

**PENENTUAN POPULASI KEPOMPONG ULAT API PADA
TANAMAN KELAPA SAWIT DENGAN SEGMENTASI CITRA
MENGUNAKAN ALGORITMA WATERSHED**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



DISUSUN OLEH:

ADY PUTRA
163510114

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

Nama : Ady Putra
NPM : 163510114
Jurusan : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed

Format Sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam Skripsi ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan Kriteria-kriteria dalam metode penelitian ilmiah. Oleh karena itu skripsi ini dinilai layak dapat disetujui untuk disidangkan dalam **Ujian Komprehensif**.

Pekanbaru, 04 Agustus 2022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ana Yulianti ST., M.Kom

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Apri Siswanto S.Kom., M.Kom

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI UJIAN SKRIPSI

Nama : Ady Putra
NPM : 163510114
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed

Skripsi ini secara keseluruhan dinilai telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah serta telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan tim penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan **Telah Lulus Mengikuti Ujian Komprehensif Pada Tanggal 18 Agustus 2022** dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu **Teknik Informatika**.

Pekanbaru, 18 Agustus 2022

Tim Penguji

1. Ir. Des Suryani, M.Sc

Sebagai Tim Penguji I



2. Ause Labellapansa, S.T., M.Cs., M.Kom

Sebagai Tim Penguji II



Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika



Dr. Apri Siswanto., S.Kom., M.Kom

Dosen Pembimbing



Ana Yulianti, ST., M.Kom

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ady putra
Tempat/Tgl Lahir : Kampar. 07 April 1998
Alamat : Dusun Lembah Damai Kec. Kampar Kiri Tengan
Adalah mahasiswa Universitas Islam Riau yang terdaftar pada :
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Informatika
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli hasil dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **“Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed”**. Apabila dikemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru. 29 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Ady Putra
163510114

LEMBAR IDENTITAS PENULIS

Nama : ADY PUTRA
NPM : 163510114
Tempat/Tanggal Lahir : Kampar, 07 April 1998
Alamat Orang Tua : Dusun Lembah Damai
Nama Orang Tua :
Nama Ayah : Misni
Nama Ibu : Suyani
No.HP/Telp : 082284424810
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Masuk Th.Ajaran : 2016
Keluar Th. Ajaran : 2022
Judul Penelitian : Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed



Pekanbaru, 29 Agustus 2022

ADY PUTRA

Ady Putra
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email : ady.putra@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman perkebunan yang sangat diminati untuk dikelola dan ditanam, baik oleh pihak BUMN, perkebunan swasta nasional dan asing, maupun perkebunan rakyat yang banyak menghasilkan kebutuhan penting seperti minyak masak, minyak industri, bahkan untuk bahan bakar kendaraan (*biodiesel*). Penggunaan hasil olahan kelapa sawit sebagai kebutuhan penting kehidupan sehari-hari menjelaskan bahwa hasil produksi tandan buah sawit harus tetap terjaga intensitasnya demi menjaga keseimbangan jumlah kebutuhan dan jumlah produksi. Untuk menjaga jumlah produksi tandan buah sawit salah satu caranya adalah menjaga tanaman kelapa sawit dari serangan hama ulat api *setothosea asigna*. Penyebab serangan hama ulat api yang terjadi adalah kurangnya pengawasan mengenai populasi dan lambatnya penanggulangan hingga ulat api tumbuh dan berkembang biak di perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, jika tidak ada pengawasan dalam mencegah perkembang biakan ulat api, maka hal ini dapat merusak tanaman kelapa sawit yang mengakibatkan kurangnya jumlah produksi tandan buah sawit. Dalam pengembangan program penelitian ini, teknologi pengolahan citra digital akan digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan hama ulat api dengan menghitung kepompong ulat.

Kata Kunci : *Kepompong, Citra Digital, Watershed, Matlab*

Ady Putra
Informatics Engineering Program
Islamic University of Riau
Email : ady.putra@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq) is a plantation crop that is in great demand to be managed and planted, both by state-owned enterprises, national and foreign private plantations, as well as smallholder plantations which produce many important needs such as cooking oil, industrial oil, and even for vehicle fuel. biodiesel). The use of processed palm oil products as an important need for daily life explains that the intensity of the production of oil palm fruit bunches must be maintained in order to maintain a balance between the number of needs and the amount of production. One way to maintain the production of oil palm fruit bunches is to protect oil palm plants from attacks by the caterpillar, Setothosea asigna. The cause of the caterpillar attack that occurs is the lack of monitoring of the population and the slow response to the caterpillars growing and breeding in oil palm plantations. Therefore, if there is no supervision in preventing the proliferation of caterpillars, this can damage oil palm plantations resulting in a lack of production of oil palm fruit bunches. In the development of this research program, digital image processing technology will be used to determine the growth rate of caterpillar pests by counting caterpillar cocoons.

Key Words : Cocoon, Image Processing, Watershed, Matlab

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis senantiasa sehat dan dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir (TA) yang berjudul “Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed” tepat pada waktunya. Proposal ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat penyusunan skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Tidak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan proposal ini.

Pekanbaru, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	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.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Kelapa Sawit	9
2.2.2 Hama Perusak Daun	10
2.2.3 Pengolahan Citra Digital	14
2.2.4 Tahap-tahap Pengolahan Citra Digital Secara Umum	15
2.2.5 <i>Preprocessing</i>	19

2.2.6	<i>Segmentasi</i>	25
2.2.7	Pengujian Kredibilitas Sistem	39
2.2.8	Representasi dan Deskripsi	40
2.2.9	Basis Pengetahuan.....	41
2.2.10	Pengenalan dan Implementasi.....	41
2.2.11	Program Flowchart.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		45
3.1	Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan.....	45
3.2	Teknik Pengumpulan Data	46
3.3	Metodologi Penelitian	46
3.3.1	Akuisisi Citra	47
3.3.2	Cropping.....	48
3.3.3	Model Warna YCbCr	48
3.3.4	Filter Median.....	49
3.3.5	Citra Kontras	50
3.3.6	Meningkatkan Visibilitas	50
3.3.7	<i>Gradient Operator Prewitt</i>	51
3.3.8	<i>Threshold</i>	51
3.3.9	<i>Filling Holes</i>	52
3.3.10	Segmentasi Watershed	53

3.3.11	Morfologi Erosi.....	53
3.3.12	<i>Remove Pixel</i>	54
3.4	Pengembangan dan Perancangan Sistem.....	54
3.4.1	<i>Context Diagram</i>	54
3.4.2	<i>Hierarchy Chart</i>	55
3.4.3	Rancangan Program	55
3.4.4	Rancangan Logika Program.....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Pengujian <i>Black Box</i>	59
4.1.1	Pengujian <i>Form</i> Menu Utama.....	59
4.1.2	Pengujian <i>Form</i> Data Sampel	59
4.1.3	Pengujian <i>Form Output</i> Tahapan Proses Pengolahan.....	60
4.2	Pengujian Sistem Terhadap Pengguna	69
4.3	Kesimpulan Pengujian.....	75
4.4	Hasil Perhitungan Jumlah Kepompong.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi	13
Tabel 2.2 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman	13
Tabel 2.3 Matriks Citra Asli	18
Tabel 2.4 Matriks dari Hasil Nilai Luma Y	18
Tabel 2.5 Matriks dari Hasil Nilai Croma Blue (Cb).....	19
Tabel 2.6 Matriks dari Hasil Nilai Croma Red (Cr).....	19
Tabel 2.7 Citra Sebelum Titik Pusatnya Dilakukan Median Filter	21
Tabel 2.8 Citra Yang Titik Pusatnya Telah Mengalami Perubahan Setelah Dilakukan Median Filter	21
Tabel 2.9 Matriks Citra Sebelum Peningkatan Kontras.....	23
Tabel 2.10 Matriks Nilai Citra Kontras Cb (Croma Blue) Setelah Dilakukan Peningkatan Kontras	23
Tabel 2.11 Penerapan Operator Prewitt Pada Matriks Citra Nilai Cb	28
Tabel 2.12 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.1	28
Tabel 2.13 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.2	28
Tabel 2.14 Filtering Matriks Citra Gy Mencari G1.1	29
Tabel 2.15 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.2	29
Tabel 2.16 Matriks Hasil Citra Gradien.....	31
Tabel 2.17 Matriks Hasil Citra Gradien Untuk Mecari Nilai Matriks Citra Treshold.....	36
Tabel 2.18 Matriks Hasil Citra Treshold.....	36
Tabel 2.19 Erosi	39

Tabel 2.20 Simbol dan Keterangan <i>Context Diagram</i>	43
Tabel 2.21 Simbol dan Keterangan <i>Flowchart</i>	44
Tabel 3.1 Keterangan Speksifikasi Hardware.....	45
Tabel 4.1 Pengujian Output Tahapan Proses Pengolahan Citra.....	67
Tabel 4.2 Tabel Pertanyaan.....	67
Tabel 4.3 Skor Minimum.....	68
Tabel 4.4 Kriteria Skor.....	68
Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Pentanyaan Pertama	69
Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua.....	70
Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga	71
Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat.....	72
Tabel 4.9 Hasil Pengolahan Skala.....	73
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Kepompong.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis Gueneensis Jacq</i>).....	10
Gambar 2. 2 Tahapan pengolahan citra digital	15
Gambar 2. 3 Peningkatan Kontras	24
Gambar 2. 4 Konvolusi Dilakukan Dengan Melakukan Proses Disepanjang Kolom dan Baris Pada Citra 5x5.....	27
Gambar 2. 5 <i>Filling Holes</i>	36
Gambar 2. 6 Metode Watershed.....	38
Gambar 3.1 Tahapan Segmentasi Watershed Pada Kepompong Hama Ulat Api. 47	47
Gambar 3.2 Citra Kepompong Ulat Api	47
Gambar 3.3 Citra Proses Cropping Kepompong Hama Ulat Api	48
Gambar 3.4 Hasil YCbCr pada nilai Cb.....	49
Gambar 3.5 Proses Filter Median.....	49
Gambar 3.6 Proses Kontras.....	50
Gambar 3.7 Proses Meningkatkan Visibilitas Hasil	50
Gambar 3.8 Proses Deteksi Tepi <i>Gradient</i> Menggunakan Operator <i>Prewitt</i>	51
Gambar 3.9 Proses <i>Tresholding</i>	52
Gambar 3.10 Proses <i>Filling Holes</i>	52
Gambar 3.11 Proses Watershed	53
Gambar 3.12 Proses Morfologi Erosi.....	53
Gambar 3.13 Proses <i>Remove Pixel</i>	54
Gambar 3.14 <i>Context Diagram</i>	54
Gambar 3.15 Hierarchy Chart.....	55

Gambar 4. 1 Form Menu Utama	59
Gambar 4.2 <i>Form</i> Data Sampel	60
Gambar 4.3 Hasil <i>Cropping</i>	61
Gambar 4.4 Hasil YCbCr	61
Gambar 4.5 Hasil Median Filter	62
Gambar 4.6 Hasil Citra Kontras	62
Gambar 4.7 Hasil Meningkatkan Visibilitas	63
Gambar 4.8 Hasil Gradient Operator <i>Prewitt</i>	63
Gambar 4.9 Hasil <i>Threshold</i>	64
Gambar 4.10 Hasil <i>Fill Holes</i>	64
Gambar 4.11 Hasil Watershed	65
Gambar 4.12 Hasil Erosi	65
Gambar 4.13 Hasil <i>Remove Pixel</i>	66
Gambar 4.14 Menampilkan Hasil Analisa Jumlah Kepompong	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman perkebunan yang sangat diminati untuk dikelola dan ditanam, baik oleh pihak BUMN, perkebunan swasta nasional dan asing, maupun perkebunan rakyat. Indonesia adalah produsen minyak sawit terbesar di dunia. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) juga merupakan tanaman industri yang penting dalam penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel) (Pertanian, 2005).

Kelapa sawit termasuk tanaman pohon yang tingginya dapat mencapai 0-24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandanan yang cukup besar, serta bercabang banyak. Buahnya, apabila sudah matang berwarna kuning menjadi orange. Daging dan kulit buah kelapa sawit mengandung minyak. Minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Hampasnya dimanfaatkan untuk pupuk dari sawit itu sendiri. Daun berwarna hijau tua, daunnya tersusun majemuk menyirip dan pelepah berwarna sedikit lebih hijau muda. Batang tanaman diselimuti bekas pelepah yang sudah dibersihkan hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelapah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi mirip dengan tanaman kelapa.

Faktor yang dapat menyebabkan penurunan hasil produksi pada tanaman kelapa sawit diantaranya hama. Meskipun tidak mematikan tanaman, hama ini sangat merugikan secara ekonomi. Dengan daun yang habis akan sangat

mengganggu proses fotosintesis tanaman kelapa sawit, yang pada akhirnya akan menurunkan produktifitas tanaman kelapa sawit. Serangan hama utama ulat pemakan daun kelapa sawit, yakni ulat api. Ulat api menyebabkan Helaian daun berlubang atau habis sama sekali sehingga hanya tinggal tulang daunnya, gejala ini dimulai dari daun bagian bawah. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan di lapangan adalah *Setothosea asigna* dan *Setora nitens*. Kerusakan akibat hama ini dapat menimbulkan penyusutan produksi sebanyak 35% hingga mencapai 40%. Selama ini seluruh petani yang ada di Indonesia khususnya daerah Sumatera terlambat mengatasi serangan hama, dan akibat dari terlambatnya petani mengatasi hal tersebut maka produksi dari tanaman kelapa sawit itu sendiri akan mengalami penurunan sehingga juga tidak dapat tumbuh tandan/buah. (Defitri, ddk., 2017)

Untuk mencegah hama berkembang biak, pihak perusahaan PT. Sari Lembah Subur harus melakukan pengambilan sampel pada daun yang normal dan berhama pada tanaman kelapa sawit terlebih dahulu, untuk pengambilan sampel tersebut harus melakukan tahapan penyusunan jadwal pelaksanaan pengamatan secara dini, menetapkan titik sampel dan barisan sampel, dan penentuan pokok sampel dan akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasilnya. Dengan demikian penelitian ini akan membuat aplikasi pendeteksi jumlah populasi kepompong hama ulat api yang terdapat pada tanaman kelapa sawit dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan algoritma Watershed.

Dengan adanya aplikasi untuk pendeteksi populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit ini dapat mempermudah perusahaan untuk

melakukan pendeteksian sendiri dan dapat langsung mengetahui banyaknya populasi kepompong hama ulat api yang sedang dialami pada tanaman kelapa sawit dan mampu mendapatkan solusi untuk menangani kepompong hama ulat api 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 perusahaan apabila melakukan pengamatan area berhama secara manual dipermukaan tanah pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
2. Lamanya waktu pengerjaan dalam melakukan pengamatan dipermukaan tanah secara manual pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
3. Terlambatnya perusahaan mengetahui keadaan populasi dan penyebaran hama pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang ada didalam penelitian ini, maka penulis membatasinya. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini hanya mendeteksi pada tanaman kelapa sawit yang terkena hama.

2. Penelitian ini hanya bisa mendeteksi diarea permukaan tanah pada tanaman kelapa sawit yang bersih.
3. Hama kepompong yang dideteksi hanya kepompong ulat api jenis *Setothosea Asigna*.
4. Sampel yang diambil dalam penelitian ini hanya dilakukan pada 1 blok yang memiliki luas 30 Ha, dengan warna tanah putih keabuan dan sedikit kehitaman.
5. Pengecekan kepompong hanya pada tanaman kelapa sawit yang berumur ≤ 6 tahun.
6. 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 aplikasi citra untuk mendeteksi populasi hama kepompong ulat api pada tanaman kelapa sawit?”.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

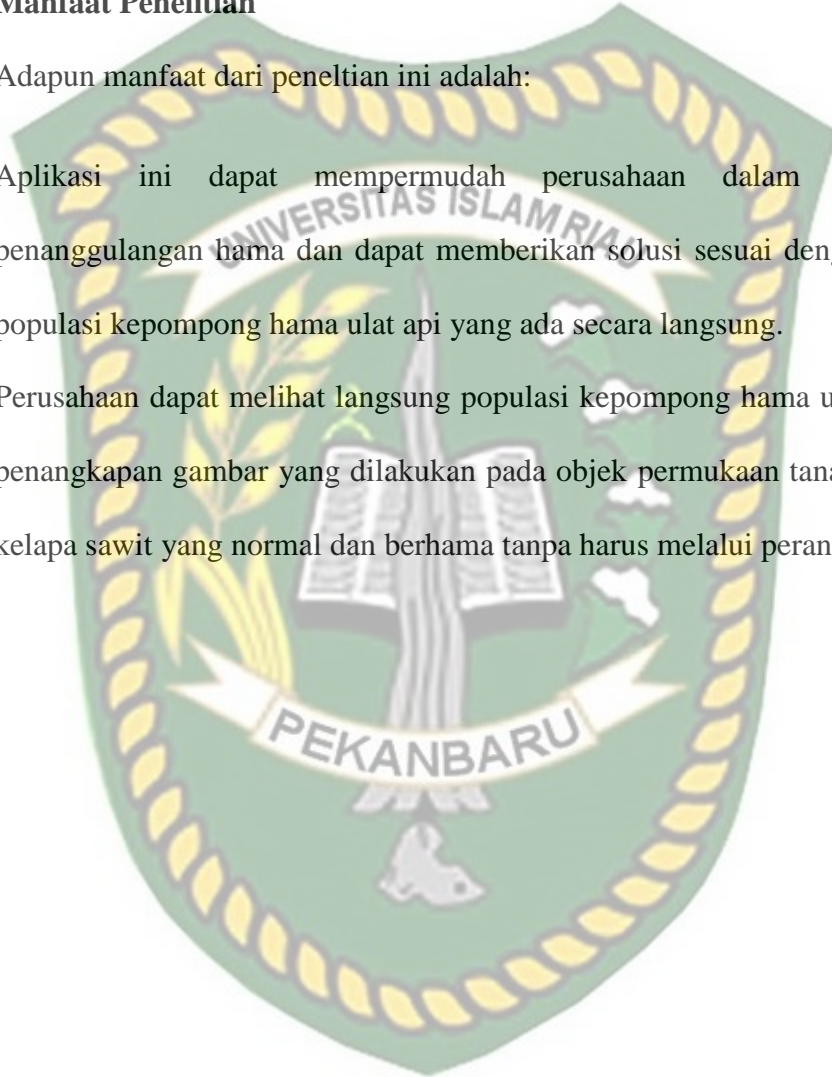
1. Membuat aplikasi citra populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit yang dapat terdeteksi oleh sistem PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
2. Untuk mempermudah perusahaan PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau dalam pendeteksian populasi kepompong ulat hama api yang menyerang tanaman kelapa sawit.

3. Untuk mempercepat waktu penanggulangan kepompong hama ulat api yang menyerang tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Aplikasi ini dapat mempermudah perusahaan dalam melakukan penanggulangan hama dan dapat memberikan solusi sesuai dengan jumlah populasi kepompong hama ulat api yang ada secara langsung.
2. Perusahaan dapat melihat langsung populasi kepompong hama ulat api dari penangkapan gambar yang dilakukan pada objek permukaan tanah tanaman kelapa sawit yang normal dan berhama tanpa harus melalui perantara.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi untuk penanaman investasi perkebunan kelapa sawit, karena memiliki berbagai keunggulan. Indonesia memiliki kesesuaian lahan yang dikehendaki oleh tanaman kelapa sawit terbentang mulai wilayah Timur hingga Barat Indonesia. Indonesia memiliki lahan potensial untuk kelapa sawit mencapai 26,5 juta hektar yang tersebar di berbagai provinsi di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2018).

Dari penelitian (Saifullah & Permadi, 2019) mengenai Segmentasi Citra Menggunakan Metode *Watershed* Berdasarkan *Image Enhancement* Dalam Mendeteksi Embrio Telur mengungkapkan bahwa Metode *Histogram Equalization* (HE) memberikan *Intersity Saturation* yang hasilnya menginformasikan bahwa metode ini belum dapat diimplementasikan pada kasus citra medis. Penelitian ini menggunakan proses segmentasi, yang membagi citra sesuai dengan daerah yang dibagi pada deteksi embrio telur. Penelitian ini akan menganalisis deteksi embrio telur berdasarkan *Image Processing* dengan *Image Enhancement* dan konsep segmentasi menggunakan metode *watershedtransform*. *Image Enhacement* pada *Preprocessing* dalam perbaikan citra menggunakan kombinasi metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan *Histogram Equalization* (HE). Hasil segmentasi mampu membagi daerah telur memiliki embrio secara nyata dan akurat dengan persentase sebesar 98%.

Pada penelitian (Yuliani., 2019) mengenai Klasifikasi Citra Daun Kelapa Sawit yang Terkena Dampak Hama Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* menyebutkan bahwa terdapat 2 faktor yang mempengaruhi hasil produksi buah sawit adalah tingkatan curah hujan dan intensitas hama perusak (*Limacodidae* dan *Psychidae*). Proses deteksi dilakukan dengan langkah-langkah yang terdiri dari *preprocessing*, *segmentasi*, *ekstraksi fitur zoning*, dan klasifikasi 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 tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup dalam melakukan proses pendeteksian jenis hama.

Dalam penelitian (Yuliani., 2019) menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk mengklasifikasikan citra daun kelapa sawit yang terserang hama, faktor yang mempengaruhi produksi buah sawit adalah hujan dan hama ulat api. Proses pendeteksian terdiri dari segmentasi, ekstraksi ciri zona, dan klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi hama. Nilai akurasi deteksi hama ulat kantong adalah 55%, dan nilai deteksi hama *Monema flavescens* adalah 72,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kapasitas yang cukup untuk mendeteksi spesies hama.

Pada penelitian (Reynaldo & Lina, 2019) mengenai Kajian Tentang Pendeteksian Sel Darah Putih Dengan Teknik Segmentasi *Watershed* mengungkapkan proses pendeteksian sel darah putih hanya dilakukan dengan menggunakan preparat darah dengan melakukan pewarnaan terlebih dahulu pada preparat darah, sehingga sel darah putih akan terlihat lebih kontras pada

mikroskop. Hal ini menyebabkan persiapan untuk menyiapkan preparat membutuhkan tenaga dan biaya ekstra serta waktu yang cukup lama. Penelitian ini menggunakan metode yang diusulkan untuk mendeteksi sel darah putih dalam gambar persiapan sel darah yang tidak ternoda menggunakan teknik segmentasi *watershed*. Pertama, tekstur area *White Blood Cell* (WBC) diekstraksi menggunakan *Hue, Saturation, Value* (HSV) *Colorspace*. Kemudian segmentasi *Watershed* dilakukan untuk segmen area sel darah merah, yang merupakan hasil gambar hanya menyisakan area tekstur. Kemudian setiap area tekstur ditentukan apakah area tersebut merupakan area WBC atau tidak. Hasil percobaan menunjukkan metode yang diusulkan mencapai akurasi rata-rata sekitar 45% tingkat keberhasilan.

Penelitian terdahulu menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat menjadikan penelitian tersebut sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Berdasarkan jurnal yang menjadi referensi penulis, maka dapat disimpulkan permasalahan mendeteksi populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit melalui pengolahan citra digital menggunakan Algoritma *Watershed*.

Pada permasalahan mendeteksi atau mengetahui jumlah kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit dapat diatasi dengan pengolahan citra digital menggunakan *Algoritma Watershead*. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah warna citra menggunakan citra *Greyscale* kemudian menghaluskan

citra menggunakan *filter morfologi* yaitu operasi *opening* dan *closing* yang dilanjutkan dengan menghitung jarak setiap piksel dengan proses *Distance Transform*. Kemudian baru masuk kedalam proses *Algoritma Watershed*.

2.2 Dasar Teori

Dalam upaya mendukung pembuatan penelitian ini, maka dari itu penulis perlu mengutarakan hal maupun teori yang berkaitan dengan permasalahan serta ruang lingkup pembahasan sebagai dasar dalam pembuatan laporan penelitian ini.

2.2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) merupakan jenis tanaman perkebunan berupa pohon. Tanaman ini mulai ditanam sebagai tanaman komersial di Indonesia sejak 1911. Tanaman ini biasa dikenal dengan melihat ciri fisiologisnya (daun, batang, akar, bunga, buah), umur tanaman (± 25 tahun) (Ruswanto dkk., 2017). Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan 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 (Hartanto, 2011).

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di Indonesia. Hal ini dikarenakan kelapa sawit mampu menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat serta memegang peranan penting dan menjadi devisa

terbesar bagi Negara dari sektor non migas selain karet dan kopi (Sastrosayono, dkk. 2003). Tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*)

2.2.2 Hama Perusak Daun

Hama tanaman disini berupa binatang yang memakan tanaman dan secara ekonomis dapat merugikan. Misalnya hama perusak daun kelapa sawit yaitu ulat api, yang merupakan jenis ulat pemakan daun kelapa sawit yang paling sering menimbulkan kerugian diperkebunan kelapa sawit. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan dilapangan adalah *Setothosea asigna* dan *Setothosea nitens*. Jenis yang jarang ditemukan adalah *Thosea vestusa*, *Thosea bisura*, *Susica pallida* dan *Birhamula chara* (Kamarudin dkk., 1992). Jenis ulat api yang paling merusak di Indonesia akhir-akhir ini adalah *Setothosa Asigna*. Serangan yang hebat dapat menimbulkan kerusakan berat dan dapat dijumpai jumlah ulat yang tinggi pada setiap pelapah kelapa sawit (Lubis & Agus Widanarko, 2011). Jenis

hama ulat api (*Setothosa Asigna*) dan kepompong ulat yang terdapat pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ulat Api *Setothosea Asigna* dan Kepompong Ulat

Siklus hidup hama ulat api (*Setothosea asigna*) selama 106 – 138 hari yakni masa penetasan telur 6-8 hari, stadia ulat berlangsung 50 hari (8-9 instar) dan masa pupa 40 hari. Ulat hidup berkelompok disekitar tempat penetasan telur. ulat dewasa akan menjatuhkan diri ketanah untuk memulai masa berkepompong. Ulat ini sangat rakus, mampu mengkonsumsi daun 300-500 cm (Lubis & Agus Widanarko, 2011).

Larva yang baru menetas, hidupnya secara berkelompok, memakan bagian permukaan bawah daun. Larva instar 2-3 memakan helaian daun mulai dari ujung ke arah bagian pangkal daun. Selama perkembangannya larva mengalami pergantian instar sebanyak 7-8 kali atau 8-9 kali dan mampu menghabiskan helaian daun seluas 400 cm².

