

**ANALISIS KARAKTERISASI PENYAKIT PADA TANAMAN PISANG  
MENGUNAKAN KAMERA TERMAL DENGAN METODE TRESHOLDING**

**(Tesis)**

**Oleh**

**ELKA PRANITA**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

**ANALISIS KARAKTERISASI PENYAKIT PADA TANAMAN PISANG  
MENGUNAKAN KAMERA TERMAL DENGAN METODE TRESHOLDING**

**Oleh**

**ELKA PRANITA**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar**

**MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

**Pada**

**Program Pascasarjana Magister Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF CHARACTERIZATION OF BANANA DISEASE USING THERMAL CAMERA WITH TRESHOLDING METHOD**

**By**

**ELKA PRANITA**

Banana is a fruit plant that is widely produced in Indonesia. Unfortunately, this plant is very susceptible to diseases which can reduce the quality and quantity of the crop. This paper proposes disease detection in banana plants using a thermal camera. The detection is carried out using image processing techniques with multilevel thresholding methods. The image is captured using a thermal camera, then the image is preprocessed to suit what is desired. After that, so that the position is the same as the image taken using a digital camera, the image produced by the thermal camera is carried out by an image registration process. The image processing result is compared with the ground truth image obtained from a digital camera to determine the effectiveness of the proposed method. The effectiveness of the proposed method is measured using the parameters Recall, Precision, F-measure, and Accuracy. The effectiveness of the proposed method is effective enough to produce a recall value of 76.65%, Precision 58.38%, F-measure 64.68%, and Accuracy 62.87%.

**Key words:** Banana Plant Disease, Thermal Image, RGB Image, *Multi Thresholding*, Effectiveness Measurement

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KARAKTERISASI PENYAKIT PADA TANAMAN PISANG MENGUNAKAN KAMERA TERMAL DENGAN METODE TRESHOLDING**

Oleh

**ELKA PRANITA**

Pisang merupakan tanaman buah yang banyak diproduksi di Indonesia. Sayangnya tanaman ini sangat rentan terhadap penyakit yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Makalah ini mengusulkan deteksi penyakit pada tanaman pisang menggunakan kamera termal. Deteksi dilakukan menggunakan teknik pengolahan citra dengan metode multilevel thresholding. Gambar diambil dengan menggunakan kamera termal, kemudian gambar diproses terlebih dahulu agar sesuai dengan yang diinginkan. Setelah itu agar posisinya sama dengan citra yang diambil dengan menggunakan kamera digital maka citra yang dihasilkan oleh kamera thermal dilakukan proses registrasi citra. Hasil pengolahan citra dibandingkan dengan citra ground truth yang diperoleh dari kamera digital untuk mengetahui keefektifan metode yang diusulkan. Efektivitas metode yang diusulkan diukur menggunakan parameter *Recall*, *Precision*, *F-measure*, dan *Accuracy*. Keefektifan metode yang diusulkan cukup efektif menghasilkan nilai *Recall* 76,65%, *Precision* 58,38%, *F-measure* 64,68%, dan *Accuracy* 62,87%.

**Kata Kunci:** Penyakit Tanaman Pisang, Citra Termal, Citra RGB, *Multi Tresholding*, Pengukuran Efektifitas

Judul Tesis : **ANALISIS KARAKTERISASI PENYAKIT  
PADA TANAMAN PISANG MENGGUNAKAN  
KAMERA TERMAL DENGAN METODE  
TRESHOLDING**

Nama Mahasiswa : **Elka Pranita**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1825031004

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**  
NIP 19750928 200112 1 002



**Dr. Eng. F.X. Arinto S., S.T., M.T.**  
NIP 19691219 199903 1 002

**2. Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro**



**Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19710525 199903 1 001

## MENGESAHKAN

### 1. Komisi Penguji

Ketua Komisi Penguji  
(Pembimbing I)

: **Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**



Anggota Komisi Penguji  
(Penguji I)

: **Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.**



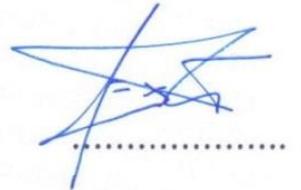
Anggota Komisi Penguji  
(Penguji II)

: **Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.**



Sekretaris Komisi Penguji  
(Pembimbing II)

: **Dr. Eng. F.X. Arinto S., S.T., M.T.**



**Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.**  
NIP 19620717 198703 1 002

### 3. Direktur Program Pascasarjana



**Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**  
NIP 19710415 199803 1 005

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : **13 Agustus 2021**

## Surat Pernyataan

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elka Pranita

NPM : 1825031004

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Tesis ini dibuat oleh saya sendiri.

Adapun karya orang lain yang terdapat dalam tesis saya ini telah di cantumkan sumbernya pada daftar pustaka.

Apabila saya tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Juli 2021



Elka Pranita

NPM: 1825031004

## RIWAYAT HIDUP



Elka Pranita, lahir di Bandar Lampung tanggal 18 Februari 1995. Orangtua, ayah bernama Ikhsan A.R, dan ibu bernama Yusnawati. Penulis menikah pada Agustus tahun 2020 dengan Purnama Putra Barlian dan mempunyai satu orang anak yang bernama Angkasa Sajiwa Barlian. Penulis bertempat tinggal di Lampung yaitu di Jl. Sadar Gg Utama No 29 Kel, Korpri Raya Kec, Sukarame Kota Bandar Lampung. Peneliti memulai pendidikan di SD Negeri 2 Penengahan Bandar Lampung pada tahun 2001-2007. Selanjutnya, peneliti melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 8 Bandar Lampung tahun 2007-2010. Kemudian, peneliti menamatkan pendidikan sekolah menengah di SMA Negeri 5 Bandar Lampung jurusan Sains (IPA) pada tahun 2010-2013. Peneliti melanjutkan pendidikan di Universitas Negeri Jakarta Mengambil Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika, Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Selanjutnya dimulai dari tahun 2018 Peneliti terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Lampung mengambil konsentrasi Teknik Automasi Industri Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selain itu penulis juga bekerja sebagai tenaga pengajar di Sekolah Tinggi Teknologi Nusantara (STTN Lampung) terhitung sejak tahun 2019. Selain itu penulis juga bekerja sebagai tenaga pengajar di SMKS Swadhipa 2 Natar Sebagai guru Produktif sekaligus di menjadi Ketua Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

Peneliti memiliki beberapa pengalaman selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung salah satunya peneliti aktif mengikuti seminar-seminar mengenai keteknikan yang terlaksana di lingkungan Universitas Lampung, selain mengikuti seminar di

lingkungan Universitas Lampung selama peneliti menjadi mahasiswa Magister Teknik Elektro peneliti juga aktif mengikuti seminar di luar kampus yang mendukung pendidikan dan keahlian peneliti seperti *Technical Training of Electrical dan Mechanical Course Basic* yang di laksanakan di Jakarta pada bulan Februari 2019 karena keberhasilan peneliti mengikuti kegiatan tersebut peneliti terpilih menjadi peserta seminar internasional *The Training Program on Insfrastructure Human Resource Development of Manufacturing Industry for Indonesia* yang berlokasi di Tokyo Jepang pada desember 2019. Pada tahun 2020 penulis melakukan penelitian pada bidang Pengolahan Citra dengan judul tesis “Analisis Karakterisasi Penyakit Pada Tanaman Pisang Menggunakan Kamera Termal dengan Metode Tresholding” dibawah bimbingan bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. dan bapak Dr. Eng. F.X. ArintoS., S.T., M.T.

