

Penerapan Metode Prewitt Dan Sobel Dalam Menganalisa Penyakit Bercak Daun Tanaman Rambutan

Candra Wijaya Gulo¹, Hafizah², Muhammad Akbar Syahbana Pane³

^{1,2}Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

³Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

Email: ^{1*}candra.wijaya.gulo15@gmail.com, ²hafizah22isnartiilyas@gmail.com, ³akbarsyahbana@yahoo.co.id

Email Penulis Korespondensi: candra.wijaya.gulo15@gmail.com

Abstrak

Tanaman rambutan adalah tanaman asli Indonesia yang tumbuh di berbagai wilayah di Indonesia dan bahkan sudah menyebar hingga ke daerah subtropis. Produksi rambutan dalam negeri terus meningkat setiap tahun, namun penyebaran penyakit pada tanaman rambutan seperti penyakit bercak daun dapat mengganggu produksi tanaman. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem berbasis desktop yang dapat menganalisa penyakit bercak daun pada tanaman rambutan menggunakan metode prewitt dan sobel dalam pengolahan citra digital. Metode prewitt dan sobel digunakan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi yang dapat menganalisa penyakit bercak daun pada tanaman rambutan secara sistematis, sehingga hasil akurasi yang didapat sebesar 90%.

Kata Kunci: Rambutan, Bercak Daun, Metode Prewitt, Metode Sobel, Pendeteksian Tepi Citra.

Abstract

The rambutan plant is a native Indonesian plant that grows in various regions in Indonesia and has even spread to the subtropics. Domestic rambutan production continues to increase every year, but the spread of diseases in rambutan plants such as leaf spot disease can interfere with crop production. Therefore, a desktop-based system was created that can analyze leaf spot disease in rambutan plants using prewitt and sobel methods in digital image processing. Prewitt and sobel methods are used to reduce noise before performing edge detection calculations. The result of this study is an application that can analyze leaf spot disease in rambutan plants systematically, so that the accuracy results obtained are 90%.

Keywords: rambutan, leaf spot, prewitt method, sobel method, image edge detection.

1. PENDAHULUAN

Rambutan adalah tanaman asli Indonesia yang terkenal dengan buahnya yang memiliki kulit menyerupai rambut. Selain memiliki rasa yang manis dan tekstur yang lembut, buah rambutan juga memiliki banyak manfaat. Buah ini tumbuh subur di wilayah pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan dan saat ini sudah sampai ke daerah subtropis. Pada tahun 2021, Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan produksi rambutan dalam negeri sebesar 884.702 ton. Jumlah tersebut naik 29,9% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 681.178 ton [1].

Produksi rambutan dalam negeri terus meningkat setiap tahunnya, namun perlu adanya pencegahan penyakit pada tanaman rambutan untuk menjaga kualitas dan produksinya. Penyakit pada tanaman rambutan dapat menyebar ke tanaman rambutan lainnya dan dapat dilihat dari perubahan daunnya [2]. Daun rambutan bervariasi dalam bentuk, warna dan ukuran daun. Struktur tulang daun merupakan salah satu ciri yang dapat membedakan daun dari spesies tumbuhan yang berbeda [3].

Mengatasi penyakit pada tanaman rambutan memerlukan informasi yang tepat dan mudah untuk menganalisa penyakit tanaman rambutan. Salah satu cara untuk menganalisa penyakit pada tanaman rambutan adalah dengan menggunakan *image processing* atau pengolahan citra digital [4]. Pemanfaatan *image processing* dalam melakukan analisa dapat membantu memberikan penanganan secara efektif dan efisien pada tanaman yang sudah terjangkit penyakit.

