

**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM DAERAH RIAU  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
FAKULTAS TEKNIK**

---

**SEGMENTASI CITRA HAMA DAUN TUMBUHAN KELAPA SAWIT  
UNTUK MENENTUKAN POPULASI TELUR ULAT  
MENGUNAKAN ALGORITMA WATERSHED**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Penyusunan Skripsi Pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau



DISUSUN OLEH:

HANAFIA PERTIWI  
163510350

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2022

SEGMENTASI CITRA HAMA DAUN TUMBUHAN KELAPA SAWIT  
UNTUK MENENTUKAN POPULASI TELUR ULAT  
MENGUNAKAN ALGORITMA WATERSHED

Hanafia Pertiwi  
Fakultas Teknik  
Program Studi Teknik Informatika  
Universitas Islam Riau  
Email : [hanafiapertiwi@student.uir.ac.id](mailto:hanafiapertiwi@student.uir.ac.id)

**ABSTRAK**

Hama yang paling merusak tumbuhan kelapa sawit adalah ulat pemakan daun kelapa sawit, yakni ulat api dan ulat kantung. Kerusakan yang disebabkan oleh ulat api mengakibatkan penyusutan produksi mencapai hingga 35%. Sedangkan kerusakan yang disebabkan ulat kantung mengakibatkan penyusutan produksi mencapai hingga 40%. Pencegahan hama ulat api berkembang biak dilakukan oleh tim HPT (Hama Penyakit dan Tumbuhan) secara manual. Tim HPT harus melakukan pengambilan sampel hama terlebih dahulu, untuk pengambilan sampel hama harus melakukan tahapan penyusunan jadwal pelaksanaan secara dini, menetapkan titik sampel dan baris sampel, dan penentuan pokok sampel. Hal ini akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasilnya. Untuk mempercepat waktu pendeteksian populasi telur ulat hama dilakukan segmentasi menggunakan pengolahan citra digital dengan langkah-langkah yang terdiri preprocessing dan segmentasi. Proses preprocessing terdiri dari akuisisi citra, cropping, citra warna HSV (Hue, Value, Saturation), dan biner, berikutnya dilakukan proses segmentasi distance transform, algoritma watershed dan marker watershed untuk memisahkan telur ulat hama yang bertumpuk. Hasilnya adalah dengan melakukan pengujian kredibilitas sistem, nilai akurasi yang diperoleh sebesar 89.39% dan presentase rata-rata diperoleh sebesar 94%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup dalam mengetahui populasi telur ulat hama.

**Kata kunci:** kelapa sawit, telur ulat hama, pengolahan citra, *watershed*, *marker*

## Segementation of Oil Palm Leaf Pest Image to Determine Caterpillar Egg Population Using Watershed Algorithm

Hanafia Pertiwi  
Informatics Engineering Program  
Universitas Islam Riau  
Email : [hanafiapertiwi@student.uir.ac.id](mailto:hanafiapertiwi@student.uir.ac.id)

### ABSTRACT

The pests that most damage oil palm plantations are caterpillars that eat oil palm leaves, namely fire caterpillars and bagworms. damage caused by caterpillars resulting in production reaching up to 35%. Meanwhile, the damage caused by the pouches resulted in up to 40% productivity. Prevention of breeding caterpillar pests is carried out by the HPT (Pests and Plants Diseases) team manually. The HPT team must take samples first for pest sampling must perform the stages of preparing the schedule of early observation implementation, establishing sample points and sample lines, and determining the sample principal. It will take a long time to get results. To speed up the detection time of the population of pest caterpillar eggs, segmentation is carried out using digital image processing with steps consisting of preprocessing and segmentation. The preprocessing process consists of image acquisition, cropping, HSV (Hue, Value, Saturation) and binary color image, followed by distance transform segmentation process, watershed algorithm and watershed marker to separate stacked pest caterpillar eggs. The result is that by testing the credibility of the system, the accuracy value obtained is 89.39% and the average percentage is obtained by 94%. This shows that the system has sufficient ability to know the egg population of pest caterpillars.

**Key Word :** *palm oil, pest caterpillar eggs, image processing, watershed, marker*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis senantiasa sehat dan dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Segmentasi Hama Daun Tumbuhan Kelapa Sawit Untuk Menentukan Populasi Telur Ulat Menggunakan Algoritma Watershed” sebagaimana skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Dr. Apri Siswanto, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Abdul Syukur, S.Kom., M.Kom selaku dosen Pembimbing akademik.
5. Seluruh tenaga pengajar dan pegawai di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan skripsi.
6. Ibu Ana Yulianti, ST, M.Kom selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan ilmu, waktu, semangat, dan pikirannya dalam membimbing penulis.

7. Papa Herdison Efendi dan Mami Ratna Dewi Susanti, yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan serta memberikan motivasi kepada penulis selama proses mengerjakan skripsi
8. Adik Muhammad Gibran Mubarak tercinta yang selalu mendukung dan menghibur penulis dalam proses penyelesaian pengerjaan skripsi.
9. Jery Saputra yang selalu setia mendukung, membantu dan waktu dalam proses pengerjaan skripsi penulis.
10. Earlyn Rinani dan Syarifah Kemala Putri yang selalu meluangkan waktunya dan telah ikhlas meberikan semangat selama proses pembuatan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan Lilis, Sharah, Angga, Anggiat, Alif, Edo, Dwicky, Alex, Ady, Arief, Halim. Serta teman-teman lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
12. Teman-teman sekelas TI 2016 D dan Teman-teman seangkatan TI 2016 yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi.
13. Dan semua pihak yang telah membantu dan menyemangati yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT melimpahkan berkah kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, semangat, perhatian, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis, keluarga, dan seluruh pembaca untuk dapat memberikan ilmu yang diperoleh.

Pekanbaru, Januari 2022

Penulis

## DAFTAR PUSTAKA

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR PUSTAKA .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Kelapa Sawit .....	7
2.2.2 Hama Perusak Daun .....	8
2.2.3 Pengolahan Citra Digital .....	10
2.2.3.1 Tahapan-tahapan Pengolahan Citra Digital .....	11
2.2.4 Data Flow Diagram .....	23
2.2.5 Flowchart .....	24
BAB III .....	26
3.1 Teknik Pengumpulan Data .....	26
3.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan .....	26
3.3 Usulan Pengembangan Sistem .....	26
3.4 Segmentasi Watershed .....	27

3.5	Pengembangan dan Perancangan Sistem.....	29
3.5.1	Pengembangan Sistem .....	29
3.5.2	Perancangan Sistem.....	30
3.6	Pengujian Kredibilitas Sistem .....	32
BAB IV	.....	34
4.1	Pengujian Hasil .....	34
4.2	Segmentasi Citra Hama Tumbuhan Kelapa Sawit.....	34
4.2.1	Hasil Perhitungan Jumlah Telur Ulat Hama pada Daun Kelapa Sawit 36	
4.3	Hasil Pengujian .....	38
4.3.1	Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	38
4.3.2	Pengujian Sistem Terhadap Pengguna .....	40
BAB V	.....	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA	.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tanaman Kelapa Sawit.....	8
Gambar 2.2. Ulat Api Setothesea Asigna .....	8
Gambar 2.3. Sampel daun yang terdapat telur ulat dan pembagian populasi.....	9
Gambar 2.4. Telur Ulat .....	9
Gambar 2.5. Siklus Hidup Hama.....	10
Gambar 2.6. Tahapan Pengolahan Citra Digital.....	11
Gambar 2.7. Model Warna RGB .....	13
Gambar 2.8. Model Warna HSV .....	16
Gambar 2.9. Contoh Citra yang Diubah ke Biner .....	17
Gambar 2.10. Contoh Gambar yang Diubah Menjadi Distance Transform .....	18
Gambar 2.11. Gambaran Algoritma Watershed .....	19
Gambar 2.12. Confusion Matriks .....	21
Gambar 3.1. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan.....	26
Gambar 3.2. Analisis Sistem yang Diusulkan .....	26
Gambar 3.3. Skema Tahapan Segmentasi Watershed pada Telur Hama.....	27
Gambar 3.4. Diagram Konteks.....	29
Gambar 3.5. Hierarchy chart .....	29
Gambar 3.6. DFD Level 0 Proses Pengolahan Citra.....	30
Gambar 3.7. Rancangan Interface Program.....	31
Gambar 3.8. Flowchart.....	32

Gambar 4.1. Gambar Citra Asli (a) Gambar Setelah Dilakukan Proses Pemotongan (b) .....	34
Gambar 4.2. Perbedaan Citra Warna Hue (c-kiri), Saturation (c-tengan), Value (c-kanan).....	35
Gambar 4.3. Tahapan Segmentasi Watershed .....	36
Gambar 4.4. Hasil Segmentasi yang tidak Tepat .....	37
Gambar 4.5. Menu Data Testing .....	39
Gambar 4.6. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Pertama .....	42
Gambar 4.7. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Kedua .....	43
Gambar 4.8. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Ketiga .....	43
Gambar 4.9. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Keempat .....	44
Gambar 4.10. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Kelima .....	45

## DAFTAR TABEL

Table 2.1. Contoh Tabel Matriks Citra .....	14
Table 2.2. Hasil Nilai $\theta$ .....	15
Table 2.3. Hasil Nilai Hue .....	15
Table 2.4. Hasil Nilai Saturation .....	15
Table 2.5. Hasil Nilai Value .....	16
Table 2.6. Simbol dan Fungsi DFD.....	23
Table 2.7. Simbol dan Fungsi Flowchart.....	24
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Telur Ulat Hama .....	36
Tabel 4.2. Skor Maksimum .....	40
Tabel 4.3. Tabel Pertanyaan .....	40
Table 4.4. Kriteria Skor.....	41
Table 4.5. Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama .....	41
Table 4.6. Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua.....	42
Table 4.7. Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga.....	43
Table 4.8. Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat.....	44
Table 4.9. Hasil Kuesioner Pertanyaan Kelima.....	44
Table 4.10. Pengolahan Skala.....	45

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis*) merupakan tanaman industri penting Produsen minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sebagai akibatnya banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit.