Bandar Lampung, 20 November 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Elka Pranita', written over a vertical line.

Elka Pranita

## MOTTO

*“Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa”*

*“Semua mimpi kita dapat terwujud jika kita berani untuk mewujudkannya”*

*“Lakukanlah kebaikan sekecil apapun karena kau tak pernah tahu kebaikan apa yang akan membawamu ke surga”*

*(Imam Hasan Al-Bahri)*

*Belajarlah dari kemarin, hiduplah untuk hari ini, berharaplah untuk besok. Yang paling penting adalah tidak berhenti untuk bertanya” (Albert Eeinstein)*

## PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini dengan kerendahan hati aku persembahkan untuk:

- Allah SWT tuhan semesta alam, pelindung segala umat, pemberi petunjuk dalam segala kesusahan.
- Suamiku Tercinta Purnama Putra Barlian saksi perjalanan tesisku dari awal sampai akhir yang selalu membantu dan memberi dukungan dalam suka maupun duka. Terimakasih atas kasih sayangmu yang tulus untuk selalu mendukung perjalanan pendidikanku.
- Anak bubun tersayang Angkasa Sajiwa Barlian, semoga kelak kamu bisa menempuh pendidikan yang lebih tinggi, berilmu yang kelak bermanfaat untuk banyak orang dan diiringi dengan akhlak mulia. Terimakasih selama bubun menyusun tesis Sajiwa sangat pengertian selama di dalam perut sampai dilahirkan. Bubun mencintaimu nak..
- Dua orang terhebat yang Allah berikan dalam hidupku. papahku Ikhsan AR Gelar Sutan Sejati Muda dan Mamahku Yusnawati PD yang selalu mendoakanku dan memotivasi setiap langkahku. Aku menyayangi kalian.
- Saudara-saudariku yang kusayangi Teteh Elya Yunita, Wan Yudi Susandi, Bung Yuri Yansyah dan seluruh sanak keluarga yang yang aku sayangi.
- Teman-teman seperjuangan Magister Teknik Elektro angkatan 2018 Teman-temanku yang tidak dapat disebutkan satu persatu terimakasih. Almamaterku Tercinta

## SANWACANA

Bismillahirrohmanirrohiim. Alhamdulillahhirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas karunia rahmat dan hidayah-Nya yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “ Analisis Karakterisasi Penyakit pada Tanaman Pisang Menggunakan Kamera Termal Dengan Metode Tresholding” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (S2) pada Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Dalam penulisan Tesis ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, namun itu semua tidak menjadi suatu kendala bagi penulis untuk dapat terus mencoba, karena dengan mencoba maka penulis dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan yang ada pada diri penulis. Untuk itu penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang bersifat membangun agar dapat lebih baik untuk kedepannya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dari segi moril dan pengalaman-pengalaman serta mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih pula penulis sampaikan kepada:

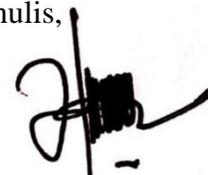
1. Bapak Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D. sebagai Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Lampung
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing utama.
3. Bapak Dr. Eng F.X. Arinto Setyawan S.T., M.T. sebagai Dosen pembimbing pendamping.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T, sebagai Dosen Penguji I.
5. Ibu Dr. Sri Purwiyanti. S.T., M.T sebagai Dosen Penguji II.

6. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Elektro yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman, dan juga staf karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Unila.
7. Kedua orangtua, Suami, Anakku dan semua keluarga yang memberikan dukungan selama penulis kuliah dan menyelesaikan tesis ini
8. Rekan mahasiswa/i Magister Teknik Elektro angkatan 2018, terima kasih atas bantuan dan kerjasama selama ini
9. Teman-teman dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
10. Kepada pihak-pihak lain yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan baik secara langsung maupun tidak langsung atas kelancaran penulisan tesis ini.

Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bisa memberikan nilai tambah bagi Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Juli 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Elka Pranita', written over a vertical line.

Elka Pranita

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRACK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Perumusan Masalah .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Hipotesis .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.1.1 Thermal Vision pada Manusia dengan Pengaruh Terhadap Warna Pakaian	5
2.1.2 Deteksi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Segmentasi Warna RGB – HSV .....	6
2.1.3 Segmentasi Penyakit pada Citra Daun Tebu Menggunakan Fuzzy C Means – Support Vector Machine Dengan Fitur Warna .....	7
2.2 Tanaman Pisang .....	8
2.2.1 Sejarah tanaman pisang.....	8
2.2.2 Penyakit pada Tanaman Pisang .....	12
2.2.3 Nilai ekonomis tanaman pisang .....	15
2.3 Kamera Thermal .....	15
2.4 Pengolahan Citra.....	16
2.5 Citra RGB .....	17
2.6 Akuisisi Citra .....	17

2.7 Histogram Citra .....	18
2.8 Segmentasi Citra.....	18
2.9 Metode Tresholding.....	19
2.10 Pengukuran Efektifitas.....	19
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.3 Flowchart Tahapan Penelitian .....	22
3.4 Deskripsi Metodologi Penelitian.....	23
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	25
4.1.1 Akuisisi Citra .....	25
4.1.2 Cropping image.....	27
4.1.3 Hasil Histogram Citra .....	30
<b>4.1.1. Hasil Eksperimen .....</b>	<b>41</b>
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Gejala Penyakit Layu Fusarium.....	12
Gambar 2.2 Gejala Penyakit Darah .....	13
Gambar 2.3 Gejala Penyakit Moko .....	14
Gambar 2.4 Rentang panjang gelombang spektrum elektromagnetik. ....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	22
Gambar 3.2 Diagram blok metode pengolahan citra .....	23
Gambar 4.1 Hasil Histogram Sampel 1 .....	31
Gambar 4.2 Hasil Histogram Sampel 2 .....	32
Gambar 4.3 Hasil Histogram Sampel 3 .....	33
Gambar 4.4 Hasil Histogram Sampel 4 .....	34
Gambar 4.5 Hasil Histogram Sampel 5 .....	35
Gambar 4.6 Intensitas Kemerahan Nilai R.....	36
Gambar 4.7 Intensitas Kehijauan Nilai G.....	37
Gambar 4.8 Intensitas Kebiruan Nilai B.....	38
Gambar 4.9 Hasil Experimen Sampel 1 .....	42
Gambar 4.10 Hasil Experimen Sampel 2 .....	44
Gambar 4.11 Hasil Experimen Sampel 3 .....	45
Gambar 4.12 Hasil Experimen Sampel 4 .....	46
Gambar 4.13 Hasil Experimen Sampel 5 .....	47
Gambar 4.14 Hasil di Luar Citra Uji .....	49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1 Produksi Buah Pisang Menurut Provinsi .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabel 2.2. Provinsi Sentra Produksi Pisang di Indonesia, 2009–2013 .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabel 3.1. Alat dan Bahan.....</b>	<b>21</b>
<b>Tabel 4.1 Sampel Hasil Pengambilan Gambar. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tabel 4.2 Hasil <i>Cropping Image</i>.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 4.3 Hasil Pembuatan Ground Truth Manual.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabel 4.4 Nilai Threshold RGB Sampel 1 .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabel 4.5 Nilai Threshold RGB Sampel 2 .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabel 4.6 Nilai Threshold RGB Sampel 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabel 4.7 Nilai Threshold RGB Sampel 4 .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabel 4.8 Nilai Threshold RGB Sampel 5 .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabel 4.9 Ambang Batas Nilai Threshold RGB.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabel 4.10 Hasil Segmentasi Citra .....</b>	<b>40</b>

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman buah adalah salah satu bagian utama dari kehidupan masyarakat. buah merupakan makanan yang hampir setiap hari dikonsumsi oleh masyarakat dikarenakan berbagai macam manfaatnya. Dari berbagai jenis buah-buahan, pisang merupakan salah satu buah yang memberikan banyak manfaat bagi tubuh. Buah pisang mengandung banyak serat, antioksidan dan vitamin yang baik bagi tubuh selain itu pisang juga bisa meningkatkan kesehatan pencernaan. Daunnya biasanya dimanfaatkan masyarakat untuk membungkus makanan karena memberikan aroma wangi dan membuat makanan lebih sedap serta memiliki manfaat kesehatan.