Untuk menganalisa bentuk daun rambutan, peneliti dapat menggunakan metode *prewitt* dan *sobel*. Metode *prewitt* dan *sobel* dapat menghasilkan kualitas citra deteksi tepi yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya. Keuntungan dari metode *prewitt* dan *sobel* adalah lebih banyak garis tepi yang dihasilkan, karena *noise* dapat dikurangi sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Dengan menggunakan metode *prewitt* dan *sobel*, peneliti dapat menganalisa ciri, tekstur, dan bentuk daun rambutan untuk menganalisa penyakit pada tanaman rambutan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu melalui studi langsung di lapangan dan harus mengikuti aturan yang berlaku untuk menghasilkan data yang valid [5]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kamera handphone beresolusi 48 MP untuk mengambil gambar sampel pada tanaman rambutan. Citra tersebut kemudian diubah menjadi 500 x 500 piksel untuk mempermudah analisis penyakit.

2.2 Penyakit Bercak Daun Pada Tanaman Rambutan

Penyakit bercak daun merupakan salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman rambutan. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada daun, sehingga mengganggu pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penanganan penyakit bercak daun pada tanaman rambutan perlu dilakukan secara tepat waktu untuk menghindari kerusakan yang lebih parah. Gejala serangan bercak daun antara lain bercak pada permukaan daun atau bercak kecil tidak beraturan dengan tepi sedikit lebih tebal dan lebih gelap dari bagian tengah. Bercak daun memiliki beberapa warna antara lain kuning kecoklatan, merah kecoklatan, merah keemasan, dan juga ada yang berwarna putih [6]. Penyakit bercak daun pada rambutan disebabkan oleh ganggang *chephaleuros sp.* Ganggang *chephaleuros sp.* biasanya menyerang pada daun tanaman rambutan sehingga menyebabkan bercak merah keemasan pada daun.

Bercak daun yang disebabkan oleh penyakit ini biasanya tidak beraturan dan lama kelamaan tumbuh besar hingga menutupi sebagian besar permukaan daun. Bibit tanaman rambutan yang terkena bercak daun dapat mengalami kerusakan hingga 66,66% [7]. Apabila daerah tersebut meluas maka pertumbuhan tanaman akan melambat dan penyakit ini akan mengakibatkan seluruh proses fotosintesis pada daun tidak terjadi, sehingga menyebabkan sel-sel berhenti bekerja dan akan membuat tanaman menjadi mati.

2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah pemrosesan dan analisis gambar multi-proses meliputi persepsi visual, yaitu data masukan dan data keluaran berupa citra [8]. Citra yang diambil seringkali berkualitas buruk karena *noise*, kontras warna terlalu tinggi, kurang tajam dan buram, sehingga akan sulit untuk diproses oleh manusia ataupun mesin. Untuk mengatasinya, maka perlu dilakukan pengolahan citra. Pengolahan citra bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan citra aslinya.

2.4 Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan salah satu teknik pengolahan citra yaitu ekstraksi fitur (*Feature Extraction*) yang menghasilkan tepi-tepi objek pada suatu citra. Deteksi tepi suatu citra adalah proses yang menciptakan tepi objek citra untuk menandai detail citra dan memperbaiki detail citra yang buram [9]. Tujuan lain dari deteksi tepi adalah untuk mengidentifikasi area dalam citra digital dengan perubahan intensitas yang besar. Deteksi tepi dalam sistem penglihatan (berbasis komputer) akan menemukan tanda atau kontur permukaan yang disebabkan oleh objek. Saat ini banyak metode yang dapat digunakan untuk deteksi tepi, seperti metode *prewitt*, *roberts*, *sobel*, *canny* dan sebagainya [10].

