukkan pada gambar 5.15 [17].



Gambar 5.15  
Soft margin hyperplane

Dengan demikian persamaan 5.22 diubah menjadi:

$$\min_w r(w, \xi) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l \xi_i \quad (5.22)$$

Parameter  $C$  adalah suatu parameter yang menentukan besar pinalti akibat kesalahan dalam

proses klasifikasi data dan nilai parameter tersebut. Nilainya ditentukan oleh pengguna.

Selanjutnya, bentuk *primal problem* sebelumnya dirubah menjadi:

$$Lp = \frac{1}{2} |w|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i - \sum_{i=1}^n \alpha_i (y_i (x_i \cdot w + b) - 1 + \xi_i) - \sum_{i=1}^n \mu_i \xi_i$$

(5.23)

Dengan cara yang sama dengan penurunan persamaan dual problem pada data linier, maka persamaan dual problem untuk data nonlinier adalah sebagai berikut:

$$L_D(w, b, \alpha) = \sum_{i=1}^n \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1, j=1}^n \alpha_i \alpha_j y_i y_j x_i x_j$$

(5.24)

dimana untuk nilai  $\alpha_i$  adalah  $0 \geq \alpha_i \geq C$ .

Metode lain untuk menyelesaikan permasalahan data nonlinier dalam SVM adalah dengan cara memetakan data ke ruang dimensi lebih tinggi (ruang ciri atau *feature space*) [18], dimana data pada

ruang tersebut dapat dipisahkan secara linier, dengan menggunakan transformasi  $\Phi$ .

$$\boxed{\varphi : \mathbb{R}^d \mapsto H} \quad (5.25)$$

Dengan demikian algoritma pelatihan tergantung dari data melalui *dot product* dalam  $H$ . sebagai contoh  $\varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j)$  jika terdapat fungsi kernel  $K$ , sedemikian hingga  $K(x_i, x_j) = \varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j)$ , dengan demikian dalam proses pelatihan hanya memerlukan fungsi kernel  $K$ , tanpa harus mengetahui seperti apa proses transformasi  $\Phi$  secara pasti.

Dengan cara mentransformasikan  $x_i \rightarrow \varphi(x_i)$ ,

maka nilai  $w$  menjadi  $w = \sum_{i=1}^{N_{sv}} \alpha_i y_i \varphi(x_i)$  dan fungsi pembelajaran menjadi :

$$\boxed{f(x_s) = \sum_{i=1}^{N_{sv}} \alpha_i y_i \varphi(x_i) \cdot \varphi(x_s) + b} \quad (5.26)$$

*Feature space* biasanya mempunyai dimensi yang lebih tinggi, hal ini mengakibatkan komputasi pada *feature space* mungkin sangat besar. Untuk mengatasi hal ini, maka digunakan “*kernel trick*” atau  $K(x_i, x_j) = \varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j)$ , maka persamaan 5.26 menjadi:

$$f(x_d) = \sum_{i=1}^{N_{sv}} \alpha_i y_i K(x_i, x_d) + b \quad (5.27)$$

dimana  $N_{sv}$  adalah jumlah *support vectors*.

Berikut fungsi kernel SVM yang umum digunakan memetakan ruang data nonlinier kedalam ruang dimensi tinggi :

- Linier :

$$K(x_i, x_j) = x_i^T x_j$$

- Polynomial :

$$K(x_i, x_j) = \gamma(x_i^T x_j + r)^d, \gamma > 0$$

- Radial Basis Function:

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2), \gamma > 0$$

- Sigmoid :

$$K(x_i, x_j) = \tanh(\gamma x_i^T x_j + r)$$

### ***3. Support Vector Machine untuk Multiclass***

SVM pada mulanya dikembangkan oleh Vapnik untuk klasifikasi biner (dua kelas). Namun karena permasalahan yang banyak dijumpai di dunia nyata adalah permasalahan klasifikasi lebih dari dua kelas maka selanjutnya dikembangkan lah klasifikasi *multiclass* (banyak kelas). Secara umum terdapat dua pendekatan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi menggunakan SVM untuk *multiclass*. Pendekatan yang pertama adalah dengan cara menggabungkan semua data dalam suatu permasalahan optimasi, sedangkan pendekatan yang kedua adalah dengan cara membangun suatu *multiclass classifier*, dimana hal ini didapatkan dengan cara menggabungkan beberapa SVM biner. Pendekatan yang pertama menghendaki penyelesaian masalah optimasi yang lebih rumit dan tingkat komputasi yang tinggi, dengan demikian

pendekatan ini kemudian tidak banyak dikembangkan.