Serangga dewasa (ngengat) jantan dan betina masing-masing lebar rentangan sayapnya 41 mm dan 51 mm. Sayap depan berwarna coklat tua dengan garis transparan dan bintik-bintik gelap, sedangkan sayap belakang berwarna

coklat muda, telur berwarna kuning kehijauan, berbentuk oval, sangat tipis dan transparan.

Siklus hidup hama Ulat Api Pemakan Daun Kelapa Sawit (UPDKS) melalui empat stadium yaitu telur, larva (ulat), pupa (kepompong), dan imago (dewasa). Serangan hama ulat api (*Setothosa Asigna*) dan (*Setora Nitens*) dilapangan umumnya mengakibatkan daun kelapa sawit habis dengan sangat cepat dan berbentuk seperti melidi. Tanaman tidak dapat menghasilkan tandan selama 2- 3 tahun jika serangan yang terjadi sengat berat (Kartasapoetra, 1987).

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kepompong hama ulat api dilakukan dengan parameter yang diamati adalah:

1. Penentuan Jumlah Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi

Perhitungan kepompong hama ulat api dilakukan dengan menggunakan rumus : (Tulung, 2000).

$$K = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

K = Persentase kerusakan tanaman pada lokasi pengamatan.

n = Jumlah tanaman sampel yang terserang oleh hama.

N = Jumlah total tanaman sampel dalam satu lokasi.

Tabel 2.1 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi

Skala	Persentase (%)	Kategori
1	1 – 33	Ringan
2	34 – 65	Sedang
3	66 – 100	Berat

2. Penentuan Jumlah Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman

Penentuan jumlah kepompong hama ulat api tiap tanaman yang dimaksud disini merupakan jumlah kepompong hama ulat api yang terdapat pada tanaman sawit yang diamati. Ambang kritis untuk kepompong hama ulat api ini adalah > 200 kepompong pertanaman.

Adapun tingkat serangan kepompong hama ulat api ini adalah sebagai berikut : (Pribadi, 2010).

Tabel 2.2 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman

Skala	Jumlah	Kategori
1	<100	Ringan
2	100 – 200	Sedang
3	>200	Berat

Pengendalian hama dapat dilakukan secara hayati dan secara kimia. Pengendalian secara kimia yaitu dengan menggunakan insektisida, salah satu insektisida yang bisa kita terapkan dalam mengendalikan hama ulat api adalah dengan menggunakan jamur atau fungi entomopatogen. Sedangkan pengendalian

secara hayati dilakukan dengan memanfaatkan musuh (predator) alami dan bioinsektisida.

Serta ada juga pengendalian hama dengan menggunakan pengendalian mekanis seperti mengutip kepompong, larva dan light trap imago. Jika nilai pembobotan pada pengendalian kepompong hama ulat api termasuk kategori ringan maka akan dilakukan pengendalian hama secara hayati, dan jika pembobotan termasuk kategori sedang maka akan dilakukan pengendalian hama secara mekanis, sedangkan pembobotan termasuk kategori berat maka akan dilakukan pengendalian secara kimia.

2.2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra atau gambar. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Citra Digital adalah bentuk 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 objek tertentu.

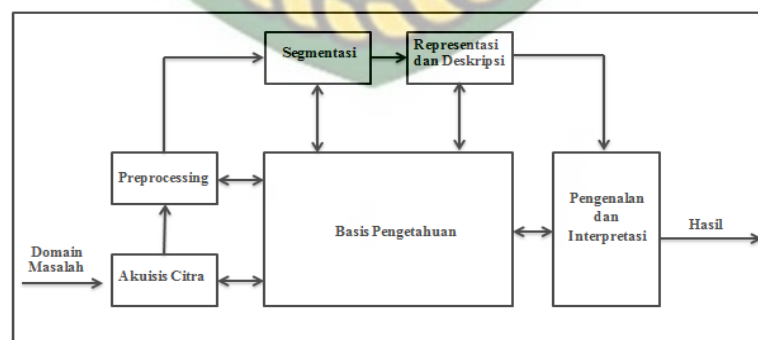
Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan menggunakan komputer. Citra digital adalah barisan bilangan nyata (Nilai Real) maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit-bit tertentu (Putra, 2010). Pengolahan citra memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah:

1. Untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer).
2. Untuk mentransformasikan citra menjadi citra lain. Seperti, pemampatan citra (*image compression*) yang digunakan untuk meminimalisasi jumlah bit pada suatu citra sehingga ukuran data citra menjadi lebih kecil.

Pengolahan citra digital merupakan metode untuk mengolah citra secara digital sehingga menghasilkan gambar lain sesuai dengan kebutuhan. Proses pengolahan citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra supaya menjadi lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra.

2.2.4 Tahap-tahap Pengolahan Citra Digital Secara Umum

Secara umum dalam pengolahan citra digital terbagi 6 langkah penting yaitu akuisisi citra, *preprocessing*, *segmentasi*, representasi dan deskripsi, pengenalan dan implementasi serta basis pengetahuan (Sutoyo, dkk. 2009). Langkah penting dalam pengolahan citra digital dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.2 Tahapan pengolahan citra digital

2.2.4.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Dengan menangkap atau memindai suatu citra analog untuk mendapatkan citra digital. Tahap ini dimulai dari pengambilan citra analog (objek), persiapan dan alat yang digunakan dan pencitraan. Persiapan seperti resolusi kamera, teknik pencahayaan, jarak, sudut pengambilan citra, dan lain sebagainya. Serta alat yang digunakan untuk pencitraan adalah kamera digital, video kamera, kamera *smartphone*, scanner, photo sinar-x atau sinar infra merah. Pencitraan ini merupakan kegiatan transformasi dari citra analog seperti foto, lukisan, gambar dan patung.

2.2.4.2 Pemotongan (*Cropping*)

Proses pengolahan citra, biasanya tidak secara keseluruhan bagian dari citra yang kita gunakan. Pemotongan citra (*Cropping*) dilakukan dengan cara mengambil area tertentu yang bertujuan untuk mempermudah analisa citra yang akan diamati dalam proses pengolahan citra digital, proses ini juga memperkecil penyimpanan citra (Siahaan & Sianipar, 2018).

2.2.4.3 Model Warna YCbCr

Pada Model Warna terdapat banyak metode yang digunakan salah satunya metode pada Model Warna YCBCR terdiri dari 3 buah komponen, yakni *luma* (Y), *chroma blue* (Cb), dan *chroma red* (Cr). Ruang YCbCr akan memisahkan citra ke dalam komponen luminansi dan komponen warna (Zaidan dkk., 2014).

Ruang YCbCr akan memisahkan citra ke dalam komponen *luminance* dan komponen warna. Informasi *luminance* dipresentasikan oleh komponen Y, sedangkan informasi warna dipresentasikan pada komponen Cb dan Cr. Pada *chroma (chrominance)* adalah sinyal yang digunakan dalam system video untuk menyampaikan informasi warna dari suatu citra. Model warna ini digunakan pada sistem video digital. Ruang warna YCbCr dapat dengan mudah diperoleh dari ruang RGB dengan matrik sederhana (P. Hidayatullah, 2017):

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -1.69 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B$$

$$C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B$$

Model Warna YCbCr memperoleh ruang warna dengan mengkonversi RGB, maka didapat persamaan sebagai berikut :

- a. *Luma* (Y) merepresentasikan intensitas cahaya pada citra. Sebagai contoh pada matriks citra asli :

Tabel 2.3 Matriks Citra Asli

R	105	62	68	191	67
G	91	50	54	186	59
B	90	54	51	180	57
R	162	83	97	245	58
G	135	65	92	234	58
B	128	63	89	32	68
R	39	49	30	246	103
G	34	40	24	242	97
B	31	43	26	241	101
R	143	123	75	184	173
G	139	118	70	171	168
B	138	115	67	163	172
R	79	111	147	150	163
G	69	110	138	144	163
B	68	116	139	146	163

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Y = 0.299 \cdot 105 + 0.587 \cdot 91 + 0.114 \cdot 90$$

$$Y = 95.07$$

NILAI *Luma* (Y)

Tabel 2.4 Matriks dari Hasil Nilai *Luma* Y

95.07	54.04	57.84	186.81	61.16
142.28	70.15	93.15	37.06	59.14
35.15	43.03	26.02	243.08	99.25
140.08	119.15	71.15	173.98	169.95
71.88	110.98	140.81	146.02	163.00

- b. Chroma Blue (*Cb*) merepresentasikan tingkat kebiruan.

$$C_b = -0.16874R - 0.33126G + 0.5000B$$

$$Cb = -0.16874R*105 - 0.33126G*91 + 0.5000B*90$$

$$Cb = -11.74$$

NILAI Cb

Tabel 2.5 Matriks dari Hasil Nilai Croma Blue (Cb)

-2.86	-0.02	-3.86	-3.84	-2.35
-8.06	-4.04	-2.34	-2.86	5.00
-2.34	-0.02	-0.01	-1.17	0.99
-1.17	-2.34	-2.34	-6.19	1.16
-2.19	2.83	-1.02	-0.01	0.00

- c. Chroma Red (Cr) merepresentasikan tingkat kemerahan.

$$Cr = 0.5000R - 0.41869G - 0.08131B$$

$$Cr = 0.5000R*105 - 0.41869G*91 - 0.08131B*90$$

$$Cr = 7.25$$

NILAI Cr

Tabel 2.6 Matriks dari Hasil Nilai Croma Red (Cr)

7.25	5.76	7.34	3.32	4.27
14.31	9.28	2.91	5.72	-0.71
4.43	6.93	4.10	21.22	10.17
2.33	2.96	2.87	7.46	2.48
5.21	0.21	4.67	3.10	0.29

2.2.5 Preprocessing

Preprocessing merupakan suatu tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik, sehingga proses preprocessing disini bertujuan untuk memproses data citra digital supaya mendapatkan data yang layak digunakan

untuk tahapan selanjutnya. Seperti, meningkatkan kualitas citra atau gambar, menghilangkan noda gambar (*noise*) dari objek-objek pengganggu.

2.2.5.1 Median Filter

Filter median sangat diperlukan dalam proses peningkatan kualitas citra untuk mengubah citra menjadi citra baru, sehingga citra yang dihasilkan menjadi lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan. Filter median mengatur nilai-nilai piksel dari sekumpulan data yang telah diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar atau dari terbesar hingga terkecil adalah nilai yang berada tepat ditengah jika banyaknya data ganjil, atau rata-rata dua nilai ditengah jika banyaknya data genap.

Filter median bekerja dalam menghilangkan noise (gangguan pada citra), sehingga menghasilkan efek penghalusan pada citra baru yang dihasilkan (Sutoyo, dkk. 2009). Secara matematis median filter dapat dijabarkan menjadi : $F(x,y) = \text{median}\{g(s,t)\}$

Misalkan diketahui citra berukuran 5x5 yang ditunjukkan pada tabel 2.5, yaitu :

(-2.86, -8.06, -2.34, -1.17, -2.19, -0.02, -4.04, -0.02, -2.34, 2.83, -3.86, -2.34, -0.01, -2.34, -1.02, -2.84, -2.86, -1.17, -6.19, -0.01, -2.35, 5, 0.99, 1.16, 0). Titik yang ditinjau pada contoh ini adalah titik pusatnya (yang diblok hitam) yang mempunyai nilai intensitas 26.02, selanjutnya nilai intensitas piksel tetangga diurutkan menjadi: (-8.06, -6.19, -4.04, -3.86, -3.84, -2.86, -2.86, -2.35, -2.34, -2.34, -2.34, -2.34, -2.19, -1.17, -1.17, -1.02, -0.02, -0.02, -0.01, -0.01, 0, 0.09, 1.16, 2.83, 5)., sehingga menghasilkan nilai intensitas tengah -0.01 selanjutnya titik pusat yang sebelumnya -2.19 sekarang diganti dengan nilai intensitas yang

sudah diperoleh yaitu -2.19. Tabel 2.8 menunjukkan titik pusat (yang diblok hitam) mengalami perubahan setelah dilakukan filter median.

Tabel 2.7 Citra Sebelum Titik Pusatnya Dilakukan Median Filter

-2.86	-0.02	-3.86	-3.84	-2.35
-8.06	-4.04	-2.34	-2.86	5.00
-2.34	-0.02		-1.17	0.99
-1.17	-2.34	-2.34	-6.19	1.16
-2.19	2.83	-1.02	-0.01	0.00

Tabel 2.8 Citra Yang Titik Pusatnya Telah Mengalami Perubahan Setelah Dilakukan Median Filter

-8.06	-6.19	-4.04	-3.86	-3.84
-2.86	-2.86	-2.35	-2.34	-2.34
-2.34	-2.34	-2.19	-1.17	-1.17
-1.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
0	0.99	1.16	2.83	5

2.2.5.2 Kontras Tingkat Keabuan dalam Peningkatan Citra

Peningkatan citra bertujuan untuk memperbaiki tampilan suatu citra atau gambar. Tampilan gambar/citra diperbaiki karena tampilan sebuah gambar atau citra tersebut mengalami gangguan, misalnya terlalu terang/gelap sehingga tampilan tidak baik. Kontras merupakan suatu tingkat penyebaran pixel – pixel ke dalam intensitas warna. Ada tiga macam kontras, yaitu kontras rendah, kontras tinggi, dan kontras normal (Haryono, 2013).

1. Citra Kontras Rendah : Citra rendah merupakan citra yang memiliki banyak piksel dengan nilai intensitas mendekati 0. Citra yang memiliki kontras

rendah dapat terjadi karena kurangnya penerangan, dan kesalahan setting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Akibat penyebaran intensitas terang atau gelap yang tidak merata. Sehingga titik paling terang tidak mencapai putih paling cemerlang dan titik tergelap suatu citra tidak mencapai hitam paling pekat. Distribusi nilai intensitas citra rendah cenderung berada pada daerah sebelah kiri histogram.

2. Citra Kontras Tinggi : Citra terang merupakan citra yang memiliki banyak piksel dengan nilai intensitas mendekati 255. Karena sebaran intensitas gelap dan terang dapat merata keseluruhan skala intensitas. Distribusi nilai intensitas citra terang cenderung berada pada daerah sebelah kanan histogram.
3. Citra Kontras Normal : Citra dengan kontras rendah merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang tidak terlalu lebar maupun terlalu sempit. Histogram citra di bawah ini menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 74-224. Sehingga tidak memiliki nilai intensitas antara 0-74 dan juga 224-255.

Fungsi kontras :

$$f_0(x,y) = G. (f_i(x, y) - p) + p$$

Keterangan :

G = koefisien penguat kontras.

P = nilai grayscale yang dipakai sebagai pusat pengkontrasan.

$f_0(x,y)$ = intensitas piksel citra hasil kontras.

$f_i(x, y)$ = intensitas piksel citra asal.

Proses perhitungan pada kontras adalah sebagai berikut, dimana citra masukan berupa citra *grayscale* berukuran 5x5 piksel akan dilakukan operasi kontras dengan $G = 2$ dan $P = 3$:

Tabel 2.9 Matriks Citra Sebelum Peningkatan Kontras

-8.06	-6.19	-4.04	-3.86	-3.84
-2.86	-2.86	-2.35	-2.34	-2.34
-2.34	-2.34	-2.19	-1.17	-1.17
-1.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
0	0.99	1.16	2.83	5

$$K = G \cdot (f_i(x,y) - P) + P$$

$$K = 2 \cdot (f_i(-8.06) - 3) + 3$$

$$K = -6.72$$

Tabel 2.10 Matriks Nilai Citra Kontras Cb (Croma Blue) Setelah Dilakukan Peningkatan Kontras

-6.72	-1.05	-8.72	-8.69	-5.70
-17.11	-9.07	-5.69	-6.71	9.00
-5.69	-1.04	-1.02	-3.35	0.98
-3.35	-5.69	-5.69	-13.39	1.31
-5.37	4.66	-3.04	-1.02	-1.00

Salah satu alat bantu yang paling sederhana dan sangat berguna dalam pengolahan citra digital adalah peningkatan kontras tingkat keabuan citra. Teknik peningkatan citra dengan kontras tingkat keabuan adalah untuk

memetakan setiap tingkat abu-abu ke tingkat abu-abu lainnya dengan menggunakan suatu *transform*. *Transform* disini merupakan salah satu proses kemudahan dan keefektifan sesuai tujuan peningkatan mutu citra dengan kontras tingkat keabuan menggunakan teknik perataan histogram. Teknik perataan histogram dalam peningkatan kontras tingkat keabuan adalah teknik untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang penuh dan dengan distribusi piksel yang merata pada setiap daerah keabuan.

Tingkat keabuan citra merupakan citra skala keabuan yang memberi kemungkinan warna lebih banyak. Dikatakan memberi kemungkinan warna yang lebih banyak karena mempunyai nilai, diantaranya adalah nilai minimum (0) dan nilai maksimumnya tergantung dengan jumlah bit yang dipakai. Pada umumnya warna yang dipakai pada kontras tingkat keabuan citra adalah warna hitam sebagai warna minimum dan warna putih sebagai warna maksimum, sehingga warna antaranya adalah abu-abu. Contoh citra keabuan yang baik dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peningkatan Kontras

2.2.5.3 Visibilitas Hasil

Meningkatkan visibilitas hasil dalam *image enhancement* dilakukan dengan mengubah histogram citra masukan agar sesuai dengan karakteristik yang

diinginkan. Teknik ini menggunakan beberapa operasi yaitu *intensity adjustment* dan *histogram equalization*.

Intensity adjustment bekerja dengan melakukan pemetaan linear terhadap nilai intensitas pada histogram awal menjadi nilai intensitas pada histogram yang baru. Sedangkan *histogram equalization* bertujuan untuk menghasilkan citra keluaran yang memiliki nilai histogram yang relatif sama.

2.2.6 Segmentasi

Segmentasi citra akan membagi-bagi suatu citra menjadi daerah-daerah atau objek yang satu dengan objek yang lain dalam suatu gambar (citra) atau antara objek dengan latar yang terdapat dalam sebuah citra. Maka, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya.

Segmentasi citra merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk mendapatkan objek-objek dalam daerah yang memiliki kemiripan karakteristik yang tidak saling bertabrakan. Segmentasi ini dapat dilakukan dengan berbagai tahapan-tahapan pendekatan. Menurut (Castlemen, 1996), terdapat 3 cara untuk melakukan pendekatan, antara lain sebagai berikut :

1. Pendekatan Batas (*Boundary Approach*), pendekatan ini dilakukan untuk mendapatkan batas yang ada antar daerah.
2. Pendekatan Tepi (*Edge Approach*), pendekatan tepi dilakukan untuk mengidentifikasi piksel tepi dan menghubungkan piksel-piksel tersebut menjadi suatu batas yang diinginkan.

3. Pendekatan Daerah (*Region Approach*), pendekatan daerah bertujuan untuk membagi citra dalam daerah-daerah sehingga didapatkan suatu daerah sesuai kriteria yang diinginkan.

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

2.2.6.1 Deteksi Tepi Gradien Menggunakan Operator *Prewitt*

Deteksi tepi (Edge Detection) merupakan proses yang menghasilkan tepi-tepi dari suatu object citra yang bertujuan untuk menandai bagian yang menjadi detail citra. Deteksi tepi dapat dilakukan dengan *gradien magnitude*. Gradien merupakan teknik pertama yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi suatu object citra.

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Magnitude (besaran) dari vector ini,

$$\nabla f = \text{mag } \nabla f = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2]^{1/2}$$

Namun, untuk alasan penyerderhanakan komputasi, operasi akar ditiadakan sehingga besaran dari vektor tersebut :

$$\nabla f = G_x^2 + G_y^2$$

Salah satu operator yang menggunakan besaran gradien adalah operator *prewitt*.

Operator *Prewitt* merupakan bagian dari operator gradien. Deteksi tepi operator *Prewitt* diperkenalkan oleh *Prewitt* pada tahun 1970. Operator ini identik

dengan bentuk matriks 3x3 atau jendela ukuran 3x3 piksel, dengan G_x dan G_y sebagai berikut (Sutoyo, dkk. 2009).

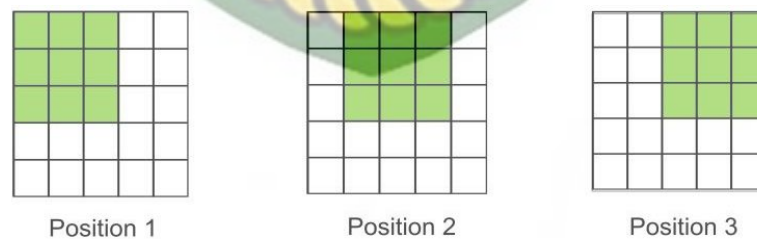
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Besaran gradien yang dihitung menggunakan operator prewitt berdasarkan jendela piksel adalah :

$$\nabla f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Dimana ∇f adalah besaran gradien dititik tengah kernel. Fungsi *prewitt* berikut ini berguna untuk melakukan pengujian operator prewitt terhadap citra berskala keabuan.

Proses deteksi tepi berbasis gradien menggunakan operasi konvolusi dengan operator *prewitt* terhadap citra ditunjukkan pada gambar. Konvolusi merupakan proses untuk memperoleh suatu piksel didasarkan pada nilai piksel itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan suatu matriks yang disebut kernel yang merepresentasikan pembobotan.



Gambar 2.4 Konvolusi Dilakukan Dengan Melakukan Proses Disepanjang Kolom dan Baris Pada Citra 5x5

Berikut contoh penerapan operator *prewitt* pada citra dengan ukuran 5x5 piksel.

Tabel 2.11 Penerapan Operator *Prewitt* Pada Matriks Citra Nilai Cb

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

1. Filtering citra Gx dengan kernel $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, dimulai dari pojok kiri atas citra.

Tabel 2.12 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.1

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned}
 G_{1,1} &= (-7 \times -1) + (-1 \times 0) + (-6 \times 1) + (-1 \times 0) + (-9 \times 0) + (-1 \times 0) + (-9 \times 1) + (-6 \\
 &\times 1) + (-1 \times 1); \\
 &= 7 + 17 + 6 + 0 + 0 + 0 + (-9) + (-6) + (-1); \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

Tabel 2.13 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.2

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned}
 G_{1,2} &= (-1 \times 0) + (-9 \times 0) + (-1 \times 0) + (-9 \times 1) + (-6 \times 1) + (-1 \times 1) + (-9 \times 1) + (-7 \times \\
 &1) + (-3 \times 1);
 \end{aligned}$$

$$= -8$$

Dan seterusnya, sehingga matriks nilai Gx adalah sebagai berikut:

$$Gx = \begin{bmatrix} 14 & -8 & 20 \\ 13 & -7 & 24 \\ 4 & -15 & 11 \end{bmatrix}$$

2. Filtering citra Gy dengan Kernel $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$, dimulai dari pojok kiri atas citra.

Tabel 2.14 Filtering Matriks Citra Gy Mencari $G1.1$

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$G_{1,1} = (-7 \times -1) + (-17 \times 0) + (-6 \times 1) + (-1 \times -1) + (-9 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + (-6 \times 0) + (-1 \times 1);$$

$$= 8$$

Tabel 2.15 Filtering Matriks Citra Gx Mencari $G1.2$

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$G_{1,2} = (-1 \times -1) + (-9 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + (-6 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + (-7 \times 0) + (-3 \times 1);$$

$$= 14$$

Dan seterusnya, hingga matriks nilai G_y , adalah sebagai berikut:

$$G_y = \begin{bmatrix} 8 & 14 & 21 \\ 18 & -3 & -2 \\ 5 & 6 & -2 \end{bmatrix}$$

3. Besaran gradient dihitung dari hasil nilai matriks G_x dan G_y tadi dengan

$$\text{rumus } \nabla f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$G_x = \begin{bmatrix} 14 & -8 & 20 \\ 13 & -7 & 24 \\ 4 & -15 & 11 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 8 & 14 & 21 \\ 18 & -3 & -2 \\ 5 & 6 & -2 \end{bmatrix}$$

Besaran Gradien :

$$\begin{aligned} \nabla f &= \sqrt{14^2 + 8^2} \\ &= \sqrt{196 + 64} \\ &= \sqrt{260} \\ &= 16 \end{aligned}$$

Dan seterusnya, sehingga matriks hasil nilai gradien adalah sebagai berikut :

$$G = \begin{bmatrix} 16 & 16 & 29 \\ 22 & 8 & 24 \\ 6 & 16 & 11 \end{bmatrix}$$

2.2.6.2 Metode Otsu *tresholding*

Metode otsu merupakan salah satu metode untuk segmentasi citra digital dengan menggunakan nilai ambang batas, yakni mengubah citra digital warna abu-abu menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital (Otsu, 1979). Untuk menentukan nilai ambang metode ini membedakan dua kelompok cara, yaitu objek dan latar belakang, yang memiliki bagian saling bertumpukan.

1. Probabilitas.

Probabilitas nilai intensitas i dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah :

$$p(i) = \frac{n_1}{N}$$

Keterangan :

$p(i)$ = probabilitas.

n_1 = jumlah piksel berintensitas i .

N = jumlah semua piksel dalam citra.