2.5 Metode Prewitt

Metode *prewitt* merupakan salah satu teknik pengolahan citra untuk mendeteksi tepi citra. Metode *prewitt* menggunakan persamaan yang sama dengan operator *sobel* hanya saja nilai konstanta C yang digunakan adalah 1. Metode *prewitt* tidak menekankan pembobotan piksel yang lebih dekat ke titik pusat kernel. Metode *prewitt* adalah perluasan dari metode *robert* dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode *prewitt* mengambil prinsip dari fungsi *laplacian* yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan *High Pass Filter* (HPF) [11]. Metode *prewitt* menggunakan dua kernel P_x dan P_y untuk mendeteksi tepi vertikal dan horizontal. Metode *prewitt* banyak digunakan dalam berbagai penelitian karena algoritma *prewitt* lebih peka terhadap garis horizontal dan vertikal. Metode *prewitt* menggunakan kernel 3 x 3 menghitung perkiraan nilai dari arah horizontal dan vertikal:

Tabel 1. Kernel Metode *Prewitt*

-1	0	1	dan	-1	-1	-1
-1	0	1		0	0	0
-1	0	1		1	1	1
P_x				P_y		

Berikut adalah perhitungan dari metode *prewitt* [11].

$$P_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \dots\dots\dots(1)$$

$$P_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \dots\dots\dots(2)$$

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan konstanta $c = 1$, maka:

$$P_x = (a_2 + 1a_3 + a_4) - (a_0 + 1a_7 + a_6) \dots\dots\dots(4)$$

$$P_y = (a_0 + 1a_1 + a_2) - (a_6 + 1a_5 + a_4) \dots\dots\dots(5)$$

P_x adalah gradient horizontal dari citra, P_y adalah gradient vertikal dari citra. Kedua kernel digabungkan dengan citra asli untuk menghitung gradient horizontal dan vertikal. Setelah itu, gradient tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai tepi dalam citra asli dengan rumus:

$$G = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana G adalah nilai tepi dalam citra asli. Nilai ini akan digunakan untuk menentukan lokasi tepi dalam citra asli.

2.6 Metode Sobel

Metode Sobel dikembangkan oleh seorang ilmuwan Amerika bernama Irwin Sobel. Metode Sobel adalah salah satu teknik pengolahan citra yang paling banyak digunakan saat ini dan telah membantu banyak aplikasi, seperti pengenalan pola, analisis citra medis, dan lain-lain [12]. Metode *sobel* merupakan pengembangan dari metode *robert* dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode *sobel* menggunakan fungsi *laplacian* dan *gaussian*, yang dikenal sebagai fungsi, untuk membangun HPF. Metode Sobel digunakan untuk melakukan komputasi 2D pada ruang citra. Metode ini biasanya digunakan untuk menemukan gradien dari beberapa piksel gambar input yang sebelumnya di-grayscale. Kelebihan dari metode *sobel* adalah kemampuannya dalam mereduksi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Operator Sobel menggunakan kernel operator gradient 3 x 3:

Tabel 2. Kernel Metode Sobel

-1	0	1	dan	-1	-2	-1
-2	0	2		0	0	0
-1	0	1		1	2	1
S_x				S_y		

Berikut adalah perhitungan dari metode *sobel* [11].

$$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \dots\dots\dots(7)$$

$$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \dots\dots\dots(8)$$

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(9)$$

Dengan konstanta $c = 2$, maka:

$$S_x = (a_2 + 2a_3 + a_4) - (a_0 + 2a_7 + a_6) \dots\dots\dots(10)$$

$$S_y = (a_0 + 2a_1 + a_2) - (a_6 + 2a_5 + a_4) \dots\dots\dots(11)$$

S_x adalah gradient horizontal dari citra, S_y adalah gradient vertikal dari citra. Kedua kernel digabungkan dengan citra asli untuk menghitung gradient horizontal dan vertikal. Setelah itu, gradient tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai tepi dalam citra asli dengan rumus:

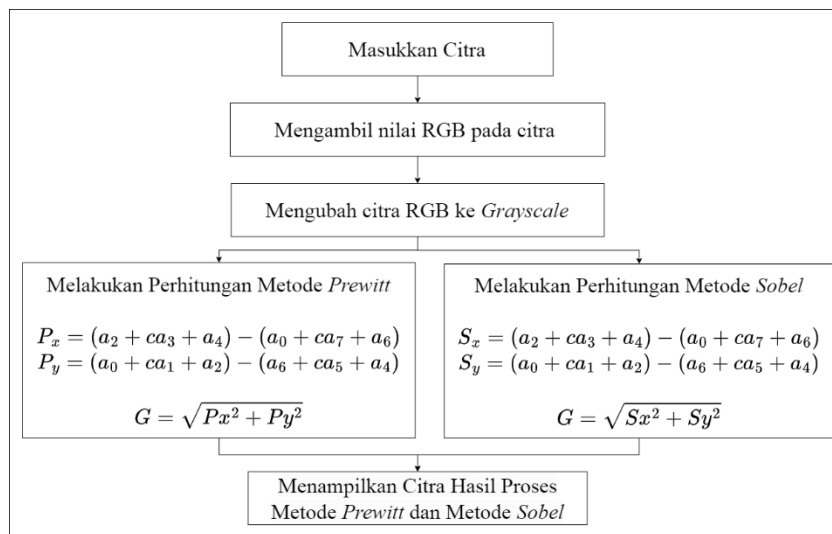
$$G = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana M adalah nilai tepi dalam citra asli. Nilai ini akan digunakan untuk menentukan lokasi tepi dalam citra asli.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode Prewitt Dan Sobel

Pengolahan citra yang digunakan untuk mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan adalah dengan menggunakan metode *prewitt* dan *sobel*. Metode *prewitt* dan *sobel* adalah salah satu metode deteksi tepi dalam pengolahan citra digital. Metode ini menggunakan operator konvolusi yang terdiri dari matriks 3x3 yang digunakan untuk mencari tepi di dalam citra.



Gambar 1. Kerangka Kerja Metode Prewitt dan Sobel

1. Masukkan Citra

Citra yang dimasukkan merupakan sampel dari citra daun rambutan dengan nama file yaitu 'sehat1.png' yang memiliki ukuran 500 x 500 piksel.

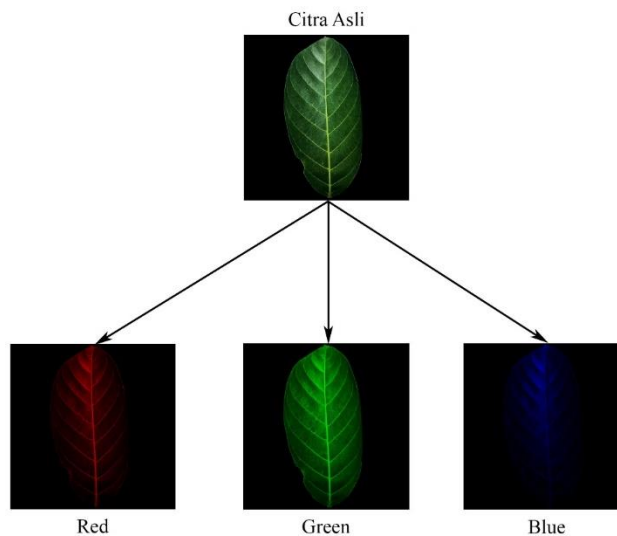
2. Mengubah Citra Asli Ke RGB

Pada tahap ini citra yang diinput diubah ke mode Red, Green, Blue (RGB) dengan kolom, baris (200, 200). Dimana dihasilkan nilai:

R = 33

G = 79

B = 32



Gambar 2. Citra Asli Yang Diubah Ke RGB

3. Mengubah Citra RGB Ke Grayscale

Pada tahap ini citra yang diinput akan di konversi dari RGB ke Grayscale dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Grayscale} &= (0,2989 * R + 0,587 * G + 0,1141 * B) \\
 &= (0,2989 * 33 + 0,587 * 79 + 0,1141 * 32) \\
 &= 9,863 + 46,373 + 3,651 \\
 &= 59,889 \\
 &= 60
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Citra *Grayscale*

4. Melakukan Tahapan Perhitungan Metode *Prewitt*

Berikut ini merupakan tahapan dalam perhitungan perkalian matriks menggunakan metode *prewitt* untuk mengetahui segmentasi sebuah citra dengan matriks 7 x 7.