Produksi buah Pisang di Lampung pada tahun 2017 mencapai 1.642.000 ton. Selain untuk keperluan konsumsi lokal, buah ini juga diekspor ke luar negeri terutama ke Tiongkok, Singapura dan Spanyol. Untuk konsumsi lokal biasanya dipergunakan untuk membuat keripik pisang dan berbagai macam olahan lainnya. Produksi Pisang tahun 2017 ini mengalami penurunan sebesar 54,6 ribu ton dari tahun sebelumnya dikarenakan adanya penyakit yang menyerang tanaman pisang [1].

Penyakit utama yang menyerang pada tanaman Pisang antara lain adalah bercak Sigatoka, layu Fusarium, dan juga Moko. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian pada tanaman Pisang atau menyebabkan tanaman menghasilkan buah yang buruk dan tidak layak konsumsi. Gejala penyakit pada tanaman pisang umumnya dapat diamati dari perubahan warna daunnya. Daun mengalami bercak kekuningan atau perubahan warna dari hijau menjadi kekuningan kemudian berubah menjadi coklat dan akhirnya mati. Perubahan

warna daun ini tidak terjadi secara mendadak melainkan secara perlahan dan tiap penyakit memiliki pola tertentu. Jika diamati menggunakan mata manusia maka perubahan warna daun ini tidak dapat memberikan informasi secara cepat. Akan tetapi, jika menggunakan sensor visual maka informasi adanya perubahan pada daun yang mengindikasikan adanya penyakit dapat diketahui secara cepat. Penggunaan sensor visual dan metode pengolahan citra yang tepat dapat mengetahui adanya penyakit tanaman ini secara dini. Perubahan warna pada daun ini terjadi karena adanya perubahan suhu pada daun. Oleh karena itu, perlu penggunaan kamera thermal untuk dapat mengambil gambar perubahan suhu disetiap bagian daun. Hasil gambar perubahan suhu dipergunakan untuk mengetahui karakteristik masing-masing penyakit yang menyerang pada tanaman pisang.

Penelitian mengenai penyakit pada tanaman pisang telah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian banyak dilakukan di dalam dan di luar negeri terutama oleh Negara-negara penghasil pisang. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui karakter pada tanaman pisang yang terpapar penyakit. Citra tanaman pisang ditangkap menggunakan kamera thermal secara terjadwal. Tanaman yang diambil gambarnya berupa tanaman berpenyakit yang terlihat oleh kasat mata. Citra yang diperoleh diolah secara preprocessing untuk mendapatkan citra yang dikehendaki dimana fitur-fitur yang akan dipergunakan dalam segmentasi lebih tampak. Setelah citra hasil preprocessing didapatkan maka dilakukan proses segmentasi menggunakan metode thresholding. Daerah-daerah yang mengalami perubahan pada daun ditentukan untuk mengetahui adanya penyakit pada tanaman atau tidak.

Efektivitas metode yang diusulkan diukur menggunakan parameter standar pendeteksian objek menggunakan pengolahan citra yaitu *Recall*, *Precision*, *F-measure*, dan *Acuracy*. Luaran penelitian ini adalah mengetahui karakteristik warna pada tanaman pisang yang terpapar penyakit

## **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis karakteristik daun yang berpenyakit pada tanaman pisang menggunakan kamera termal dengan metode thresholding.
2. Menghitung efektifitas metode yang diusulkan berdasarkan nilai *Recall*, *Precision*, dan *F-Measure* untuk mengetahui nilai rata-rata daun pisang yang berpenyakit.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Untuk mengetahui karakteristik tanaman pisang yang berpenyakit berdasarkan citra termalnya. memudahkan petani dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman pisang yang berpenyakit.

## **1.4 Perumusan Masalah**

Bagaimana mengetahui karakteristik tanaman pisang yang teridentifikasi penyakit menggunakan kamera termal berdasarkan perubahan warna daun dengan metode thresholding.

## **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan terhadap masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Objek yang digunakan adalah tanaman pisang yang ada di wilayah Lampung
2. Citra yang digunakan untuk mengambil gambar yaitu kamera thermal
3. Metode yang di gunakan adalah metode thresholding

## **1.6 Hipotesis**

Metode thresholding bisa menentukan karakteristik tanaman pisang yang teridentifikasi penyakit menggunakan kamera termal berdasarkan perubahan warna pada citra daun.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Laporan akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini memaparkan latar belakang, masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi tugas akhir yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini memaparkan waktu dan tempat, alat dan bahan, metode, dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan hasil data simulasi dan pembahasan dari tugas akhir ini.

### **BAB V. KESIMPULAN**

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan yang didasarkan pada hasil data dan pembahasan dari tugas akhir ini.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Berikut beberapa penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

#### **2.1.1 Thermal Vision pada Manusia dengan Pengaruh Terhadap Warna Pakaian**

(Mona Arif B, Rizki Alandani, dan Gusti Made Arya, 2017). Studi ini membahas mengenai pencitraan manusia menggunakan kamera thermal dengan pendeteksian radiasi panas yang dipancarkan oleh tubuh manusia. Panas tubuh manusia diserap oleh pakaian yang dikenakan sehingga mempengaruhi hasil pencitraan kamera inframerah. Pada penelitian ini terlihat bagaimana pengaruh perbedaan warna pakaian terhadap penyerapan panas dari tubuh manusia. Dengan menggunakan variasi warna pakaian yang berbeda maka akan dihasilkan citra dengan pola panas tubuh berbeda bergantung pada kecerahan warna pakaian. Pada penelitian ini objek yang digunakan adalah dua manusia dengan yang berbeda dan menggunakan pakaian berbeda, dengan menggunakan variasi warna pakaian berbeda maka akan dihasilkan citra dengan pola panas tubuh berbeda. Penelitian ini juga merancang alat dan sistem. Sedangkan pencitraan objek dilakukan menggunakan kamera thermal untuk melihat visualisasi panas yang tersebar dalam obyek panas. Obyek panas dalam penelitian ini adalah pakaian yang sedang dipakai karena tubuh manusia memiliki panas dan akan mengalirkan panas ke pakaian yang sedang digunakan dan pengaruhnya terhadap warna pakaian. Dari hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan penyerapan panas pakaian yang dikarenakan tubuh manusia dengan variasi warna berbeda melalui pencitraan dari kamera thermal. Hasil citra yang dihasilkan kamera thermal menunjukkan perbedaan panas yang di

tampilkan dengan tiga warna berbeda yaitu putih, biru dan hitam. Citra kamera thermal menampilkan pakaian dengan warna gelap menyerap panas dari tubuh lebih baik dari pada pakaian dengan warna terang, itu artinya kamera thermal cukup baik digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan pengolahan citra [5].