Berikut contoh metode otsu pada citra 3x3, untuk menjalankan langkah-langkah dalam melakukan proses dengan menggunakan metode otsu:

Tabel 2.16 Matriks Hasil Citra Gradien

16	16	29
22	8	24
6	16	11

Dari tabel diatas diketahui nilai $N=9$, urutkan terlebih dahulu nilai piksel dari citra tersebut untuk menentukan Tawal yaitu nilai rata-rata nilai intensitas citra:

$$x = 6 + 8 + 11 + 16 + 16 + 16 + 22 + 24 + 29$$

$$= 6 + 8 + 11 + 48 + 22 + 24 + 29$$

$$= \frac{148}{9}$$

$$= 16.44$$

$$= 16$$

Mencari nilai T_1 :

$$x(\mu_1) = \frac{6 + 8 + 11}{3}$$

$$= \frac{25}{3}$$

$$= 8.33$$

$$= 8$$

$$x(\mu_2) = \frac{48 + 22 + 24 + 29}{4}$$

$$= \frac{123}{4}$$

$$= 30.75$$

$$= 31$$

$$T_1 = \frac{8 + 31}{2}$$

$$= 19.5$$

$$= 20$$

Mencari nilai T_2 :

$$x(\mu_1) = \frac{6 + 8 + 11}{3}$$

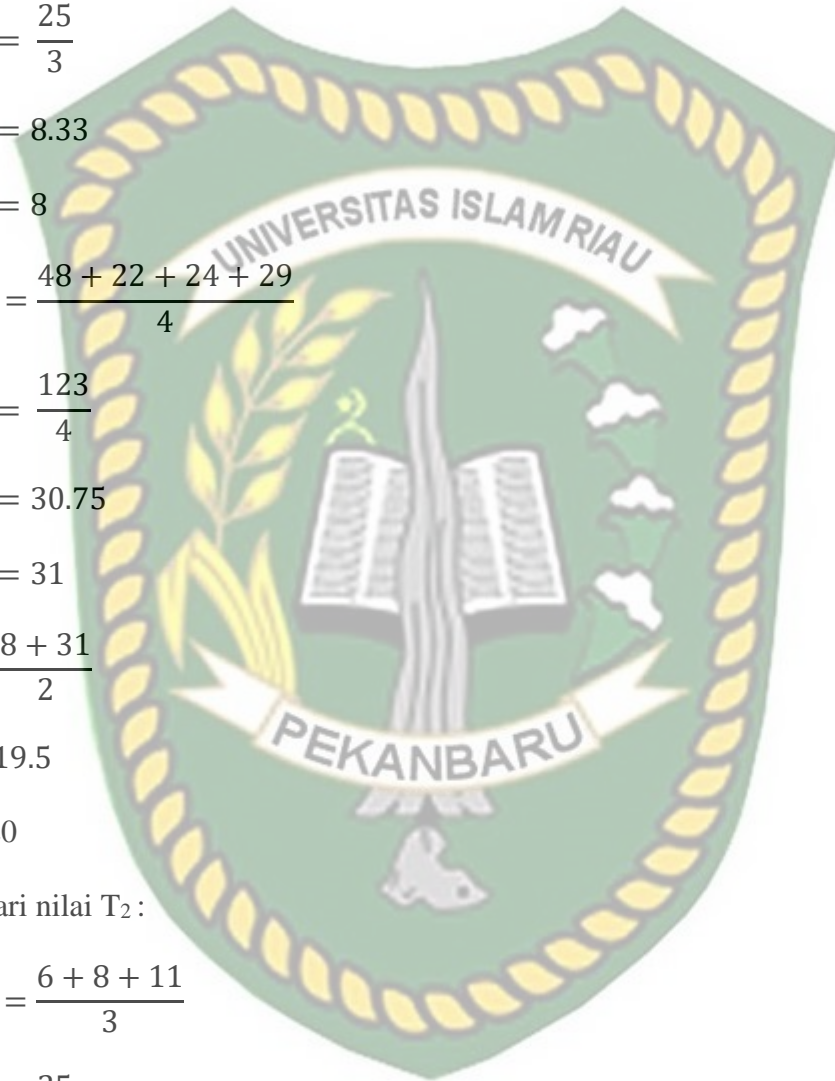
$$= \frac{25}{3}$$

$$= 8.33$$

$$= 8$$

$$x(\mu_2) = \frac{48 + 22 + 24 + 29}{4}$$

$$= \frac{123}{4}$$



$$= 30.75$$

$$= 31$$

$$T_2 = \frac{8 + 31}{2}$$

$$= 19.5$$

$$= 20$$

Setelah dilakukan perhitungan sebanyak 2 kali, nilai μ_1 dan μ_2 tidak berubah lagi.

Maka dari itu perhitungan nilai berhenti sampai di titik 20. Karena pada matriks citra tidak ada nilai piksel 20, maka nilai ambang ditentukan pada nilai piksel terdekat dari 20 yaitu 11.

2. Nilai bobot terhadap kedua kelas :

$$\begin{aligned} w_1(t) &= \sum_{i=1}^t p(i) \\ &= \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \\ &= 0.11 + 0.11 + 0.11 \\ &= 0.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_1(t) &= \sum_{i=1}^t p(i) \\ &= \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \\ &= 0.11 + 0.11 + 0.11 + 0.11 \\ &= 0.44 \end{aligned}$$

3. Rerata kedua kelas :

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / w_1(t)$$

$$= \frac{(6 \times 0.11) + (8 \times 0.11) + (11 \times 0.11)}{0.33}$$

$$= \frac{(0.66) + (0.88) + (1.21)}{0.33}$$

$$= \frac{2.75}{0.33}$$

$$= 8.3$$

$$= 8$$

$$m_2(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / w_1(t)$$

$$= \frac{(48 \times 0.11) + (22 \times 0.11) + (24 \times 0.11) + (29 \times 0.11)}{0.44}$$

$$= \frac{(5.28) + (2.42) + (2.64) + (3.19)}{0.44}$$

$$= \frac{13.53}{0.44}$$

$$= 30.75$$

$$= 31$$

4. Rerata Total :

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i)$$

$$= (6 \times 0.11) + (8 \times 0.11) + (11 \times 0.11) + (48 \times 0.11) + (22 \times 0.11) + (24 \times 0.11) + (29 \times 0.11)$$

$$= (0.66) + (0.88) + (1.21) + (5.28) + (2.42) + (2.64) + (3.19)$$

$$= 16.28$$

$$= 16$$

5. *Between class variance*

$$\sigma_b^2(t) = w_1[m_1(t) - m_T]^2 + [m_2(t) - m_T]^2$$

$$\sigma_b^2(t) = 0.33 [8 - 16]^2 + 0.44 [31 - 16]^2$$

$$= 0.33 [-8]^2 + 0.44 [15]^2$$

$$= [0.33 \times 64] + [0.44 \times 225]$$

$$= 21.12 + 99$$

$$= 120.12$$

$$= 120$$

6. *Thresholding*

Thresholding Merupakan salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra berdasarkan pada perbedaan tingkat kecerahannya atau gelap terangnya. Dimana proses mengubah citra keabuan menjadi citra biner atau hitam putih. Daerah citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap (hitam sempurna dengan nilai intensitas sebesar 0), sedangkan region citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang (putih sempurna dengan nilai intensitas sebesar 1 (Hidayatullah, 2020). Oleh karena itu, keluaran dari proses segmentasi dengan metode thresholding adalah berupa citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 atau 1. Perhitungan *Thresholding* dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$T(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \leq T(x, y) \\ 0 & \text{jika } f(x, y) \geq T(x, y) \end{cases}$$

Tabel 2.17 Matriks Hasil Citra Gradien Untuk Mencari Nilai Matriks Citra Treshold

16	16	29
22	8	24
6	16	11

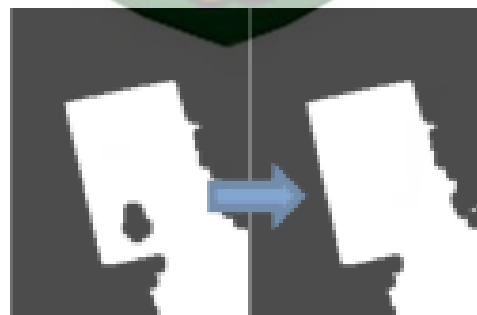
Dengan nilai T yang didapatkan adalah 20, maka didapatkan nilai piksel hasil segmentasi citra dengan mengimplementasikan metode otsu sebagai berikut :

Tabel 2.18 Matriks Hasil Citra Treshold

1	1	0
0	1	0
1	1	1

2.2.6.3 *Filling Holes*

Tujuan dari *Filling Holes* adalah mengisi keseluruhan area dengan nilai 1, area yang dimaksud adalah sebuah object yang berasal dari proses deteksi tepi. Operasi ini menggunakan acuan berdasarkan nilai pixel tetangganya seperti pada gambar 2.5.



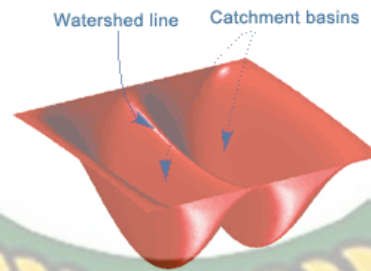
Gambar 2.5 *Filling Holes*

2.2.6.4 Segmentasi Watershed

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 (Gonzalez dkk., 2002). Watershed merupakan salah satu pendekatan untuk segmentasi. Kegunaan watershed adalah memisahkan objek yang saling bertumpukan. 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 berikut.



Gambar 2.6 Metode Watershed

2.2.6.5 Morfologi Erosi

Operasi erosi adalah operasi menipiskan objek yang terdapat pada citra biner. Proses erosi dilakukan dengan cara mereduksi piksel pada kontur objek sesuai dengan elemen struktur objek. Persamaan untuk operasi erosi adalah:

$$A-B = \{t \in Z^2 : t = a - b, a \in A, b \in B\}$$

Dimana hasil erosi merupakan pengurangan seluruh pasangan koordinat dari himpunan A dan himpunan B, sebagai contoh, misalkan anggota himpunan

$$A = \{ (1,1), (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,3), (3,2), (3,3), (3,4) \}$$

$$B = \{ (1,1), (2,1), (2,2) \}$$

$$A-B = \{ (1,1) - (1,1), (1,1) - (2,1), (1,1) - (2,2),$$

$$(1,2) - (1,1), (1,2) - (2,1), (1,2) - (2,2),$$

$$(1,3) - (1,1), (1,3) - (2,1), (1,3) - (2,2),$$

$$(2,1) - (1,1), (2,1) - (2,1), (2,1) - (2,2),$$

$$(2,2) - (1,1), (2,2) - (2,1), (2,2) - (2,2),$$

$(2,3) - (1,1), (2,3) - (2,1), (2,3) - (2,2),$

$(3,2) - (1,1), (3,2) - (2,1), (3,2) - (2,2),$

$(3,3) - (1,1), (3,3) - (2,1), (3,3) - (2,2),$

$(3,4) - (1,1), (3,4) - (2,1), (3,4) - (2,2), \}$

$= \{ (2,1), (2,2), (3,2), (3,3) \}$

Tabel 2.19 Erosi

A	B	A-B

2.2.6.6 Remove Pixel

Remove pixel merupakan teknik untuk mengabaikan atau menghapus piksel – piksel dengan nilai tertentu yang terletak bersebelahan sehingga proses deteksi dapat diminimalisasi.

2.2.7 Pengujian Kredibilitas Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana kinerja sistem yang dibuat. Pengujian kredibilitas sistem dilakukan oleh HPT (Hama Penyakit Tanaman) PT. Sari Lembah Subur dengan menggunakan metode pengujian *one feature : single decision threshold*. Dalam tahapan validasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada saat pengembangan sistem. Analisa pengujian

dilakukan dengan cara pengujian validitas sistem. Proses pengujian validitas sistem akan menggunakan *single decision threshold (one feature)*, dengan penggunaan fiturnya berupa gambar hama kempompong ulat api.

Metode ini akan membandingkan model sistem yang dibuat dengan hasil analisa HPT (Hama Penyakit Tanaman) untuk memperoleh empat nilai *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)*, sehingga diperoleh persentase nilai *sensitivity* dan *specificity* (Kusumadewi, 2009).

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

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

2.2.8 Representasi dan Deskripsi

Representasi adalah tahapan untuk menggambarkan suatu wilayah sebagai 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.

2.2.9 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berfungsi sebagai basis data yang bertujuan untuk memandu operasi dari masing-masing modul proses dan mengontrol interaksi antara modul-modul tersebut.

2.2.10 Pengenalan dan Implementasi

Pengenalan bertujuan memberikan label pada sebuah objek yang informasinya 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.

2.2.11 Context Diagram

Context Diagram merupakan diagram aliran data dan hanya memuat satu proses, menunjukkan sistem secara keseluruhan, dan proses tersebut diberi nomor nol. *Context diagram* ini harus berupa suatu pandangan, yang mencakup masukan dasar, sistem dan keluaran. Adapun simbol *context diagram* dapat dilihat pada tabel 2.20.





Tabel 2.20 Simbol dan Keterangan *Context Diagram*

Simbol	Keterangan
	Entitas eksternal yang dapat berupa orang/unit terkait yang berinteraksi dengan sistem tetapi diluar sistem.
	Proses pengolahan data, input/output.
	Aliran data menggambarkan aliran data berjalan pada suatu proses.

2.2.12 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem yang baru yang akan dikembangkan secara logika dan menjelaskan arus data dari mulai pemasukan sampai dengan keluaran data tingkatan diagram arus data mulai dari diagram konteks yang menjelaskan secara umum suatu sistem atau batasan sistem dari level 0 dikembangkan menjadi level 1 sampai sistem tergambar secara rinci. Data Flow Diagram (DFD) merupakan Diagram yang menggunakan notasi simbol untuk menggambarkan arus data sistem. (Hartono, 2005).


Tabel 2.21 Simbol dan Fungsi Data Flow Diagram (DFD)

Simbol	Nama	Fungsi
	Simbol entitas eksternal.	Digunakan untuk menunjukkan tempat asal data.
	Simbol proses.	Digunakan untuk menunjukkan tugas atau proses yang dilakukan baik secara manual atau otomatis.
	Simbol penyimpanan data.	Digunakan untuk menunjukkan gudang informasi atau data.
	Simbol arus data.	Digunakan untuk menunjukkan arus dari proses.

2.2.13 Program *Flowchart*

Program *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma yang terdiri dari sekumpulan simbol (Ladjamudin, 2006). Adapun simbol program *flowchart* dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2.212 Simbol dan Keterangan *Flowchart*

SIMBOL	KETERANGAN
	Proses, digunakan untuk pengolahan aritmatika dan pemindahan data.
	Proses, digunakan untuk input/output data.
	Terminal, digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program.
	Preparation, digunakan untuk memberikan nilai awal pada satu variabel.
	Keputusan, digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika.
	Proses terdenfinisi, digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah.
	Penghubung, digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.
	Penghubung halaman lain, digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan

Berikut adalah alat bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini:

3.1.1 Spesifikasi Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

Berikut ini adalah spesifikasi *hardware* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

Tabel 3.1 Keterangan Spesifikasi *Hardware* dan *Software*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Komputer/Laptop	Asus A45VD Series
2	<i>Processor</i>	Intel ® Core™ i5-3210M
3	RAM	10.0 GB (9,88 GB usable)
4	System type	64-bit <i>operating system</i>

Berikut ini adalah spesifikasi *software* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

1. Sistem Operasi Windows 10 Ultimate.-Matlab R2013a (8.1.0.604).-XAMPP v.5.6.31 sebagai perangkat lunak web server dan database server.
2. Sublime 3.1.1 sebagai text editor.
3. Browser : Mozilla Firefox dan Google Chrome sebagai search engine dalam pengumpulan referensi.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

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

1. Data *Collecting* / pengumpulan data materi pembelajaran diperoleh dengan cara mencari referensi-refesensi pustaka sebagai pedoman penelitian baik berupa buku, studi literatur ataupun artikel dan jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian ini diinternet.
2. Pengumpulan informasi dengan metode wawancara yang berkaitan tentang penelitian kepada pihak perusahaan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau yang mengetahui tentang hama dan tanaman kelapa sawit.

3.3 Metodologi Penelitian

Tahapan segmentasi watershed dilakukan pada citra kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit untuk menentukan populasi kepompong hama dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Segmentasi Watershed Pada Kepompong Hama Ulat Api

3.3.1 Akuisisi Citra

Pada tahap ini sistem akan menerima inputan data yang berupa *digital image* (gambar digital). Data citra nantinya akan diproses oleh sistem untuk mendapatkan hasil segmentasi. Berikut adalah contoh gambar yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Citra Kepompong Ulat Api

3.3.2 Cropping

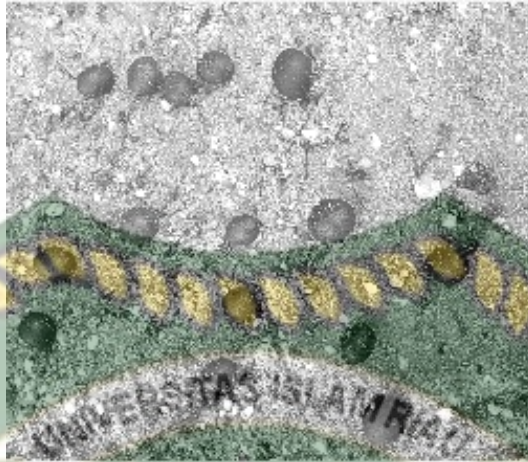
Pada tahap ini citra akan dipotong dan mengambil bagian yang terdapat objek atau kepompong hama ulat api saja untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan citra. Berikut merupakan citra yang sudah di cropping sehingga citra hanya berfokus pada kepompong dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Citra Proses Cropping Kepompong Hama Ulat Api

3.3.3 Model Warna YCbCr

Pada tahapan selanjutnya citra yang sudah di *cropping* akan diproses dari citra warna menjadi citra YCbCr, teknik YCbCr menghitung nilai dari *luma* (Y), *chroma blue* (Cb), dan *chroma red* (Cr) untuk memisahkan antara objek dan latar belakang. Selanjutnya akan dilakukan proses peningkatan kualitas hasil dengan citra kontras. Pada proses ini citra kepompong yang sudah menjadi citra YCbCr akan diperluas jangkauan intensitasnya dengan distribusi intensitas piksel melalui cara peregangan kontras.



Gambar 3.4 Hasil YCbCr pada nilai Cb

3.3.4 Filter Median

Pada tahap ini nilai piksel citra akan diurutkan, kemudian nilai piksel tersebut akan diganti dengan nilai tertentu. Nilai piksel didapat dari metode sebelumnya akan digunakan untuk menentukan hasil dari nilai citra hama kepompong ulat api dipermukaan tanah pada pohon kelapa sawit. Dengan filter median dapat menghilangkan noise dan menghaluskan citra terlebih dahulu sebelum tahapan selanjutnya dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses segmentasi.



Gambar 3.5 Proses Filter Median

3.3.5 Citra Kontras

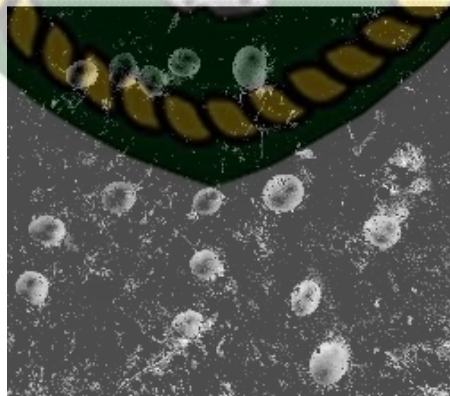
Meningkatkan pencahayaan sehingga objek lebih terlihat jelas dari pada background. peningkatan kualitas citra dengan citra kontras, peregangkan kontras untuk memperluas jangkauan intensitas piksel sehingga histogramnya tersebar lebih merata.



Gambar 3.6 Proses Kontras

3.3.6 Meningkatkan Visibilitas

Proses mengubah intensitas citra pada citra kontras, tujuannya adalah untuk memproses citra yang dihasilkan jadi lebih baik.



Gambar 3.7 Proses Meningkatkan Visibilitas Hasil

3.3.7 Gradient Operator Prewitt

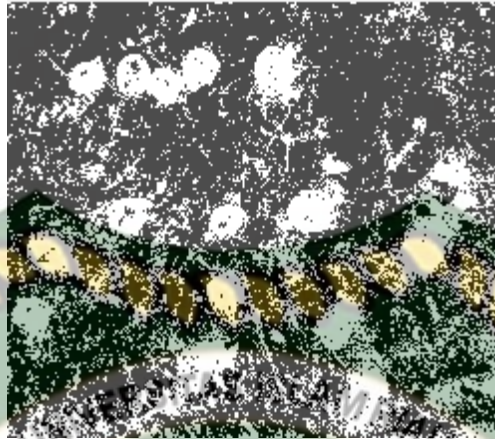
Deteksi tepi (*gradient*) ini berfungsi untuk mendeteksi tepian dari objek yang terdapat pada citra dengan mencari *gradient* pada citra.



Gambar 3.8 Proses Deteksi Tepi *Gradient* Menggunakan Operator *Prewitt*

3.3.8 Threshold

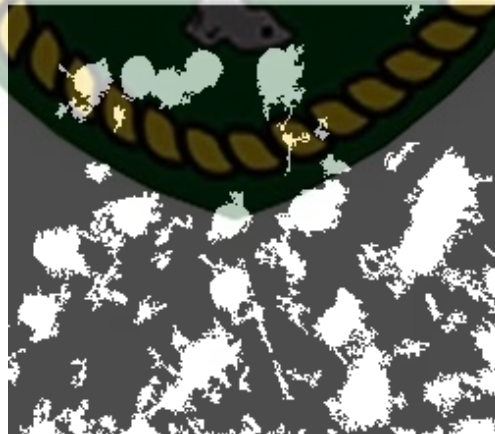
Pada tahapan ini citra akan diubah menjadi hitam dan putih atau citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 (hitam) dan 1 (putih). Salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan objek dengan *background* dalam suatu citra berdasarkan pada tingkat kecerahan citra seperti gelap atau terangnya suatu citra adalah dengan menggunakan metode segmentasi *thresholding*. Citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap atau hitam sempurna dengan nilai intensitas piksel sebesar 0, sedangkan region atau area citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang atau putih sempurna dengan nilai intensitas piksel sebesar 1.



Gambar 3.9 Proses *Thresholding*

3.3.9 *Filling Holes*

Proses penutupan lubang, karena objek-objek kepompong hama masih memiliki lubang. Lubang bisa didefinisikan sebagai bagian objek yang memiliki warna sama dengan *background region*. Citra yang semulanya memiliki noise menjadi berkurang dengan nilai *filling holes* yang semakin besar. Citra *filling holes* dengan nilai 4000 menghasilkan citra baru yang lebih baik pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Proses *Filling Holes*

3.3.10 Segmentasi Watershed

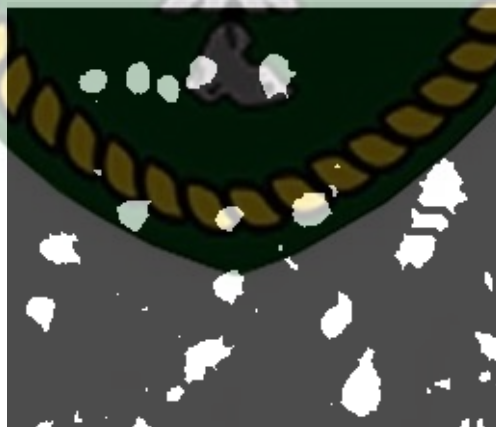
Pada tahap ini, segmentasi watershed berfungsi mencari garis batas yang ada pada objek kepompong dan memisahkan objek kepompong pada citra.



Gambar 3.11 Proses Watershed

3.3.11 Morfologi Erosi

Pada tahap ini, morfologi erosi berfungsi mengurangi noise yang ada pada objek kepompong citra.



Gambar 3.12 Proses Morfologi Erosi

3.3.12 *Remove Pixel*

Pada tahap ini, *remove pixel* berfungsi mendeteksi objek kepompong yang nilai pixelnya telah ditentukan sehingga objek yang bernilai diluar dari yang telah ditentukan merupakan bukan objek kepompong. Dengan rentang ukuran nilai *remove pixel* yang terbaik ialah dengan nilai 6000px, hal ini dapat disimpulkan setelah melakukan beberapa perbandingan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar.

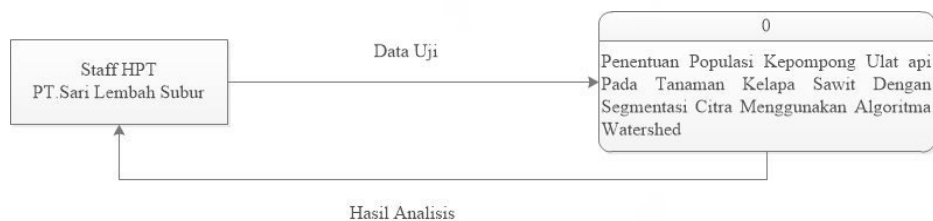


Gambar 3.13 Proses *Remove Pixel*

3.4 Pengembangan dan Perancangan Sistem

3.4.1 *Context Diagram*

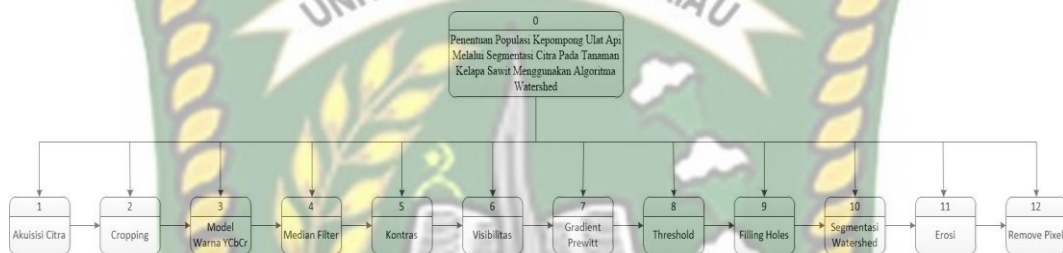
Context diagram adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem seperti informasi yang dibutuhkan dan tujuan yang akan dihasilkan sehingga dapat menjadi alat untuk analisis.



Gambar 3.14 *Context Diagram*

3.4.2 Hierarchy Chart

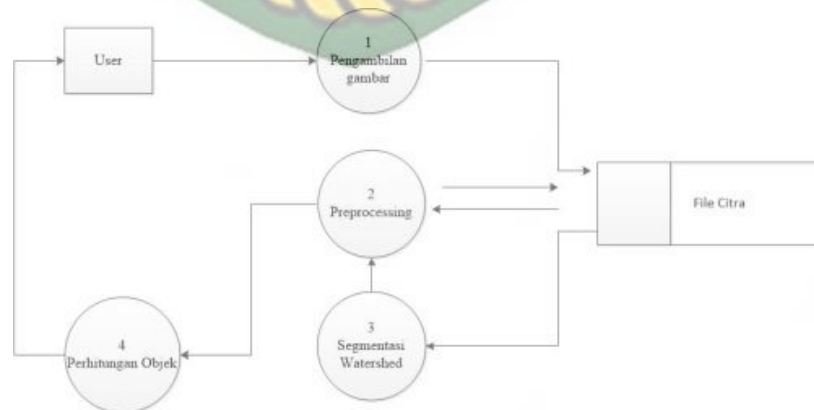
Hierarchy chart didefinisikan sebagai gambaran sub sistem yang menjelaskan proses-proses yang terdapat dalam sistem dengan struktur data tree. Sub sistem yang berada dalam satu sistem saling berhubungan satu dan lainnya yang membedakan adalah prosesnya. Berikut rancangan *hierarchy chart* dalam sistem.



Gambar 3.15 Hierarchy Chart

3.4.3 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

Data Flow Diagram (DFD) menggambarkan proses keseluruhan yang ada pada sistem atau suatu diagram yang menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menggambarkan arus dari data pada suatu sistem, yang penggunaannya sangat membantu untuk memahami sistem secara logika, terstruktur dan jelas.