Tabel 3. Nilai Citra *Grayscale* Dengan Matriks 7 x 7

60	74	55	72	100	86	67
70	50	28	99	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

a. Iterasi pertama pada piksel yang bernilai 50:

$$P_x = (60 * -1) + (70 * -1) + (97 * -1) + (55 * 1) + (28 * 1) + (87 * 1)$$

$$= -57$$

$$P_y = (60 * -1) + (74 * -1) + (55 * -1) + (97 * 1) + (53 * 1) + (87 * 1)$$

$$= 48$$

$$G = \sqrt{-57^2 + 48^2}$$

$$= 75$$

Tabel 4. Hasil Iterasi 1

60	74	55	72	100	86	67
70	75	28	99	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

2. Iterasi kedua pada piksel yang bernilai 28:

$$P_x = (74 * -1) + (50 * -1) + (53 * -1) + (72 * 1) + (99 * 1) + (78 * 1)$$

$$= 72$$

$$P_y = (74 * -1) + (55 * -1) + (72 * -1) + (53 * 1) + (87 * 1) + (78 * 1)$$

$$\begin{aligned}
 &= 17 \\
 G &= \sqrt{72^2 + 17^2} \\
 &= 74
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil Iterasi 2

60	74	55	72	100	86	67
70	75	74	99	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

c. Iterasi ketiga pada piksel yang bernilai 99:

$$\begin{aligned}
 P_x &= (55 * -1) + (28 * -1) + (87 * -1) + (100 * 1) + (68 * 1) + (63 * 1) \\
 &= 61
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_y &= (55 * -1) + (72 * -1) + (100 * -1) + (87 * 1) + (78 * 1) + (63 * 1) \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G &= \sqrt{61^2 + 1^2} \\
 &= 61
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil Iterasi 3

60	74	55	72	100	86	67
70	75	74	61	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

Iterasi berikutnya sama dengan iterasi satu sampai lima. Oleh karena itu, didapatkan hasil nilai iterasi pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Hasil Iterasi Tepi Citra Menggunakan Metode *Prewitt*

60	74	55	72	100	86	67
70	75	74	61	34	4	66
97	133	131	112	44	82	100
62	35	12	48	46	50	76
91	42	101	111	84	79	51
92	46	57	68	51	77	76
70	74	92	78	93	93	58

3.2 Melakukan Tahapan Perhitungan Metode Sobel

Berikut ini merupakan tahapan dalam perhitungan perkalian matriks menggunakan metode *sobel* untuk mengetahui segmentasi sebuah citra dengan matriks 7 x 7 pada tabel 3.

a. Iterasi pertama pada piksel yang bernilai 50:

$$P_x = (60 * -1) + (70 * -2) + (97 * -1) + (55 * 1) + (28 * 2) + (87 * 1)$$

$$= -99$$

$$P_y = (60 * -1) + (74 * -2) + (55 * -1) + (97 * 1) + (53 * 2) + (87 * 1)$$

$$= 27$$

$$G = \sqrt{-99^2 + 27^2}$$

$$= 103$$

Tabel 8. Hasil Iterasi 1

60	74	55	72	100	86	67
70	103	28	99	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

b. Iterasi kedua pada piksel yang bernilai 28:

$$P_x = (74 * -1) + (50 * -2) + (53 * -1) + (72 * 1) + (99 * 2) + (78 * 1)$$

$$= 121$$

$$P_y = (74 * -1) + (55 * -2) + (72 * -1) + (53 * 1) + (87 * 2) + (78 * 1)$$

$$= 49$$

$$G = \sqrt{121^2 + 49^2}$$

$$= 131$$

Tabel 9. Hasil Iterasi 2

60	74	55	72	100	86	67
70	103	131	99	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

