

## Analisis Karakterisasi Penyakit pada Tanaman Pisang Menggunakan Kamera Termal dengan Metode *Thresholding*

Elka Pranita<sup>1</sup>, Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. <sup>2</sup>, Dr. Eng. F.X. ArintoS., S.T., M.T.

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

<sup>1</sup>elkapranita@gmail.com

<sup>2</sup>helmy.fitriawan@eng.unila.ac.id

<sup>3</sup>fx.arinto@eng.unila.ac.id

**Intisari** — 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. 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 Thresholding, Pengukuran Efektifitas.

**Abstract** — 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%.

**Keywords**— Banana Plant Disease, Thermal Image, RGB Image, Multi Thresholding, Effectiveness Measurement.

## I. PENDAHULUAN

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 lain nya. 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 Accuracy. Luaran penelitian ini adalah mengetahui karakteristik warna pada tanaman pisang yang terpapar penyakit

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penyakit pada Tanaman Pisang

#### 1) Penyakit Layu Fusarium (Penyakit Panama)

Gambar 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.



Gbr.1 Gejala Penyakit Layu Fusarium

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 menampilkan gejala yang paling akhir dan seringkali berdiri tegak [10].

## 2) .Penyakit Darah (*Blood Disease Bacterium*).

Gambar 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].



Gbr.2 Gejala Penyakit Darah

## 3) Penyakit Moko

Gambar 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].



Gbr 3 Gejala Penyakit Moko

## B. 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 mengusahakan 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 mengusahakan 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].

### C. 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 24 *bit* untuk 3 lapis citra dengan jumlah bit setiap lapisnya yang memiliki intensitas nilai maksimum 255 atau sama dengan 8 *bit* [14].

### D. 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* resolusi 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.

### E. 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*).

### F. 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.

### G. 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 1.

$$f'(x,y) = \begin{cases} a_1 & \text{if } f(x,y) < T_1 \\ a_2 & T_1 \leq f(x,y) < T_2 \\ a_3 & \text{if } f(x,y) \geq T_2 \end{cases} \quad (1)$$

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.

### H. 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 *truepositive* (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, *precision* (ketelitian) atau perkiraan positif yang dinyatakan dalam Persamaan 3, *F-measure* dinyatakan dalam Persamaan 4 dan Akurasi dinyatakan dalam persamaan 5 sebagai berikut [4].

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (1)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (2)$$

$$F = 2 \frac{recall \times precision}{(recall + precision)} \quad (3)$$

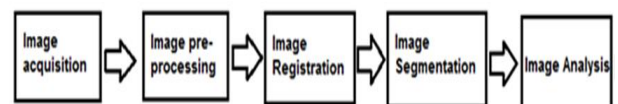
$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (4)$$

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

## III. METODELOGI PENELITIAN

### A. Diagram blok metode pengolahan citra

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 4.



Gbr.4 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 akuisisi 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

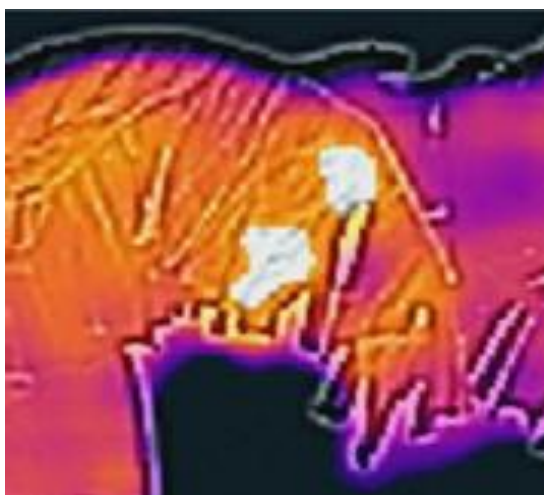
Tahap berikutnya adalah tahap cropping citra, histogram citra, segmentasi citra dan menggunakan metode thresholding untuk mengetahui daerah pada daun yang mengalami perubahan warna untuk setiap citra.

### 3) 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. HASIL DAN PEMBAHASAN

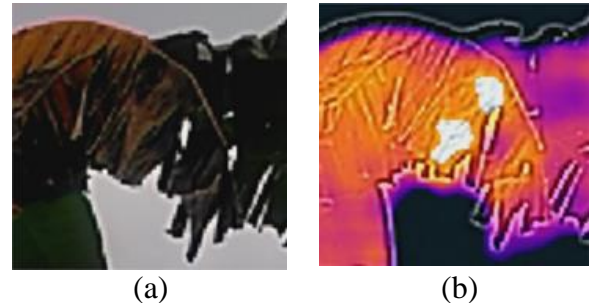
Pengambilan gambar menggunakan kamera termal didapatkan gambar yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gbr.5 Gambar daun pada tanaman pisang yang berpenyakit