Gambar 3.16 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

3.4.4 Rancangan Program

Rancangan program merupakan tampilan yang mencakup secara keseluruhan sistem yang dibangun, dalam sebuah program terdapat proses input dan output, dimana proses input digunakan untuk memasukkan gambar referensi atau citra awal. Gambar yang diinputkan merupakan gambar yang akan diolah untuk mengetahui populasi kepompong hama ulat api, sedangkan proses output digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Gambar yang dihasilkan merupakan pemrosesan sebuah sistem. Pada sistem segmentasi citra kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit, hasil yang didapat berupa perubahan gambar yang diproses dan sistem dapat mengetahui jumlah populasi kepompong hama ulat pada area tanaman kelapa sawit.



Gambar 3.17 Tampilan Rancangan Program

3.4.5 Rancangan Logika Program

Sistem berbasis komputer sangat diperlukan suatu rancangan logika program karena hal ini sangat penting sehingga dapat membantu pengguna yang akan menggunakan sistem. Rancangan logika program yang akan dibuat menggunakan alat bantu *flowchart*. Tujuan rancangan ini menunjukkan alur sistem maupun program, mulai dari data input sampai hasil output yang diproses oleh program. Berikut gambar *flowchart* pengolahan citra yang diproses pada program ini:





Gambar 3.18 *Flowchart* Penentuan Kepompong

BAB IV

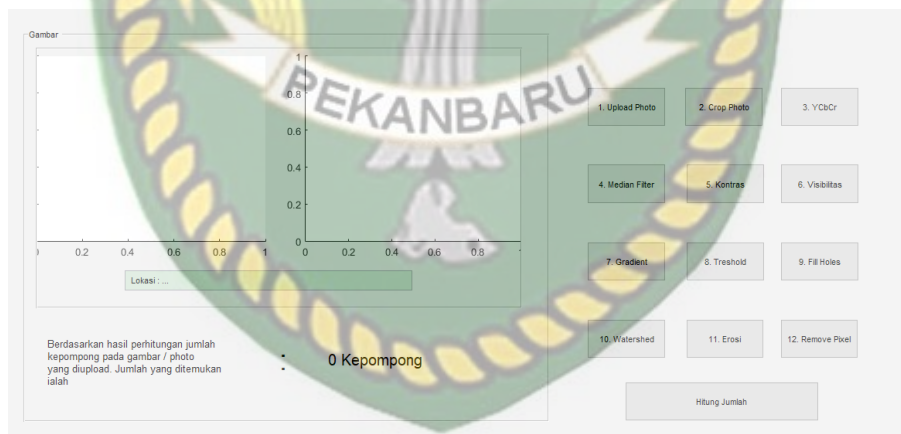
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* dilakukan untuk menguji apakah fungsi di dalam program dapat berjalan dengan benar.

4.1.1 Pengujian *Form Menu Utama*

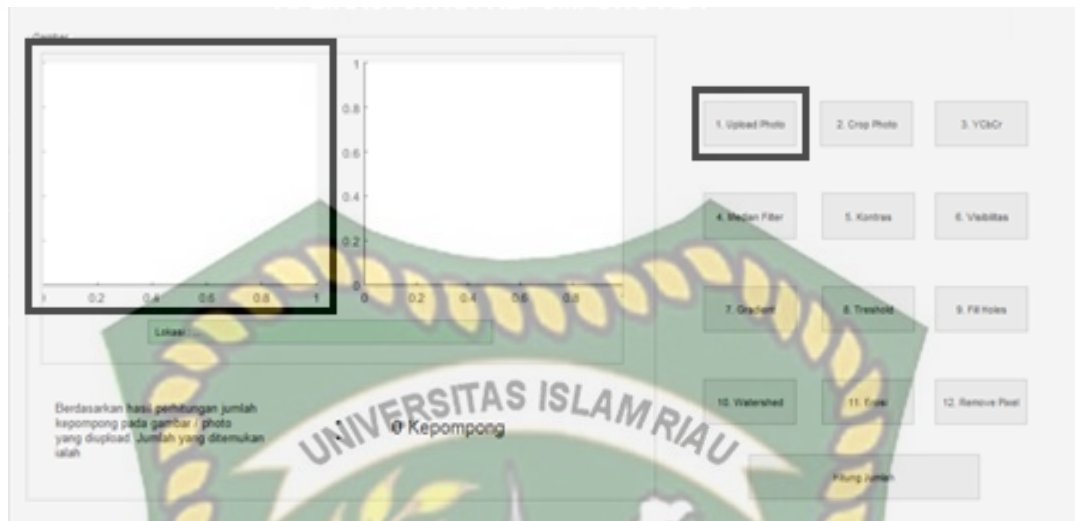
Untuk memulai sebuah sistem diperlukan menu utama yang menampilkan semua option menu yang akan digunakan. Pada sistem ini tidak digunakan menu login sebagai otentikasi masuk melainkan sistem langsung menampilkan menu utama. Berikut dibawah ini tampilan menu utama sebagai awalan sebuah sistem.



Gambar 4. 1 Form Menu Utama

4.1.2 Pengujian *Form Data Sampel*

Pengujian selanjutnya yaitu *form* data sample hama ulat api pada daun kelapa sawit. Pada *form* ini terdapat 1 tombol *button*. Berikut adalah *form* untuk menginputkan data *training*:



Gambar 4.2 *Form Data Sampel*

Pada gambar 4.2 *Form data sample* yang harus diinputkan adalah foto kepompong yang akan disimpan sebagai data training. Pengujian pertama dilakukan dengan scenario mengosongkan *field upload* foto dan menekan tombol *button* “Upload Photo”. Setelah menekan *button* “Upload Photo” maka akan muncul pada tampilan menu utama seperti yang telah di tandai dengan garis kotak hitam pada gambar 4.2 di atas.

4.1.3 Pengujian *Form Output Tahapan Proses Pengolahan*

Pengujian pada proses ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil *output* seperti yang diharapkan. Berikut *output* setiap tahap pengolahan yang dilakukan sistem.



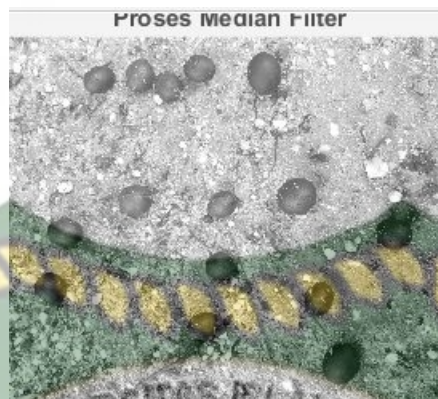
Gambar 4.3 Hasil *Cropping*

Pada gambar 4.3 Menjelaskan pada tahap ini sistem menampilkan inputan citra warna yang sudah di cropping menjadi citra baru, lalu sistem akan mengolah citra inputan dengan proses citra model warna YCbCr.



Gambar 4.4 Hasil YCbCr

Pada gambar 4.4 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses model warna YCbCr. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses YCbCr ke citra hasil median filter.



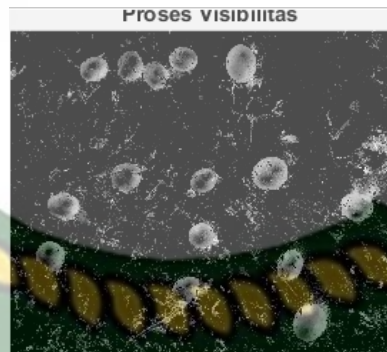
Gambar 4.5 Hasil Median Filter

Pada gambar 4.5 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses median filter. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses median filter ke citra hasil kontras.



Gambar 4.6 Hasil Citra Kontras

Pada gambar 4.6 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses citra kontras. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses citra kontras ke citra hasil meningkatkan visibilitas.



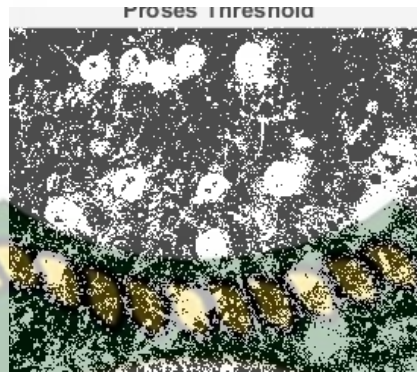
Gambar 4.7 Hasil Meningkatkan Visibilitas

Pada gambar 4.7 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses meningkatkan visibilitas. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses meningkatkan visibilitas ke citra hasil gradient operator *prewitt*.



Gambar 4.8 Hasil Gradient Operator *Prewitt*

Pada gambar 4.8 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses gradient operator *prewitt*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses gradient operator *prewitt* ke citra hasil *threshold*.



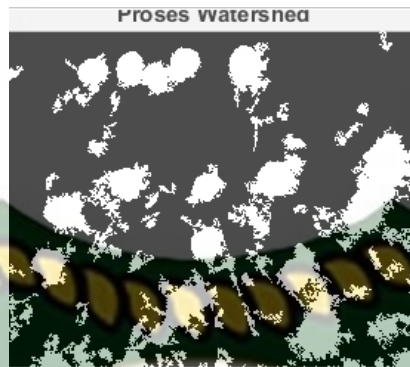
Gambar 4.9 Hasil *Threshold*

Pada gambar 4.9 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *threshold*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *threshold* ke citra hasil *fill holes*.



Gambar 4.10 Hasil *Fill Holes*

Pada gambar 4.10 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *fill holes*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *fill holes* ke citra hasil watershed.



Gambar 4.11 Hasil Watershed

Pada gambar 4.11 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses watershed. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *watershed* ke citra hasil erosi.



Gambar 4.12 Hasil Erosi

Pada gambar 4.12 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses erosi. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses erosi ke citra hasil *remove pixel*.



Gambar 4.13 Hasil *Remove Pixel*

Pada gambar 4.13 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *remove pixel*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *remove pixel* ke proses hitung jumlah.



Gambar 4.14 Menampilkan Hasil Analisa Jumlah Kepompong

Pada gambar 4.14 menjelaskan sistem akan menampilkan hasil analisa jumlah kepompong yang didapat dari hasil perbandingan setiap data *training*.

Berikut rangkuman pengujian *output* tahapan proses pengolahan citra didalam sistem dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Output Tahapan Proses Pengolahan Citra

Pengolahan	Fungsi Sistem	Hasil Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Citra Cropping	Mengolah Citra Warna ke Citra Cropping	Tampil Citra Cropping	Tampil Citra Cropping	Berhasil
Citra Hasil Model Warna YCbCr	Mengolah Citra Cropping ke YCbCr	Tampil Citra Hasil YCbCr	Tampil Citra Hasil YCbCr	Berhasil
Citra Hasil Median Filter	Mengolah Citra YCbCr ke Median Filter	Tampil Citra Hasil Median Filter	Tampil Citra Hasil Median Filter	Berhasil
Citra Hasil Kontras	Mengolah Citra Median Filter ke Kontras	Tampil Citra Hasil Kontras	Tampil Citra Hasil Kontras	Berhasil
Citra Hasil Visibilitas	Mengolah Citra Kontras ke Visibilitas	Tampil Citra Hasil Visibilitas	Tampil Citra Hasil Visibilitas	Berhasil
Citra Hasil Gardient	Mengolah Citra	Tampil Citra Hasil Gradient	Tampil Citra Hasil Gradient	Berhasil

Prewitt	Visibilitas ke Gradient Prewitt	Prewitt	Prewitt	
Citra Hasil Threshold	Mengolah Citra Gradient Prewitt ke Threhold	Tampil Citra Hasil Threhold	Tampil Citra Hasil Threhold	Berhasil
Citra Hasil Filling Holes	Mengolah Citra Threhold ke Filling Holes	Tampil Citra Hasil Filling Holes	Tampil Citra Hasil Filling Holes	Berhasil
Citra Hasil Segmentasi Watershed	Mengolah Citra Filling Holes ke Segmentasi Watershed	Tampil Citra Hasil Segmentasi Watershed	Tampil Citra Hasil Segmentasi Watershed	Berhasil
Citra Hasil Erosi	Mengolah Citra Segmentasi Watershed ke Erosi	Tampil Citra Hasil Erosi	Tampil Citra Hasil Erosi	Berhasil
Citra Hasil Remove Pixel	Mengolah Citra Erosi ke Remove Pixel	Tampil Citra Hasil Remove Pixel	Tampil Citra Hasil Remove Pixel	Berhasil

Dokumen ini adalah Arsip Miilik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Hasil Akhir Penghitungan	Menampilkan Hasil Akhir Perbandingan	Tampil Hasil Akhir Perbandingan	Tampil Hasil Akhir Perbandingan	Berhasil
--------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------

4.2 Pengujian Sistem Terhadap Pengguna

Salah satu pengujian sistem terhadap pengguna yaitu dengan membagikan kuesioner. Kuesioner ini disebarakan kepada karyawan PT. Sari Lembah Subur sebanyak 30 orang untuk mendapatkan data yang kongkrit. Kuesioner dibuat menggunakan skala 1 sampai 4, dimana skala likert merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk keperluan riset atas jawaban setuju ataupun respon dari seorang terhadap suatu pernyataan. Gambar 4 pernyataan yang diberikan kepada responden sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tabel Pertanyaan

NO	PERTANYAAN	SS	S	N	TS	STS
1.	Apakah hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman 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?					

Tabel 4.3 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

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

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

Keterangan :

Y = Nilai persentase

TS = Total skor responden = \sum skor x responden

Skor ideal = skor x jumlah responden = 5 x 30 = 150

Kreteria skor untuk persentase dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Kriteria Skor

Kategori Skor	Skor Maksimum (Skor X Jumlah Responden)
81% - 100 %	Sangat Setuju (SS)
61% - 80 %	Setuju (S)
41% - 60 %	Netral (N)
21% - 40 %	Tidak Setuju (TS)
0% - 20 %	Sangat Tidak Setuju (STS)

Berikut ini adalah persentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya. Kuesioner ini telah diujikan kepada 30 orang responden (hasil kuesioner dilampirkan).

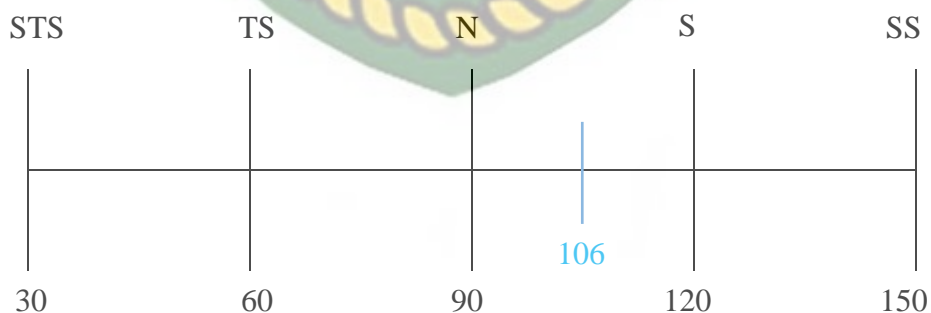
1. Pertanyaan pertama

Apakah hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman kelapa sawit ini sudah sesuai dengan aslinya?

Hasil kuesioner pertanyaan pertama dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
1	Sangat Setuju (SS)	5	5	25	$(106 : 150) \times 100 = 70.66 \%$
	Setuju (S)	4	8	32	
	Netral (N)	3	15	45	
	Tidak Setuju (TS)	2	2	4	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	106	



Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 70,66% responden menyatakan setuju bahwa hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman kelapa sawit ini sudah sesuai.

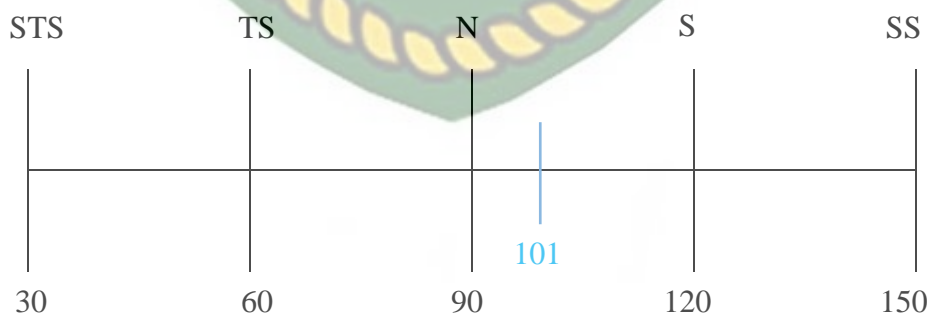
2. Pertanyaan kedua

Apakah tampilan sistem ini mudah dipahami?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
2	Sangat Setuju (SS)	5	3	15	$(101 : 150) \times 100 = 67.33\%$
	Setuju (S)	4	10	40	
	Netral (N)	3	12	36	
	Tidak Setuju (TS)	2	5	10	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	101	



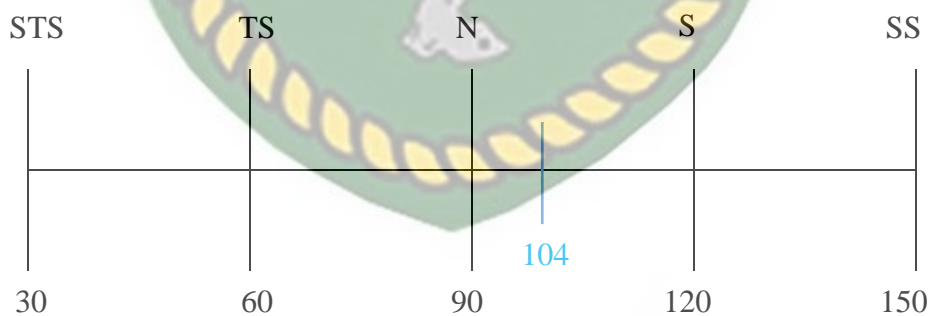
Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 67.33% responden menyatakan setuju bahwa tampilan sistem ini mudah dipahami.

3. Apakah sistem ini mudah dipahami saat digunakan?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
3	Sangat Setuju (SS)	5	3	21	$(104 : 150) \times 100 = 69.33 \%$
	Setuju (S)	4	7	28	
	Netral (N)	3	15	45	
	Tidak Setuju (TS)	2	5	10	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	104	



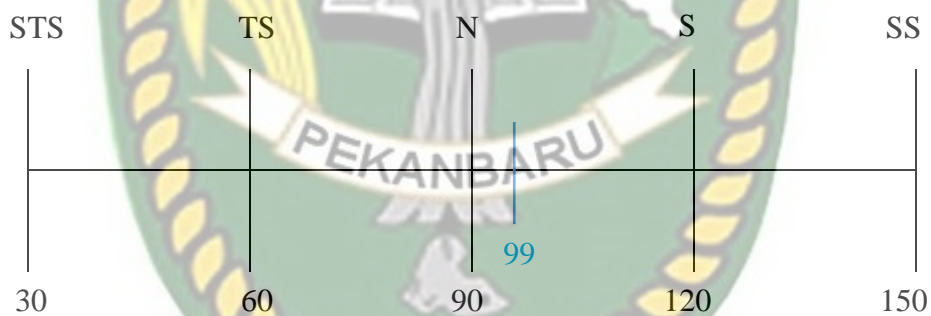
Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 69,33% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini mudah dipahami saat digunakan.

4. Apakah selanjutnya sistem ini mempermudah untuk digunakan?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
4	Sangat Setuju (SS)	5	5	25	$(99 : 150) \times 100 = 66\%$
	Setuju (S)	4	8	32	
	Netral (N)	3	12	36	
	Tidak Setuju (TS)	2	3	6	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	99	



Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 66% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini mempermudah untuk digunakan.

Tabel 4.9 Pengolahan Skala

No	Pernyataan	Nilai Persentase	Keterangan
1.		70.66%	Setuju
2.		67.33%	Setuju
3.		69.33%	Setuju
4.		66%	Setuju
Total Presentase		$70.66\% + 67.33\% + 69.33\% + 66\% = 273.32\%$	
Rata – rata		$273.32\% / 4 = 68.33\%$	Setuju

4.3 Kesimpulan Pengujian

1. Kesimpulan Pengujian *Black Box*

Dari proses pengujian *black box* ini dapat disimpulkan bahwa data yang akan diinputkan kedalam sistem diproses sesuai dengan yang diharapkan. Gambar objek kepompong ulat api diinputkan kedalam sistem dan menghasilkan output jumlah objek dari gambar yang diinputkan.


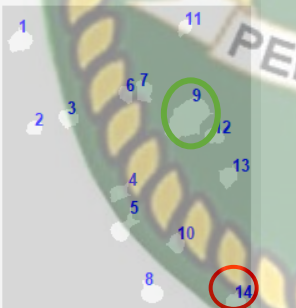
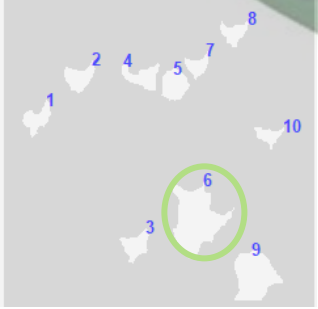
2. Kesimpulan Kuesioner

Hasil dari pengujian kuesioner diperoleh bahwa tampilan sistem segmentasi kepompong ulat api serta kemudahan dalam pemahaman dan menggunakan sistem sudah baik, sehingga secara umum sistem dapat mempermudah penggunaannya.

4.4 Hasil Perhitungan Jumlah Kepompong

Jumlah kepompong hasil perhitungan *gold standar* dibandingkan dengan empat nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positiv* (FP), dan *False Negative* (FN) hasil perhitungan sistem pada satu gambar citra terlihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.10 Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Kepompong

NO	GAMBAR	GOLD STANDARD				AKURASI
		TP	FP	TN	FN	
1		15	2	0	0	88%
2		12	1	0	1	86%
3		9	0	0	1	90%
Akurasi Sistem						88%

Tingkat kemampuan pada sistem dapat diketahui melalui tingkat keberhasilan dalam melakukan pengolahan pada sistem yaitu dengan mencari tingkat akurasi sistem.

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

$$\text{Akurasi} = \frac{15 + 0}{15 + 0 + 2 + 0}$$

$$\text{Akurasi} = \frac{15}{17}$$

$$\text{Akurasi} = 0,88 * 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 88\%$$

Berdasarkan persentase nilai akurasi dari 3 gambar adalah 88%, sehingga masih ada 12% jumlah kepompong yang belum teridentifikasi dengan tepat. Hal ini dikarenakan antara lain adanya kepompong yang teridentifikasi oleh *gold standard* sebagai kepompong positif tetapi sebenarnya bukan objek kepompong dan teridentifikasi oleh sistem (lingkaran merah) seperti yang terlihat pada gambar 4.10.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan pengembangan dalam penelitian penulis mengenai sistem citra digital dalam Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed, maka penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Menentukan populasi hama kepompong ulat api ini dapat dilakukan menggunakan proses citra digital dengan mengubah model warna objek menggunakan metode YcbCr yang diambil nilai *chroma blue* (cb), lalu proses pemisahan jarak objek hama kepompong ulat api menggunakan segmentasi watershed yang dibantu terlebih dahulu oleh gradient dengan operator *prewitt*, serta proses *remove pixel*.
2. Kualitas gambar mempengaruhi hasil segmentasi objek, semakin baik kualitas gambar maka hasil segmentasi makin akurat.
3. Objek yang warnanya menyerupai kepompong mempengaruhi hasil deteksi objek.
4. Tingkat akurasi dari sistem yang dibuat berjumlah 88%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil, evaluasi dan pengembangan yang telah dilakukan oleh penulis selama ini mengenai sistem, diharapkan penggunaan metode yang lebih baik dapat membedakan antara objek kepompong dengan objek lain. Adapun

pengembangan selanjutnya diharapkan jumlah data uji pada sistem dapat ditambahkan lagi jumlahnya dan diharapkan sistem ini dapat diimplementasikan pada perangkat berbasis *smartphone*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, B. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Jakarta: CV. Dharmaputra.
- Castlemen, K. R. (1996). Digital image processing. *Publishing House of Electronics Industry*.
- 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), 16–23.
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & others. (2002). *Digital image processing*. Prentice hall Upper Saddle River, NJ.
- Hartanto, H. (2011). Sukses Besar Budidaya Kelapa Sawit. *Citra Media Publishing, Yogyakarta*.
- Haryono, T. (2013). *Perbaikan Citra Dengan Metode Power Law Transformation*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hidayatullah, P. (2020). *Pengolahan Citra Digital*.
- Kamarudin, N. H., Wahid, M. B., & others. (1992). A survey of current status and control of nettle caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae) in Malaysia (1981-1990). *PORIM Occasional Paper*, 27.
- Kartasapoetra, A. G. (1987). Hama Tanaman dan Perkebunan. *Bina Aksara, Jakarta*.
- Kusumadewi, S. (2009). Klasifikasi Status Gizi Menggunakan Naive Bayesian Classification. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 3(1), 6–11.
- Ladjamudin, A. B. (2006). Rekayasa perangkat lunak. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Lubis, R. E., & Agus Widanarko, S. P. (2011). *Buku Pintar Kelapa Sawit*. AgroMedia.
- Syafitri, Nesi, and Adri Saputra. "Prototype Pendeteksi Jumlah Orang Dalam Ruangan." *IT Journal Research and Development* 1.2 (2017): 36-48.
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62–66.
- Pertanian, D. (2005). Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Jakarta*.

- Pribadi, A. (2010). Serangan hama dan tingkat kerusakan daun akibat hama defoliator pada tegakan jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.). *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 7(4), 451–458.
- Priyanto, H. (2017). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. Bandung: Informatika.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Reynaldo, D., & Lina, L. (2019). KAJIAN TENTANG PENDETEKSIAN SEL DARAH PUTIH DENGAN TEKNIK SEGMENTASI WATERSHED. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 7(1), 44–46.
- Ruswanto, A., Afriansyah, A., & others. (2017). Sifat minyak kelapa sawit pada tingkatan umur tanaman dan jumlah buah yang membrondol. *AGROTEKNOSE (Jurnal Teknologi Dan Enjiniring Pertanian)*, 5(1).
- Saifullah, S., & Permadi, V. A. (2019). Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-means Clustering Algorithms. *2019 5th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 140–145.
- Sastrosayono, I. S., & others. (2003). *Budi daya kelapa sawit*. AgroMedia.
- Siahaan, V., & Sianipar, R. H. (2018). *Pengantar Pengolahan Citra Digital: Buku yang cocok untuk mahasiswa* (Vol. 1). SPARTA PUBLISHING.
- Studi tentang pengendalian ngengat kakao (Conopomorpha cramerella) di Sulawesi Utara (Indonesia)*. (n.d.).
- Suryani, Des, Ana Yulianti, and Muhammad Zulhelmi. "Aplikasi Legalitas Surat Izin Mengemudi (SIM) Berbasis Mobile (Studi Kasus: Polisi Resort Rengat)." *IT Journal Research and Development* 2.2 (2018): 34-44.
- Suryani, Des, Ause Labellapansa, and Hendra Gunawan. "E-SKPI Fakultas Teknik Universitas Islam Riau." *IT Journal Research and Development* 3.1 (2018): 115-123.
- Sutoyo, T., Si, S., & Kom, M. (n.d.). dkk.(2009) Teori Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi. Yogyakarta, 21–22.
- 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.
- Zaidan, A. A., Ahmad, N. N., Karim, H. A., Larbani, M., Zaidan, B. B., & Sali, A. (2014). Image skin segmentation based on multi-agent learning Bayesian and neural network. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 32, 136–150.