Kelapa sawit termasuk tanaman pohon yang tingginya bisa mencapai 0-24 meter. Bunga serta buahnya berupa tandan, dan dapat bercabang banyak. Kelapa sawit memiliki ciri daun yang berwarna hijau tua, tersusun beragam menyirip dan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya relatif mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam. batang tanaman diselimuti bekas pelepah hingga umur 12 tahun, setelah 12 tahun pelepah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi seperti tanaman kelapa.

Faktor yang dapat menyebabkan menyusutnya hasil produksi pada tanaman kelapa sawit diantaranya hama. Serangan hama yang paling merusak adalah ulat pemakan daun kelapa sawit, yakni ulat api (Lepidoptera: Limacodidae) dan ulat kantung (Lepidoptera: Psychidae). Ulat api mengakibatkan helaian daun berlubang atau habis seluruh sehingga hanya tinggal tulang daunnya, gejala ini dimulai dari daun bagian bawah. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan di lapangan ialah *Setothosea asigna*, *Setora nitens*, dan *Darna trima*. Dampak kerusakan hama ini bisa

mengakibatkan penyusutan produksi mencapai hingga 35%. Sedangkan ulat kantung mengakibatkan daun tidak utuh lagi, rusak, dan berlubang-lubang. Kerusakan helaian daun dimulai dari lapisan epidermisnya. Kerusakan lebih lanjut adalah mengeringnya daun yang mengakibatkan tajuk bagian bawah berwarna abu-abu dan hanya daun muda yang masih berwarna hijau. Jenis ulat kantung yang paling banyak ditemui di lapangan adalah *Mahasena Corbetti* dan *Metisa Plana*. Kerusakan dampak hama ini dapat menyebabkan penyusutan produksi hingga 40% pada tahun pertama (Yuliani et al., 2019).

Selama ini pihak Perusahaan kelapa sawit yang ada di Indonesia khususnya daerah Sumatera dan Kalimantan terlambat mengatasi serangan hama, dan akibat dari keterlambatan mengatasi hal tersebut, produksi dari tumbuhan kelapa sawit itu sendiri akan mengalami penurunan sehingga juga tidak dapat menumbuhkan tandan atau buah.

Maka untuk mencegah hama berkembang biak pihak Perusahaan kelapa sawit atau tim HPT (Hama dan Penyakit Tumbuhan) harus melakukan pengambilan sampel telur ulat hama terlebih dahulu untuk dapat menentukan populasi dan perkembangbiakan, untuk pengambilan sampel telur ulat hama harus melakukan tahapan penyusunan jadwal pelaksanaan pengamatan secara dini, menetapkan titik sampel dan barisan sampel, dan penentuan pokok sampel. Hal ini akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasilnya. Dengan demikian penelitian ini akan membuat aplikasi pendeteksi populasi telur ulat yang terdapat pada daun kelapa sawit dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan Segmentasi Watershed.

Dengan adanya aplikasi untuk pendeteksi populasi telur ulat hama yang terdapat pada daun kelapa sawit ini dapat mempermudah pihak HPT untuk melakukan pendeteksian sendiri dan dapat langsung mengetahui populasi telur ulat yang sedang dialami pada daun kelapa sawit tersebut dan mendapatkan solusi untuk menangani telur ulat tersebut.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tingkat kesulitan yang akan dialami oleh pihak HPT apabila melakukan pengamatan daun berhama dengan manual.
2. Lamanya waktu pengerjaan dalam melakukan pengamatan daun secara manual.
3. Keterlambatan pihak HPT dalam mengetahui keadaan populasi dan penyebaran hama.

### 1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang ada di dalam penelitian ini, maka penulis memberi batasan pada penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya mendeteksi daun tumbuhan kelapa sawit yang terkena hama.
2. Telur hama yang dideteksi hanya telur ulat api jenis *Setothosea asigna*.
3. Resolusi yang digunakan gambar maksimal berukuran 290 x 174 piksel.
4. Tipe citra berwarna.

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka permasalahan pada penelitian ini dapat diambil sebuah rumusan masalah yaitu, “Bagaimana cara membuat sistem citra untuk mendeteksi populasi telur ulat pada daun tumbuhan kelapa sawit?”.

#### 1.5 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat aplikasi citra untuk mendeteksi populasi telur ulat pada daun yang menyerang tumbuhan kelapa sawit.
2. Untuk mempercepat waktu penanggulangan pihak HPT dalam pendeteksian populasi telur ulat pada daun yang menyerang tumbuhan kelapa sawit.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Aplikasi ini dapat mempermudah pihak HPT kelapa sawit dalam melakukan penanggulangan hama dan segera dapat mengatasinya secara langsung.
2. Pihak HPT kelapa sawit dapat melihat langsung populasi telur ulat dari penangkapan gambar yang dilakukan pada objek daun yang normal dan berhama tanpa harus melalui perantara.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Agus Yuliani, dkk mengenai klasifikasi citra daun kelapa sawit yang terkena dampak hama menggunakan metode K-Nearest Neighbor, menyebutkan faktor yang mempengaruhi hasil produksi buah sawit adalah curah hujan dan hama perusak (*Limacodidae* dan *Psychidae*). Proses deteksi daun kelapa sawit dilakukan dengan langkah-langkah yang terdiri dari preprocessing, segmentasi, ekstraksi fitur zoning, dan kalsifikasi dengan metode *K-Nearest Neighbor* sebagai cara untuk melakukan klasifikasi jenis hama. Nilai akurasi untuk pendeteksian hama *limacodidae* adalah 55% dan nilai pendeteksian hama *psychidae* adalah 72.5%. Hal teini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup dalam melakukan proses pendeteksi jenis hama(Yuliani et al., 2019).

Pada penelitian Arda Gusema Susilowati, dkk mengenai segmentasi antar gigi menggunakan algoritma Watershed berdasarkan *morphology*, menyebutkan segmentasi gigi merupakan hal terpenting dalam pengenalan suatu objek gigi. Algoritma watershed merupakan sebuah metode untuk melakukan segmentasi citra yang membagi citra menjadi region yang berbeda-beda dengan menggambarkan citra sebagai relief topografi. Algoritma watershed akan memproses gambar berdasarkan tingkat keabuan atau grey levelnya. Dengan proses segmentasi masing-masing objek pada citra gigi dapat diambil secara terpisah untuk pengelompokan

citra ke dalam wilayah atau region yang mempunyai kesamaan fitur(A. G. Susilowati et al., 2018).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Amir Mahmud Husein dan Mawaddah Harahap mengenai Penerapan Metode *Distance Transform* pada *Kernel Discriminant Analysis* untuk pengenalan pola tulisan tangan angka menggunakan metode *Principal Component Analysis*. Metode *Principal Component Analysis* merupakan sebuah algoritma klasifikasi yang akurat dalam pengenalan pola tulisan tangan secara offline. *Distance Transform* juga berfungsi untuk peningkatan waktu komputasi dan akurasi pengenalan pola tulisan tangan. Kombinasi *Kernel Discriminant Analysis* dan *Distance Transform* dapat mengenali pola tulisan tangan angka secara langsung, namun jika kombinasi digabungkan dengan *Principal Component Analysis* hasil akurasi mencapai 95.55% (Husein & Harahap, 2017).

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat penelitian ini sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis.

Berdasarkan jurnal yang telah dirujuk oleh penulis maka dapat disimpulkan permasalahan medeteksi atau mengetahui populasi telur ulat pada tumbuhan kelapa sawit dapat diatasi dengan pengolahan citra digital menggunakan Algoritma Watershed.

## 2.2 Dasar Teori

Untuk mendukung pembuatan penelitian ini, maka perlu dikemukakan hal - hal atau teori - teori yang berkaitan dengan permasalahan dan ruang lingkup pembahasan sebagai landasan dalam pembuatan laporan ini.

### 2.2.1 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) adalah tanaman yang termasuk golongan palma yang merupakan penghasil minyak dan sebagai bahan baku industri makanan maupun kosmetik. Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan inti sawit merupakan salah satu primadona tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasil devisa nonmigas bagi Indonesia. Prospek komoditi minyak kelapa sawit dalam perdagangan minyak nabati dunia telah mendorong pemerintah Indonesia memacu pengembangan areal perkebunan kelapa sawit(Yuliani et al., 2019).