### **2.1.2 Deteksi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Segmentasi Warna RGB – HSV**

( Friska Rahayu Lestari, Jayanti Yusmah Sari, Sutardi, Ika Purwanti Ningrum Purnama, 2018). Studi ini membahas pendeteksian tanaman jeruk siam dengan menggunakan Sistem yang dibangun untuk membantu petani jeruk dalam mengatasi permasalahan penyakit pada tanaman jeruk siam menurut data Badan Pusat Statistika Provinsi Sulawesi Tenggara pada tahun 2018 jeruk siam merupakan komoditas buah terbesar yang banyak diproduksi dibanding buah lainnya namun terdapat masalah yang menyebabkan penurunan dikarenakan adanya penyakit yang menyerang tanaman jeruk siam tersebut. Pada penelitian ini membangun sistem karena diagnosis penyakit berdasarkan pengamatan optik pada daun tanaman jeruk yang dilakukan biasanya mengalami kekeliruan atau kurang tepat. Sehingga dengan adanya sistem dan dengan penanganan yang tepat pada penyakit yang menyerang tanaman jeruk, dapat mengatasi berkurangnya hasil produksi. Sistem ini dibangun untuk membantu petani jeruk dalam mengatasi hal tersebut. Dalam sistem menggunakan Segmentasi Warna guna mendapatkan hasil yang optimal dalam diagnosis penyakit tanaman jeruk.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN). Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan dataset daun jeruk yang terserang penyakit dan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*

didapatkan hasil diperoleh nilai akurasi sebesar akurasi sebanyak 69% hal ini menunjukkan diperlukan penelitian yang sama dengan metode yang berbeda agar nilai akurasi jauh lebih baik [6].

### **2.1.3 Segmentasi Penyakit pada Citra Daun Tebu Menggunakan Fuzzy C Means – Support Vector Machine Dengan Fitur Warna**

Mustika Mentai, R.V. Hari Ginardi, dan Chastine Fatichah, 2015). Studi ini membahas mengenai penyakit pada citra daun tebu menggunakan fuzzy C – Means Vector Machine dengan fitur warna. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem yang secara otomatis mampu melakukan segmentasi citra daun tebu berpenyakit menggunakan Fuzzy C Means (FCM)-Support Vector Machine (SVM) dengan fitur warna. Kombinasi FCM-SVM dapat meningkatkan akurasi pada proses segmentasi dengan karakteristik penyakit daun tebu dengan pencahayaan yang tak seimbang akibat pengambilan secara outdoor. Segmentasi citra daun tebu berpenyakit memiliki beberapa tahapan yaitu praproses, pemilihan region of interest (ROI), ekstraksi fitur, dan segmentasi. Tahap praproses melakukan pengambilan bagian tulang daun serta penghapusan bagian tulang daun, kemudian pemilihan ROI menunjukkan dominasi area penyakit pada daun menggunakan overlapping window seluas 100x100 pixel. Metode kombinasi FCM dan SVM digunakan untuk segmentasi daun tebu berpenyakit, dimana FCM digunakan untuk segmentasi daun tebu pada data training. Hasil segmentasi tersebut digunakan sebagai label data pada tahap kedua bersama dengan data testing menggunakan metode klasifikasi SVM. Metode segmentasi pada penelitian ini mampu menunjukkan rata-rata akurasi yang tinggi pada 30 citra daun tebu berpenyakit, yaitu sebesar 76%. Sistem yang dibangun

selanjutnya digunakan pada deteksi penyakit sebagai referensi untuk ketepatan permasalahan pertanian yang membutuhkan sistem deteksi penyakit sejak dini atau menggunakan metode yang lebih tepat agar mendapatkan akurasi yang lebih tinggi lagi [7].

Dari penelitian sebelumnya maka peneliti membuat suatu penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut dengan judul “Analisis Karakterisasi Penyakit Pada Tanaman Pisang Menggunakan Kamera Termal Dengan Metode Tresholding”. Pada penelitian ini metode yang ditekankan adalah metode Tresholding. Output dalam penelitian ini berupa mengetahui karakteristik daun yang berpenyakit pada tanaman pisang menggunakan kamera termal dengan metode tresholding. Menghitung efektifitas menggunakan *recall*, *precision* dan *f-measure* untuk mengetahui nilai rata-rata daun pisang yang berpenyakit sehingga dapat memudahkan petani dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman pisang yang berpenyakit.

## **2.2 Tanaman Pisang**

### **2.2.1 Sejarah tanaman pisang**

Tanaman pisang termasuk dalam golongan monokotil tahunan, pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat teratur. Pisang dikembangbiakan dengan cara vegetatif. Percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan membentuk bunga lalu buah. Bagian bawah batang pisang menggembung berupa umbi yang disebut bonggol. Pucuk lateral (sucker) muncul dari kuncup pada bonggol yang selanjutnya tumbuh menjadi tanaman pisang. sebagai negara berkembang dikenal menjadi salah satu pusat keanekaragaman pisang. Saat ini,

lebih dari 230 jenis pisang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Pisang di Indonesia termasuk buah yang paling banyak dikonsumsi dibandingkan dengan buah-buahan lain. Berdasarkan data statistik Departemen Pertanian (2008), produksi pisang di Indonesia ini cukup besar. Berdasarkan Angka Tetap pada tahun 2013 produksi pisang mencapai 6,28 juta ton. Untuk wilayah Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena 50% produksi pisang Asia dihasilkan oleh Indonesia. Hampir 9 seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah penghasil pisang karena didukung oleh iklim yang sesuai[8] .

Berikut Tabel 2.1 Tabel Produksi Buah Pisang menurut provinsi tahun 2013-2017.

**Tabel 2.1** Produksi Buah Pisang Menurut Provinsi

No	Provinsi/Province	Tahun					Pertumbuhan/ Growth 2017 over 2016 (%)
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Aceh	50,485	55,245	61,045	72,526	67,308	-7.2
2	Sumatra Utara	342,297	298,910	139,541	137,886	150,691	9.29
3	Sumatra Barat	136,594	138,912	136,952	144,829	143,796	-0.71
4	Riau	19,685	22,758	21,315	25,164	38,809	54.23
5	Jambi	37,057	46,614	32,270	50,374	29,189	-42.06
6	Sumsel	109,131	329,389	160,186	91,998	118,277	28.56
7	Bengkulu	25,975	19,546	23,988	31,809	24,313	-23.57
8	Lampung	938,280	1,481,692	1,937,348	1,517,004	1,462,423	-3.6
9	Kepulauan Bangka Belitung	4,892	4,337	3,857	3,521	4,734	34.45
10	Kepulauan Riau	5,897	7,446	4,488	3,836	3,051	-20.48
11	DKI Jakarta	1,940	5,253	2,062	1,956	4,361	122.9
12	Jawa Barat	1,095,325	1,237,171	1,306,287	1,204,083	1,128,666	-6.26
13	Jawa Tengah	560,985	519,628	581,782	591,649	602,019	1.75
14	DI Yogyakarta	56,850	56,062	51,218	53,822	40,921	-23.97
15	Jawa Timur	1,527,375	1,336,685	1,629,437	1,865,772	1,960,129	5.06
16	Banten	315,509	220,625	137,812	162,853	250,190	53.63
17	Bali	215,252	234,215	189,440	183,210	273,249	49.15
18	NTB	58,684	57,703	73,220	75,509	101,034	33.81
19	NTT	136,049	129,878	108,298	140,825	92,988	-33.97
20	Kal Bar	59,121	67,103	144,735	72,848	59,776	-17.94
21	Kal Teng	22,521	26,838	27,163	41,794	38,585	-7.68
22	Kal Sel	71,383	88,339	79,493	81,607	79,366	-2.75
23	Kal Tim	101,797	133,984	72,144	79,343	102,598	29.31
24	Kal Utara			12,129	19,947	12,875	-35.46
25	Sulawesi Utara	21,177	32,212	29,141	37,413	41,465	10.83
26	Sulawesi Tengah	51,711	37,116	27,451	30,595	14,740	-51.82
27	Sulawesi Selatan	185,353	154,490	175,388	159,788	172,444	7.92
28	Sulawesi Tenggara	24,025	28,552	29,087	34,858	20,050	-42.48
29	Gorontalo	5,053	6,101	9,995	8,457	11,026	30.38
30	Sulawesi Barat	50,006	35,407	28,493	36,207	79,199	118.74
31	Maluku	39,767	41,652	52,476	26,842	23,573	-12.18
32	Malku Utara	3,231	4,801	7,270	9,667	8,266	-14.48
33	Papua Barat	1,884	1,614	2,090	1,532	646	-57.82
34	Papua	3,988	2,281	1,665	7,594	1,923	-74.68
	Indonesia	6,279,279	6,862,558	7,299,266	7,007,117	7,162,678	2.22