**PENENTUAN POPULASI KEPOMPONG ULAT API PADA
TANAMAN KELAPA SAWIT DENGAN SEGMENTASI CITRA
MENGUNAKAN ALGORITMA WATERSHED**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



DISUSUN OLEH:

ADY PUTRA
163510114

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022**

Ady Putra
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email : ady.putra@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman perkebunan yang sangat diminati untuk dikelola dan ditanam, baik oleh pihak BUMN, perkebunan swasta nasional dan asing, maupun perkebunan rakyat yang banyak menghasilkan kebutuhan penting seperti minyak masak, minyak industri, bahkan untuk bahan bakar kendaraan (*biodiesel*). Penggunaan hasil olahan kelapa sawit sebagai kebutuhan penting kehidupan sehari-hari menjelaskan bahwa hasil produksi tandan buah sawit harus tetap terjaga intensitasnya demi menjaga keseimbangan jumlah kebutuhan dan jumlah produksi. Untuk menjaga jumlah produksi tandan buah sawit salah satu caranya adalah menjaga tanaman kelapa sawit dari serangan hama ulat api *setothosea asigna*. Penyebab serangan hama ulat api yang terjadi adalah kurangnya pengawasan mengenai populasi dan lambatnya penanggulangan hingga ulat api tumbuh dan berkembang biak di perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, jika tidak ada pengawasan dalam mencegah perkembang biakan ulat api, maka hal ini dapat merusak tanaman kelapa sawit yang mengakibatkan kurangnya jumlah produksi tandan buah sawit. Dalam pengembangan program penelitian ini, teknologi pengolahan citra digital akan digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan hama ulat api dengan menghitung kepompong ulat.

Kata Kunci : *Kepompong, Citra Digital, Watershed, Matlab*

Ady Putra
Informatics Engineering Program
Islamic University of Riau
Email : ady.putra@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq) is a plantation crop that is in great demand to be managed and planted, both by state-owned enterprises, national and foreign private plantations, as well as smallholder plantations which produce many important needs such as cooking oil, industrial oil, and even for vehicle fuel. biodiesel). The use of processed palm oil products as an important need for daily life explains that the intensity of the production of oil palm fruit bunches must be maintained in order to maintain a balance between the number of needs and the amount of production. One way to maintain the production of oil palm fruit bunches is to protect oil palm plants from attacks by the caterpillar, Setothosea asigna. The cause of the caterpillar attack that occurs is the lack of monitoring of the population and the slow response to the caterpillars growing and breeding in oil palm plantations. Therefore, if there is no supervision in preventing the proliferation of caterpillars, this can damage oil palm plantations resulting in a lack of production of oil palm fruit bunches. In the development of this research program, digital image processing technology will be used to determine the growth rate of caterpillar pests by counting caterpillar cocoons.

Key Words : Cocoon, Image Processing, Watershed, Matlab

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis senantiasa sehat dan dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir (TA) yang berjudul “Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed” tepat pada waktunya. Proposal ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat penyusunan skripsi pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Tidak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan proposal ini.

Pekanbaru, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	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.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Kelapa Sawit	9
2.2.2 Hama Perusak Daun	10
2.2.3 Pengolahan Citra Digital	14
2.2.4 Tahap-tahap Pengolahan Citra Digital Secara Umum	15
2.2.5 <i>Preprocessing</i>	19

2.2.6	<i>Segmentasi</i>	25
2.2.7	Pengujian Kredibilitas Sistem	39
2.2.8	Representasi dan Deskripsi	40
2.2.9	Basis Pengetahuan.....	41
2.2.10	Pengenalan dan Implementasi.....	41
2.2.11	Program Flowchart.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		45
3.1	Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan.....	45
3.2	Teknik Pengumpulan Data	46
3.3	Metodologi Penelitian	46
3.3.1	Akuisisi Citra	47
3.3.2	Cropping.....	48
3.3.3	Model Warna YCbCr	48
3.3.4	Filter Median.....	49
3.3.5	Citra Kontras	50
3.3.6	Meningkatkan Visibilitas	50
3.3.7	<i>Gradient Operator Prewitt</i>	51
3.3.8	<i>Threshold</i>	51
3.3.9	<i>Filling Holes</i>	52
3.3.10	Segmentasi Watershed	53

3.3.11	Morfologi Erosi.....	53
3.3.12	<i>Remove Pixel</i>	54
3.4	Pengembangan dan Perancangan Sistem.....	54
3.4.1	<i>Context Diagram</i>	54
3.4.2	<i>Hierarchy Chart</i>	55
3.4.3	Rancangan Program	55
3.4.4	Rancangan Logika Program.....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Pengujian <i>Black Box</i>	59
4.1.1	Pengujian <i>Form</i> Menu Utama.....	59
4.1.2	Pengujian <i>Form</i> Data Sampel	59
4.1.3	Pengujian <i>Form Output</i> Tahapan Proses Pengolahan.....	60
4.2	Pengujian Sistem Terhadap Pengguna	69
4.3	Kesimpulan Pengujian.....	75
4.4	Hasil Perhitungan Jumlah Kepompong.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi	13
Tabel 2.2 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman	13
Tabel 2.3 Matriks Citra Asli	18
Tabel 2.4 Matriks dari Hasil Nilai Luma Y	18
Tabel 2.5 Matriks dari Hasil Nilai Croma Blue (Cb).....	19
Tabel 2.6 Matriks dari Hasil Nilai Croma Red (Cr).....	19
Tabel 2.7 Citra Sebelum Titik Pusatnya Dilakukan Median Filter	21
Tabel 2.8 Citra Yang Titik Pusatnya Telah Mengalami Perubahan Setelah Dilakukan Median Filter	21
Tabel 2.9 Matriks Citra Sebelum Peningkatan Kontras.....	23
Tabel 2.10 Matriks Nilai Citra Kontras Cb (Croma Blue) Setelah Dilakukan Peningkatan Kontras	23
Tabel 2.11 Penerapan Operator Prewitt Pada Matriks Citra Nilai Cb	28
Tabel 2.12 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.1	28
Tabel 2.13 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.2	28
Tabel 2.14 Filtering Matriks Citra Gy Mencari G1.1	29
Tabel 2.15 Filtering Matriks Citra Gy Mencari G1.2	29
Tabel 2.16 Matriks Hasil Citra Gradien.....	31
Tabel 2.17 Matriks Hasil Citra Gradien Untuk Mecari Nilai Matriks Citra Treshold.....	36
Tabel 2.18 Matriks Hasil Citra Treshold.....	36
Tabel 2.19 Erosi	39

Tabel 2.20 Simbol dan Keterangan <i>Context Diagram</i>	43
Tabel 2.21 Simbol dan Keterangan <i>Flowchart</i>	44
Tabel 3.1 Keterangan Speksifikasi Hardware.....	45
Tabel 4.1 Pengujian Output Tahapan Proses Pengolahan Citra.....	67
Tabel 4.2 Tabel Pertanyaan.....	67
Tabel 4.3 Skor Minimum.....	68
Tabel 4.4 Kriteria Skor.....	68
Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Pentanyaan Pertama	69
Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua.....	70
Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga	71
Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat.....	72
Tabel 4.9 Hasil Pengolahan Skala.....	73
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Kepompong.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis Gueneensis Jacq</i>).....	10
Gambar 2. 2 Tahapan pengolahan citra digital	15
Gambar 2. 3 Peningkatan Kontras	24
Gambar 2. 4 Konvolusi Dilakukan Dengan Melakukan Proses Disepanjang Kolom dan Baris Pada Citra 5x5.....	27
Gambar 2. 5 <i>Filling Holes</i>	36
Gambar 2. 6 Metode Watershed.....	38
Gambar 3.1 Tahapan Segmentasi Watershed Pada Kepompong Hama Ulat Api. 47	47
Gambar 3.2 Citra Kepompong Ulat Api	47
Gambar 3.3 Citra Proses Cropping Kepompong Hama Ulat Api	48
Gambar 3.4 Hasil YCbCr pada nilai Cb.....	49
Gambar 3.5 Proses Filter Median.....	49
Gambar 3.6 Proses Kontras.....	50
Gambar 3.7 Proses Meningkatkan Visibilitas Hasil	50
Gambar 3.8 Proses Deteksi Tepi <i>Gradient</i> Menggunakan Operator <i>Prewitt</i>	51
Gambar 3.9 Proses <i>Tresholding</i>	52
Gambar 3.10 Proses <i>Filling Holes</i>	52
Gambar 3.11 Proses Watershed	53
Gambar 3.12 Proses Morfologi Erosi.....	53
Gambar 3.13 Proses <i>Remove Pixel</i>	54
Gambar 3.14 <i>Context Diagram</i>	54
Gambar 3.15 Hierarchy Chart.....	55

Gambar 4. 1 Form Menu Utama	59
Gambar 4.2 <i>Form</i> Data Sampel	60
Gambar 4.3 Hasil <i>Cropping</i>	61
Gambar 4.4 Hasil YCbCr	61
Gambar 4.5 Hasil Median Filter	62
Gambar 4.6 Hasil Citra Kontras	62
Gambar 4.7 Hasil Meningkatkan Visibilitas	63
Gambar 4.8 Hasil Gradient Operator <i>Prewitt</i>	63
Gambar 4.9 Hasil <i>Threshold</i>	64
Gambar 4.10 Hasil <i>Fill Holes</i>	64
Gambar 4.11 Hasil Watershed	65
Gambar 4.12 Hasil Erosi	65
Gambar 4.13 Hasil <i>Remove Pixel</i>	66
Gambar 4.14 Menampilkan Hasil Analisa Jumlah Kepompong	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman perkebunan yang sangat diminati untuk dikelola dan ditanam, baik oleh pihak BUMN, perkebunan swasta nasional dan asing, maupun perkebunan rakyat. Indonesia adalah produsen minyak sawit terbesar di dunia. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) juga merupakan tanaman industri yang penting dalam penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel) (Pertanian, 2005).

Kelapa sawit termasuk tanaman pohon yang tingginya dapat mencapai 0-24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandanan yang cukup besar, serta bercabang banyak. Buahnya, apabila sudah matang berwarna kuning menjadi orange. Daging dan kulit buah kelapa sawit mengandung minyak. Minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Hampasnya dimanfaatkan untuk pupuk dari sawit itu sendiri. Daun berwarna hijau tua, daunnya tersusun majemuk menyirip dan pelepah berwarna sedikit lebih hijau muda. Batang tanaman diselimuti bekas pelepah yang sudah dibersihkan hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelapah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi mirip dengan tanaman kelapa.

Faktor yang dapat menyebabkan penurunan hasil produksi pada tanaman kelapa sawit diantaranya hama. Meskipun tidak mematikan tanaman, hama ini sangat merugikan secara ekonomi. Dengan daun yang habis akan sangat

mengganggu proses fotosintesis tanaman kelapa sawit, yang pada akhirnya akan menurunkan produktifitas tanaman kelapa sawit. Serangan hama utama ulat pemakan daun kelapa sawit, yakni ulat api. Ulat api menyebabkan Helaian daun berlubang atau habis sama sekali sehingga hanya tinggal tulang daunnya, gejala ini dimulai dari daun bagian bawah. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan di lapangan adalah *Setothosea asigna* dan *Setora nitens*. Kerusakan akibat hama ini dapat menimbulkan penyusutan produksi sebanyak 35% hingga mencapai 40%. Selama ini seluruh petani yang ada di Indonesia khususnya daerah Sumatera terlambat mengatasi serangan hama, dan akibat dari terlambatnya petani mengatasi hal tersebut maka produksi dari tanaman kelapa sawit itu sendiri akan mengalami penurunan sehingga juga tidak dapat tumbuh tandan/buah. (Defitri, ddk., 2017)

Untuk mencegah hama berkembang biak, pihak perusahaan PT. Sari Lembah Subur harus melakukan pengambilan sampel pada daun yang normal dan berhama pada tanaman kelapa sawit terlebih dahulu, untuk pengambilan sampel tersebut harus melakukan tahapan penyusunan jadwal pelaksanaan pengamatan secara dini, menetapkan titik sampel dan barisan sampel, dan penentuan pokok sampel dan akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasilnya. Dengan demikian penelitian ini akan membuat aplikasi pendeteksi jumlah populasi kepompong hama ulat api yang terdapat pada tanaman kelapa sawit dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan algoritma Watershed.

Dengan adanya aplikasi untuk pendeteksi populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit ini dapat mempermudah perusahaan untuk

melakukan pendeteksian sendiri dan dapat langsung mengetahui banyaknya populasi kepompong hama ulat api yang sedang dialami pada tanaman kelapa sawit dan mampu mendapatkan solusi untuk menangani kepompong hama ulat api 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 perusahaan apabila melakukan pengamatan area berhama secara manual dipermukaan tanah pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
2. Lamanya waktu pengerjaan dalam melakukan pengamatan dipermukaan tanah secara manual pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
3. Terlambatnya perusahaan mengetahui keadaan populasi dan penyebaran hama pada tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang ada didalam penelitian ini, maka penulis membatasinya. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini hanya mendeteksi pada tanaman kelapa sawit yang terkena hama.

2. Penelitian ini hanya bisa mendeteksi diarea permukaan tanah pada tanaman kelapa sawit yang bersih.
3. Hama kepompong yang dideteksi hanya kepompong ulat api jenis *Setothosea Asigna*.
4. Sampel yang diambil dalam penelitian ini hanya dilakukan pada 1 blok yang memiliki luas 30 Ha, dengan warna tanah putih keabuan dan sedikit kehitaman.
5. Pengecekan kepompong hanya pada tanaman kelapa sawit yang berumur ≤ 6 tahun.
6. 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 aplikasi citra untuk mendeteksi populasi hama kepompong ulat api pada tanaman kelapa sawit?”.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

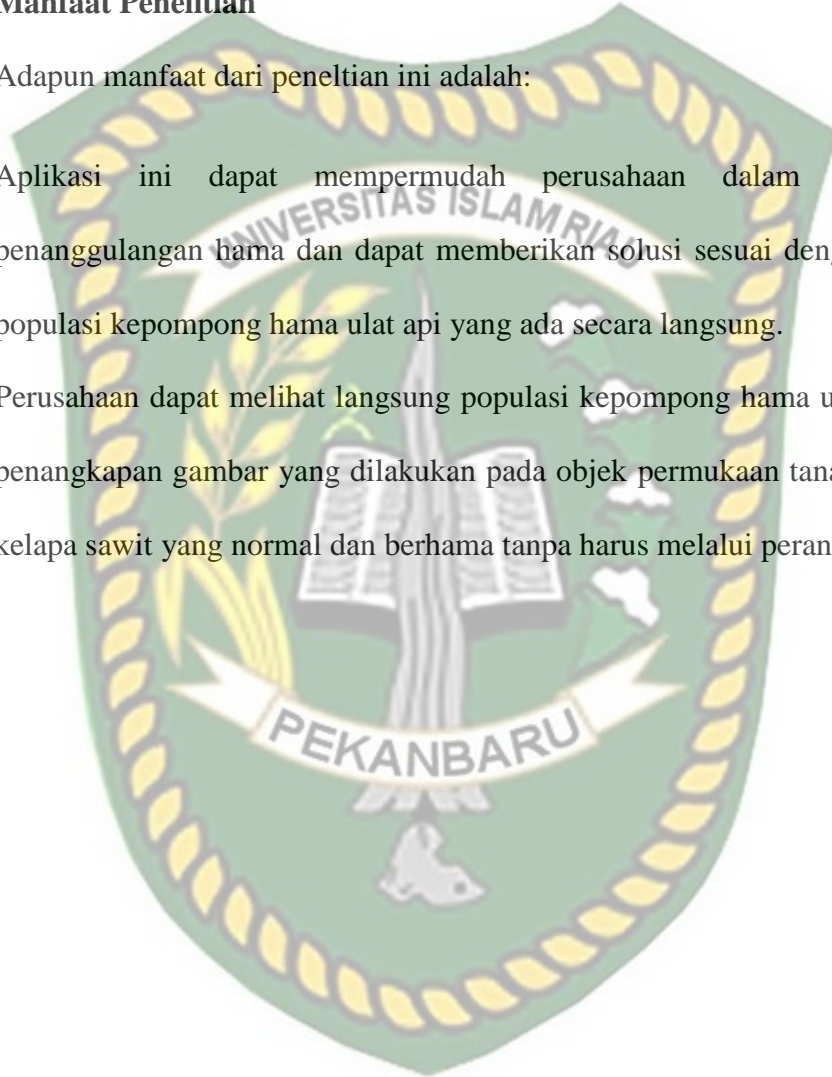
1. Membuat aplikasi citra populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit yang dapat terdeteksi oleh sistem PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.
2. Untuk mempermudah perusahaan PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau dalam pendeteksian populasi kepompong ulat hama api yang menyerang tanaman kelapa sawit.

3. Untuk mempercepat waktu penanggulangan kepompong hama ulat api yang menyerang tanaman kelapa sawit PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Aplikasi ini dapat mempermudah perusahaan dalam melakukan penanggulangan hama dan dapat memberikan solusi sesuai dengan jumlah populasi kepompong hama ulat api yang ada secara langsung.
2. Perusahaan dapat melihat langsung populasi kepompong hama ulat api dari penangkapan gambar yang dilakukan pada objek permukaan tanah tanaman kelapa sawit yang normal dan berhama tanpa harus melalui perantara.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi untuk penanaman investasi perkebunan kelapa sawit, karena memiliki berbagai keunggulan. Indonesia memiliki kesesuaian lahan yang dikehendaki oleh tanaman kelapa sawit terbentang mulai wilayah Timur hingga Barat Indonesia. Indonesia memiliki lahan potensial untuk kelapa sawit mencapai 26,5 juta hektar yang tersebar di berbagai provinsi di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2018).

Dari penelitian (Saifullah & Permadi, 2019) mengenai Segmentasi Citra Menggunakan Metode *Watershed* Berdasarkan *Image Enhancement* Dalam Mendeteksi Embrio Telur mengungkapkan bahwa Metode *Histogram Equalization* (HE) memberikan *Intersity Saturation* yang hasilnya menginformasikan bahwa metode ini belum dapat diimplementasikan pada kasus citra medis. Penelitian ini menggunakan proses segmentasi, yang membagi citra sesuai dengan daerah yang dibagi pada deteksi embrio telur. Penelitian ini akan menganalisis deteksi embrio telur berdasarkan *Image Processing* dengan *Image Enhancement* dan konsep segmentasi menggunakan metode *watershedtransform*. *Image Enhacement* pada *Preprocessing* dalam perbaikan citra menggunakan kombinasi metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan *Histogram Equalization* (HE). Hasil segmentasi mampu membagi daerah telur memiliki embrio secara nyata dan akurat dengan persentase sebesar 98%.

Pada penelitian (Yuliani., 2019) mengenai Klasifikasi Citra Daun Kelapa Sawit yang Terkena Dampak Hama Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* menyebutkan bahwa terdapat 2 faktor yang mempengaruhi hasil produksi buah sawit adalah tingkatan curah hujan dan intensitas hama perusak (*Limacodidae* dan *Psychidae*). Proses deteksi dilakukan dengan langkah-langkah yang terdiri dari *preprocessing*, *segmentasi*, *ekstraksi fitur zoning*, dan klasifikasi 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 tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup dalam melakukan proses pendeteksian jenis hama.

Dalam penelitian (Yuliani., 2019) menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk mengklasifikasikan citra daun kelapa sawit yang terserang hama, faktor yang mempengaruhi produksi buah sawit adalah hujan dan hama ulat api. Proses pendeteksian terdiri dari segmentasi, ekstraksi ciri zona, dan klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi hama. Nilai akurasi deteksi hama ulat kantong adalah 55%, dan nilai deteksi hama *Monema flavescens* adalah 72,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kapasitas yang cukup untuk mendeteksi spesies hama.

Pada penelitian (Reynaldo & Lina, 2019) mengenai Kajian Tentang Pendeteksian Sel Darah Putih Dengan Teknik Segmentasi *Watershed* mengungkapkan proses pendeteksian sel darah putih hanya dilakukan dengan menggunakan preparat darah dengan melakukan pewarnaan terlebih dahulu pada preparat darah, sehingga sel darah putih akan terlihat lebih kontras pada

mikroskop. Hal ini menyebabkan persiapan untuk menyiapkan preparat membutuhkan tenaga dan biaya ekstra serta waktu yang cukup lama. Penelitian ini menggunakan metode yang diusulkan untuk mendeteksi sel darah putih dalam gambar persiapan sel darah yang tidak ternoda menggunakan teknik segmentasi *watershed*. Pertama, tekstur area *White Blood Cell* (WBC) diekstraksi menggunakan *Hue, Saturation, Value* (HSV) *Colorspace*. Kemudian segmentasi *Watershed* dilakukan untuk segmen area sel darah merah, yang merupakan hasil gambar hanya menyisakan area tekstur. Kemudian setiap area tekstur ditentukan apakah area tersebut merupakan area WBC atau tidak. Hasil percobaan menunjukkan metode yang diusulkan mencapai akurasi rata-rata sekitar 45% tingkat keberhasilan.

Penelitian terdahulu menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat menjadikan penelitian tersebut sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Berdasarkan jurnal yang menjadi referensi penulis, maka dapat disimpulkan permasalahan mendeteksi populasi kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit melalui pengolahan citra digital menggunakan Algoritma *Watershed*.

Pada permasalahan mendeteksi atau mengetahui jumlah kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit dapat diatasi dengan pengolahan citra digital menggunakan *Algoritma Watershead*. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah warna citra menggunakan citra *Greyscale* kemudian menghaluskan

citra menggunakan *filter morfologi* yaitu operasi *opening* dan *closing* yang dilanjutkan dengan menghitung jarak setiap piksel dengan proses *Distance Transform*. Kemudian baru masuk kedalam proses *Algoritma Watershed*.

2.2 Dasar Teori

Dalam upaya mendukung pembuatan penelitian ini, maka dari itu penulis perlu mengutarakan hal maupun teori yang berkaitan dengan permasalahan serta ruang lingkup pembahasan sebagai dasar dalam pembuatan laporan penelitian ini.

2.2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) merupakan jenis tanaman perkebunan berupa pohon. Tanaman ini mulai ditanam sebagai tanaman komersial di Indonesia sejak 1911. Tanaman ini biasa dikenal dengan melihat ciri fisiologisnya (daun, batang, akar, bunga, buah), umur tanaman (\pm 25 tahun) (Ruswanto dkk., 2017). Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan 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 (Hartanto, 2011).

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di Indonesia. Hal ini dikarenakan kelapa sawit mampu menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat serta memegang peranan penting dan menjadi devisa

terbesar bagi Negara dari sektor non migas selain karet dan kopi (Sastrosayono, dkk. 2003). Tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*)

2.2.2 Hama Perusak Daun

Hama tanaman disini berupa binatang yang memakan tanaman dan secara ekonomis dapat merugikan. Misalnya hama perusak daun kelapa sawit yaitu ulat api, yang merupakan jenis ulat pemakan daun kelapa sawit yang paling sering menimbulkan kerugian diperkebunan kelapa sawit. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan dilapangan adalah *Setothosea asigna* dan *Setothosea nitens*. Jenis yang jarang ditemukan adalah *Thosea vestusa*, *Thosea bisura*, *Susica pallida* dan *Birthamula chara* (Kamarudin dkk., 1992). Jenis ulat api yang paling merusak di Indonesia akhir-akhir ini adalah *Setothosa Asigna*. Serangan yang hebat dapat menimbulkan kerusakan berat dan dapat dijumpai jumlah ulat yang tinggi pada setiap pelapah kelapa sawit (Lubis & Agus Widanarko, 2011). Jenis

hama ulat api (*Setothosa Asigna*) dan kepompong ulat yang terdapat pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ulat Api *Setothosea Asigna* dan Kepompong Ulat

Siklus hidup hama ulat api (*Setothosea asigna*) selama 106 – 138 hari yakni masa penetasan telur 6-8 hari, stadia ulat berlangsung 50 hari (8-9 instar) dan masa pupa 40 hari. Ulat hidup berkelompok disekitar tempat penetasan telur. ulat dewasa akan menjatuhkan diri ketanah untuk memulai masa berkepompong. Ulat ini sangat rakus, mampu mengkonsumsi daun 300-500 cm (Lubis & Agus Widanarko, 2011).

Larva yang baru menetas, hidupnya secara berkelompok, memakan bagian permukaan bawah daun. Larva instar 2-3 memakan helaian daun mulai dari ujung ke arah bagian pangkal daun. Selama perkembangannya larva mengalami pergantian instar sebanyak 7-8 kali atau 8-9 kali dan mampu menghabiskan helaian daun seluas 400 cm².

Serangga dewasa (ngengat) jantan dan betina masing-masing lebar rentangan sayapnya 41 mm dan 51 mm. Sayap depan berwarna cokelat tua dengan garis transparan dan bintik-bintik gelap, sedangkan sayap belakang berwarna

coklat muda, telur berwarna kuning kehijauan, berbentuk oval, sangat tipis dan transparan.

Siklus hidup hama Ulat Api Pemakan Daun Kelapa Sawit (UPDKS) melalui empat stadium yaitu telur, larva (ulat), pupa (kepompong), dan imago (dewasa). Serangan hama ulat api (*Setothosa Asigna*) dan (*Setora Nitens*) dilapangan umumnya mengakibatkan daun kelapa sawit habis dengan sangat cepat dan berbentuk seperti melidi. Tanaman tidak dapat menghasilkan tandan selama 2- 3 tahun jika serangan yang terjadi sengat berat (Kartasapoetra, 1987).