Tanaman kelapa sawit bukanlah tanaman asli Indonesia. Berdasarkan bukti-bukti fosil, sejarah dan linguistik, tanaman kelapa sawit dipercaya berasal dari pesisir tropis Afrika Barat. Tanaman kelapa sawit liar telah dimanfaatkan oleh penduduk Afrika Barat sebagai minyak makan. Temuan arkeologi di Mesir menunjukkan penggunaannya sudah terjadi pada tahun 3000 SM. Namun adapula yang menyatakan bahwa tanaman tersebut berasal dari Amerika, yakni Brazilia. Zeven menyatakan bahwa tanaman kelapa sawit berasal dari daratan tersier, yang merupakan daratan penghubung yang terletak diantara Afrika dan Amerika. Kedua daratan ini kemudian terpisah oleh lautan menjadi benua Afrika dan Amerika

sehingga tempat asal komoditas kelapa sawit ini tidak lagi dipermasalahkan orang . Tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Tanaman Kelapa Sawit**

### 2.2.2 Hama Perusak Daun

Hama tanaman dapat didefinisikan sebagai binatang yang memakan tanaman dan secara ekonomis merugikan. Misalnya hama perusak daun kelapa sawit yaitu ulat api, yang merupakan jenis ulat pemakan daun kelapa sawit yang paling sering menimbulkan kerugian di perkebunan kelapa sawit. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan di lapangan adalah *Setothosea asigna*, *Setora nitens*, *Darna trima*, *Darna diducta* dan *Darna bradleyi* (Defitri et al., 2017). Jenis ulat api yang paling merusak di Indonesia akhir-akhir ini adalah *S. asigna*, dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Ulat Api *Setothesea Asigna***

Serangan yang hebat dapat menimbulkan kerusakan berat dan dapat dijumpai jumlah telur ulat yang tinggi pada setiap pelepah kelapa sawit. Pembagian populasi telur ulat dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Sampel daun yang terdapat telur ulat dan pembagian populasi**

Plana betina (Ngengat) dapat menghasilkan telur sebanyak 100-400 butir selama hidupnya. Telur biasanya menetas dalam waktu 4-8 hari. Telur yang terdapat pada daun/pelepah tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4. Telur Ulat**

Siklus perkembangbiakan hama dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5. Siklus Hidup Hama**

### 2.2.3 Pengolahan Citra Digital

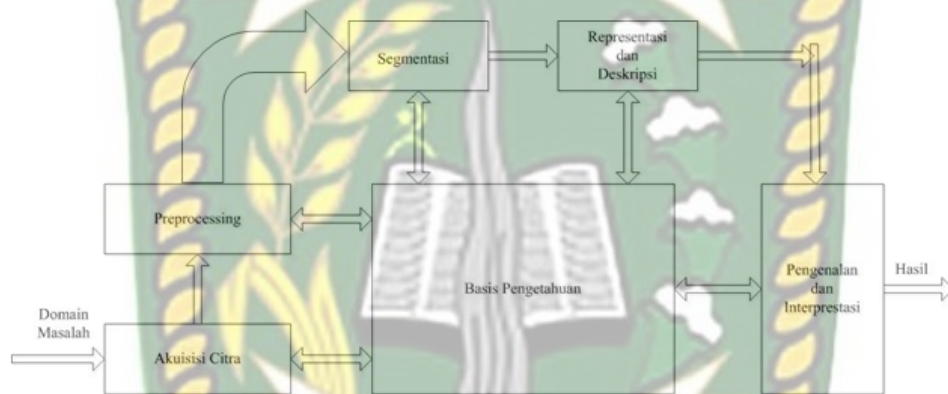
Citra Digital adalah representasi dari sebuah citra dua dimensi sebagai sebuah kumpulan nilai digital yang disebut elemen gambar atau piksel. Piksel adalah elemen terkecil yang menyusun citra dan mengandung nilai yang mewakili kecerahan dari sebuah warna pada sebuah titik tertentu.

Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Pengolahan citra memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah :

1. Digunakan sebagai proses memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer.
2. Digunakan untuk Teknik pengolahan citra dengan mentrasformasikan citra menjadi citra lain. Contoh : pemampatan citra (image compression) Sebagai proses awal (preprocessing) dari komputer visi.

Pengolahan citra digital merupakan metode untuk mengolah citra digital dan menghasilkan gambar lain sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Pengolahan citra merupakan salah satu cabang dari ilmu informatika yang pada prosesnya untuk memperbaiki kualitas citra agar kualitasnya lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer (Hidayatullah, 2017).

### 2.2.3.1 Tahapan-tahapan Pengolahan Citra Digital



**Gambar 2.6. Tahapan Pengolahan Citra Digital**

#### a. Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan proses awal untuk menangkap atau memindai suatu citra analog untuk mendapatkan citra digital. Pada tahap pengambilan citra analog suatu objek harus mendapatkan pencahayaan dari sumber cahaya tertentu, karena posisi sumber cahaya juga menentukan hasil citra digital. Selain cahaya hal yang harus diperhatikan yaitu, resolusi kamera (kamera digital, *webcam*, *smartphone*, *scanner* dan lain-lain), jarak, sudut pengambilan citra, perbesaran dan pengecilan, dan lain sebagainya (Andono, 2017).

## b. Preprocessing

Merupakan suatu tahapan untuk melakukan peningkatan kualitas citra atau gambar dengan tujuan membuat citra digital agar sesuai dengan kebutuhan fiturnya. Preprocessing adalah tahapan pemrosesan data citra digital agar data layak digunakan untuk tahapan selanjutnya. Hal ini dilakukan karena hasil citra digital dari proses akuisisi biasanya terdapat beberapa masalah, misalnya terdapat noise atau adanya objek-objek pengganggu.

### (1) Pemotongan (*Cropping*)

Pemotongan citra (*Cropping*), suatu cara pengambilan area tertentu yang akan diamati (area of interest) dalam citra, yang bertujuan untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan citra. Dalam proses pengolahan citra, biasanya tidak secara keseluruhan bagian dari citra yang kita gunakan. Untuk mendapatkan daerah yang kita inginkan kita dapat memotong citra tersebut.

### (2) Citra Warna

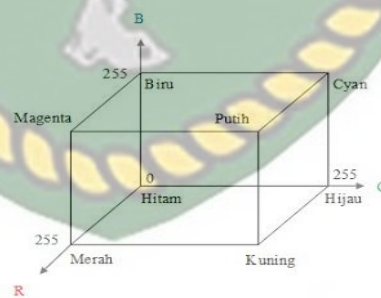
Persepsi visual citra berwarna (*color images*) umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra hitam putih (*greyscale*), karena itu citra berwarna lebih disenangi daripada citra hitam putih. Citra berwarna menampilkan warna objek seperti warna aslinya (meskipun tidak selalu tepat demikian).

Citra warna memiliki beberapa model, seperti :

1. Model warna RGB
2. Model warna XYZ
3. Model warna CIELab

4. Model warna CIELuv
5. Model warna YCbCr
6. Model warna NTSC/YIQ
7. Model warna YUV
8. Model warna HSV
9. Model warna HIS
10. Model warna CMY

Citra warna yang memberikan kombinasi dan rentang warna yang paling lebar adalah *red (R)*, *green (G)*, dan *blue (B)*. Ketiga warna tersebut dinamakan warna pokok (*primaries*), dan sering disingkat sebagai warna dasar *RGB*. Model warna ini merupakan model warna aditif, dimana jika ketiga warna digabungkan maka akan menghasilkan warna putih (Hidayatullah, 2017). Model warna RGB dalam ruang tiga dimensi dapat dilihat pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7. Model Warna RGB**

Warna HSV sering digunakan untuk mengambil contoh warna (paint dan inks) dari sebuah pallete warna, HSV merupakan singkatan dari *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. HSV adalah model warna yang lebih baik digunakan untuk keperluan pengolahan citra dan *computer vision*, HSV berfungsi untuk

merepresentasikan warna yang dapat dilihat oleh mata manusia (E. Susilowati et al., 2018).

a. *Hue*

*Hue* adalah ukuran dari jenis warna atau menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. *Hue* digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dsb, dari cahaya. *Hue* berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya, dan bila kita menyebut warna merah, violet, atau kuning, kita sebenarnya menspesifikasikan *hue*-nya. Sebagai contoh, misalkan matriks citra asli pada tabel 2.1.

**Table 2.1. Contoh Tabel Matriks Citra**

R : 157	R : 161	R : 108	R : 95	R : 82
G : 207	G : 209	G : 148	G : 132	G : 106
B : 196	B : 221	B : 96	B : 93	B : 84
R : 136	R : 135	R : 94	R : 88	R : 79
G : 194	G : 195	G : 138	G : 125	G : 98
B : 180	B : 195	B : 87	B : 81	B : 77
R : 120	R : 118	R : 81	R : 55	R : 77
G : 181	G : 176	G : 131	G : 126	G : 137
B : 165	B : 162	B : 70	B : 64	B : 86
R : 118	R : 105	R : 74	R : 73	R : 72
G : 177	G : 164	G : 111	G : 126	G : 132
B : 149	B : 134	B : 44	B : 62	B : 70
R : 98	R : 96	R : 68	R : 65	R : 64
G : 163	G : 159	G : 102	G : 129	G : 117
B : 122	B : 125	B : 40	B : 66	B : 58

$$H = \begin{cases} \theta, & B \leq G \\ 360 - \theta, & B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$\cos^{-1}$  itu sama dengan ACOS (arc.cos) atau  $\frac{1}{\cos}$

$$\theta = \frac{1}{\cos} \left\{ \frac{[(50-65)+(50-50)]}{[(50-65)^2 + (50-50)(65-50)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

**Table 2.2. Hasil Nilai  $\theta$**

1.79	1.80	1.05	1.12	1.18
1.23	1.08	1.85	1.84	1.81
1.16	1.35	1.12	1.08	1.04
1.78	1.85	1.08	1.07	1.10
1.25	1.14	1.84	1.67	1.85

**Table 2.3. Hasil Nilai Hue**

1.14	358.20	358.95	1.85	358.82
1.65	1.71	1.01	358.16	358.19
1.04	1.07	1.14	1.85	358.96
1.06	1.14	1.80	358.93	1.54
1.14	358.86	1.85	1.04	1.54

*b. Saturation*

Menyatakan tingkat kemurnian warna cahaya, yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. Sebagai contoh, warna merah adalah 100% warna jenuh (*saturated color*), sedangkan warna *pink* adalah warna merah dengan tingkat kejenuhan sangat rendah (karena ada warna putih di dalamnya). Jadi, jika *hue* menyatakan warna sebenarnya, maka *saturation* menyatakan seberapa dalam warna tersebut.