### **Metode *One Against One* untuk *Multiclass***

Metode SVM *one against one* adalah salah satu metode untuk mengimplementasi SVM untuk multiclass dengan menggunakan pendekatan yang kedua. Model klasifikasi biner yang dibangun menggunakan metode ini dapat dihitung dengan mengikuti persamaan 5.28 :

$$\begin{aligned}
 \min_{w^{i,j}, b^{i,j}, \xi^i} \quad & \frac{1}{2} (w^{i,j})^T w^{i,j} + C \sum_i \xi_i^{i,j} \\
 & (w^{i,j})^T \varphi(x_i) + b^{i,j} \geq 1 - \xi_i^{i,j}, \text{ jika } y_i = i, \\
 & (w^{i,j})^T \varphi(x_i) + b^{i,j} \leq -1 + \xi_i^{i,j}, \text{ jika } y_i \neq j, \\
 & \xi_i^{i,j} \geq 0.
 \end{aligned}$$

(5.28)

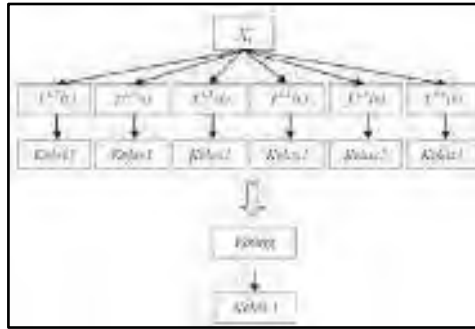
Pada tahap pelatihan, setiap model klasifikasi dilatih menggunakan data latih dari dua kelas. Sedangkan pada tahap pengujian terdapat beberapa cara untuk melakukan pengujian setelah semua  $k(k-1)/2$  model klasifikasi telah



selesai dibangun. Salah satunya cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode voting [19]. Contoh penggunaan metode SVM one against one dapat ditunjukkan pada tabel 5.1 dan gambar 5.15.

**Tabel 5.1**  
**Contoh metode one against one untuk 4 SVM biner**

| $y_i = 1$ | $y_i = -1$ | Hipotesis                           |
|-----------|------------|-------------------------------------|
| Kelas 1   | Kelas 2    | $f^{1,2}(x) = (w^{1,2})x + b^{1,2}$ |
| Kelas 1   | Kelas 3    | $f^{1,3}(x) = (w^{1,3})x + b^{1,3}$ |
| Kelas 1   | Kelas 4    | $f^{1,4}(x) = (w^{1,4})x + b^{1,4}$ |
| Kelas 2   | Kelas 3    | $f^{2,3}(x) = (w^{2,3})x + b^{2,3}$ |
| Kelas 2   | Kelas 4    | $f^{2,4}(x) = (w^{2,4})x + b^{2,4}$ |
| Kelas 3   | Kelas 4    | $f^{3,4}(x) = (w^{3,4})x + b^{3,4}$ |



**Gambar 5.16**  
**Metode Klasifikasi SVM *one against one***

Dari gambar 5.16 jika data  $x$  dimasukkan ke dalam fungsi yang didapatkan dari tahap pelatihan pada persamaan 5.29 :

$$f^i(x) = (w^i)^T \Phi(x) + b \quad (5.29)$$

dan hasil yang didapatkan  $x$  adalah kelas termasuk kelas  $i$ , maka kelas  $i$  mendapatkan satu suara (*vote*). Selanjutnya data  $x_i$  diujikan ke semua model klasifikasi yang didapatkan dari tahap pelatihan. Dan pada akhirnya kelas dari data  $x$  ditentukan dari jumlah perolehan suara terbanyak. Apabila terdapat dua buah kelas yang memiliki jumlah suara yang sama, maka kelas dengan indeks yang lebih kecil dinyatakan sebagai kelas dari data yang diujikan.