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura

Menurut sejarah, pisang berasal dari Asia Tenggara yang oleh para penyebar agama Islam disebarkan ke Afrika Barat, Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Selanjutnya pisang menyebar ke seluruh dunia, meliputi daerah tropis dan sub tropis. Negara-negara penghasil pisang yang terkenal diantaranya Brasil, Filipina, Panama, Honduras, India, Equador, Thailand, Karibia, Columbia, Meksiko, Venezuela dan Hawaii. Indonesia merupakan negara penghasil pisang nomor empat di dunia [9] . Pengembangan dan persebaran pisang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain iklim, media tanam dan ketinggian tempat. Namun demikian 90% produksi pisang masih digunakan untuk konsumsi dalam negeri, sedangkan untuk ekspor hanya 10%. Oleh karena itu pisang telah ditetapkan sebagai salah satu komoditas buah unggulan Nasional. Pisang memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa buah-buahan lain. Berdasarkan cara mengkonsumsinya pisang dikelompokkan dalam dua golongan yaitu banana dan plantain. Banana adalah pisang yang lebih sering dikonsumsi dalam bentuk segar setelah buah matang. Sedangkan plantain adalah pisang yang dikonsumsi setelah diolah menjadi produk makanan lain seperti keripik pisang, sale pisang, selai pisang, pisang goreng dan lain sebagainya. Selain buahnya yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bagian lain dari tumbuhan pisang dapat dimanfaatkan pula untuk berbagai kebutuhan manusia. Pisang merupakan buah yang mudah didapat, memiliki nilai ekonomi, budaya, serta nilai gizi yang tinggi. Komponen utama dalam buah pisang adalah air, karbohidrat dan juga kaya akan vitamin A, tianin, vitamin B2 dan vitamin C. [8]

Tanaman pisang pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan yakni sebagai berikut:

1. Pisang yang buahnya enak dimakan (*Musa paradisiaca* Linn). Pisang jenis ini sudah tidak asing lagi , karena banyak ditemui, dan dapat dibedakan menjadi 4 golongan. Golongan pertama adalah yang dapat dimakan langsung setelah masak (pisang kepok, pisang susu, pisang hijau, pisang mas, pisang raja, dll). Golongan kedua dapat dimakan setelah diolah terlebih dahulu (pisang tanduk, pisang muli, pisang kapas, pisang bangkahulu, dll). Golongan ketiga adalah pisang yang dapat dimakan langsung setelah masak maupun diolah lebih dahulu (pisang kepok dan pisang raja). Sedangkan golongan ke empat adalah pisang yang dapat dimakan sewaktu masih mentah (pisang klutuk/batu) [9].

2. Pisang hutan atau pisang liar atau dijadikan sebagai tanaman hias misalnya pisang lilin (*M. zebrina* Van Hautte), pisang pisang ( *Heliconia indica* Lamk). Pisang hias juga tidak diambil buahnya. Pisang hias dibagi dua,yaitu pisang kipas dan pisang-pisangan. Pisang ini disebut pisang kipas, karena bentuknya persis seperti kipas. Nama lain pisang kipas adalah pisang Madagaskar. Sedangkan pisang-pisangan berbatang semu yang kecil-kecil dan tumbuh bertumpun indah ditanam di muka rumah karena bentuknya yang kecil [9].

3. Pisang diambil pelepahnya sebagai bahan serat seperti pisang manila atau disebut pisang abaka (*M. textilis* Nee). Pisang serat adalah tanaman pisang yang tidak diambil buahnya, tetapi seratnya. Pada awal abad ke 16, pigotta menerangkan penduduk asli daerah cebu, Filipina, memanfaatkan serat pisang manila ini untuk bahan pakaian, karenanya pisang ini dinamakan *Musa textiles*. Batangnya merupakan batang semu yang terbentuk dari upih-upih daun yang saling menutupi [9].

## 2.2.2 Penyakit pada Tanaman Pisang

Dari paparan diatas pisang sangat banyak sekali manfaatnya untuk manusia, namun tidak dipungkiri adanya beberapa penyakit yang menyerang tanaman pisang hingga merusak sampai mematikan tanaman pisang. ancaman serangan panyakit tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan hasil, baik kualitas maupun kuantitasnya dan menurunkan penghasilan produksi pohon pisang di dunia, Berikut ini adalah penyakit-penyakit utama pada tanaman pisang

### a. Penyakit Layu Fusarium (Penyakit Panama)



**Gambar 2.1** Gejala Penyakit Layu Fusarium

Gambar 2.1 memperlihatkan penyakit Layu fusarium pada tanaman pisang yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Gejala yang menyolok dari layu fusarium pada awalnya adalah terjadi penguningan tepi daun pada daun-daun yang lebih tua. Gejala menguning berkembang dari daun tertua menuju ke daun termuda. Daun-daun yang terserang secara berangsur-angsur layu pada tangkainya atau lebih umum pada dasar ibu tulang daun dan menggantung ke

bawah menutupi batang semu. Ratarata lapisan luar batang palsu terbelah dari permukaan tanah atau terjadi retakan memanjang pada batang semu. Pada bagian dalam apabila dibelah, terlihat garis-garis coklat atau hitam menuju ke semua arah, dari batang (bonggol) ke atas melalui jaringan pembuluh ke pangkal daun dan tangkai. Daun-daun termuda menampakkan gejala yang paling akhir dan seringkali berdiri tegak [10].

**b. Penyakit Darah(*Blood Disease Bacterium*).**



**Gambar 2.2** Gejala Penyakit Darah

Gambar 2.2 memperlihatkan penyakit darah, terlihat pada gambar Daun tanaman pisang yang terserang penyakit ini Daun menguning terkulai, buah busuk, bila disayat tampak bercak coklat kemerahan pada daging buah atau membusuk berlendir. Kelayuan menyeluruh terjadi pada tanaman muda. Pada sayatan batang atau bonggol terlihat coklat berlendir merah menyerupai darah, dan tanaman mati mengering. Bila infeksi terjadi saat keluar jantung, maka tanaman segera layu

tanpa didahului penguningan daun dan buah tidak terbentuk. Serangan pada tanaman yang telah membentuk buah menyebabkan pembusukan pada buah [11].