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)]$$

$$S = 1 - \frac{3}{(50+65+50)} [\min(50,65,50)]$$

**Table 2.4. Hasil Nilai Saturation**

0.16	0.18	0	0.13	0.10
0.2	0.23	0.18	0.17	0.09
0.23	0.22	0.26	0.33	0.23
0.20	0.22	0.42	0.29	0.23

0.23	0.24	0.43	0.28	0.27
------	------	------	------	------

c. *Value*

*Value* adalah nilai kecerahan sebuah warna. Warna cerah memiliki nilai *value* tinggi dan sebaliknya untuk warna gelap. *Value* yang bernilai sangat rendah, warna akan sulit dikenali. Apapun warnanya, pada saat *value* = 0, semua warna akan terlihat hitam.

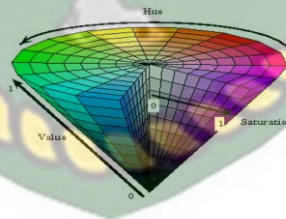
$$V = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$V = \frac{1}{3}(50 + 65 + 50)$$

**Table 2.5. Hasil Nilai Value**

187	197	117	107	91
170	175	106	98	85
155	152	94	82	100
148	134	76	87	91
128	127	70	86	80

Model warna HSV dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8. Model Warna HSV**

(3) Biner

Citra biner dapat dianggap sebagai jenis dari intensitas gambar, yang terdiri dari warna hitam dan putih. Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Citra biner hanya memiliki 2 kemungkinan nilai untuk setiap pikselnya, yaitu 0 dan 1, dimana

piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan akan diberikan nilai 0, sementara piksel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan diubah menjadi bernilai 1 (Hermawati, 2013; Hidayatullah, 2017). Gambar 2.9 merupakan contoh gambar asli menjadi gray kemudian biner.



**Gambar 2.9. Contoh Citra yang Diubah ke Biner**

#### d. Segmentasi

Merubah suatu citra menjadi beberapa daerah yang dimilikinya dengan cara segmentasi terhadap objek yang terdapat pada citra tersebut. Segmentasi citra merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk mendapatkan objek-objek dalam daerah yang memiliki kemiripan atribut atau memecahkan suatu citra menjadi banyak bagian segmen atau bagian daerah dari segmen yang tidak saling bertabrakan. Dalam citra digital segmentasi merupakan suatu kelompok piksel yang bertetangga dan saling berhubungan (Susanto, 2013).

Segmentasi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara atau tahapan-tahapan pendekatan. Terdapat 3 cara untuk melakukan pendekatan, antara lain sebagai berikut:

1. Pendekatan Batas (boundary approach)
2. Pendekatan Tepi (edge approach)
3. Pendekatan Daerah (region approach)

Digunakannya proses segmentasi dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan untuk mendapatkan representasi sederhana yang berguna bagi suatu citra.

(1) *Distance Transform*

*Distance transform* atau transformasi jarak adalah operator yang biasanya hanya diterapkan pada citra biner. Hasil transformasi berupa citra tingkat keabuan yang terlihat mirip dengan citra masukan, kecuali bahwa intensitas tingkat keabuan dari titik-titik di dalam daerah latar depan diubah untuk menunjukkan jarak ke batas terdekat dari setiap titik. Complement of distance transform atau pelengkap dari transformasi jarak merupakan pelengkap gambar yang diubah jarak sehingga piksel cahaya mewakili elevasi tinggi dan piksel gelap mewakili ketinggian rendah untuk transformasi watersheds (Afandi et al., 2016). Gambar 2.10 merupakan contoh citra biner yang diubah menjadi *distance transform*.



**Gambar 2.10. Contoh Gambar yang Diubah Menjadi *Distance Transform***

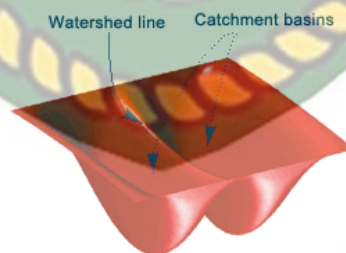
(2) Algoritma *Watershed*

*Watershed* adalah salah satu pendekatan untuk segmentasi. Prinsip dari watershed adalah mencari garis watershed (batas air) yaitu garis dimana titik-titiknya merupakan titik tertinggi dari penggambaran sebuah gambar ke dalam bentuk 3 dimensi yaitu posisi x dan y. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna piksel, yang dalam hal ini adalah *gray level* merupakan

ketinggian dengan anggapan nilai yang makin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dengan anggapan bentuk *topografi* tersebut, maka didapat tiga macam titik yaitu :

1. Titik yang merupakan minimum regional
2. Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu
3. Titik yang merupakan tempat dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain).

Untuk minimum regional tertentu sekumpulan koordinat regional tertentu dinamakan *catchment basin* (lembah penampungan) yang memiliki hubungan dengan daerah minimum, sedangkan sekumpulan titik yang memenuhi kondisi dinamakan sebagai garis watershed. *Watershed transform* digambarkan seperti gambar 2.11. (A. G. Susilowati et al., 2018).



**Gambar 2.11. Gambaran Algoritma Watershed**

Salah satu kegunaan watershed adalah memisahkan objek yang saling bertumpukan.

### (3) *Marker Watershed*

Salah satu metode yang bisa digunakan untuk melakukan segmentasi pada citra adalah metode watershed, akan tetapi dalam beberapa kondisi, hasil dari segmentasi dari metode watershed memiliki sedikit kelemahan seperti oversegmentasi dan masih terdapat banyak gangguan (noise).

Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada metode watershed adalah dengan menggunakan marker, jika objek tidak ditanda, maka hasil segmentasi akan kehilangan objek tersebut. marker dibuat dengan mengidentifikasi interior dari objek untuk di segmentasi. Segmentasi watershed menggunakan marker akan mengatasi oversegmentasi, akan tetapi jika terlalu banyak marker akan menghasilkan oversegmentasi dan terlalu sedikit marker akan menggabungkan objek yang berbeda.

Marker yang digunakan untuk objek yang akan dilakukan analisis biasanya disebut dengan internal marker, sedangkan marker yang digunakan untuk menandai *background* disebut eksternal marker (Woods, 2008).

### (4) *Superimposed*

Superimposed adalah teknik mengoverlappingkan suatu lapisan gambar satu dengan gambar lainnya untuk tetap mempertahankan keutuhan gambar satu dengan lainnya, bukan mengkombinasikannya.

### (5) *Pengujian Kredibilitas Sistem*

Tahapan pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana kinerja sistem yang dibuat. Metode pengujian kredibilitas sistem menggunakan metode *confusion matriks*. Pada pengujian kredibilitas sistem menggunakan

*confusion matriks*, terdapat empat nilai sebagai representasi hasil. Keempat nilai tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) seperti yang terlihat pada gambar 2.12, sehingga diperoleh persentase nilai akurasi, *precision*, dan *recall*.

		Gold Standard	
		+	-
Sistem	+	TP	FP
	-	FN	TN

**Gambar 2.12. Confusion Matriks**

Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem mendapatkan data yang benar. Persentase nilai akurasi diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Nilai *precision* merupakan jumlah data positif dibagi dengan total data positif. Persentase nilai *precision* diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Nilai *recall* merupakan berapa persen data benar yang teridentifikasi positif oleh sistem. Persentase nilai *recall* diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

*F1 score* menggambarkan perbandingan rata-rata *precision* dan *recall*. Persentase nilai *F1 score* diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F1\ score = \frac{2 \times precision \times recall}{precision + recall}$$

Pada penelitian ini hasil analisa populasi telur ulat hama daun kelapa sawit akan digunakan sebagai *gold standard*.

e. Representasi dan Deskripsi

Representasi merupakan proses untuk menggambarkan suatu wilayah sebagai suatu daftar titik-titik koordinat dalam kurva yang tertutup, dengan deskripsi luasan parameternya. Sedangkan deskripsi merupakan seleksi ciri dan ekstraksi ciri (*Feature Extraction and Selection*). *Extraction* ciri bertujuan untuk mengukur besar kuantitatif ciri setiap piksel, misalnya rata - rata standar deviasi, koefisien variasi dan lain sebagainya. Sedangkan *selection* ciri bertujuan untuk memilih informasi kuantitatif dari ciri-ciri yang telah ada dan dapat membedakan kelas-kelas objek dengan baik (Andono, 2017).

f. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan disini berfungsi sebagai basis data yang bertujuan untuk memandu operasi dari masing-masing modul proses dan mengendalikan interaksi antara modul-modul tersebut, dan digunakan sebagai referensi pada proses *template matching* atau *object recognition*.

g. Pengenalan dan Implementasi


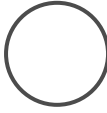

Pengenalan yang dimaksud disini adalah pengenalan pola (*Pattern Recognition*) yang bertujuan memberikan label kategori pada sebuah objek setiap piksel citra


berdasar informasi yang diberikan oleh descriptor (teks yang kemudian akan menjadi alat untuk menemukan lokasi tempat penyimpanan suatu citra). Sedangkan implementasi atau penerapan dari pengolahan citra digital, contohnya pada sebuah film dimana implementasi digunakan untuk menghaluskan gambar, menajamkan, memberi efek terang, memberi kesan timbul dan lain sebagainya (Andono, 2017).

#### 2.2.4 Data Flow Diagram

DFD adalah diagram yang menggunakan beberapa notasi untuk menunjukkan arus data pada sistem dengan terstruktur dan jelas. DFD adalah alat pembuatan model yang memberikan penekanan hanya pada fungsi sistem yang lebih penting dan kompleks (Hadi & Samad, 2019). Adapun simbol notasi DFD adalah sebagai berikut:

**Table 2.6. Simbol dan Fungsi DFD**



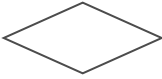
SIMBOL	NAMA	KETERANGAN
	Sumber	Pihak yang berada diluar system yang secara tidak langsung berhubungan dengan system.
	Proses	Dilakukan oleh system yang akan dibuat.
	Alur	Berisi data atau informassi yang mengalir dari satu pihak ke system atau sebaliknya.