## BAB VI

### **Eksplorasi Hama dan Penyakit Tanaman Jagung di Daerah- Daerah Gorontalo**

Pada penelitian ini, tim peneliti telah melakukan eksplorasi hama dan penyakit tanaman jagung telah pada beberapa wilayah pengembangan tanaman jagung di provinsi Gorontalo. Eksplorasi dilakukan dengan cara menentukan lokasi tempat pengambilan sampel tanaman yang diduga terserang hama dan penyakit tanaman. Setelah itu akan langsung mengamati tanaman jagung hibrida (bisi 2) yang ditanam petani dengan umur yang bervariasi (penanaman ditingkat petani tidak seragam) sehingga dapat ditemukan tanaman dalam berbagai umur yaitu ada yang berumur 3, 4, 5, 6, 8, 10 minggu. Hama dan penyakit yang ditemukan kemudian dikumpulkan, difoto (dokumentasi), kemudian

diambil dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium untuk isolasi dan identifikasi.

Setelah menentukan lokasi penelitian, maka dilakukan kunjungan lapangan ke lokasi yang sudah ditentukan tersebut, yaitu kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, Boalemo, dan Pohuwato. Setiap tanaman jagung menunjukkan gejala terserang penyakit. Maka setiap sampel difoto kemudian sampeldimasukkan kedalam kantong plastik dan di bawa ke laboratorium BPTP provinsi Gorontalo. Berikut ini adalah kegiatan eksplorasi yang dilakukan oleh tim peneliti.

#### **A. Kabupaten Bone Bolango**

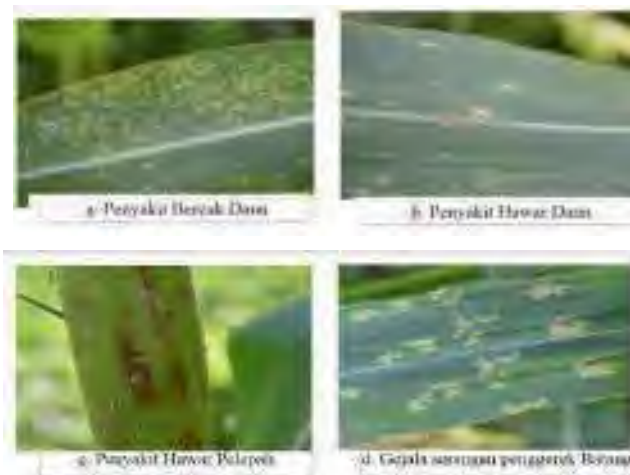
Mengumpulkan sampel hama dan penyakit pada tanaman jagung, dengan cara memfoto hama penyakit dan gejala serangan pada tanaman jagung. Menggunting dan memotong bagian tanaman (daun, dan batang) yang terserang hama dan penyakit, kemudian dimasukkan dalam kantong koleksi dan diberi label dan keterangan sesuai dengan hama dan penyakit penyebab gejala pada tanaman jagung, serta letak lokasi. Tanaman jagung yang diamati ini berumur 5 minggu

gambar 6.1a, dan 6 minggu gambar 6.1b.



**Gambar 6.1**  
**(a)Kondisi Tanaman Umur 5 Minggu (b) Kondisi Tanaman Umur 6 Minggu**

Adapun hasil citra yang di peroleh dari hasil pengamatan tersebut ditunjukkan pada gambar 5.1 sebagai berikut.