### c. Penyakit Moko



**Gambar 2.3** Gejala Penyakit Moko

Gambar 2.3 memperlihatkan gambar penyakit moko, penyakit moko atau sering disebut Layu bakteri pada tanaman pisang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearum*. Bakteri ini menyerang akar, bonggol hingga batang pisang. Gejala awal terlihat adanya perubahan warna pada daun muda. Pada daun terdapat garis coklat kekuningan ke arah tepi daun, lama kelamaan seluruh daun menguning, berwarna coklat dan akhirnya layu. Bonggol, batang, tandan dan buah pisang yang terserang mengeluarkan lendir berbau, berwarna putih keabu-abuan hingga coklat kemerahan [12].

### 2.2.3 Nilai ekonomis tanaman pisang

Indonesia menempati peringkat tertinggi produksi pisang. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2001 mencapai 4.300.422 ton. Data statistik rata-rata produksi pisang 2009-2013 sebanyak 70,30% disajikan pada tabel 2.2. Berdasarkan Tabel 2.2 provinsi, dengan pemasok pisang terbesar di Indonesia diantaranya Jawa Barat, Jawa Timur, Lampung, Jawa tengah dan Sumatera Utara. Produksi pisang dari Jawa timur dan Lampung cenderung meningkat dalam tiga tahun terakhir. Perkembangan provinsi sentra pisang di Indonesia disajikan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Provinsi Sentra Produksi Pisang di Indonesia, 2009–2013

No	Provinsi	Produksi (Ton)						Kontribusi (%)	Kontribusi Kumulatif (%)
		2009	2010	2011	2012	2013	Rata-rata		
1	Jawa Barat	1.415.694	1.090.777	1.360.126	1.192.860	1.095.325	1.230.956	20,03	20,03
2	Jawa Timur	1.020.773	921.964	1.188.926	1.362.881	1.527.375	1.204.384	19,60	39,63
3	Lampung	681.875	677.781	687.761	817.606	938.28	760.661	12,38	52,00
4	Jawa tengah	965.389	854.383	750.775	617.456	560.985	749.797	12,20	64,20
5	Sumatera Utara	335.79	403.391	429.629	363.061	342.297	374.834	6,10	70,30
6	Banten	194.835	234.887	248.272	248.243	315.509	248.349	4,04	74,34
7	NTT	294.77	187.911	184.773	148.278	136.049	190.356	3,10	77,44
8	Bali	153.54	148.845	163.685	164.699	215.252	169.204	2,75	80,19
9	Sumatera Selatan	212.718	218.77	109.268	182.958	109.131	166.569	2,71	82,90
10	Sulawesi Selatan	195.973	144.667	153.54	149.061	185.353	165.719	2,70	85,60
	Lainya	902.176	871.697	855.94	941.941	853.723	885.095	14,40	100,00
	Indonesia	6.373.533	5.755.073	6.132.695	6.189.043	6.279.279	6.145.925	100,00	

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura

### 2.3 Kamera Thermal

Pada penelitian ini menggunakan kamera Thermal FLIR ONE PRO Thermal Kamera digunakan sebagai media untuk memperoleh citra termal. Kamera ini akan menghasilkan citra termal dengan resolusi 1440 x 1080 pixel dan mampu melakukan pengukuran suhu dengan rentang nilai -20° Celcius hingga 400 ° Celcius. penggunaan kamera termal pada penelitian ini untuk mendeteksi penyakit pada tanaman pisang. Deteksi dilakukan melalui

teknik pengolahan citra dari citra termal yang diperoleh dengan menggunakan kamera termal. Kamera termal berbeda dengan kamera digital biasa. Kamera digital umumnya menangkap panjang gelombang antara 300 hingga 700nm sedangkan kamera termal menangkap panjang gelombang antara 8 hingga 14 $\mu$ m. Rentang panjang gelombang spektrum elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 2.4 di mana kamera termal beroperasi di wilayah LWIR.



**Gambar 2.4** Rentang panjang gelombang spektrum elektromagnetik.

Kamera termal mendeteksi suhu dengan mengenali dan menangkap berbagai tingkat cahaya inframerah yang dipancarkan oleh objek. Cahaya ini tidak terlihat oleh mata tetapi dapat dirasakan sebagai panas jika intensitasnya cukup tinggi. Semakin panas benda tersebut, semakin banyak radiasi infra merah yang dihasilkannya. Kamera termal dapat melihat radiasi ini dan mengubahnya menjadi gambar yang kemudian dapat dilihat dengan mata. Misalnya, kamera night vision dapat menangkap cahaya inframerah yang tidak terlihat dan mengubahnya menjadi gambar yang dapat dilihat oleh mata. Kamera termal banyak digunakan untuk pendeteksian objek yang berkaitan dengan suhu yang dipancarkan oleh objek tersebut

## 2.4 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Foto adalah contoh gambar berdimensi dua yang bisa diolah dengan mudah. Setiap foto dalam bentuk citra digital (misalnya berasal dari kamera digital) dapat diolah melalui perangkat-lunak tertentu. Sebagai contoh, apabila hasil bidikan kamera terlihat agak gelap, citra dapat diolah agar

menjadi lebih terang. Dimungkinkan pula untuk memisahkan foto orang dari latar belakangnya. Jika ditinjau arti pengolahan menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu cara atau proses mengolah sesuatu supaya menjadi lain atau menjadi sempurna. Sedangkan citra berarti rupa atau gambar, dalam hal ini adalah gambar yang diperoleh menggunakan sistem visual. Secara keseluruhan pengolahan citra berarti suatu cara atau mengolah suatu citra agar menjadi citra yang lain yang lebih sempurna atau yang diinginkan. Dengan kata lain pengolahan citra adalah suatu proses dengan masukan citra dan menghasilkan keluaran berupa citra seperti yang dikehendaki [13] .

## **2.5 Citra RGB**

Sebuah warna didefinisikan dengan jumlah intensitas pokok yang terdiri dari warna pokok RGB (Red, Green and Blue) yang diperlukan untuk membuat suatu warna. Pada kondisi setiap warna piksel RGB (triplet dari warna merah, hijau dan biru), kedalaman warnanya adalah 24bit untuk 3 lapis citra dengan jumlah bit setiap lapisnya yang memiliki intensitas nilai maksimum 255 atau sama dengan 8 bit [14].

## **2.6 Akuisisi Citra**

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra untuk menentukan data yang diperlukan. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat, dan pada pencitraannya. Pencitraan merupakan kegiatan transformasi dari citra tampak (misal: foto, gambar, lukisan) menjadi citra digital. Citra yang akan digunakan pada penelitian ini adalah citra yang diperoleh dengan menggunakan kamera Thermal. Objek yang digunakan adalah daun pisang yang difoto dengan jarak 3 meter, tinggi kamera sekitar 1,5 meter. Citra termal yang telah diperoleh akan dilakukan proses resize resolution sehingga memiliki ukuran 590x 590 pixel. Hal tersebut dilakukan

agar citra yang diproses tidak berukuran terlalu besar, sehingga pengolahan citra dapat dilakukan sesuai dengan yang diinginkan.

## 2.7 Histogram Citra

Histogram citra merupakan diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh piksel citra. Nilai yang besar menyatakan bahwa piksel-piksel yang mempunyai intensitas tersebut sangat banyak. Histogram disebut dengan grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap gradasi warna, bila digambarkan pada koordinat kartesian maka sumbu X menunjukkan tingkat warna atau jumlah pixel dan sumbu Y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan atau intensitas. Histogram juga bisa menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh piksel citra. Dalam penelitian ini manfaat histogram adalah untuk pemilihan batas ambang (threshold).