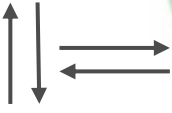
	Data Store	Digunakan untuk menyimpan data baru atau membaca data yang sudah ada.
---	------------	---

### 2.2.5 Flowchart

*Flowchart* adalah bagan yang menggambarkan urutan instruksi proses dan hubungan satu proses dengan proses lainnya menggunakan simbol-simbol tertentu, digunakan sebagai alat bantu komunikasi dan dokumentasi. Dalam analisis sistem, flowchart ini digunakan secara efektif untuk menelusuri alur suatu laporan atau form. Adapun simbol flowchart dapat dilihat pada tabel 2.6. diantaranya adalah.

**Table 2.7. Simbol dan Fungsi Flowchart**

SIMBOL	NAMA	KETERANGAN
	Terminal	Digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program
	Input / Output	Menyatakan proses input atau output tanpa tergantung jenis peralatannya
	Process	Digunakan untuk pengolahan aritmatika dan pemindahan data
	Keputusan	Digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika

	<p>Penghubung</p>	<p>Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.</p>
	<p>Penghubung halaman lain</p>	<p>Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.</p>
	<p>Proses yang telah ditentukan sebelumnya</p>	<p>Digunakan untuk memberikan nilai awal pada satu variabel</p>
	<p>Dokumen</p>	<p>Digunakan untuk mencetak output dalam bentuk dokumen (melalui printer)</p>
	<p>Garis penghubung</p>	<p>Digunakan untuk menghubungkan antara simbol satu dengan simbol lain.</p>

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

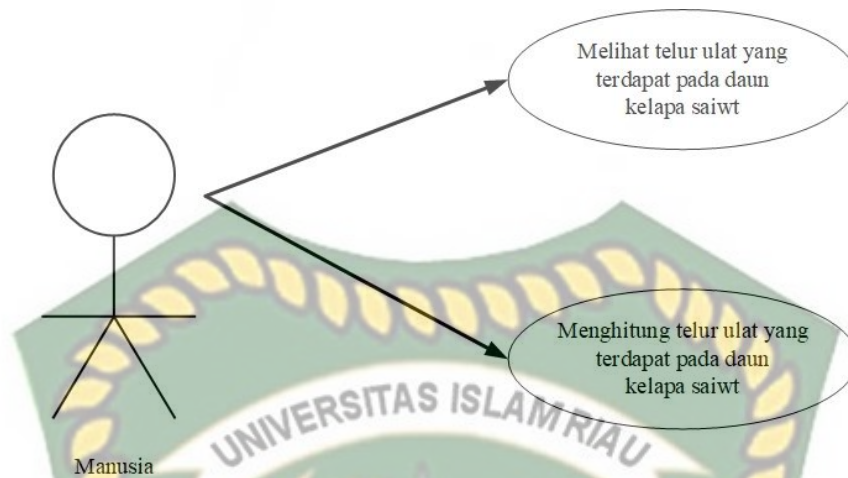
#### 3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai penelitian meliputi beberapa metodologi penelitian sebagai berikut :

1. Data *Collecting* atau pengumpulan data materi pembelajaran diperoleh dengan cara mencari referensi-referensi pustaka sebagai pedoman penelitian baik berupa buku, studi literature ataupun artikel dan jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian ini diinternet.
2. Wawancara dilakukan untuk memperoleh data atau mengumpulkan informasi dengan bertanya langsung kepada karyawan pabrik kelapa sawit (PKS) PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau yang berguna dalam penelitian ini.

#### 3.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

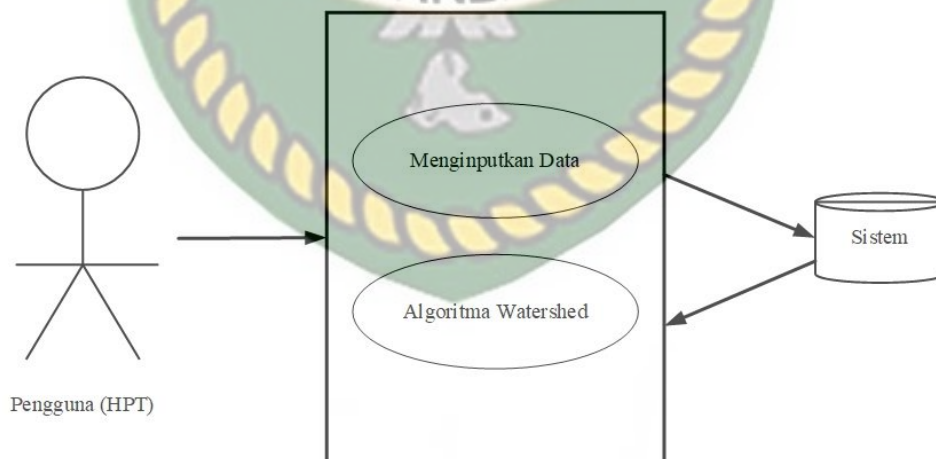
Pada sistem yang sedang berjalan, karyawan HPT (Hama dan Penyakit Tumbuhan) mengetahui jumlah telur ulat hama daun kelapa sawit hanya melalui indera penglihatan saja dengan cara menghitung per satuan. Analisa sistem yang sedang berjalan dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan**

### 3.3 Usulan Pengembangan Sistem

Usulan sistem ini dibuat sebagai tahapan untuk mempersiapkan sebuah sistem baru yang dapat membantu pihak HPT untuk melakukan proses perhitungan jumlah telur ulat hama yang terdapat didaun kelapa sawit, analisa sistem yang diusulkan dapat dilihat pada gambar 3.2.



**Gambar 3.2. Analisis Sistem yang Diusulkan**

### 3.4 Segmentasi Watershed

Skema tahapan segmentasi watershed dilakukan pada citra telur hama daun tumbuhan kelapa sawit untuk menentukan populasi telur ulat ditunjukkan pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3. Skema Tahapan Segmentasi Watershed pada Telur Hama**

Tahapan segmentasi watershed pada citra telur hama daun tumbuhan kelapa sawit

#### (1) Akuisisi Citra

Pada tahap ini sistem akan menerima inputan data berupa file gambar (gambar digital). Data gambar yang ada nantinya akan diproses lebih lanjut oleh sistem untuk mendapatkan hasil segmentasi.

(2) *Cropping*

Memotong dan mengambil bagian yang terdapat objek atau telur ulat hama saja untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan citra.

(3) *Hue, Saturation, dan Value (HSV)*

Pada proses ini citra dikonversi terlebih dahulu dari citra *Red, Green, dan Blue (RGB)* menjadi citra HSV. Setelah itu diambil citra pada kanal *value* saja, hal ini dilakukan karena pada citra *value* telur ulat hama dan latar belakang memiliki intensitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan kanal lainnya.

(4) *Biner*

Citra yang sudah diubah menjadi citra gray diubah menjadi citra hitam putih, sehingga dapat dibedakan antara objek dan *background*.

(5) *Distance Transform*

Menunjukkan batas jarak antar objek yang telah dilakukan operasi biner.

(6) *Segmentasi Watershed*

Melakukan segmentasi *watershed* pada *distance transform* dan hasilnya terjadi *oversegmentation*.

(7) *Marker Watershed*

Melakukan segmentasi *marker watershed* pada langkah (3) sehingga terbentuk *watershed ridge line* sebagai *eksternal marker*.

(8) *Segmentasi Watershed pada Marker*

Menandai region minima sehingga region minima hanya terjadi pada lokasi yang telah ditandai, yaitu *eksternal marker* dan *internal marker* selanjutnya

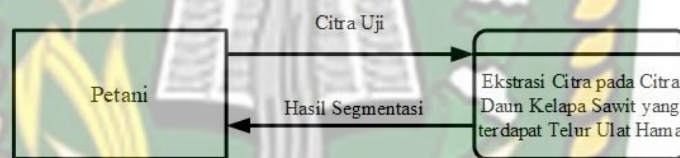
dilakukan proses segmentasi *watershed* sehingga sel-sel bisa dihitung secara individu.

### 3.5 Pengembangan dan Perancangan Sistem

#### 3.5.1 Pengembangan Sistem

##### 1. Context Diagram

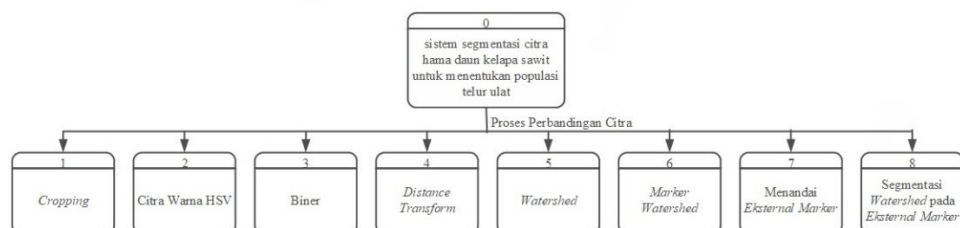
Context diagram merupakan alat untuk menganalisis struktur ini untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan, informasi yang dibutuhkan, dan tujuan yang akan dihasilkan. Struktur context diagram pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Konteks

##### 2. Hierarchy Chart

*Hierarchy chart* didefinisikan sebagai gambaran sub sistem yang menjelaskan proses-proses yang terdapat dalam sistem. Sub sistem yang berada dalam satu sistem saling berhubungan satu dan lainnya yang membedakan adalah prosesnya. Rancangan *hierarchy chart* dalam system dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Hierarchy chart

### 3. Data Flow Diagram (DFD) Level 0

DFD adalah proses keseluruhan yang ada pada sistem aplikasi. Proses yang digambarkan dalam DFD hanya berupa simbol- simbol tertentu. DFD pada sistem segmentasi citra hama daun kelapa sawit untuk menentukan populasi telur ulat ini dapat digambarkan pada gambar 3.6.