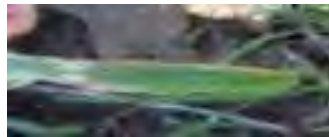
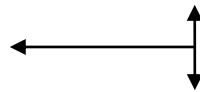
**Gambar 6. 2**  
**Foto tanaman jagung yang menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit di Kabupaten Bone Bolango**

## B. Kabupaten Gorontalo

Mengumpulkan sampel hama dan penyakit pada tanaman jagung, dengan cara memfoto hama dan gejala serangan pada tanaman jagung. Menggunting dan memotong bagian tanaman (daun, dan batang) yang terserang hama dan penyakit, kemudian dimasukkan dalam kantong koleksi dan diberi label dan keterangan sesuai dengan hama dan penyakit, penyebab gejala pada tanaman jagung, serta letak lokasi. Tanaman jagung yang diamati ini berumur, 3 minggu, dan 10 minggu setelah tanam.



(a) Proses identifikasi sample



b. Objek citra Penyakit



c. Identifikasi dan pengambilan sample



d. Penyakit Hawar

**Gambar 6. 3**  
**Pengamatan tanaman yang berumur 3 minggu setelah tanam yang terseranghama dan penyakit (difoto) Kabupaten Gorontalo**



a. Pengambilan Citra



b. Penyakit Hawar Pelepah





c. Penyakit Karat



d. Larva Pengerek Batang jagung



e. Bercak Daun



f. Gejala serangan penggerek batang jagung

**Gambar 6. 4**

**Beberapa sampel daun tanaman jagung yang berumur 10 minggu terserang penyakit dan hama penggerek batang (difoto) kabupaten Gorontalo**

### **C. Kabupaten Boalemo**

Mengumpulkan sampel hama dan penyakit pada tanaman jagung, dengan cara memfoto hama dan gejala serangan pada tanaman jagung. Menggunting dan

memotong bagian tanaman (daun, dan batang) yang terserang hama dan penyakit, kemudian dimasukkan dalam kantong koleksi dan diberi label dan keterangan sesuai dengan hama dan penyakit penyebab gejala pada tanaman jagung, serta letak lokasi. Tanaman jagung yang diamati ini berumur, 4 minggu, dan 10 minggu setelah tanam.



a. Konfirmasi umur tanaman dan varitas tanaman jagung



b. Gejala Hawar Daun



c. Gejala serangan penggerek Batang Jagung

**Gambar 6. 5**  
**Beberapa sampel daun tanaman jagung yang berumur 4 minggu**  
**terserang penyakit dan hama penggerek batang (difoto)**  
**kabupaten Boalemo**



a. Konfirmasi umur tanaman dan varitas tanaman jagung



b. Gejala Hawar Daun



c. Gejala Serangan Hawar Daun

**Gambar 6. 6**

**Beberapa sampel daun tanaman jagung berumur 10 minggu terserang penyakit dan hama penggerek batang (difoto) kabupaten Boalemo**

#### **D. Kabupaten Pohuwato**

Mengumpulkan sampel hama dan penyakit pada tanaman jagung, dengan cara memfoto hama dan gejala serangan pada tanaman jagung. Menggunting dan memotong bagian tanaman (daun, dan batang) yang terserang hama dan penyakit, kemudian dimasukkan dalam kantong koleksi an diberi label dan keterangan sesuai dengan hama dan penyakit penyebab gejala pada

tanaman jagung, serta letak lokasi. Tanaman jagung yang diamati ini berumur, 9 minggu setelah tanam.



a. Pengamatan gejala serangan hama dan penyakit



b. Gejala serangan penggerek Batang Jagung



c. Gejala serangan Hawar Daun

**Gambar 6. 7**  
**Beberapa sampel daun tanaman jagung yang berumur 9 minggu terserang penyakit dan hama penggerek batang (difoto) kabupaten Pohuwato**

## **E. Isolasi dan Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman jagung di Laboratorium BPTP**

Sampel tanaman jagung (daun, dan batang) yang

terserang hama dan penyakit yang telah dikumpulkan dari lokasi Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, Boalemo, dan Pohuwato kemudian dibawa ke laboratorium Balai Perlindungan Tanaman Pertanian Provinsi Gorontalo. Sampel tersebut diisolasi pada media buatan (PDA) dan diidentifikasi, selanjutnya difoto.