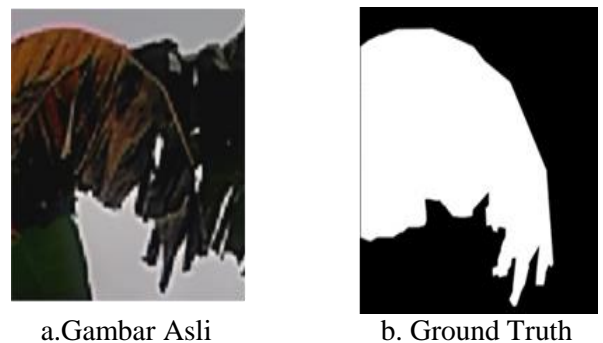
Untuk menentukan apakah bercak daun dapat dideteksi, perlu dilakukan perbandingan dengan menggunakan gambar

yang diambil dengan kamera digital. Gambar diambil pada posisi yang sama, seperti terlihat pada Gambar 6. Untuk mendapatkan posisi yang sama maka perlu dilakukan proses registrasi gambar.



Gbr.6 Hasil kamera digital (6a) dan Hasil kamera termal (6b) di posisi yang sama.

Citra dari kamera digital digunakan sebagai panduan untuk posisi bercak daun dengan mengubahnya menjadi citra ground truth, seperti terlihat pada Gambar 7. Citra ground truth dibuat dengan cara menandai secara manual posisi titik pada citra.



a. Gambar Asli

b. Ground Truth

Gbr.7 Gambar hasil pengolahan citra termal.

Citra yang diperoleh dengan menggunakan kamera termal diolah untuk menghasilkan citra hitam putih dimana warna putih menunjukkan bercak daun dan warna hitam menjadi latar belakang. Pengolahan citra yang digunakan adalah teknik thresholding bertingkat. Hasil pengolahan citra ditunjukkan pada Gambar 8. Citra yang dihasilkan dari pengolahan citra termal dibandingkan dengan citra ground truth untuk mendapatkan nilai *True Positive*, *False Negative*, *False Positive*, dan *True Negative*.



a. GT Manual      b. Segmentation      c. Hasil

Gbr.8 Gambar hasil pengolahan dengan program

Perbandingan gambar ditunjukkan pada Gambar 3.5. Perbandingan ketiga gambar untuk menghasilkan piksel yang meliputi 368811 piksel True Positive, 113385 False Negative, 219321 False Positive, dan 342783 True Negative. Ukuran gambar adalah lebar 590 piksel dengan tinggi 590 piksel.

Efektivitas metode yang ditawarkan dapat diukur dengan menghitung nilai *Recall*, *Precision*, *F-Measure*, dan *Accuracy*. Metode yang ditawarkan dianggap cukup efektif jika nilai *Recall* dan *Precision* lebih besar dari 60%.

$$\begin{aligned} \text{Recall} &= \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN}) \\ &= 368.811 / (368.811 + 113.385) \times 100\% \\ &= 76,48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precision} &= \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP}) \\ &= 368.811 / (368.811 + 219.321) \times 100\% \\ &= 62,70\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-Measure} &= \frac{2 \times (\text{Recall} \times \text{Precision})}{(\text{Recall} + \text{Precision})} \\ &= \frac{2 \times (0,7648 \times 0,6270)}{(0,7648 + 0,6270)} \\ &= 68,91\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{FP} + \text{TN} + \text{FN}) \\ &= 711.594 / 1.044 = 68,16\% \end{aligned}$$

Nilai Rata-Rata Hasil Perhitungan Efektivitas Setelah dihitung nilai efektifitas setiap sampel maka nilai rata-rata hasil perhitungan efektifitas dari 5 sampel daun pisang yang berpenyakit sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Recall} &= \frac{(76,48 + 65,46 + 72,86 + 82,18 + 86,30)}{5} \\ &= 76,65\% \end{aligned}$$

$$\text{Precision} = \frac{(62,70 + 22,07 + 60,43 + 57,46 + 89,28)}{5}$$

$$= 58,38\%$$

$$\begin{aligned} \text{F-Measure} &= \frac{(68,91 + 33,02 + 66,07 + 67,63 + 87,77)}{5} \\ &= 64,68\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{(68,16 + 34,41 + 68,95 + 61,60 + 81,23)}{5} \\ &= 62,87\% \end{aligned}$$

## V. 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 thresholding dalam mendeteksi karakteristik daun yang berpenyakit cukup efektif dengan nilai rata rata diatas 60% Serta di buktikan dengan hasil di luar citra uji.

## REFERENSI

- [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] N. S. 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 Lestari, 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*, *IJIRMP*, 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