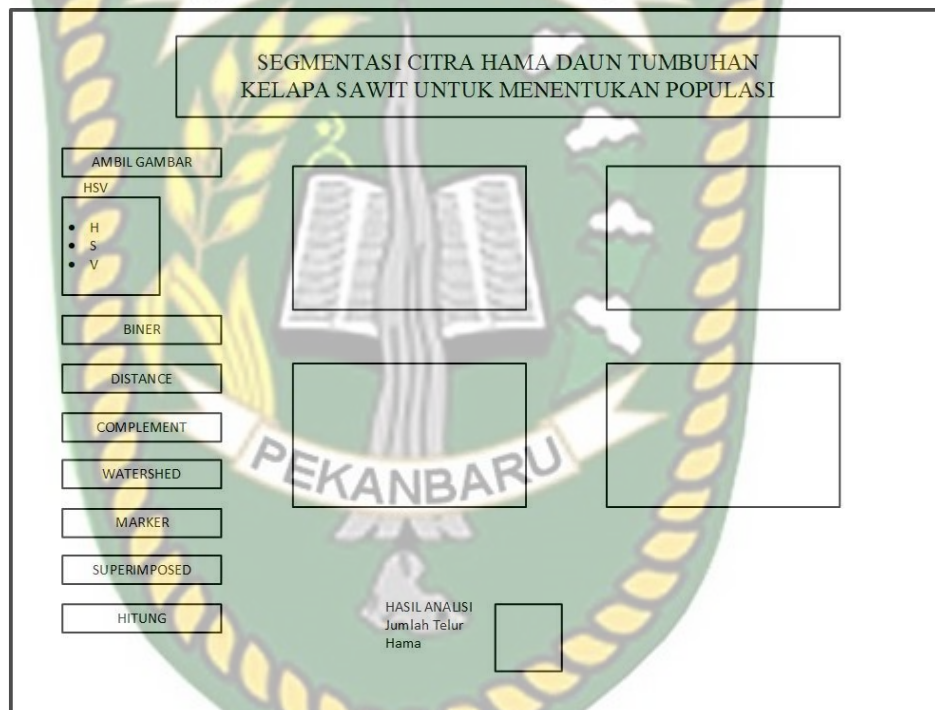
**Gambar 3.6. DFD Level 0 Proses Pengolahan Citra**

### 3.5.2 Perancangan Sistem

#### 1. Rancangan *Interface* Program

Rancangan *interface* program merupakan tampilan keseluruhan sistem yang dibangun. Dalam sebuah program terdapat proses *input* dan *output*, dimana proses *input* digunakan untuk memasukkan gambar referensi. Gambar yang dimasukkan merupakan gambar yang akan diolah untuk mengetahui populasi telur ulat hama, sedangkan proses *output* digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Gambar yang dihasilkan merupakan

pemrosesan sebuah sistem. Pada sistem segmentasi citra telur hama kelapa sawit, hasil yang didapat berupa perubahan gambar yang diproses dan sistem dapat mengetahui jumlah populasi telur ulat hama pada daun tumbuhan kelapa sawit tersebut. *Input output* sistem segmentasi citra telur hama kelapa sawit dapat dilihat pada *interface* yang terdapat pada gambar 3.7.

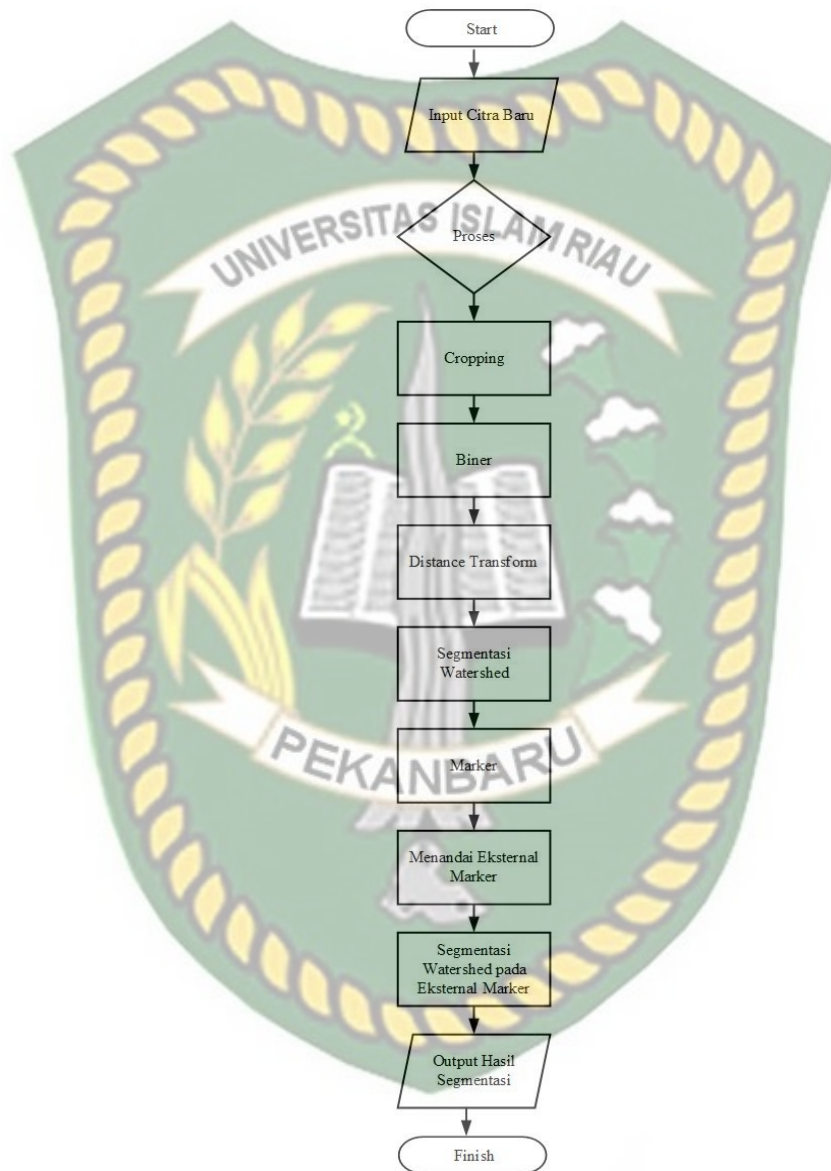


**Gambar 3.7. Rancangan *Interface* Program**

## 2. Rancangan Logika Program

Rancangan logika program menggambarkan logika program yang akan dibuat menggunakan alat bantu *flowchart*. Rancangan ini bertujuan untuk menunjukkan alur sistem maupun program, mulai dari data *input* sampai hasil *output* yang diproses oleh program. Logika program merupakan unsur penting untuk membangun sebuah sistem berbasis komputer, karena hal ini

akan sangat membantu pengguna yang akan menggunakan sistem. Berikut *flowchart* pengolahan citra yang diproses pada sistem ini:



Gambar 3.8. *Flowchart*

### 3.6 Pengujian Kredibilitas Sistem

Telur ulat hama daun kelapa sawit dideteksi dari setiap objek hasil segmentasi *marker watershed*, sehingga bisa dihitung jumlah telur ulat hama yang

terdapat di daun kelapa sawit. Hasil segmentasi dinyatakan tepat jika objek yang dihitung adalah telur ulat hama.

*True positive* (TP) menunjukkan jumlah telur ulat hama yang teridentifikasi sebagai telur ulat positif baik berdasarkan manusia maupun sistem. *True Negative* (TN) menunjukkan telur ulat hama yang teridentifikasi sebagai telur ulat negative baik berdasarkan manusia maupun sistem. *False Positive* (FP) menunjukkan jumlah telur yang tidak teridentifikasi sebagai telur positif oleh manusia, tetapi teridentifikasi positif oleh sistem. *False Negatif* (FN) menunjukkan jumlah telur yang teridentifikasi sebagai telur positif oleh manusia, tetapi teridentifikasi negatif oleh sistem.



## BAB IV

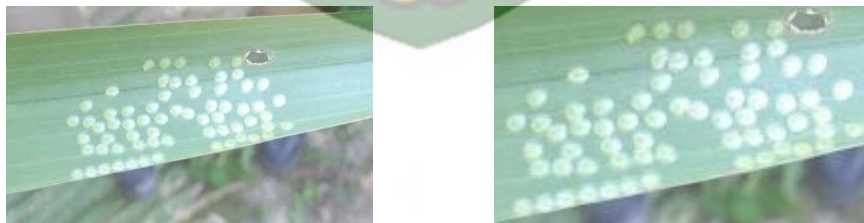
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Hasil

Pengujian pada sistem segmentasi citra hama daun tumbuhan kelapa sawit untuk menentukan populasi telur ulat ini dilakukan dengan cara penginputan data testing berupa data citra (*image*). Data yang telah dimasukkan pengguna selanjutnya akan diproses oleh sistem menggunakan penerapan algoritma *watershed*.

#### 4.2 Segmentasi Citra Hama Tumbuhan Kelapa Sawit

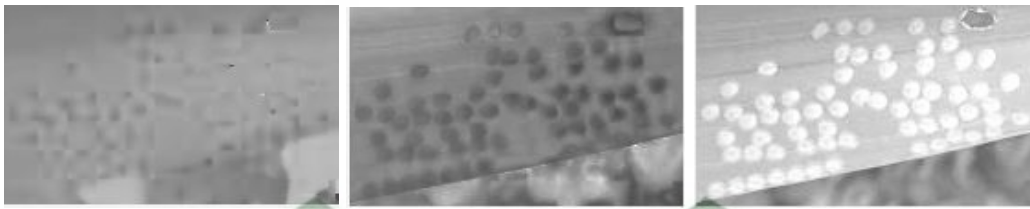
Pada tahapan segmentasi citra hama tumbuhan kelapa sawit ditunjukkan pada gambar 4.1. citra input (a) di *cropping* (potong) sehingga menghasilkan citra yang lebih berfokus kepada objek saja (b), kemudian citra yang telah di *cropping* di segmentasi warnanya menggunakan *Hue*, *Value* dan *Saturation* (HSV) sehingga menghasilkan citra warna *Hue* (c-Kiri), *Value* (c\_Tengah) dan *Saturation* (c-Kanan) ditunjukkan pada gambar 4.2.