**Gambar 6.8**  
**Penyerahan sampel tanaman dari lokasi Kabupaten Bone Bolango**



**Gambar 6.9**  
**Penyerahan sampel tanaman dari lokasi Kabupaten Gorontalo**



**Gambar 6.10**  
**Penyerahan sampel tanaman dari lokasi Kabupaten Boalemo**



**Gambar 6.11**  
**Penyerahan sampel tanaman dari lokasi Kabupaten Pohuwato**





## BAB VII

### **Rencana Tahapan Berikutnya**

Pada tahapan kegiatan berikutnya dalam penelitian tahun pertama (2018) ini adalah melakukan pengujian di lapangan terhadap efektivitas dari pada Aplikasi Desktop Sistem Pakar CODO-A Deteksi Penyakit dan akan dilakukan diskusi melalui *Focus Group Discussion* (FGD) dengan mengikutsertakan para Penyuluh Pertanian dan Petani sebagai pengguna aplikasi ini. Kegiatan aplikasi pengujian sistem CODO-A berbasis desktop ini direncanakan akan dilaksanakan bekerjasama dengan instansi mitra yaitu Balai Proteksi Tanaman Provinsi Gorontalo bersama lembaga terkait lainnya.

Pada FGD nanti akan dijelaskan manfaat sistem software CODO-A dan keberlanjutan pengembangan sistem pakar ini untuk kepentingan kebutuhan deteksi



dini hama dan penyakit tanaman jagung, sehingga diharapkan sistem ini dapat lebih efektif menanggulangi kerugian akibat gagal panen jagung.



# BAB VIII

## Penutup

Integrasi basis data hama dan penyakit jagung yang dikembangkan dengan teknik *Image Processing* dan *support vector machine* (SVM) telah menghasilkan sistem pakar CODO-A (*Corn Disease Organisation Analyzer*) deteksi dini hama dan penyakit tanaman jagung yang berbasis *desktop*. system CODO-A berbasis desktop sebagai software yang dapat mendeteksi hama dan penyakit tanaman jagung. Sistem pakar berbasis Komputasi ini diperlukan dalam mengantisipasi serangan hama dan penyakit tanaman jagung.

Pengujian terhadap aplikasi sistem CODO-A berbasis desktop ini masih akan dilakukan demonstrasi pada saat kegiatan Diskusi Fokus Group (FGD) yang direncanakan dilakukan bersama para penyuluh dan stakeholder lainnya. Pada FGD tersebut akan diperkenalkan sistem dan cara aplikasi software CODO-

A ini serta manfaatnya bagi deteksi dini hama dan penyakit tanaman jagung.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode yang diusulkan, ada beberapa hal yang diperhatikan dan perlu dikembangkan yakni:

1. Untuk tahapan segmentasi citra perlu dilakukan otomatis untuk mendapatkan objek penyakit tanpa melakukan proses pemotongan objek penyakit secara manual. proses ini penting dilakukan karena pada pada daun jagung terdapat lebih dari satu penyakit terinfeksi dengan penyebab yang berbeda-beda.
2. Pentingnya memiliki kebun percobaan hal ini bertujuan untuk dalam pengumpulan sample penyakit bisa lebih efektif. Hal ini dikarenakan pada kegiatan awal penelitian, akses untuk memperoleh data gambar real dilapangan terkait 3 penyakit yang akan diteliti banyak menemui kendala salah satu contohnya adalah musim tanam yang berbeda disetiap daerah sehingga untuk dilakukan pemantauan perkembangan penyakitnya butuh waktu yang tidak cepat.