c. Iterasi ketiga pada piksel yang bernilai 99:

$$P_x = (55 * -1) + (28 * -2) + (87 * -1) + (100 * 1) + (68 * 2) + (63 * 1)$$

$$= 101$$

$$P_y = (55 * -1) + (72 * -2) + (100 * -1) + (87 * 1) + (78 * 2) + (63 * 1)$$

$$= 7$$

$$G = \sqrt{101^2 + 7^2}$$

$$= 101$$

Tabel 10. Hasil Iterasi 3

60	74	55	72	100	86	67
70	103	131	101	68	64	66
97	53	87	78	63	86	100
62	78	139	72	92	110	76
91	97	58	66	85	65	51
92	88	58	63	71	66	76
70	74	92	78	93	93	58

Iterasi berikutnya sama dengan iterasi satu sampai lima. Oleh karena itu, didapatkan hasil nilai iterasi pada tabel berikut ini:

Tabel 11. Hasil Iterasi Tepi Citra Menggunakan Metode Sobel

60	74	55	72	100	86	67
70	103	131	101	83	4	66
97	160	242	98	70	138	100
62	123	32	96	84	75	76
91	39	186	122	103	135	51
92	86	96	85	59	92	76
70	74	92	78	93	93	58

3.3 Implementasi Sistem

1. Menu Utama

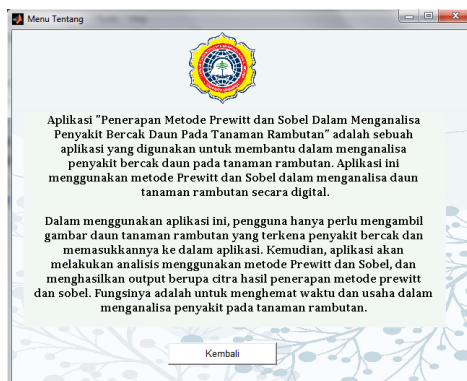
Menu utama adalah halaman awal ketika pengguna membuka aplikasi pertama kali untuk melakukan pengolahan data pada sistem mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan. Berikut merupakan tampilan dari menu utama :



Gambar 4. Tampilan Menu Utama

2. Menu Tentang

Menu tentang merupakan menu yang menampilkan deskripsi singkat aplikasi yang berisi informasi terkait tujuan dan manfaat dari aplikasi mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan. Berikut merupakan tampilan dari menu tentang:



Gambar 5. Tampilan Menu Tentang

3. Menu Mengidentifikasi

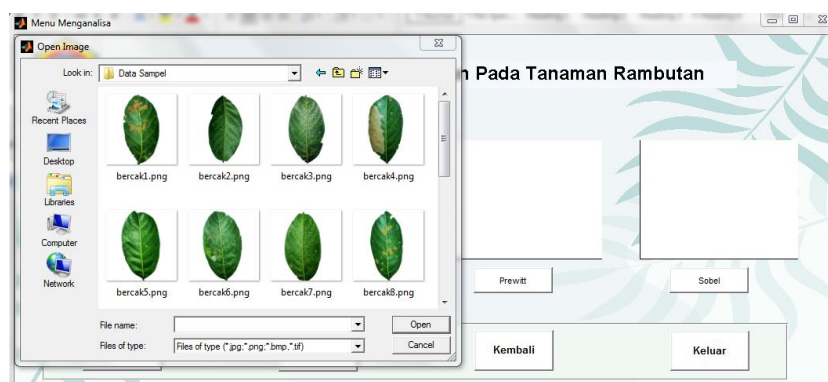
Menu mengidentifikasi merupakan menu yang digunakan untuk proses mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan dengan memproses citra awal sampai citra hasil dengan menerapkan metode *prewitt* dan *sobel*. Berikut merupakan tampilan dari menu mengidentifikasi:



Gambar 6. Tampilan Menu Mengidentifikasi

4. Tampilan Masukkan Citra

Dalam aplikasi penerapan metode *prewitt* dan *sobel* dalam mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan, pengguna dapat memasukkan citra yang ingin diproses dengan menggunakan tombol masukkan citra pada menu mengidentifikasi. Berikut tampilan tombol masukkan citra:



Gambar 7. Tampilan Masukkan Citra

5. Tampilan *Grayscale*

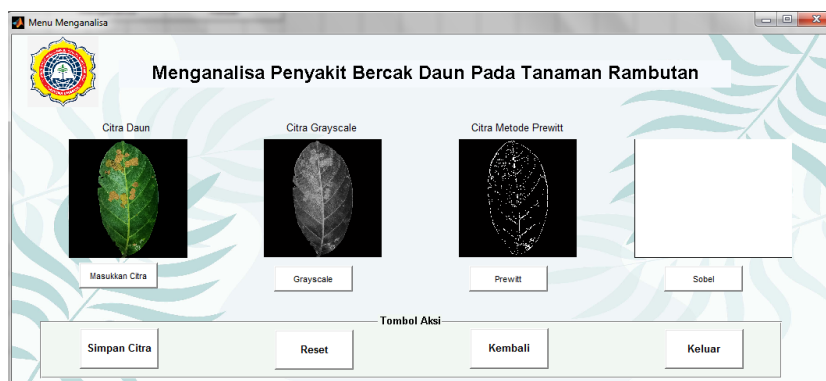
Setelah menampilkan citra yang sampel yang akan diuji, selanjutnya pengguna dapat menekan tombol *grayscale* yang berfungsi untuk mengubah citra asli ke *grayscale*. Berikut merupakan hasil tampilan setelah tombol *grayscale* ditekan:



Gambar 8. Tampilan Citra *Grayscale*

6. Tampilan Penerapan Metode *Prewitt*

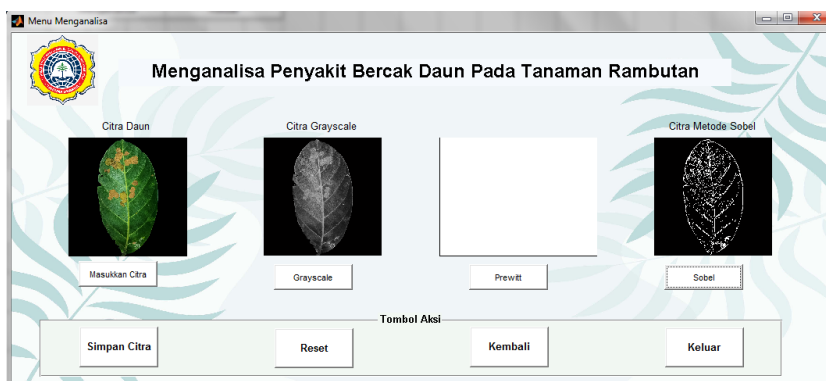
Setelah selesai mengubah citra yang diuji ke *grayscale*, pengguna dapat menekan tombol *prewitt* untuk mengidentifikasi penyakit bercak daun pada citra yang diuji. Berikut hasil tampilan yang akan muncul ketika tombol *prewitt* ditekan:



Gambar 9. Tampilan Penerapan Metode *Prewitt*

7. Tampilan Penerapan Metode *Sobel*

Setelah selesai mengubah citra yang diuji ke *grayscale*, pengguna dapat menekan tombol *sobel* untuk mengidentifikasi penyakit bercak daun pada citra yang diuji. Berikut hasil tampilan yang akan muncul ketika tombol *sobel* ditekan:



Gambar 10. Tampilan Penerapan Metode *Sobel*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tentang penerapan metode *prewitt* dan *sobel* dalam mengidentifikasi penyakit bercak daun pada tanaman rambutan yang telah dikemukakan maka dapat disimpulkan untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan agar fokus dikembangkan pada citra daun yang memiliki pola yang lebih sederhana. Selain itu, untuk pengembangan aplikasi selanjutnya, disarankan untuk menggunakan platform aplikasi yang berbeda, seperti *Web Programming* atau *Mobile Programming*, sehingga dapat membandingkan kelebihan dan kekurangan dari setiap aplikasi yang digunakan. Pada penelitian berikutnya, disarankan untuk menggunakan metode yang berbeda dalam mengidentifikasi penyakit bercak daun sehingga dapat membandingkan kelebihan dan kekurangan dari metode *prewitt* dan *sobel*. Selain itu, peneliti selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan nilai akurasi dalam mengidentifikasi penyakit bercak daun dengan mempertimbangkan penggunaan metode pengolahan citra lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Ibu Hafizah dan Bapak Muhammad Akbar Syahbana Pane atas arahan dan bimbingannya selama proses pengerjaan penelitian ini yang telah banyak membantu baik dari segi informasi ataupun dukungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dur and D. Lubis, "Pemanfaatan Biji Rambutan sebagai Emping Panganan Ringan Antidiabet," *J. Abdi Mas Adzka*, vol. 1, no. 2, p. 81, 2021, doi: 10.30829/adzka.v1i2.8840.
- [2] M. Y. Tanjung, E. N. Kristalisasi, and B. Yuniasih, "Keanekaragaman Hama dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum*) Pada Daerah Pesisir dan Daratan Rendah," *J. Agromast*, vol. 3, no. 1, pp. 58–66, 2018, [Online]. Available: <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- [3] B. Sitohang and A. Sinar, "Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 314–322, 2020, doi: 10.32672/jnkti.v3i3.2511.
- [4] S. Ratna, "Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phytton Dan Text Editor Phycharm," *Technol. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, p. 181, 2020, doi: 10.31602/tji.v11i3.3294.
- [5] A. Rahman *et al.*, *Metode Penelitian Ilmu Sosial*. 2022.
- [6] Y. Bambang, F. Diba, and M. S. Anwari, "Identifikasi Serangga Dan Penyakit Di Areal Persemaian Pt. Sari Bumi Kusuma Di Kecamatan Bukit Raya Kabupaten Katingankalimantan Tengah," *J. Hutan Lestari*, vol. 7, no. 3, pp. 1478–1485, 2019, doi: 10.26418/jhl.v7i3.37624.
- [7] V. Yustika, Indriyanto, and C. Asmarahman, "Identifikasi Dan Pengendalian Hama Dan Penyakit Di Pesemaian Pt Natarang Mining Kabupaten Tanggamus," *J. Rimba Lestari*, vol. 1, no. 2, pp. 78–87, 2022, doi: 10.29303/rimbalestari.v1i2.16.
- [8] N. Z. Munantri, H. Sofyan, and M. Y. Florestiyanto, "Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon," *Telematika*, vol. 16, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.31315/telematika.v16i2.3183.
- [9] B. Sinaga, J. Manurung, M. H. Silalahi, and S. Ramen, "Deteksi Tepi Citra Dengan Metode Laplacian of Gaussian Dan Metode Canny," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 1066–1084, 2021.
- [10] W. Supriyatin, "Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, pp. 112–120, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120.
- [11] H. Pangaribuan, "Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra."
- [12] A. H. Hasibuan, T. Zebua, and R. K. Hondro, "Penerapan Metode Sobel Edge Detection dan Image Processing Untuk Mengetahui Diameter Apel Fuji Menggunakan Aplikasi Matlab," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 7, no. 3, p. 450, 2020, doi: 10.30865/jurikom.v7i3.2261.