## 2.8 Segmentasi Citra

Dalam pengolahan citra, terkadang kita menginginkan pengolahan hanya pada obyek tertentu. Oleh sebab itu, perlu dilakukan proses segmentasi citra yang bertujuan untuk memisahkan antara objek (*foreground*) dengan *background*. Pada umumnya keluaran hasil segmentasi citra adalah berupa citra biner di mana objek (*foreground*) yang dikehendaki berwarna putih, sedangkan *background* yang ingin dihilangkan berwarna hitam. Sama halnya pada proses perbaikan kualitas citra, proses segmentasi citra juga bersifat eksperimental, subjektif, dan bergantung pada tujuan yang hendak dicapai. Segmentasi citra merupakan tahapan penting dalam proses pengenalan pola. Setelah objek berhasil tersegmentasi, maka kita dapat melakukan proses ekstraksi ciri citra yang merupakan tahapan yang bertujuan untuk mengekstrak ciri dari suatu objek di mana ciri tersebut digunakan untuk membedakan antara objek satu dengan objek lainnya. Pada penelitian ini segmentasi citra dilakukan untuk memisahkan obyek dengan

backgroundnya. Proses pemisah bertujuan untuk memudahkan proses klasifikasi. sehingga obyek yang diinginkan pada citra dapat di kelompokkan dengan tepat dan dilakukan perhitungan dengan akurat.

## 2.9 Metode Tresholding

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Tresholding. Proses thresholding merupakan teknik yang penting dalam proses segmentasi citra karena menghasilkan citra yang memiliki ukuran file kecil, pemrosesan yang cepat, dan kemudahan dalam proses manipulasi. Dalam metode thresholding, piksel dibandingkan dengan beberapa nilai ambang batas yang ditetapkan. Banyaknya nilai threshold tergantung dari banyaknya segmen citra yang diinginkan. Secara matematis proses thresholding diekspresikan menggunakan Persamaan.

$$f'(x,y) = \begin{cases} a_1 & \text{if } f(x,y) < T_1 \\ a_2 & T_1 \leq f(x,y) < T_2 \\ a_3 & \text{if } f(x,y) \geq T_2 \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana  $f'(x, y)$  adalah intensitas baru piksel pada posisi  $(x, y)$ ,  $a_1$  nilai intensitas yang lebih rendah,  $a_2$  nilai intensitas menengah,  $a_3$  nilai intensitas atas,  $f(x, y)$  intensitas citra lama pada posisi  $(x, y)$ , dan  $T_1$  adalah nilai ambang bawah dan  $T_2$  adalah nilai ambang atas yang ditentukan. Thresholding memungkinkan sebanyak  $n$  segmen yang diinginkan.

## 2.10 Pengukuran Efektifitas

Untuk mengevaluasi efektifitas dari algoritma yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dengan cara membandingkan antara hasil ekstraksi objek dengan frame aslinya. Perbandingan ini akan menghasilkan daerah *truepositif* (TP), *falsepositive* (FP) dan *false*

*negative* (FN). TP merupakan daerah yang dideteksi sebagai objek dengan menggunakan metode yang digunakan. FP adalah daerah yang terdeteksi sebagai objek namun kenyataannya adalah *background*. Sedangkan FN adalah daerah yang seharusnya adalah objek namun tidak terdeteksi sebagai objek atau terdeteksi sebagai *background*. Algoritma yang baik adalah memiliki nilai FP dan FN yang kecil [4] .

Dalam pengolahan citra untuk pendeteksian objek setelah didapati data tersebut terdapat parameter penting untuk menganalisis yaitu menggunakan parameter *recall* atau disebut juga sensitifitas yang dinyatakan dalam Persamaan 2.2, *preciion* (ketelitian) atau perkiraan positif yang dinyatakan dalam Persamaan 2.3, *F-measure* dinyatakan dalam Persamaan 2.4 dan Akurasi dinyatakan dalam persamaan 2.5 sebagai berikut [4] .

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (2.2)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$F = 2 \frac{recall \times precision}{(recall + precision)} \quad (2.4)$$

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (2.5)$$

TP merupakan jumlah *pixel* pada daerah *true positive*, FN adalah jumlah *pixelfalse negatif*, dan FP merupakan jumlah *pixelfalse positive*.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan aktivitas di laboratorium dan di lapangan. Aktivitas penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung, yaitu yang terkait pengolahan data. Pengambilan data lapangan akan dilakukan di perusahaan pisang yang ada di Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

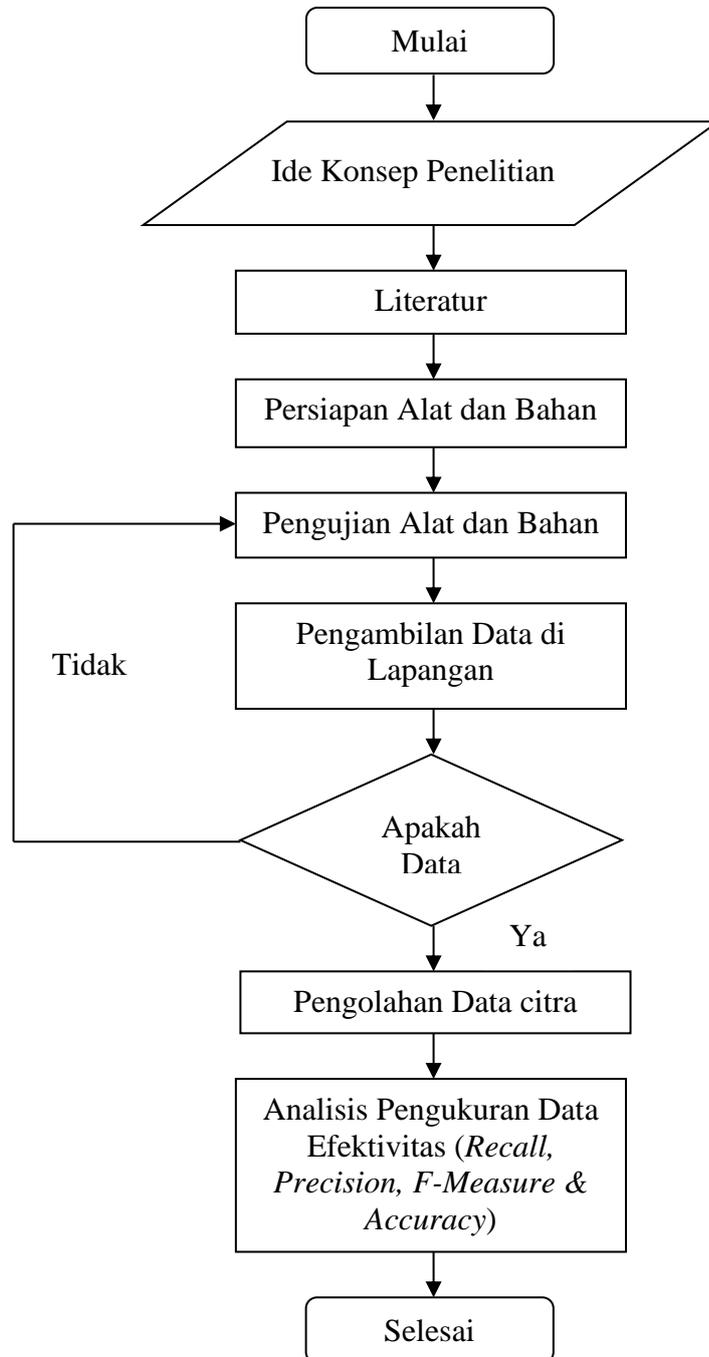
Pada penelitian mengenai analisis karakterisasi penyakit pada tanaman pisang menggunakan kamera thermal, alat dan bahan yang digunakan antara lain sebagai berikut terlihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Alat dan Bahan