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kepompong hama ulat api dilakukan dengan parameter yang diamati adalah:

1. Penentuan Jumlah Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi

Perhitungan kepompong hama ulat api dilakukan dengan menggunakan rumus : (Tulung, 2000).

$$K = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

K = Persentase kerusakan tanaman pada lokasi pengamatan.

n = Jumlah tanaman sampel yang terserang oleh hama.

N = Jumlah total tanaman sampel dalam satu lokasi.

Tabel 2.1 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Lokasi

Skala	Persentase (%)	Kategori
1	1 – 33	Ringan
2	34 – 65	Sedang
3	66 – 100	Berat

2. Penentuan Jumlah Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman

Penentuan jumlah kepompong hama ulat api tiap tanaman yang dimaksud disini merupakan jumlah kepompong hama ulat api yang terdapat pada tanaman sawit yang diamati. Ambang kritis untuk kepompong hama ulat api ini adalah > 200 kepompong pertanaman.

Adapun tingkat serangan kepompong hama ulat api ini adalah sebagai berikut : (Pribadi, 2010).

Tabel 2.2 Nilai Pembobotan Kepompong Hama Ulat Api Tiap Tanaman

Skala	Jumlah	Kategori
1	<100	Ringan
2	100 – 200	Sedang
3	>200	Berat

Pengendalian hama dapat dilakukan secara hayati dan secara kimia. Pengendalian secara kimia yaitu dengan menggunakan insektisida, salah satu insektisida yang bisa kita terapkan dalam mengendalikan hama ulat api adalah dengan menggunakan jamur atau fungi entomopatogen. Sedangkan pengendalian

secara hayati dilakukan dengan memanfaatkan musuh (predator) alami dan bioinsektisida.

Serta ada juga pengendalian hama dengan menggunakan pengendalian mekanis seperti mengutip kepompong, larva dan light trap imago. Jika nilai pembobotan pada pengendalian kepompong hama ulat api termasuk kategori ringan maka akan dilakukan pengendalian hama secara hayati, dan jika pembobotan termasuk kategori sedang maka akan dilakukan pengendalian hama secara mekanis, sedangkan pembobotan termasuk kategori berat maka akan dilakukan pengendalian secara kimia.

2.2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra atau gambar. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Citra Digital adalah bentuk 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 objek tertentu.

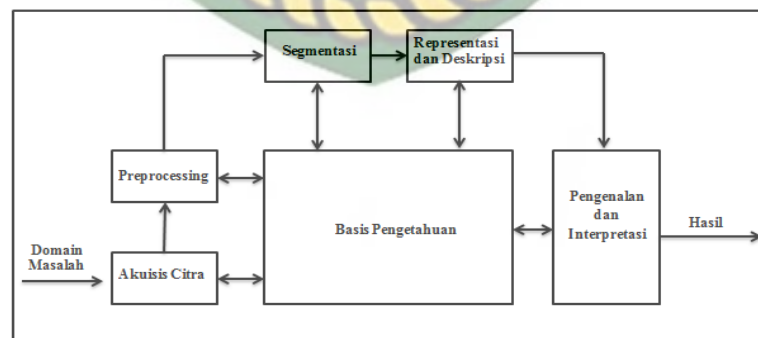
Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan menggunakan komputer. Citra digital adalah barisan bilangan nyata (Nilai Real) maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit-bit tertentu (Putra, 2010). Pengolahan citra memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah:

1. Untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer).
2. Untuk mentransformasikan citra menjadi citra lain. Seperti, pemampatan citra (*image compression*) yang digunakan untuk meminimalisasi jumlah bit pada suatu citra sehingga ukuran data citra menjadi lebih kecil.

Pengolahan citra digital merupakan metode untuk mengolah citra secara digital sehingga menghasilkan gambar lain sesuai dengan kebutuhan. Proses pengolahan citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra supaya menjadi lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra.

2.2.4 Tahap-tahap Pengolahan Citra Digital Secara Umum

Secara umum dalam pengolahan citra digital terbagi 6 langkah penting yaitu akuisisi citra, *preprocessing*, *segmentasi*, representasi dan deskripsi, pengenalan dan implementasi serta basis pengetahuan (Sutoyo, dkk. 2009). Langkah penting dalam pengolahan citra digital dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.2 Tahapan pengolahan citra digital

2.2.4.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Dengan menangkap atau memindai suatu citra analog untuk mendapatkan citra digital. Tahap ini dimulai dari pengambilan citra analog (objek), persiapan dan alat yang digunakan dan pencitraan. Persiapan seperti resolusi kamera, teknik pencahayaan, jarak, sudut pengambilan citra, dan lain sebagainya. Serta alat yang digunakan untuk pencitraan adalah kamera digital, video kamera, kamera *smartphone*, scanner, photo sinar-x atau sinar infra merah. Pencitraan ini merupakan kegiatan transformasi dari citra analog seperti foto, lukisan, gambar dan patung.

2.2.4.2 Pemotongan (*Cropping*)

Proses pengolahan citra, biasanya tidak secara keseluruhan bagian dari citra yang kita gunakan. Pemotongan citra (*Cropping*) dilakukan dengan cara mengambil area tertentu yang bertujuan untuk mempermudah analisa citra yang akan diamati dalam proses pengolahan citra digital, proses ini juga memperkecil penyimpanan citra (Siahaan & Sianipar, 2018).

2.2.4.3 Model Warna YCbCr

Pada Model Warna terdapat banyak metode yang digunakan salah satunya metode pada Model Warna YCbCr terdiri dari 3 buah komponen, yakni *luma* (Y), *chroma blue* (Cb), dan *chroma red* (Cr). Ruang YCbCr akan memisahkan citra ke dalam komponen luminansi dan komponen warna (Zaidan dkk., 2014).

Ruang YCbCr akan memisahkan citra ke dalam komponen *luminance* dan komponen warna. Informasi *luminance* dipresentasikan oleh komponen Y, sedangkan informasi warna dipresentasikan pada komponen Cb dan Cr. Pada *chroma (chrominance)* adalah sinyal yang digunakan dalam system video untuk menyampaikan informasi warna dari suatu citra. Model warna ini digunakan pada sistem video digital. Ruang warna YCbCr dapat dengan mudah diperoleh dari ruang RGB dengan matrik sederhana (P. Hidayatullah, 2017):

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -1.69 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B$$

$$C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B$$

Model Warna YCbCr memperoleh ruang warna dengan mengkonversi RGB, maka didapat persamaan sebagai berikut :

- a. *Luma* (Y) merepresentasikan intensitas cahaya pada citra. Sebagai contoh pada matriks citra asli :

Tabel 2.3 Matriks Citra Asli

R	105	62	68	191	67
G	91	50	54	186	59
B	90	54	51	180	57
R	162	83	97	245	58
G	135	65	92	234	58
B	128	63	89	32	68
R	39	49	30	246	103
G	34	40	24	242	97
B	31	43	26	241	101
R	143	123	75	184	173
G	139	118	70	171	168
B	138	115	67	163	172
R	79	111	147	150	163
G	69	110	138	144	163
B	68	116	139	146	163

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Y = 0.299*105 + 0.587*91 + 0.114*90$$

$$Y = 95.07$$

NILAI *Luma* (Y)

Tabel 2.4 Matriks dari Hasil Nilai *Luma* Y

95.07	54.04	57.84	186.81	61.16
142.28	70.15	93.15	37.06	59.14
35.15	43.03	26.02	243.08	99.25
140.08	119.15	71.15	173.98	169.95
71.88	110.98	140.81	146.02	163.00

- b. Chroma Blue (*Cb*) merepresentasikan tingkat kebiruan.

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.5000B$$

$$Cb = -0.16874R*105 - 0.33126G*91 + 0.5000B*90$$

$$Cb = -11.74$$

NILAI Cb

Tabel 2.5 Matriks dari Hasil Nilai Croma Blue (Cb)

-2.86	-0.02	-3.86	-3.84	-2.35
-8.06	-4.04	-2.34	-2.86	5.00
-2.34	-0.02	-0.01	-1.17	0.99
-1.17	-2.34	-2.34	-6.19	1.16
-2.19	2.83	-1.02	-0.01	0.00

- c. Chroma Red (Cr) merepresentasikan tingkat kemerahan.

$$Cr = 0.5000R - 0.41869G - 0.08131B$$

$$Cr = 0.5000R*105 - 0.41869G*91 - 0.08131B*90$$

$$Cr = 7.25$$

NILAI Cr

Tabel 2.6 Matriks dari Hasil Nilai Croma Red (Cr)

7.25	5.76	7.34	3.32	4.27
14.31	9.28	2.91	5.72	-0.71
4.43	6.93	4.10	21.22	10.17
2.33	2.96	2.87	7.46	2.48
5.21	0.21	4.67	3.10	0.29

2.2.5 Preprocessing

Preprocessing merupakan suatu tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik, sehingga proses preprocessing disini bertujuan untuk memproses data citra digital supaya mendapatkan data yang layak digunakan

untuk tahapan selanjutnya. Seperti, meningkatkan kualitas citra atau gambar, menghilangkan noda gambar (*noise*) dari objek-objek pengganggu.

2.2.5.1 Median Filter

Filter median sangat diperlukan dalam proses peningkatan kualitas citra untuk mengubah citra menjadi citra baru, sehingga citra yang dihasilkan menjadi lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan. Filter median mengatur nilai-nilai piksel dari sekumpulan data yang telah diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar atau dari terbesar hingga terkecil adalah nilai yang berada tepat ditengah jika banyaknya data ganjil, atau rata-rata dua nilai ditengah jika banyaknya data genap.

Filter median bekerja dalam menghilangkan noise (gangguan pada citra), sehingga menghasilkan efek penghalusan pada citra baru yang dihasilkan (Sutoyo, dkk. 2009). Secara matematis median filter dapat dijabarkan menjadi : $F(x,y) = \text{median}\{g(s,t)\}$

Misalkan diketahui citra berukuran 5x5 yang ditunjukkan pada tabel 2.5, yaitu :

(-2.86, -8.06, -2.34, -1.17, -2.19, -0.02, -4.04, -0.02, -2.34, 2.83, -3.86, -2.34, -0.01, -2.34, -1.02, -2.84, -2.86, -1.17, -6.19, -0.01, -2.35, 5, 0.99, 1.16, 0). Titik yang ditinjau pada contoh ini adalah titik pusatnya (yang diblok hitam) yang mempunyai nilai intensitas 26.02, selanjutnya nilai intensitas piksel tetangga diurutkan menjadi: (-8.06, -6.19, -4.04, -3.86, -3.84, -2.86, -2.86, -2.35, -2.34, -2.34, -2.34, -2.34, -2.19, -1.17, -1.17, -1.02, -0.02, -0.02, -0.01, -0.01, 0, 0.09, 1.16, 2.83, 5)., sehingga menghasilkan nilai intensitas tengah -0.01 selanjutnya titik pusat yang sebelumnya -2.19 sekarang diganti dengan nilai intensitas yang

sudah diperoleh yaitu -2.19. Tabel 2.8 menunjukkan titik pusat (yang diblok hitam) mengalami perubahan setelah dilakukan filter median.

Tabel 2.7 Citra Sebelum Titik Pusatnya Dilakukan Median Filter

-2.86	-0.02	-3.86	-3.84	-2.35
-8.06	-4.04	-2.34	-2.86	5.00
-2.34	-0.02		-1.17	0.99
-1.17	-2.34	-2.34	-6.19	1.16
-2.19	2.83	-1.02	-0.01	0.00

Tabel 2.8 Citra Yang Titik Pusatnya Telah Mengalami Perubahan Setelah Dilakukan Median Filter

-8.06	-6.19	-4.04	-3.86	-3.84
-2.86	-2.86	-2.35	-2.34	-2.34
-2.34	-2.34	-2.19	-1.17	-1.17
-1.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
0	0.99	1.16	2.83	5

2.2.5.2 Kontras Tingkat Keabuan dalam Peningkatan Citra

Peningkatan citra bertujuan untuk memperbaiki tampilan suatu citra atau gambar. Tampilan gambar/citra diperbaiki karena tampilan sebuah gambar atau citra tersebut mengalami gangguan, misalnya terlalu terang/gelap sehingga tampilan tidak baik. Kontras merupakan suatu tingkat penyebaran pixel – pixel ke dalam intensitas warna. Ada tiga macam kontras, yaitu kontras rendah, kontras tinggi, dan kontras normal (Haryono, 2013).

1. Citra Kontras Rendah : Citra rendah merupakan citra yang memiliki banyak piksel dengan nilai intensitas mendekati 0. Citra yang memiliki kontras

rendah dapat terjadi karena kurangnya pecahayaannya, dan kesalahan setting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Akibat penyebaran intensitas terang atau gelap yang tidak merata. Sehingga titik paling terang tidak mencapai putih paling cemerlang dan titik tergelap suatu citra tidak mencapai hitam paling pekat. Distribusi nilai intensitas citra rendah cenderung berada pada daerah sebelah kiri histogram.

2. Citra Kontras Tinggi : Citra terang merupakan citra yang memiliki banyak piksel dengan nilai intensitas mendekati 255. Karena sebaran intensitas gelap dan terang dapat merata keseluruhan skala intensitas. Distribusi nilai intensitas citra terang cenderung berada pada daerah sebelah kanan histogram.
3. Citra Kontras Normal : Citra dengan kontras rendah merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang tidak terlalu lebar maupun terlalu sempit. Histogram citra di bawah ini menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 74-224. Sehingga tidak memiliki nilai intensitas antara 0-74 dan juga 224-255.

Fungsi kontras :

$$f_0(x,y) = G. (f_i(x, y) - p) + p$$

Keterangan :

G = koefisien penguat kontras.

P = nilai grayscale yang dipakai sebagai pusat pengkontrasan.

$f_0(x,y)$ = intensitas piksel citra hasil kontras.

$f_i(x, y)$ = intensitas piksel citra asal.

Proses perhitungan pada kontras adalah sebagai berikut, dimana citra masukan berupa citra *grayscale* berukuran 5x5 piksel akan dilakukan operasi kontras dengan $G = 2$ dan $P = 3$:

Tabel 2.9 Matriks Citra Sebelum Peningkatan Kontras

-8.06	-6.19	-4.04	-3.86	-3.84
-2.86	-2.86	-2.35	-2.34	-2.34
-2.34	-2.34	-2.19	-1.17	-1.17
-1.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
0	0.99	1.16	2.83	5

$$K = G \cdot (f_i(x,y) - P) + P$$

$$K = 2 \cdot (f_i(-8.06) - 3) + 3$$

$$K = -6.72$$

Tabel 2.10 Matriks Nilai Citra Kontras Cb (Croma Blue) Setelah Dilakukan Peningkatan Kontras

-6.72	-1.05	-8.72	-8.69	-5.70
-17.11	-9.07	-5.69	-6.71	9.00
-5.69	-1.04	-1.02	-3.35	0.98
-3.35	-5.69	-5.69	-13.39	1.31
-5.37	4.66	-3.04	-1.02	-1.00

Salah satu alat bantu yang paling sederhana dan sangat berguna dalam pengolahan citra digital adalah peningkatan kontras tingkat keabuan citra. Teknik peningkatan citra dengan kontras tingkat keabuan adalah untuk

memetakan setiap tingkat abu-abu ke tingkat abu-abu lainnya dengan menggunakan suatu *transform*. *Transform* disini merupakan salah satu proses kemudahan dan keefektifan sesuai tujuan peningkatan mutu citra dengan kontras tingkat keabuan menggunakan teknik perataan histogram. Teknik perataan histogram dalam peningkatan kontras tingkat keabuan adalah teknik untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang penuh dan dengan distribusi piksel yang merata pada setiap daerah keabuan.

Tingkat keabuan citra merupakan citra skala keabuan yang memberi kemungkinan warna lebih banyak. Dikatakan memberi kemungkinan warna yang lebih banyak karena mempunyai nilai, diantaranya adalah nilai minimum (0) dan nilai maksimumnya tergantung dengan jumlah bit yang dipakai. Pada umumnya warna yang dipakai pada kontras tingkat keabuan citra adalah warna hitam sebagai warna minimum dan warna putih sebagai warna maksimum, sehingga warna antaranya adalah abu-abu. Contoh citra keabuan yang baik dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peningkatan Kontras

2.2.5.3 Visibilitas Hasil

Meningkatkan visibilitas hasil dalam *image enhancement* dilakukan dengan mengubah histogram citra masukan agar sesuai dengan karakteristik yang

diinginkan. Teknik ini menggunakan beberapa operasi yaitu *intensity adjustment* dan *histogram equalization*.

Intensity adjustment bekerja dengan melakukan pemetaan linear terhadap nilai intensitas pada histogram awal menjadi nilai intensitas pada histogram yang baru. Sedangkan *histogram equalization* bertujuan untuk menghasilkan citra keluaran yang memiliki nilai histogram yang relatif sama.

2.2.6 Segmentasi

Segmentasi citra akan membagi-bagi suatu citra menjadi daerah-daerah atau objek yang satu dengan objek yang lain dalam suatu gambar (citra) atau antara objek dengan latar yang terdapat dalam sebuah citra. Maka, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya.

Segmentasi citra merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk mendapatkan objek-objek dalam daerah yang memiliki kemiripan karakteristik yang tidak saling bertabrakan. Segmentasi ini dapat dilakukan dengan berbagai tahapan-tahapan pendekatan. Menurut (Castlemen, 1996), terdapat 3 cara untuk melakukan pendekatan, antara lain sebagai berikut :

1. Pendekatan Batas (*Boundary Approach*), pendekatan ini dilakukan untuk mendapatkan batas yang ada antar daerah.
2. Pendekatan Tepi (*Edge Approach*), pendekatan tepi dilakukan untuk mengidentifikasi piksel tepi dan menghubungkan piksel-piksel tersebut menjadi suatu batas yang diinginkan.

3. Pendekatan Daerah (*Region Approach*), pendekatan daerah bertujuan untuk membagi citra dalam daerah-daerah sehingga didapatkan suatu daerah sesuai kriteria yang diinginkan.

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

2.2.6.1 Deteksi Tepi Gradien Menggunakan Operator *Prewitt*

Deteksi tepi (Edge Detection) merupakan proses yang menghasilkan tepi-tepi dari suatu object citra yang bertujuan untuk menandai bagian yang menjadi detail citra. Deteksi tepi dapat dilakukan dengan *gradien magnitude*. Gradien merupakan teknik pertama yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi suatu object citra.

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Magnitude (besaran) dari vector ini,

$$\nabla f = \text{mag } \nabla f = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2]^{1/2}$$

Namun, untuk alasan penyerderhanakan komputasi, operasi akar ditiadakan sehingga besaran dari vektor tersebut :

$$\nabla f = G_x^2 + G_y^2$$

Salah satu operator yang menggunakan besaran gradien adalah operator *prewitt*.

Operator *Prewitt* merupakan bagian dari operator gradien. Deteksi tepi operator *Prewitt* diperkenalkan oleh *Prewitt* pada tahun 1970. Operator ini identik

dengan bentuk matriks 3x3 atau jendela ukuran 3x3 piksel, dengan G_x dan G_y sebagai berikut (Sutoyo, dkk. 2009).

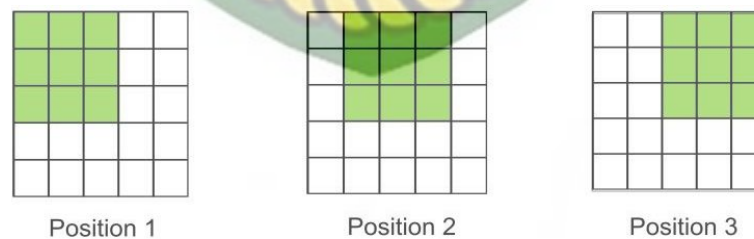
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Besaran gradien yang dihitung menggunakan operator prewitt berdasarkan jendela piksel adalah :

$$\nabla f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Dimana ∇f adalah besaran gradien dititik tengah kernel. Fungsi *prewitt* berikut ini berguna untuk melakukan pengujian operator prewitt terhadap citra berskala keabuan.

Proses deteksi tepi berbasis gradien menggunakan operasi konvolusi dengan operator *prewitt* terhadap citra ditunjukkan pada gambar. Konvolusi merupakan proses untuk memperoleh suatu piksel didasarkan pada nilai piksel itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan suatu matriks yang disebut kernel yang merepresentasikan pembobotan.



Gambar 2.4 Konvolusi Dilakukan Dengan Melakukan Proses Disepanjang Kolom dan Baris Pada Citra 5x5

Berikut contoh penerapan operator *prewitt* pada citra dengan ukuran 5x5 piksel.

Tabel 2.11 Penerapan Operator *Prewitt* Pada Matriks Citra Nilai Cb

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

1. Filtering citra Gx dengan kernel $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, dimulai dari pojok kiri atas citra.

Tabel 2.12 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.1

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned}
 G_{1,1} &= (-7 \times -1) + (-1 \times 0) + (-6 \times 1) + (-1 \times 0) + (-9 \times 0) + (-1 \times 0) + (-9 \times 1) + (-6 \\
 &\times 1) + (-1 \times 1); \\
 &= 7 + 17 + 6 + 0 + 0 + 0 + (-9) + (-6) + (-1); \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

Tabel 2.13 Filtering Matriks Citra Gx Mencari G1.2

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned}
 G_{1,2} &= (-1 \times 0) + (-9 \times 0) + (-1 \times 0) + (-9 \times 1) + (-6 \times 1) + (-1 \times 1) + (-9 \times 1) + (-7 \times \\
 &1) + (-3 \times 1);
 \end{aligned}$$

$$= -8$$

Dan seterusnya, sehingga matriks nilai Gx adalah sebagai berikut:

$$Gx = \begin{bmatrix} 14 & -8 & 20 \\ 13 & -7 & 24 \\ 4 & -15 & 11 \end{bmatrix}$$

2. Filtering citra Gy dengan Kernel $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$, dimulai dari pojok kiri atas citra.

Tabel 2.14 Filtering Matriks Citra Gy Mencari $G1.1$

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned} G_{1,1} &= (-7 \times -1) + (-17 \times 0) + (-6 \times 1) + (-1 \times -1) + (-9 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + \\ &(-6 \times 0) + (-1 \times 1); \\ &= 8 \end{aligned}$$

Tabel 2.15 Filtering Matriks Citra Gx Mencari $G1.2$

-7	-1	-9	-9	-6
-17	-9	-6	-7	9
-6	-1	-1	-3	1
-3	-6	-6	-13	1
-5	5	-3	-1	-1

$$\begin{aligned} G_{1,2} &= (-1 \times -1) + (-9 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + (-6 \times 0) + (-1 \times 1) + (-9 \times -1) + (- \\ &7 \times 0) + (-3 \times 1); \\ &= 14 \end{aligned}$$

Dan seterusnya, hingga matriks nilai G_y , adalah sebagai berikut:

$$G_y = \begin{bmatrix} 8 & 14 & 21 \\ 18 & -3 & -2 \\ 5 & 6 & -2 \end{bmatrix}$$

3. Besaran gradient dihitung dari hasil nilai matriks G_x dan G_y tadi dengan

$$\text{rumus } \nabla f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$G_x = \begin{bmatrix} 14 & -8 & 20 \\ 13 & -7 & 24 \\ 4 & -15 & 11 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 8 & 14 & 21 \\ 18 & -3 & -2 \\ 5 & 6 & -2 \end{bmatrix}$$

Besaran Gradien :

$$\begin{aligned} \nabla f &= \sqrt{14^2 + 8^2} \\ &= \sqrt{196 + 64} \\ &= \sqrt{260} \\ &= 16 \end{aligned}$$

Dan seterusnya, sehingga matriks hasil nilai gradien adalah sebagai berikut :

$$G = \begin{bmatrix} 16 & 16 & 29 \\ 22 & 8 & 24 \\ 6 & 16 & 11 \end{bmatrix}$$

2.2.6.2 Metode Otsu *tresholding*

Metode otsu merupakan salah satu metode untuk segmentasi citra digital dengan menggunakan nilai ambang batas, yakni mengubah citra digital warna abu-abu menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital (Otsu, 1979). Untuk menentukan nilai ambang metode ini membedakan dua kelompok cara, yaitu objek dan latar belakang, yang memiliki bagian saling bertumpukan.

1. Probabilitas.

Probabilitas nilai intensitas i dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah :

$$p(i) = \frac{n_1}{N}$$

Keterangan :

$p(i)$ = probabilitas.

n_1 = jumlah piksel berintensitas i .

N = jumlah semua piksel dalam citra.