# Daftar Pustaka

- Abdul K. & Adhi S. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Yogyakarta: Penerbit Andi*
- Adnan, M.A., 2008. *Pengaruh Penyakit Harwar Daun (Helmintosporium torcicum pass.) Terhadap Kehilangan Hasil Tanaman Jagung Manis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azri, 2009, *Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung*, Badan Litbang Pertanian : Jakarta
- Borrer, D. J., Charles A. T. , dan Norman F. J., 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga. 6<sup>th</sup> Ed.*. Terjemahan. Gadjah Mada University Press. 1083 p.
- Burhanuddin, 2009. *Komponen Teknologi Pengendalian Penyakit Karat Puccinia polysora Underw (Uredinales: Pucciniaceae) Pada Tanaman Jagung*. Dalam *Prosding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Hal : 427- 434.

- Burhanuddin dan J. Tandiang. 2010. Penyakit Bulai di Pulau Madura Jawa Timur. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*, 358- 362.
- 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.
- 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. Instut 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 Segementation using the CIELab Space*. Internation Conference on Electrical, Communication, and Computers.
- Habibi, A., Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti dan Abdul Majid, 2017. Pengaruh Varietas dan Dosis Pupuk Kalium terhadap Perkembangan Penyakit Bulai

(*Peronosclerospora maydis* ac.Saw),  
Pertumbuhan dan Produksi Jagung. Program  
Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,  
Universitas Jember. J. Agrotek. Trop. 6 (2): 68-  
75 (2017).

Hizal, C., N., 2015. Haiwan Bernafas. SK Sungai Tua  
Baharu.

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):135-141

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

Lecoq, M., 1998. Exceptional outbreaks of the oriental  
migratory locust in Indonesia; towards an  
integrated pest management strategy. Report and  
recommendations based on a survey conducted in  
southern Sumatra, 19<sup>th</sup> June – 2<sup>nd</sup> July 1998.

- Lihawa, 2007. Fenomena Serangan Belalang Kembara di provinsi Gorontalo. Jurnal Agrosains Tropis. Fakultas Pertanian Vol. 2 No. 3, tahun 2007.
- 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.
- Mauridhi Hery Purnomo, Agus Kurniawan, 2006, "*Supervised Neural Networks dan Aplikasinya*", Yogyakarta, Graha Ilmu.
- McAndrew Alasdair. 2004, "*An In troduction to Digital Image Processing with Matlab*", Notes for SCM2511 Image Processing 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 serealial. 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.

- 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.
- 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.
- Pedigo, L.P., 1996. *Entomology and Pest Management*. Second Edition. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ 07458. 679 p.
- 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.
- Pracaya, 1999. *Hama Penyakit Tumbuhan. Penebar Swadaya*. Jakarta.
- Rahmawati, R., 2012. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Rusae, A, Efi Toding Tondok, Suryo Wiyono, 2015. Resiko Introduksi Gandum ke Timor Tengah Utara : Penyakit Hawar Daun dan Busuk Batang, *Jurnal : Fitopatologi*, 11 (5) : 166-174.



- Semangun, H. 1991. *Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gajah Mada University. 449.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: GajahMada University Press.
- Soenartiningasih, 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.
- Speight, M.R., Hunter, M.D., and Watt, A.D., 1999. *Ecology of Insects*. Concepts and Applications. Blackwell Science Ltd.
- Sudjono, 1988. Penyakit Jagung dan Pengendaliannya. Dalam: Subandi, M. Syam, dan A. Wijono (Eds.). Jagung. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Suwardiwijaya E., dan Harsono Lanya, 2003. Peramalan Belalang Kembara Dengan Metode Sistem Informasi Geografis (GIS). Disampaikan pada *Pelatihan Peningkatan Kemampuan Petugas Dalam Operasional Pengendalian Belalang Kembara*. Direktorat Perlindungan Tanaman, Ditjen BPTP. Jatisari, 21 – 24 Juli 2003.
- 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.

Wagiman, F.X., 2003. *Hama Tanaman : Cemiri, Morfologi, Biologi dan Gejala Serangan*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 86 p.

Wakman W, dan Burhanuddin, 2001. *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*.

Wakman, W. 2002. Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung di Indonesia: Masalah, Penelitian dan Cara Mengatasinya. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI, PFI, dan HPTI 17 Sulawesi selatan*. 8-16.