<b>NO</b>	<b>Alat dan Bahan</b>	<b>Keterangan</b>
1	1 unit Kamera Thermal/Fluke VT 04 IR	Untuk mengambil objek/sampel tanaman pisang di lapangan
2	1 unit Laptop/PC dengan program matlab	Untuk mengolah data
3	Flasdisk	Untuk menyimpan data

### 3.3 Flowchart Tahapan Penelitian

Flowchart atau diagram alir berguna untuk memudahkan pembaca memahami metode penelitian yang dilakukan. Berikut adalah flowchart tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Tahapan Penelitian

### 3.4 Deskripsi Metodologi Penelitian

Berikut penjelasan diagram alir tahapan penelitian yang sudah di paparkan di Gambar 3.1. Penelitian ini dilakukan di perkebunan pisang untuk pengambilan data citra, sedangkan pengolahan datanya dilakukan di Lab Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pengolahan data dilakukan menggunakan komputer i5 dengan memori 4GB, GPU 2GB, Windows 7 Enterprise 32 bit, dan bahasa pemrograman MatLab. Sedangkan kamera yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera FLIR termal. Penelitian ini menggunakan tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Diagram blok metode pengolahan citra.

Pada tahapan ini peneliti melakukan pengolahan data yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Data yang diperoleh dari lapangan akan menjadi inputan pada penelitian ini, berikut tahapan data yang akan dilakukan:

#### 1. Pengolahan Awal

Pada tahapan ini merupakan tahapan akuisasi citra dan pengolahan citra awal (*preprocessing*) dimana proses yang dapat dilakukan adalah pengaturan kecerahan, peregangan kontras, dan penghilangan derau. Hasil pengolahan citra awal ini sangat berpengaruh pada keberhasilan proses selanjutnya.

#### 2. Pengolahan Lanjutan

Tahap berikutnya adalah tahap cropping citra, histogram citra, segmentasi citra dan menggunakan metode thresholding untuk mengetahui daerah pada daun yang mengalami perubahan warna untuk setiap citra.

## **1. Tahap Analisis data Pengukuran Efektifitas (Recall, Precision & F-Measure)**

Pada tahapan ini Efektivitas sistem dihitung berdasarkan parameter Recall, Precision, F-Measure, dan akurasi. Penghitungan ini menggunakan persamaan (1), (2), (3), dan (4) yang sudah di paparkan di tinjauan pustaka

## IV.KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisis diperoleh bahwa Metode *Thresholding* yang diusulkan cukup efektif dalam mendeteksi karakteristik daun yang berpenyakit pada tanaman pisang cukup terbukti dari nilai ambang batas yang di hasilkan bahwa intensitas daun pisang yang berpenyakit untuk nilai RGB adalah, nilai R yaitu 150-250, nilai G 30-160 dan nilai B 25-170.
2. Dari hasil pengukuran efektifitas dengan menggunakan *recall*, *precision* dan *f-measure* serta perhitungan *Accuracy* diperoleh nilai rata-rata dari 5 sampel daun pisang yang berpenyakit, Setelah di rata-rata yaitu *recall* mencapai 76,65%, nilai *Precision* 58,38%, nilai *F-Measure* 64,68 %, dan tingkat *Accuracy* mencapai 62,87%. Dari hasil diatas metode tresholding dalam mendeteksi karakteristik daun yang berpenyakit cukup efektif dengan nilai rata rata diatas 0% Serta di buktikan dengan hasil di luar citra uji.

### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk melengkapi atau menyempurnakan penelitian yang akan datang yaitu:

1. Pada proses *cropping image* dan proses *ground truth* citra RGB sebaiknya menggunakan program agar gambar citra yang diperoleh sesuai antara citra RGB dan citra termal.

2. Sebaiknya untuk menentukan nilai ambang batas dilakukan menggunakan program dan tidak dilakukan secara manual agar hasil yang didapat lebih akurat.
3. Menggunakan kamera termal yang berspesifikasi lebih baik lagi agar yang terdeteksi sesuai dengan yang diinginkan dan gunakan spesifikasi kamera termal yang bisa mengambil gambar yang menghasilkan citra termal langsung dengan citra RGB nya, agar hasil citra RGB dan citra termal sesuai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Suharyati, 2017, Produksi Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Provinsi Lampung Tahun 2017, BPS Provinsi Lampung.
- [2] M. Correa, G. Hermosilla, R. Verschae, and J. Ruiz-del-Solar, “*Human Detection and Identification by Robots Using Thermal and Visual Information in Domestic Environments*,” *J. Intell. Robot. Syst.*, vol. 66, no. 1–2, pp. 223–243, Apr. 2012.
- [3] Jaffar, K. Ramachandran, M. R. M. Noor, T. Ab. M. Tengku Maamun, 2016, Penyakit layu bakteri pada pisang di Malaysia: Moko atau penyakit darah pisang (BDB), Buletin Teknologi MARDI, Bil. 9, pp. 31-39.
- [4] F.X. A. Setyawan, Sulistiyanti, Sri Ratna. 2017. *Extraction of Moving Objects on Underwater Video Using Method of Subtraction the Background Modeling Results*. Electrician. Volume 11, No.2.
- [5] M. Arif B., dkk.. 2017. *Thermal Vision pada Manusia dengan Pengaruh Terhadap Warna Pakaian*
- [6] F. Rahayu L., dkk.. 2018. Tdeteksi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Segmentasi Warna RGB-HSV, Seminar Nasional terapan berbasis kearifan lokal (SNT2BKL) ISSN : 978-602-71928-1-2.
- [7] Mustika Mentari, dkk. 2015. Segmentasi Penyakit Pada Citra Daun Tebu Menggunakan Fuzzy C Means – Support Vector Machine Dengan Fitur Warna, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, Vol 13 No. 1, hal 45-52.
- [8] M. Rahmad Suhartono, Sobir, Heri Harti. 2012. Teknologi Sehat Budidaya Pisang. Bogor: Pusat Kajian Hortikultura Tropika, LPPM-IPB.

- [9] B. Tigadi, B. Sharma, 2016, Banana Plant Disease Detection and Grading Using Image Processing, International Journal of Engineering Science and Computing, Vol. 6, Issue 6, pp. 6512-6516.
- [10] M. T. Habazar,. Dkk. 2012, Potensi *Trigona Spp.* Sebagai Agen Penyebar Bakteri *Ralstonia Solanacearum* Phlotipe IV Penyebab Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang, J. HPT Tropika, Vol. 12, No. 1, pp. 92-101.
- [11] N. A. Authi, S. Kadam, S. Satav, P. Bhapkar, S. Dhumal, 2018, Image Processing based Banana Leaf recognition and recommendation using machine learning, IJIRMPS, Vol. 6, Issue 6, pp. 269-271.
- [12] N. Edy, S,. Dkk. 2011, Karakterisasi Dan Deteksi Cepat Bakteri Penyebab Penyakit Darah Pada Pisang, Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, Vol. 17, No.1, pp. 26–30.
- [13] Sulistiyanti, S.R., Setyawan, FX Arinto., Komarudin, Muhamad. 2016. Pengolahan Citra Dasar dan Contoh Penerapannya, Teknosain.
- [14] A. Kadir,. A. Susanto,. 2012. Pengolahan Citra. Yogyakarta