(a)

(b)

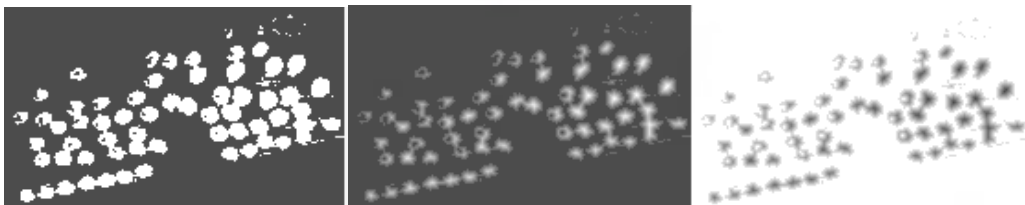
**Gambar 4.1. Gambar Citra Asli (a) Gambar Setelah Dilakukan Proses Pemotongan (b)**



(c)

**Gambar 4.2. Perbedaan Citra Warna *Hue* (c-kiri), *Saturation* (c-tengah), *Value* (c-kanan)**

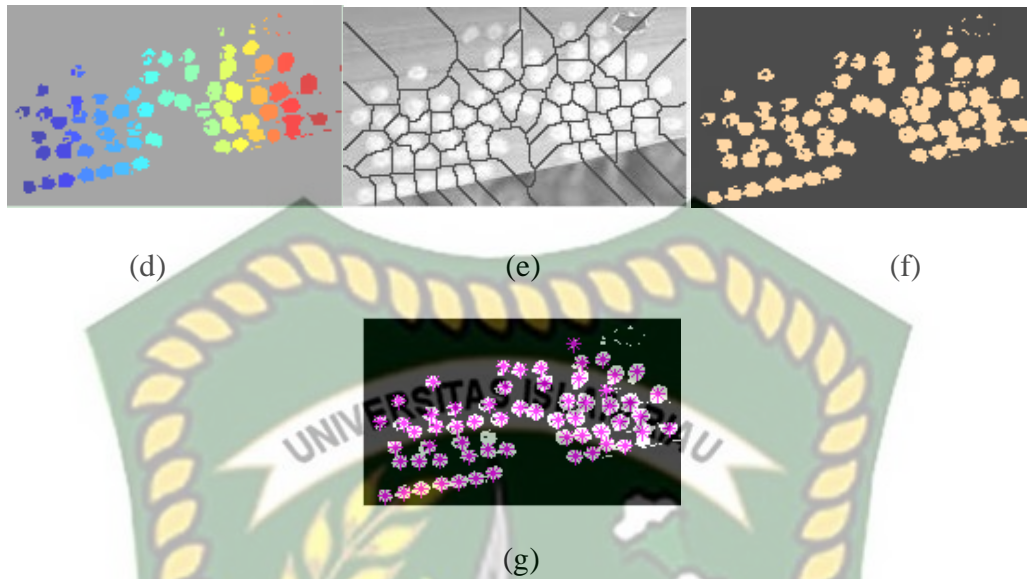
Selanjutnya untuk meningkatkan nilai intensitas gambar pada citra HSV dilakukan proses segmentasi pada gambar 4.3 menggunakan citra biner, sehingga menghasilkan citra hitam-putih(a), kemudian untuk mengetahui jarak antara objek dilakukan proses *distance transform* sehingga menghasilkan citra (b), kemudian untuk meningkatkan piksel cahaya mewakili elevasi tinggi dan piksel gelap dari jarak dilakukan proses *complement of distance transform* menghasilkan citra (c). Dari citra (c) dilakukan segmentasi *watershed* sehingga menghasilkan citra (d), selanjutnya dari citra (d) melakukan segmentasi *watershed* pada citra HSV sehingga terbentuk *watershed ridge line* sebagai eksternal marker (e), menandai objek (region minima) yang diinginkan sebagai internal marker (f), dari citra (f) region minima yang sudah ditandai selanjutnya dilakukan segmentasi *watershed* sehingga telur ulat hama bisa dihitung secara individu (g).



(a)

(b)

(c)



**Gambar 4.3. Tahapan Segmentasi Watershed**

**4.2.1 Hasil Perhitungan Jumlah Telur Ulat Hama pada Daun Kelapa Sawit**  
 Jumlah telur ulat hama pada daun kelapa sawit hasil perhitungan *gold standar* dibandingkan dengan empat nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) hasil perhitungan sistem terlihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Telur Ulat Hama**

		Gold Standard	
		POSITIVE	NEGATIVE
Sistem	POSITIVE	TP (59)	FP (1)
	NEGATIVE	FN (6)	TN (0)

Presentase nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) hasil pengujian kredibilitas sistem dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{59 + 0}{59 + 0 + 1 + 6} \times 100\% \\
 &= \frac{59}{66} \times 100\% \\
 &= 89.39\%
 \end{aligned}$$

Presentase nilai akurasi diperoleh sebesar 89.39 %, sehingga masih ada 10.61 % jumlah telur ulat hama yang belum teridentifikasi dengan tepat. Hal ini dikarenakan antara lain adanya telur ulat hama yang teridentifikasi oleh *gold standard* sebagai telur ulat hama positif tetapi tidak teridentifikasi oleh sistem (lingkaran merah), dan adanya yang bukan telur ulat hama yang teridentifikasi oleh sistem tetapi tidak teridentifikaasi oleh *gold standard* (lingkaran biru) seperti yang terlihat pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4. Hasil Segmentasi yang tidak Tepat**

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \\
 &= \frac{59}{59 + 1} \times 100\% \\
 &= 0.98 \times 100\% \\
 &= 98\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Recall &= \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \\
 &= \frac{59}{59 + 6} \times 100\% \\
 &= 0.91 \times 100\% \\
 &= 91\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F1 \text{ score} &= \frac{2 \times 0.98 \times 0.91}{0.98 + 0.91} \times 100\% \\
 &= \frac{1.7836}{1.89} \times 100\% \\
 &= 0.94 \times 100\% \\
 &= 94\%
 \end{aligned}$$

Persentase rata-rata data benar yang teridentifikasi positif oleh sistem dan *gold standar* dengan presentase yaitu 94%, hal ini dikarenakan hanya beberapa telur ulat hama yang tidak teridentifikasi oleh sistem.

### 4.3 Hasil Pengujian

#### 4.3.1 Pengujian *Black Box Testing*

Pengujian *Black Box* merupakan salah satu cara pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsional, khususnya pada fungsi *input* dan *ouput* data pada suatu *software* yang berguna untuk menentukan apakah aplikasi tersebut sudah bermanfaat sesuai dengan yang dibutuhkan atau tidak.

Pada *Black Box testing* ini dilakukan pengujian yang didasarkan pada detail aplikasi seperti tampilan aplikasi, fungsi-fungsi yang ada pada aplikasi, dan kesesuaian alur fungsi dengan proses yang diinginkan oleh pengguna. *Black Box*

*testing* ini lebih menguji ke tampilan luar (*Interface*) dari suatu aplikasi agar mudah digunakan oleh pengguna. Pengujian ini tidak melihat dan menguji *source code* aplikasi.

*Black Box testing* ini bertujuan untuk memeriksa tahap akhir sistem, apakah sistem berfungsi dengan baik dan melayani penggunaanya secara efisien. Pengujian ini bertujuan untuk mencari fungsi yang hilang atau salah pada *interface*, kinerja, inisialisasi program dan kesalahan *output*.

Pengujian data *testing* dilakukan dengan cara menginputkan foto telur ulat hama daun kelapa sawit . setelah dilakukan penginputan tersebut dilakukan proses segmentasi untuk menentukan populasi telur ulat hama daun kelapa sawit yang diuji tersebut. Pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5. Menu Data Testing**

Pada gambar dapat dilihat, pada menu data testing akan muncul hasil analisis hasil dari perhitungan algoritma sistem untuk mengetahui populasi telur ulat hama yang terdapat pada daun kelapa sawit.

#### 4.3.2 Pengujian Sistem Terhadap Pengguna

Salah satu pengujian sistem dilakukan terhadap pengguna yaitu dengan membagikan kuesioner. Kuesioner ini disebarakan kepada mahasiswa pertanian dan karyawan PT. Sari Lembah Subur sebanyak 30 orang untuk mendapatkan data yang kongkrit. Kuesioner dibuat menggunakan skala linkert dari skala 1 sampai 5. Skala linkert merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk keperluan riset atas jawaban setuju ataupun respon dari seorang terhadap suatu pernyataan.

**Tabel 4.2. Skor Maksimum**

Jawaban	Skor	Skor Maksimum (Skor x Jumlah Responden)
Sangat Setuju (SS)	5	150
Setuju (S)	4	120
Netral (N)	3	90
Tidak Setuju (TS)	2	60
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	30

Gambaran 5 pertanyaan yang diberikan kepada responden adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.3. Tabel Pertanyaan**

NO	PERTANYAAN	SS	S	N	TS	STS
1	Apakah hasil populasi telur ulat dari sistem segmentasi citra hama daun kelapa sawit ini sudah sesuai dengan aslinya?					
2	Apakah tampilan sistem ini mudah dipahami ?					
3	Apakah sistem ini mudah dipahami saat digunakan?					