Berikut contoh metode otsu pada citra 3x3, untuk menjalankan langkah-langkah dalam melakukan proses dengan menggunakan metode otsu:

Tabel 2.16 Matriks Hasil Citra Gradien

16	16	29
22	8	24
6	16	11

Dari tabel diatas diketahui nilai $N=9$, urutkan terlebih dahulu nilai piksel dari citra tersebut untuk menentukan Tawal yaitu nilai rata-rata nilai intensitas citra:

$$x = 6 + 8 + 11 + 16 + 16 + 16 + 22 + 24 + 29$$

$$= 6 + 8 + 11 + 48 + 22 + 24 + 29$$

$$= \frac{148}{9}$$

$$= 16.44$$

$$= 16$$

Mencari nilai T_1 :

$$x(\mu_1) = \frac{6 + 8 + 11}{3}$$

$$= \frac{25}{3}$$

$$= 8.33$$

$$= 8$$

$$x(\mu_2) = \frac{48 + 22 + 24 + 29}{4}$$

$$= \frac{123}{4}$$

$$= 30.75$$

$$= 31$$

$$T_1 = \frac{8 + 31}{2}$$

$$= 19.5$$

$$= 20$$

Mencari nilai T_2 :

$$x(\mu_1) = \frac{6 + 8 + 11}{3}$$

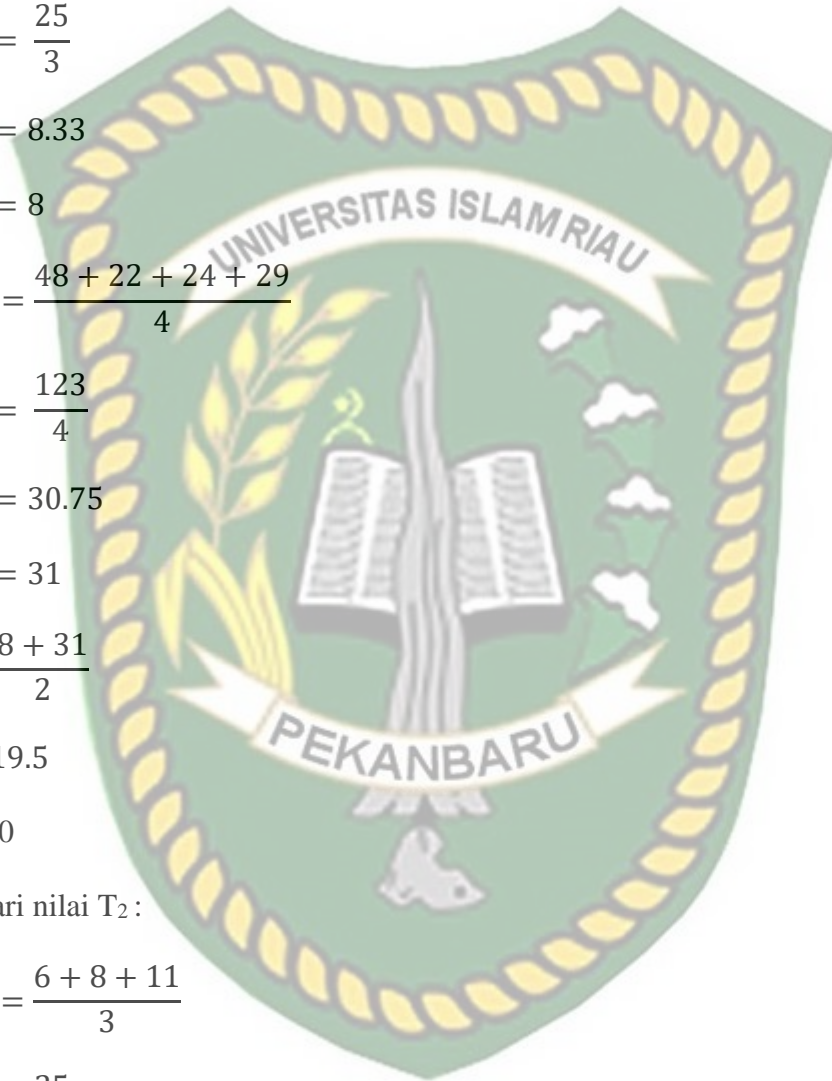
$$= \frac{25}{3}$$

$$= 8.33$$

$$= 8$$

$$x(\mu_2) = \frac{48 + 22 + 24 + 29}{4}$$

$$= \frac{123}{4}$$



$$= 30.75$$

$$= 31$$

$$T_2 = \frac{8 + 31}{2}$$

$$= 19.5$$

$$= 20$$

Setelah dilakukan perhitungan sebanyak 2 kali, nilai μ_1 dan μ_2 tidak berubah lagi.

Maka dari itu perhitungan nilai berhenti sampai di titik 20. Karena pada matriks citra tidak ada nilai piksel 20, maka nilai ambang ditentukan pada nilai piksel terdekat dari 20 yaitu 11.

2. Nilai bobot terhadap kedua kelas :

$$\begin{aligned} w_1(t) &= \sum_{i=1}^t p(i) \\ &= \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \\ &= 0.11 + 0.11 + 0.11 \\ &= 0.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_1(t) &= \sum_{i=1}^t p(i) \\ &= \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \\ &= 0.11 + 0.11 + 0.11 + 0.11 \\ &= 0.44 \end{aligned}$$

3. Rerata kedua kelas :

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / w_1(t)$$

$$= \frac{(6 \times 0.11) + (8 \times 0.11) + (11 \times 0.11)}{0.33}$$

$$= \frac{(0.66) + (0.88) + (1.21)}{0.33}$$

$$= \frac{2.75}{0.33}$$

$$= 8.3$$

$$= 8$$

$$m_2(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / w_1(t)$$

$$= \frac{(48 \times 0.11) + (22 \times 0.11) + (24 \times 0.11) + (29 \times 0.11)}{0.44}$$

$$= \frac{(5.28) + (2.42) + (2.64) + (3.19)}{0.44}$$

$$= \frac{13.53}{0.44}$$

$$= 30.75$$

$$= 31$$

4. Rerata Total :

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i)$$

$$= (6 \times 0.11) + (8 \times 0.11) + (11 \times 0.11) + (48 \times 0.11) + (22 \times 0.11) + (24 \times 0.11) + (29 \times 0.11)$$

$$= (0.66) + (0.88) + (1.21) + (5.28) + (2.42) + (2.64) + (3.19)$$

$$= 16.28$$

$$= 16$$

5. *Between class variance*

$$\sigma_b^2(t) = w_1[m_1(t) - m_T]^2 + [m_2(t) - m_T]^2$$

$$\sigma_b^2(t) = 0.33 [8 - 16]^2 + 0.44 [31 - 16]^2$$

$$= 0.33 [-8]^2 + 0.44 [15]^2$$

$$= [0.33 \times 64] + [0.44 \times 225]$$

$$= 21.12 + 99$$

$$= 120.12$$

$$= 120$$

6. *Thresholding*

Thresholding Merupakan salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra berdasarkan pada perbedaan tingkat kecerahannya atau gelap terangnya. Dimana proses mengubah citra keabuan menjadi citra biner atau hitam putih. Daerah citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap (hitam sempurna dengan nilai intensitas sebesar 0), sedangkan region citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang (putih sempurna dengan nilai intensitas sebesar 1 (Hidayatullah, 2020). Oleh karena itu, keluaran dari proses segmentasi dengan metode thresholding adalah berupa citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 atau 1. Perhitungan *Thresholding* dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$T(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \leq T(x, y) \\ 0 & \text{jika } f(x, y) \geq T(x, y) \end{cases}$$

Tabel 2.17 Matriks Hasil Citra Gradien Untuk Mencari Nilai Matriks Citra Treshold

16	16	29
22	8	24
6	16	11

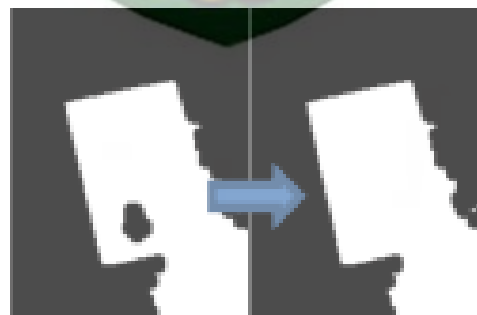
Dengan nilai T yang didapatkan adalah 20, maka didapatkan nilai piksel hasil segmentasi citra dengan mengimplementasikan metode otsu sebagai berikut :

Tabel 2.18 Matriks Hasil Citra Treshold

1	1	0
0	1	0
1	1	1

2.2.6.3 *Filling Holes*

Tujuan dari *Filling Holes* adalah mengisi keseluruhan area dengan nilai 1, area yang dimaksud adalah sebuah object yang berasal dari proses deteksi tepi. Operasi ini menggunakan acuan berdasarkan nilai pixel tetangganya seperti pada gambar 2.5.



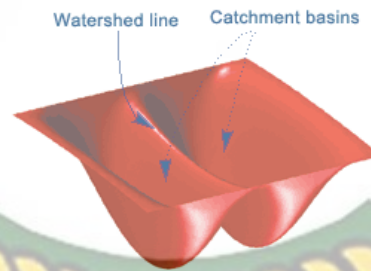
Gambar 2.5 *Filling Holes*

2.2.6.4 Segmentasi Watershed

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 (Gonzalez dkk., 2002). Watershed merupakan salah satu pendekatan untuk segmentasi. Kegunaan watershed adalah memisahkan objek yang saling bertumpukan. 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 berikut.



Gambar 2.6 Metode Watershed

2.2.6.5 Morfologi Erosi

Operasi erosi adalah operasi menipiskan objek yang terdapat pada citra biner. Proses erosi dilakukan dengan cara mereduksi piksel pada kontur objek sesuai dengan elemen struktur objek. Persamaan untuk operasi erosi adalah:

$$A-B = \{t \in Z^2 : t = a - b, a \in A, b \in B\}$$

Dimana hasil erosi merupakan pengurangan seluruh pasangan koordinat dari himpunan A dan himpunan B, sebagai contoh, misalkan anggota himpunan

$$A = \{ (1,1), (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,3), (3,2), (3,3), (3,4) \}$$

$$B = \{ (1,1), (2,1), (2,2) \}$$

$$A-B = \{ (1,1) - (1,1), (1,1) - (2,1), (1,1) - (2,2),$$

$$(1,2) - (1,1), (1,2) - (2,1), (1,2) - (2,2),$$

$$(1,3) - (1,1), (1,3) - (2,1), (1,3) - (2,2),$$

$$(2,1) - (1,1), (2,1) - (2,1), (2,1) - (2,2),$$

$$(2,2) - (1,1), (2,2) - (2,1), (2,2) - (2,2),$$

$(2,3) - (1,1), (2,3) - (2,1), (2,3) - (2,2),$

$(3,2) - (1,1), (3,2) - (2,1), (3,2) - (2,2),$

$(3,3) - (1,1), (3,3) - (2,1), (3,3) - (2,2),$

$(3,4) - (1,1), (3,4) - (2,1), (3,4) - (2,2), \}$

$= \{ (2,1), (2,2), (3,2), (3,3) \}$

Tabel 2.19 Erosi

A	B	A-B
■		
■	■	■
	■	■

2.2.6.6 Remove Pixel

Remove pixel merupakan teknik untuk mengabaikan atau menghapus piksel – piksel dengan nilai tertentu yang terletak bersebelahan sehingga proses deteksi dapat diminimalisasi.

2.2.7 Pengujian Kredibilitas Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana kinerja sistem yang dibuat. Pengujian kredibilitas sistem dilakukan oleh HPT (Hama Penyakit Tanaman) PT. Sari Lembah Subur dengan menggunakan metode pengujian *one feature : single decision threshold*. Dalam tahapan validasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada saat pengembangan sistem. Analisa pengujian

dilakukan dengan cara pengujian validitas sistem. Proses pengujian validitas sistem akan menggunakan *single decision threshold (one feature)*, dengan penggunaan fiturnya berupa gambar hama kempompong ulat api.

Metode ini akan membandingkan model sistem yang dibuat dengan hasil analisa HPT (Hama Penyakit Tanaman) untuk memperoleh empat nilai *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)*, sehingga diperoleh persentase nilai *sensitivity* dan *specificity* (Kusumadewi, 2009).

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

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

2.2.8 Representasi dan Deskripsi

Representasi adalah tahapan untuk menggambarkan suatu wilayah sebagai 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.

2.2.9 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berfungsi sebagai basis data yang bertujuan untuk memandu operasi dari masing-masing modul proses dan mengontrol interaksi antara modul-modul tersebut.

2.2.10 Pengenalan dan Implementasi

Pengenalan bertujuan memberikan label pada sebuah objek yang informasinya 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.

2.2.11 Context Diagram

Context Diagram merupakan diagram aliran data dan hanya memuat satu proses, menunjukkan sistem secara keseluruhan, dan proses tersebut diberi nomor nol. *Context diagram* ini harus berupa suatu pandangan, yang mencakup masukan dasar, sistem dan keluaran. Adapun simbol *context diagram* dapat dilihat pada tabel 2.20.





Tabel 2.20 Simbol dan Keterangan *Context Diagram*

Simbol	Keterangan
	Entitas eksternal yang dapat berupa orang/unit terkait yang berinteraksi dengan sistem tetapi diluar sistem.
	Proses pengolahan data, input/output.
	Aliran data menggambarkan aliran data berjalan pada suatu proses.

2.2.12 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem yang baru yang akan dikembangkan secara logika dan menjelaskan arus data dari mulai pemasukan sampai dengan keluaran data tingkatan diagram arus data mulai dari diagram konteks yang menjelaskan secara umum suatu sistem atau batasan sistem dari level 0 dikembangkan menjadi level 1 sampai sistem tergambar secara rinci. Data Flow Diagram (DFD) merupakan Diagram yang menggunakan notasi simbol untuk menggambarkan arus data sistem. (Hartono, 2005).








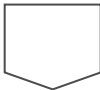
Tabel 2.21 Simbol dan Fungsi Data Flow Diagram (DFD)

Simbol	Nama	Fungsi
	Simbol entitas eksternal.	Digunakan untuk menunjukkan tempat asal data.
	Simbol proses.	Digunakan untuk menunjukkan tugas atau proses yang dilakukan baik secara manual atau otomatis.
	Simbol penyimpanan data.	Digunakan untuk menunjukkan gudang informasi atau data.
	Simbol arus data.	Digunakan untuk menunjukkan arus dari proses.

2.2.13 Program *Flowchart*

Program *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma yang terdiri dari sekumpulan simbol (Ladjamudin, 2006). Adapun simbol program *flowchart* dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2.212 Simbol dan Keterangan *Flowchart*

SIMBOL	KETERANGAN
	Proses, digunakan untuk pengolahan aritmatika dan pemindahan data.
	Proses, digunakan untuk input/output data.
	Terminal, digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program.
	Preparation, digunakan untuk memberikan nilai awal pada satu variabel.
	Keputusan, digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika.
	Proses terdenfinisi, digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah.
	Penghubung, digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.
	Penghubung halaman lain, digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan

Berikut adalah alat bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini:

3.1.1 Spesifikasi Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

Berikut ini adalah spesifikasi *hardware* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

Tabel 3.1 Keterangan Spesifikasi *Hardware* dan *Software*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Komputer/Laptop	Asus A45VD Series
2	<i>Processor</i>	Intel ® Core™ i5-3210M
3	RAM	10.0 GB (9,88 GB usable)
4	System type	64-bit <i>operating system</i>

Berikut ini adalah spesifikasi *software* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

1. Sistem Operasi Windows 10 Ultimate.-Matlab R2013a (8.1.0.604).-XAMPP v.5.6.31 sebagai perangkat lunak web server dan database server.
2. Sublime 3.1.1 sebagai text editor.
3. Browser : Mozilla Firefox dan Google Chrome sebagai search engine dalam pengumpulan referensi.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

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

1. Data *Collecting* / pengumpulan data materi pembelajaran diperoleh dengan cara mencari referensi-refesensi pustaka sebagai pedoman penelitian baik berupa buku, studi literatur ataupun artikel dan jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian ini diinternet.
2. Pengumpulan informasi dengan metode wawancara yang berkaitan tentang penelitian kepada pihak perusahaan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Sari Lembah Subur, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau yang mengetahui tentang hama dan tanaman kelapa sawit.

3.3 Metodologi Penelitian

Tahapan segmentasi watershed dilakukan pada citra kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit untuk menentukan populasi kepompong hama dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Segmentasi Watershed Pada Kepompong Hama Ulat Api

3.3.1 Akuisisi Citra

Pada tahap ini sistem akan menerima inputan data yang berupa *digital image* (gambar digital). Data citra nantinya akan diproses oleh sistem untuk mendapatkan hasil segmentasi. Berikut adalah contoh gambar yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Citra Kepompong Ulat Api

3.3.2 Cropping

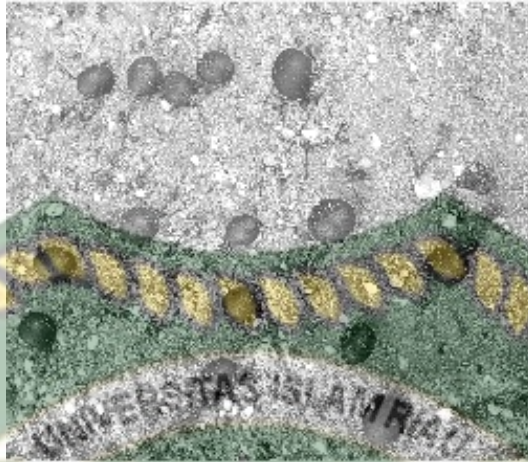
Pada tahap ini citra akan dipotong dan mengambil bagian yang terdapat objek atau kepompong hama ulat api saja untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan citra. Berikut merupakan citra yang sudah di cropping sehingga citra hanya berfokus pada kepompong dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Citra Proses Cropping Kepompong Hama Ulat Api

3.3.3 Model Warna YCbCr

Pada tahapan selanjutnya citra yang sudah di *cropping* akan diproses dari citra warna menjadi citra YCbCr, teknik YCbCr menghitung nilai dari *luma* (Y), *chroma blue* (Cb), dan *chroma red* (Cr) untuk memisahkan antara objek dan latar belakang. Selanjutnya akan dilakukan proses peningkatan kualitas hasil dengan citra kontras. Pada proses ini citra kepompong yang sudah menjadi citra YCbCr akan diperluas jangkauan intensitasnya dengan distribusi intensitas piksel melalui cara peregangan kontras.



Gambar 3.4 Hasil YCbCr pada nilai Cb

3.3.4 Filter Median

Pada tahap ini nilai piksel citra akan diurutkan, kemudian nilai piksel tersebut akan diganti dengan nilai tertentu. Nilai piksel didapat dari metode sebelumnya akan digunakan untuk menentukan hasil dari nilai citra hama kepompong ulat api dipermukaan tanah pada pohon kelapa sawit. Dengan filter median dapat menghilangkan noise dan menghaluskan citra terlebih dahulu sebelum tahapan selanjutnya dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses segmentasi.



Gambar 3.5 Proses Filter Median

3.3.5 Citra Kontras

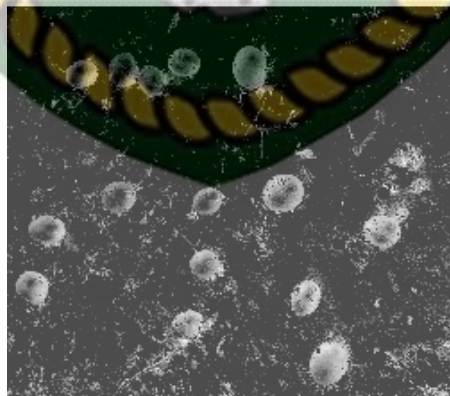
Meningkatkan pencahayaan sehingga objek lebih terlihat jelas dari pada background. peningkatan kualitas citra dengan citra kontras, peregangkan kontras untuk memperluas jangkauan intensitas piksel sehingga histogramnya tersebar lebih merata.



Gambar 3.6 Proses Kontras

3.3.6 Meningkatkan Visibilitas

Proses mengubah intensitas citra pada citra kontras, tujuannya adalah untuk memproses citra yang dihasilkan jadi lebih baik.



Gambar 3.7 Proses Meningkatkan Visibilitas Hasil

3.3.7 Gradient Operator Prewitt

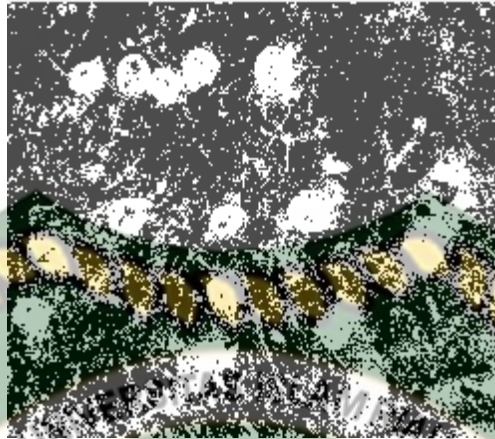
Deteksi tepi (*gradient*) ini berfungsi untuk mendeteksi tepian dari objek yang terdapat pada citra dengan mencari *gradient* pada citra.



Gambar 3.8 Proses Deteksi Tepi *Gradient* Menggunakan Operator *Prewitt*

3.3.8 Threshold

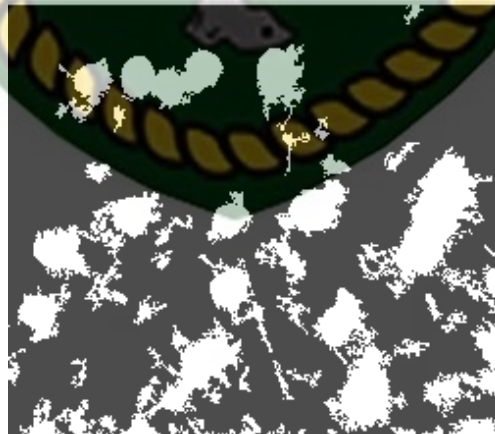
Pada tahapan ini citra akan diubah menjadi hitam dan putih atau citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 (hitam) dan 1 (putih). Salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan objek dengan *background* dalam suatu citra berdasarkan pada tingkat kecerahan citra seperti gelap atau terangnya suatu citra adalah dengan menggunakan metode segmentasi *thresholding*. Citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap atau hitam sempurna dengan nilai intensitas piksel sebesar 0, sedangkan region atau area citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang atau putih sempurna dengan nilai intensitas piksel sebesar 1.



Gambar 3.9 Proses *Tresholding*

3.3.9 *Filling Holes*

Proses penutupan lubang, karena objek-objek kepompong hama masih memiliki lubang. Lubang bisa didefinisikan sebagai bagian objek yang memiliki warna sama dengan *background region*. Citra yang semulanya memiliki noise menjadi berkurang dengan nilai *filling holes* yang semakin besar. Citra *filling holes* dengan nilai 4000 menghasilkan citra baru yang lebih baik pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Proses *Filling Holes*

3.3.10 Segmentasi Watershed

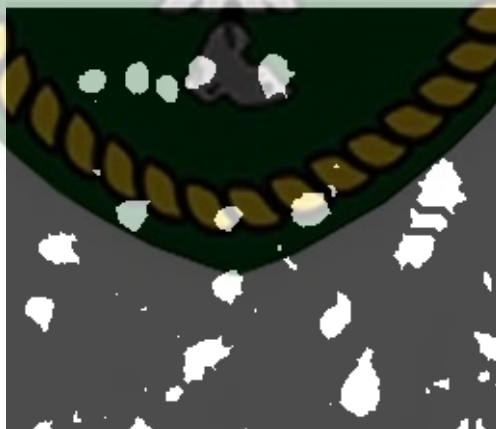
Pada tahap ini, segmentasi watershed berfungsi mencari garis batas yang ada pada objek kepompong dan memisahkan objek kepompong pada citra.



Gambar 3.11 Proses Watershed

3.3.11 Morfologi Erosi

Pada tahap ini, morfologi erosi berfungsi mengurangi noise yang ada pada objek kepompong citra.



Gambar 3.12 Proses Morfologi Erosi

3.3.12 Remove Pixel

Pada tahap ini, *remove pixel* berfungsi mendeteksi objek kepompong yang nilai pixelnya telah ditentukan sehingga objek yang bernilai diluar dari yang telah ditentukan merupakan bukan objek kepompong. Dengan rentang ukuran nilai *remove pixel* yang terbaik ialah dengan nilai 6000px, hal ini dapat disimpulkan setelah melakukan beberapa perbandingan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar.

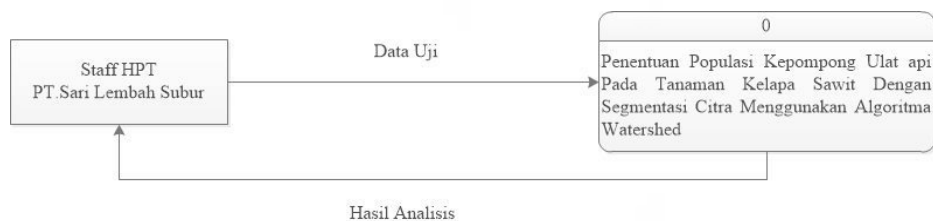


Gambar 3.13 Proses *Remove Pixel*

3.4 Pengembangan dan Perancangan Sistem

3.4.1 Context Diagram

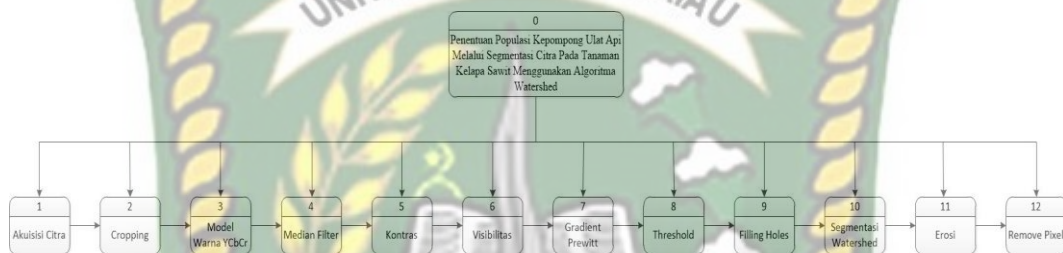
Context diagram adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem seperti informasi yang dibutuhkan dan tujuan yang akan dihasilkan sehingga dapat menjadi alat untuk analisis.



Gambar 3.14 *Context Diagram*

3.4.2 Hierarchy Chart

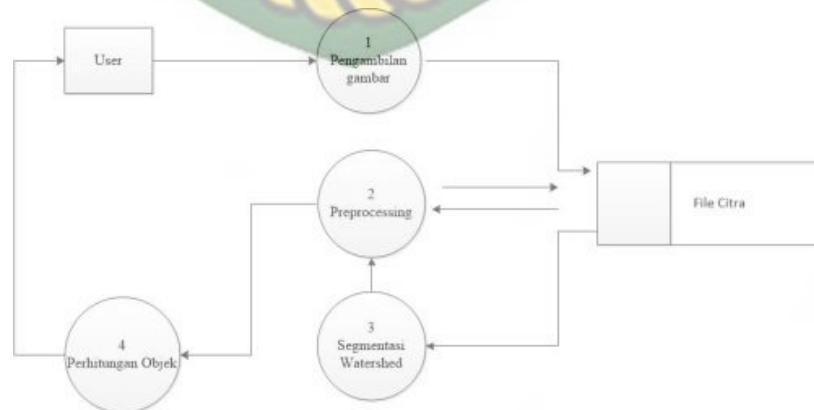
Hierarchy chart didefinisikan sebagai gambaran sub sistem yang menjelaskan proses-proses yang terdapat dalam sistem dengan struktur data tree. Sub sistem yang berada dalam satu sistem saling berhubungan satu dan lainnya yang membedakan adalah prosesnya. Berikut rancangan *hierarchy chart* dalam sistem.



Gambar 3.15 Hierarchy Chart

3.4.3 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

Data Flow Diagram (DFD) menggambarkan proses keseluruhan yang ada pada sistem atau suatu diagram yang menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menggambarkan arus dari data pada suatu sistem, yang penggunaannya sangat membantu untuk memahami sistem secara logika, terstruktur dan jelas.



Gambar 3.16 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

3.4.4 Rancangan Program

Rancangan program merupakan tampilan yang mencakup secara keseluruhan sistem yang dibangun, dalam sebuah program terdapat proses input dan output, dimana proses input digunakan untuk memasukkan gambar referensi atau citra awal. Gambar yang diinputkan merupakan gambar yang akan diolah untuk mengetahui populasi kepompong hama ulat api, sedangkan proses output digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Gambar yang dihasilkan merupakan pemrosesan sebuah sistem. Pada sistem segmentasi citra kepompong hama ulat api pada tanaman kelapa sawit, hasil yang didapat berupa perubahan gambar yang diproses dan sistem dapat mengetahui jumlah populasi kepompong hama ulat pada area tanaman kelapa sawit.



Gambar 3.17 Tampilan Rancangan Program

3.4.5 Rancangan Logika Program

Sistem berbasis komputer sangat diperlukan suatu rancangan logika program karena hal ini sangat penting sehingga dapat membantu pengguna yang akan menggunakan sistem. Rancangan logika program yang akan dibuat menggunakan alat bantu *flowchart*. Tujuan rancangan ini menunjukkan alur sistem maupun program, mulai dari data input sampai hasil output yang diproses oleh program. Berikut gambar *flowchart* pengolahan citra yang diproses pada program ini:





Gambar 3.18 *Flowchart* Penentuan Kepompong

BAB IV

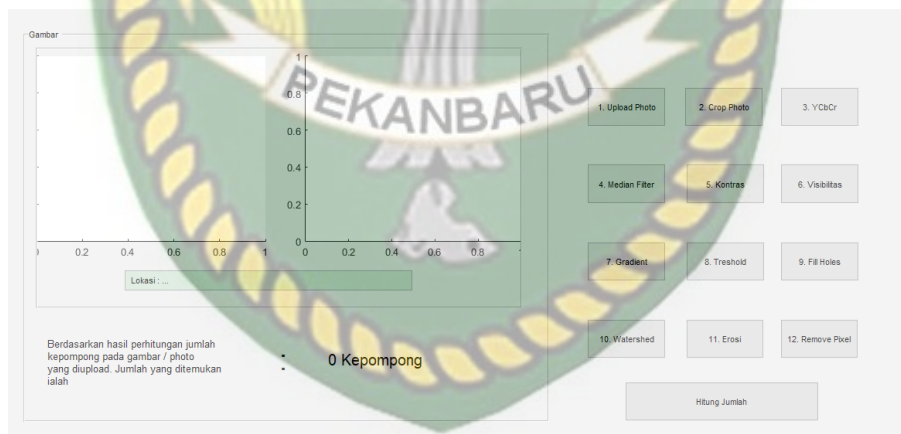
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* dilakukan untuk menguji apakah fungsi di dalam program dapat berjalan dengan benar.

4.1.1 Pengujian *Form Menu Utama*

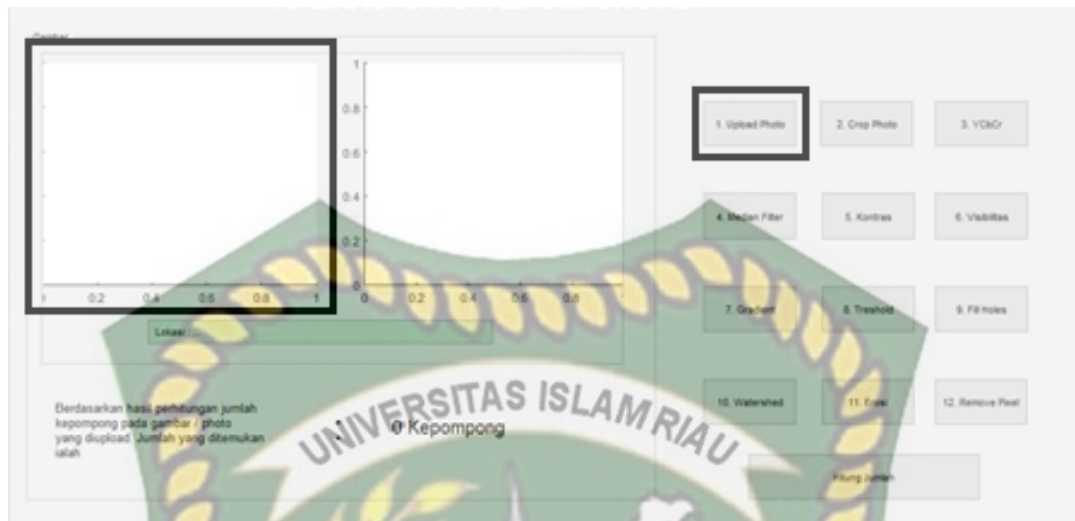
Untuk memulai sebuah sistem diperlukan menu utama yang menampilkan semua option menu yang akan digunakan. Pada sistem ini tidak digunakan menu login sebagai otentikasi masuk melainkan sistem langsung menampilkan menu utama. Berikut dibawah ini tampilan menu utama sebagai awalan sebuah sistem.



Gambar 4. 1 Form Menu Utama

4.1.2 Pengujian *Form Data Sampel*

Pengujian selanjutnya yaitu *form* data sample hama ulat api pada daun kelapa sawit. Pada *form* ini terdapat 1 tombol *button*. Berikut adalah *form* untuk menginputkan data *training*:



Gambar 4.2 *Form Data Sampel*

Pada gambar 4.2 *Form* data sample yang harus diinputkan adalah foto kepompong yang akan disimpan sebagai data training. Pengujian pertama dilakukan dengan scenario mengosongkan *field upload* foto dan menekan tombol *button* “Upload Photo”. Setelah menekan *button* “Upload Photo” maka akan muncul pada tampilan menu utama seperti yang telah di tandai dengan garis kotak hitam pada gambar 4.2 di atas.

4.1.3 Pengujian *Form Output* Tahapan Proses Pengolahan

Pengujian pada proses ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil *output* seperti yang diharapkan. Berikut *output* setiap tahap pengolahan yang dilakukan sistem.



Gambar 4.3 Hasil *Cropping*

Pada gambar 4.3 Menjelaskan pada tahap ini sistem menampilkan inputan citra warna yang sudah di cropping menjadi citra baru, lalu sistem akan mengolah citra inputan dengan proses citra model warna YCbCr.



Gambar 4.4 Hasil YCbCr

Pada gambar 4.4 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses model warna YCbCr. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses YCbCr ke citra hasil median filter.



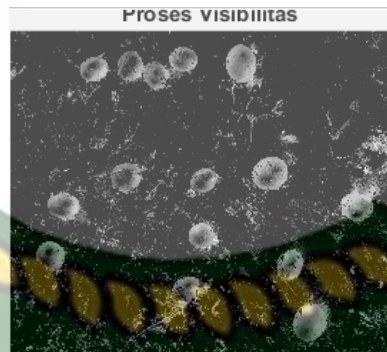
Gambar 4.5 Hasil Median Filter

Pada gambar 4.5 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses median filter. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses median filter ke citra hasil kontras.



Gambar 4.6 Hasil Citra Kontras

Pada gambar 4.6 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses citra kontras. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses citra kontras ke citra hasil meningkatkan visibilitas.



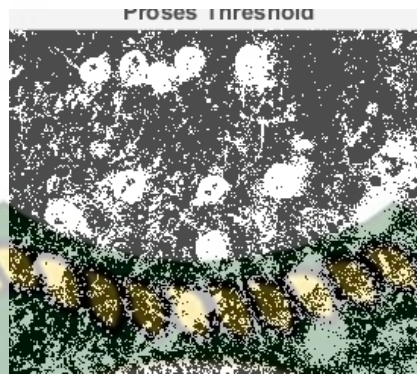
Gambar 4.7 Hasil Meningkatkan Visibilitas

Pada gambar 4.7 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses meningkatkan visibilitas. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses meningkatkan visibilitas ke citra hasil gradient operator *prewitt*.



Gambar 4.8 Hasil Gradient Operator *Prewitt*

Pada gambar 4.8 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses gradient operator *prewitt*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses gradient operator *prewitt* ke citra hasil *threshold*.



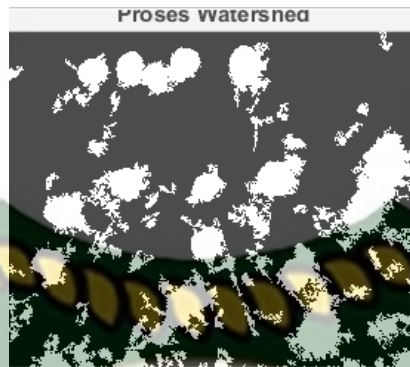
Gambar 4.9 Hasil *Threshold*

Pada gambar 4.9 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *threshold*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *threshold* ke citra hasil *fill holes*.



Gambar 4.10 Hasil *Fill Holes*

Pada gambar 4.10 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *fill holes*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *fill holes* ke citra hasil watershed.



Gambar 4.11 Hasil Watershed

Pada gambar 4.11 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses watershed. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *watershed* ke citra hasil erosi.



Gambar 4.12 Hasil Erosi

Pada gambar 4.12 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses erosi. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses erosi ke citra hasil *remove pixel*.



Gambar 4.13 Hasil *Remove Pixel*

Pada gambar 4.13 Menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *remove pixel*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *remove pixel* ke proses hitung jumlah.



Gambar 4.14 Menampilkan Hasil Analisa Jumlah Kepompong

Pada gambar 4.14 menjelaskan sistem akan menampilkan hasil analisa jumlah kepompong yang didapat dari hasil perbandingan setiap data *training*.

Berikut rangkuman pengujian *output* tahapan proses pengolahan citra didalam sistem dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Output Tahapan Proses Pengolahan Citra

Pengolahan	Fungsi Sistem	Hasil Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Citra Cropping	Mengolah Citra Warna ke Citra Cropping	Tampil Citra Cropping	Tampil Citra Cropping	Berhasil
Citra Hasil Model Warna YCbCr	Mengolah Citra Cropping ke YCbCr	Tampil Citra Hasil YCbCr	Tampil Citra Hasil YCbCr	Berhasil
Citra Hasil Median Filter	Mengolah Citra YCbCr ke Median Filter	Tampil Citra Hasil Median Filter	Tampil Citra Hasil Median Filter	Berhasil
Citra Hasil Kontras	Mengolah Citra Median Filter ke Kontras	Tampil Citra Hasil Kontras	Tampil Citra Hasil Kontras	Berhasil
Citra Hasil Visibilitas	Mengolah Citra Kontras ke Visibilitas	Tampil Citra Hasil Visibilitas	Tampil Citra Hasil Visibilitas	Berhasil
Citra Hasil Gardient	Mengolah Citra	Tampil Citra Hasil Gradient	Tampil Citra Hasil Gradient	Berhasil

Prewitt	Visibilitas ke Gradient Prewitt	Prewitt	Prewitt	
Citra Hasil Threshold	Mengolah Citra Gradient Prewitt ke Threhold	Tampil Citra Hasil Threhold	Tampil Citra Hasil Threhold	Berhasil
Citra Hasil Filling Holes	Mengolah Citra Threhold ke Filling Holes	Tampil Citra Hasil Filling Holes	Tampil Citra Hasil Filling Holes	Berhasil
Citra Hasil Segmentasi Watershed	Mengolah Citra Filling Holes ke Segmentasi Watershed	Tampil Citra Hasil Segmentasi Watershed	Tampil Citra Hasil Segmentasi Watershed	Berhasil
Citra Hasil Erosi	Mengolah Citra Segmentasi Watershed ke Erosi	Tampil Citra Hasil Erosi	Tampil Citra Hasil Erosi	Berhasil
Citra Hasil Remove Pixel	Mengolah Citra Erosi ke Remove Pixel	Tampil Citra Hasil Remove Pixel	Tampil Citra Hasil Remove Pixel	Berhasil

Dokumen ini adalah Arsip Miilik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Hasil Akhir Penghitungan	Menampilkan Hasil Akhir Perbandingan	Tampil Hasil Akhir Perbandingan	Tampil Hasil Akhir Perbandingan	Berhasil
--------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------

4.2 Pengujian Sistem Terhadap Pengguna

Salah satu pengujian sistem terhadap pengguna yaitu dengan membagikan kuesioner. Kuesioner ini disebarakan kepada karyawan PT. Sari Lembah Subur sebanyak 30 orang untuk mendapatkan data yang kongkrit. Kuesioner dibuat menggunakan skala 1 sampai 4, dimana skala likert merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk keperluan riset atas jawaban setuju ataupun respon dari seorang terhadap suatu pernyataan. Gambaran 4 pernyataan yang diberikan kepada responden sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tabel Pertanyaan

NO	PERTANYAAN	SS	S	N	TS	STS
1.	Apakah hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman 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?					

Tabel 4.3 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

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

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

Keterangan :

Y = Nilai persentase

TS = Total skor responden = \sum skor x responden

Skor ideal = skor x jumlah responden = 5 x 30 = 150

Kreteria skor untuk persentase dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Kriteria Skor

Kategori Skor	Skor Maksimum (Skor X Jumlah Responden)
81% - 100 %	Sangat Setuju (SS)
61% - 80 %	Setuju (S)
41% - 60 %	Netral (N)
21% - 40 %	Tidak Setuju (TS)
0% - 20 %	Sangat Tidak Setuju (STS)

Berikut ini adalah persentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya. Kuesioner ini telah diujikan kepada 30 orang responden (hasil kuesioner dilampirkan).

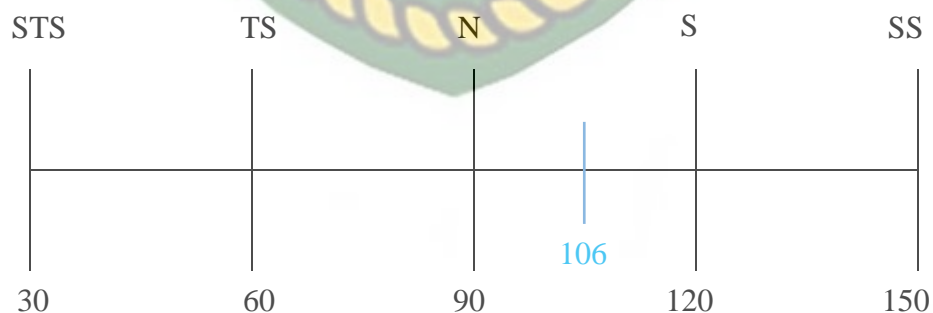
1. Pertanyaan pertama

Apakah hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman kelapa sawit ini sudah sesuai dengan aslinya?

Hasil kuesioner pertanyaan pertama dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
1	Sangat Setuju (SS)	5	5	25	$(106 : 150) \times 100 = 70.66 \%$
	Setuju (S)	4	8	32	
	Netral (N)	3	15	45	
	Tidak Setuju (TS)	2	2	4	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	106	



Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 70,66% responden menyatakan setuju bahwa hasil populasi kepompong ulat api dari sistem segmentasi citra pada tanaman kelapa sawit ini sudah sesuai.

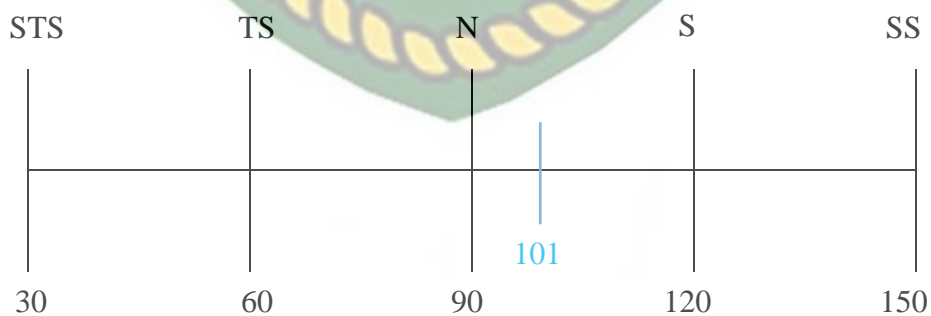
2. Pertanyaan kedua

Apakah tampilan sistem ini mudah dipahami?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
2	Sangat Setuju (SS)	5	3	15	$(101 : 150) \times 100 = 67.33\%$
	Setuju (S)	4	10	40	
	Netral (N)	3	12	36	
	Tidak Setuju (TS)	2	5	10	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	101	



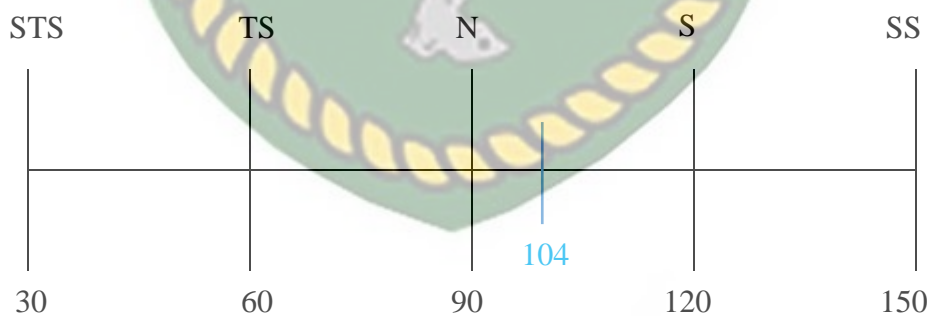
Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 67.33% responden menyatakan setuju bahwa tampilan sistem ini mudah dipahami.

3. Apakah sistem ini mudah dipahami saat digunakan?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
3	Sangat Setuju (SS)	5	3	21	$(104 : 150) \times 100 = 69.33 \%$
	Setuju (S)	4	7	28	
	Netral (N)	3	15	45	
	Tidak Setuju (TS)	2	5	10	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	104	



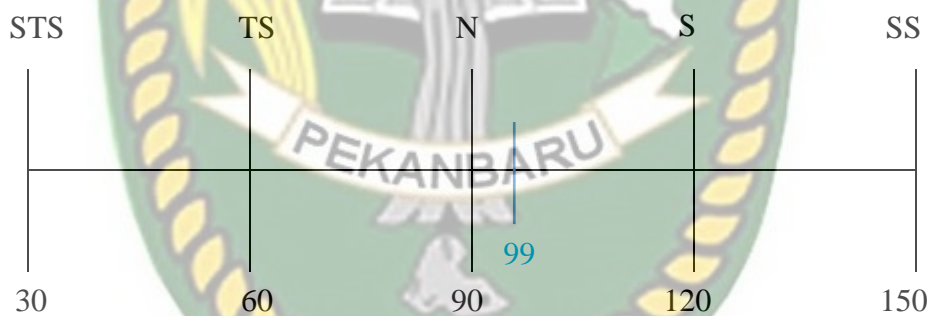
Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 69,33% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini mudah dipahami saat digunakan.

4. Apakah selanjutnya sistem ini mempermudah untuk digunakan?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah skor	Nilai persentase (%)
4	Sangat Setuju (SS)	5	5	25	$(99 : 150) \times 100 = 66\%$
	Setuju (S)	4	8	32	
	Netral (N)	3	12	36	
	Tidak Setuju (TS)	2	3	6	
	Sangat Tidak Setuju (STS)	1	0	0	
Jumlah			30	99	



Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 66% responden menyatakan setuju bahwa sistem ini mempermudah untuk digunakan.

Tabel 4.9 Pengolahan Skala

No	Pernyataan	Nilai Persentase	Keterangan
1.		70.66%	Setuju
2.		67.33%	Setuju
3.		69.33%	Setuju
4.		66%	Setuju
Total Presentase		$70.66\% + 67.33\% + 69.33\% + 66\% = 273.32\%$	
Rata – rata		$273.32\% / 4 = 68.33\%$	Setuju

4.3 Kesimpulan Pengujian

1. Kesimpulan Pengujian *Black Box*

Dari proses pengujian *black box* ini dapat disimpulkan bahwa data yang akan diinputkan kedalam sistem diproses sesuai dengan yang diharapkan. Gambar objek kepompong ulat api diinputkan kedalam sistem dan menghasilkan output jumlah objek dari gambar yang diinputkan.


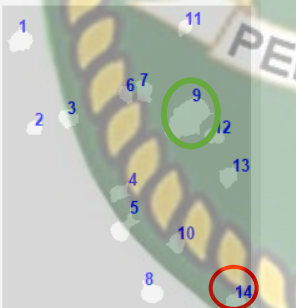

2. Kesimpulan Kuesioner

Hasil dari pengujian kuesioner diperoleh bahwa tampilan sistem segmentasi kepompong ulat api serta kemudahan dalam pemahaman dan menggunakan sistem sudah baik, sehingga secara umum sistem dapat mempermudah penggunaannya.

4.4 Hasil Perhitungan Jumlah Kepompong

Jumlah kepompong hasil perhitungan *gold standar* dibandingkan dengan empat nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positiv* (FP), dan *False Negative* (FN) hasil perhitungan sistem pada satu gambar citra terlihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.10 Perhitungan Manual dan Sistem dalam Menghitung Jumlah Kepompong

NO	GAMBAR	GOLD STANDARD				AKURASI
		TP	FP	TN	FN	
1		15	2	0	0	88%
2		12	1	0	1	86%
3		9	0	0	1	90%
Akurasi Sistem						88%

Tingkat kemampuan pada sistem dapat diketahui melalui tingkat keberhasilan dalam melakukan pengolahan pada sistem yaitu dengan mencari tingkat akurasi sistem.

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

$$\text{Akurasi} = \frac{15 + 0}{15 + 0 + 2 + 0}$$

$$\text{Akurasi} = \frac{15}{17}$$

$$\text{Akurasi} = 0,88 * 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 88\%$$

Berdasarkan persentase nilai akurasi dari 3 gambar adalah 88%, sehingga masih ada 12% jumlah kepompong yang belum teridentifikasi dengan tepat. Hal ini dikarenakan antara lain adanya kepompong yang teridentifikasi oleh *gold standard* sebagai kepompong positif tetapi sebenarnya bukan objek kepompong dan teridentifikasi oleh sistem (lingkaran merah) seperti yang terlihat pada gambar 4.10.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan pengembangan dalam penelitian penulis mengenai sistem citra digital dalam Penentuan Populasi Kepompong Ulat Api Melalui Segmentasi Citra Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Watershed, maka penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Menentukan populasi hama kepompong ulat api ini dapat dilakukan menggunakan proses citra digital dengan mengubah model warna objek menggunakan metode YcbCr yang diambil nilai *chroma blue* (cb), lalu proses pemisahan jarak objek hama kepompong ulat api menggunakan segmentasi watershed yang dibantu terlebih dahulu oleh gradient dengan operator *prewitt*, serta proses *remove pixel*.
2. Kualitas gambar mempengaruhi hasil segmentasi objek, semakin baik kualitas gambar maka hasil segmentasi makin akurat.
3. Objek yang warnanya menyerupai kepompong mempengaruhi hasil deteksi objek.
4. Tingkat akurasi dari sistem yang dibuat berjumlah 88%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil, evaluasi dan pengembangan yang telah dilakukan oleh penulis selama ini mengenai sistem, diharapkan penggunaan metode yang lebih baik dapat membedakan antara objek kepompong dengan objek lain. Adapun

pengembangan selanjutnya diharapkan jumlah data uji pada sistem dapat ditambahkan lagi jumlahnya dan diharapkan sistem ini dapat diimplementasikan pada perangkat berbasis *smartphone*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, B. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Jakarta: CV. Dharmaputra.
- Castlemen, K. R. (1996). Digital image processing. *Publishing House of Electronics Industry*.
- 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), 16–23.
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & others. (2002). *Digital image processing*. Prentice hall Upper Saddle River, NJ.
- Hartanto, H. (2011). Sukses Besar Budidaya Kelapa Sawit. *Citra Media Publishing, Yogyakarta*.
- Haryono, T. (2013). *Perbaikan Citra Dengan Metode Power Law Transformation*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hidayatullah, P. (2020). *Pengolahan Citra Digital*.
- Kamarudin, N. H., Wahid, M. B., & others. (1992). A survey of current status and control of nettle caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae) in Malaysia (1981-1990). *PORIM Occasional Paper*, 27.
- Kartasapoetra, A. G. (1987). Hama Tanaman dan Perkebunan. *Bina Aksara, Jakarta*.
- Kusumadewi, S. (2009). Klasifikasi Status Gizi Menggunakan Naive Bayesian Classification. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 3(1), 6–11.
- Ladjamudin, A. B. (2006). *Rekayasa perangkat lunak*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lubis, R. E., & Agus Widanarko, S. P. (2011). *Buku Pintar Kelapa Sawit*. AgroMedia.
- Syafitri, Nesi, and Adri Saputra. "Prototype Pendeteksi Jumlah Orang Dalam Ruangan." *IT Journal Research and Development* 1.2 (2017): 36-48.
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62–66.
- Pertanian, D. (2005). Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Jakarta*.

- Pribadi, A. (2010). Serangan hama dan tingkat kerusakan daun akibat hama defoliator pada tegakan jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.). *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 7(4), 451–458.
- Priyanto, H. (2017). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. Bandung: Informatika.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Reynaldo, D., & Lina, L. (2019). KAJIAN TENTANG PENDETEKSIAN SEL DARAH PUTIH DENGAN TEKNIK SEGMENTASI WATERSHED. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 7(1), 44–46.
- Ruswanto, A., Afriansyah, A., & others. (2017). Sifat minyak kelapa sawit pada tingkatan umur tanaman dan jumlah buah yang membrondol. *AGROTEKNOSE (Jurnal Teknologi Dan Enjiniring Pertanian)*, 5(1).
- Saifullah, S., & Permadi, V. A. (2019). Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-means Clustering Algorithms. *2019 5th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 140–145.
- Sastrosayono, I. S., & others. (2003). *Budi daya kelapa sawit*. AgroMedia.
- Siahaan, V., & Sianipar, R. H. (2018). *Pengantar Pengolahan Citra Digital: Buku yang cocok untuk mahasiswa* (Vol. 1). SPARTA PUBLISHING.
- Studi tentang pengendalian ngengat kakao (Conopomorpha cramerella) di Sulawesi Utara (Indonesia)*. (n.d.).
- Suryani, Des, Ana Yulianti, and Muhammad Zulhelmi. "Aplikasi Legalitas Surat Izin Mengemudi (SIM) Berbasis Mobile (Studi Kasus: Polisi Resort Rengat)." *IT Journal Research and Development* 2.2 (2018): 34-44.
- Suryani, Des, Ause Labellapansa, and Hendra Gunawan. "E-SKPI Fakultas Teknik Universitas Islam Riau." *IT Journal Research and Development* 3.1 (2018): 115-123.
- Sutoyo, T., Si, S., & Kom, M. (n.d.). dkk.(2009) Teori Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi. Yogyakarta, 21–22.
- 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.
- Zaidan, A. A., Ahmad, N. N., Karim, H. A., Larbani, M., Zaidan, B. B., & Sali, A. (2014). Image skin segmentation based on multi-agent learning Bayesian and neural network. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 32, 136–150.