4	Apakah selanjutnya sistem ini mempermudah untuk digunakan?					
5	Apakah sistem ini bermanfaat saat digunakan?					

Selanjutnya dapat dicari persentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus :

$$Y = \frac{TS}{Skor\ Ideal} \times 100\%$$

Dimana :

Y = Nilai persentase

TS = Total skor responden =  $\sum$  skor x responden

Skor ideal = skor x jumlah responde

$$= 5 \times 30 = 150$$

Kriteria skor untuk persentase dapat dilihat pada tabel :

**Table 4.1. Kriteria Skor**

Kategori	Keterangan
0 % - 20 %	Sangat Tidak Setuju
21 % - 40 %	Tidak Setuju
41 % - 60 %	Netral
61 % - 80 %	Setuju
81 % - 100 %	Sangat Setuju

Berikut merupakan hasil presentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya :

1. Apakah hasil populasi telur ulat dari sistem segmentasi citra hama daun kelapa sawit ini sudah sesuai dengan aslinya?

**Table 4.2. Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama**

Jawaban	SS x 5	S x 4	N x 3	TS x 2	STS x 1	Jumlah
Banyak Responden	16	13	1	0	0	30

Total	80	52	3	0	0	135
Persentase	$(135/150) \times 100 = 90 \%$					



**Gambar 4.6. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Pertama**

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 90% responden menyatakan setuju bahwa hasil populasi telur ulat hama dari sistem sesuai dengan aslinya.

2. Apakah tampilan sistem ini mudah dipahami ?

**Table 4.3. Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua**

Jawaban	SS x 5	S x 4	N x 3	TS x 2	STS x 1	Jumlah
Banyak Responden	16	13	1	0	0	30
Total	80	52	3	0	0	135
Persentase	$(135/150) \times 100 = 90 \%$					



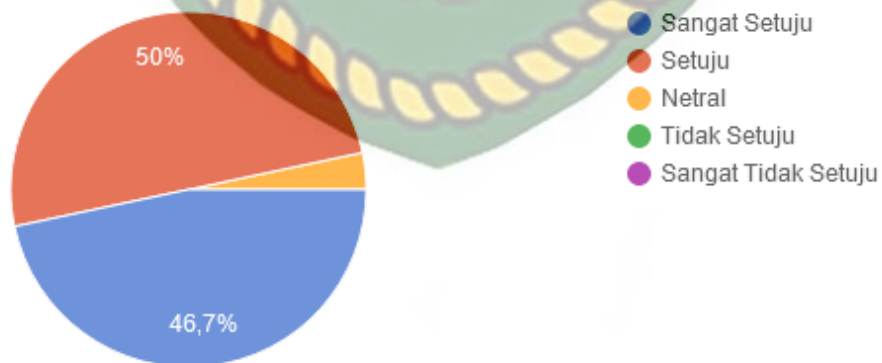
**Gambar 4.7. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Kedua**

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan kedua, dapat disimpulkan sebanyak 90% responden menyatakan setuju bahwa tampilan sistem mudah dipahami.

3. Apakah sistem ini mudah dipahami saat digunakan?

**Table 4.4. Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga**

Jawaban	SS x 5	S x 4	N x 3	TS x 2	STS x 1	Jumlah
Banyak Responden	14	15	1	0	0	30
Total	70	60	3	0	0	103
Persentase	$(103/150) \times 100 = 68.67\%$					



**Gambar 4.8. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Ketiga**

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan ketiga, dapat disimpulkan sebanyak 68.67% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini mudah dipahami saat digunakan.

4. Apakah selanjutnya sistem ini mempermudah untuk digunakan?

**Table 4.5. Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat**

Jawaban	SS x 5	S x 4	N x 3	TS x 2	STS x 1	Jumlah
Banyak Responden	13	16	1	0	0	30
Total	65	64	3	0	0	102
Persentase	$(102/150) \times 100 = 68 \%$					



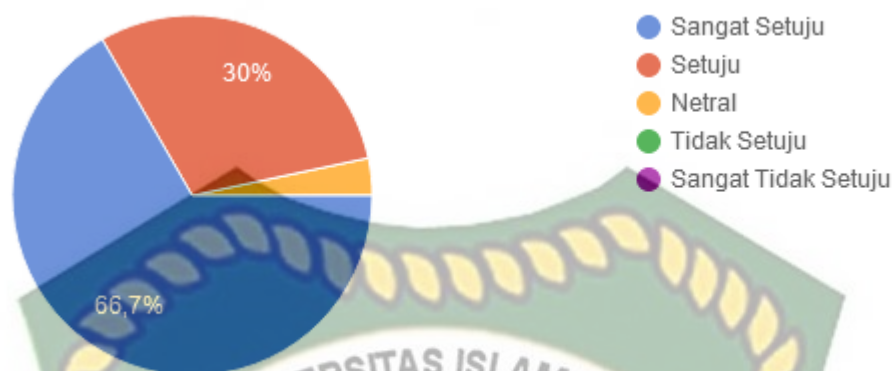
**Gambar 4.9. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Keempat**

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan keempat, dapat disimpulkan sebanyak 68% responden menyatakan setuju bahwa selanjutnya sistem ini mempermudah untuk digunakan.

5. Apakah sistem ini bermanfaat saat digunakan?

**Table 4.6. Hasil Kuesioner Pertanyaan Kelima**

Jawaban	SS x 5	S x 4	N x 3	TS x 2	STS x 1	Jumlah
Banyak Responden	20	9	1	0	0	30
Total	100	36	3	0	0	139
Persentase	$(139/150) \times 100 = 92.67 \%$					



**Gambar 4.10. Persentase dari Setiap Jawaban Responden Pertanyaan Kelima**

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan kelima, dapat disimpulkan sebanyak 92.67% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini bermanfaat digunakan.

Hasil dari setiap pertanyaan yang telah dilakukan perhitungan rata-rata secara keseluruhan, akan dibandingkan dengan tabel 4.8. untuk mendapatkan kesimpulan.

Perhitungan secara keseluruhan pengolahan kuesioner dapat dilihat pada tabel 4.

**Table 4.7. Pengolahan Skala**

Pertanyaan	Nilai Presentase	Keterangan
Pertama	90%	Sangat Setuju
Kedua	90%	Sangat Setuju
Ketiga	68.67 %	Setuju
Keempat	68%	Setuju
Kelima	92.67 %	Sangat Setuju
Total Presentase	$90\% + 90\% + 68.67\% + 68\% + 92.67\% = 409.34\%$	Sangat Setuju
Rata-rata	$409.34\% / 5 = 81.868\%$	

Maka dapat disimpulkan, hasil dari pengujian kuesioner diperoleh bahwa hasil populasi sistem, tampilan sistem, cara kerja sistem, dan manfaat sistem sudah baik. Sehingga secara umum sistem dapat berguna untuk mengetahui populasi telur ulat hama yang terdapat pada daun kelapa sawit.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan implementasi sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari tahapan pengolahan citra digital untuk mengetahui populasi telur ulat hama daun kelapa sawit, *Marker Watershed* digunakan untuk memperoleh Segmentasi jumlah telur ulat hama yang terdapat pada daun kelapa sawit.
2. Berdasarkan nilai akurasi telur ulat yang diperoleh sebesar 89.39 % dan persentase rata-rata yang diperoleh 94% sehingga hasil pengujian kredibilitas sistem bisa dianggap baik.
3. Pada sistem ini hanya menggunakan 1 data sehingga mempengaruhi nilai akurasi dan persentase pengujian kredibilitas sistem.

#### 5.2 Saran

Untuk memperbaiki kinerja sistem diusulkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Memperbanyak data citra sehingga meningkatkan akurasi sistem.
2. Penelitian ini merupakan tahapan sebelum dilakukan proses klasifikasi citra telur ulat hama daun kelapa sawit, sehingga penelitian ini bisa dilanjutkan pada tahap klasifikasi citra telur ulat hama daun kelapa sawit dengan memperbaiki hasil segmentasi terlebih dahulu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, B., Fatichah, C., & Suciati, N. (2016). *Kuantisasi sel darah putih bertumpuk menggunakan analisis distance marker*. 5(3), 143–148.
- Andono, P. N. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Andi Offset.
- Defitri, Y., Nengsih, Y., & Saputra, H. (2017). INTENSITAS SERANGAN HAMA ULAT API (*Setothosea asigna*) PADA TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*. JACQ) DI KECAMATAN TEBO TENGAH KABUPATEN TEBO. *Jurnal Media Pertanian*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.33087/jagro.v2i1.23>
- Hermawati, F. A. (2013). *Pengolahan Citra Digital Konsep dan Teori* (1st ed.). Andi Offset.
- Hidayatullah, P. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Informatika Bandung.
- Husein, A. M., & Harahap, M. (2017). Penerapan Metode Distance Transform pada Kernel Discriminant Analysis untuk Pengenalan Pola Tulisan Tangan Angka Berbasis Principal Component Analysis. *Sinkron*, 2(2), 31–36.
- Susanto, A. K. & A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Andi Offset.
- Susilowati, A. G., Setyati, E., & Setiawan, E. I. (2018). Segmentasi Antar Gigi Menggunakan Algoritma. *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA)2018*, 9–14.
- Susilowati, E., Gunadarma, U., Baru, K., & Clustering, K. (2018). *Konversi Citra*

*RGB Ke Citra HSV Dan HCL Pada Citra Jeruk Medan. 2.*

Woods, R. C. G. & R. E. (2008). *Digital Image Processing* (Berilustra). Prentice Hall.

Yuliani, A., Labellapansa, A., & Yulianti, A. (2019). Klasifikasi Citra Daun Kelapa Sawit Yang Terkena Dampak Hama Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed)*, 73–78.

