

# SENASTIKA Universitas Malikussaleh

---

## SISTEM DETEKSI PENYAKIT PADA DAUN MANGGA MENGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI SOBEL DAN CANNY

Muharrir Rajuddin<sup>1</sup>, Septia Mulya Ulfa<sup>2</sup>, Irvana Yevo Harahap<sup>3</sup>, Syahrul Lil Moulana<sup>4</sup>, Munirul Ula<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh

Email: [1muharrir.210170060@mhs.unimal.ac.id](mailto:1muharrir.210170060@mhs.unimal.ac.id), [2septia.210170118@mhs.unimal.ac.id](mailto:2septia.210170118@mhs.unimal.ac.id),  
[3irvana.210170106@mhs.unimal.ac.id](mailto:3irvana.210170106@mhs.unimal.ac.id), [4syahrul.210170073@mhs.unimal.ac.id](mailto:4syahrul.210170073@mhs.unimal.ac.id), [5munirulula@unimal.ac.id](mailto:5munirulula@unimal.ac.id)

### Abstrak

Penyakit daun mangga merupakan salah satu masalah pertanian yang signifikan yang dapat mempengaruhi produktivitas dan kualitas buah mangga. Oleh karena itu untuk mengurangi kerugian ekonomi dan meningkatkan efisiensi pertanian, sangat penting untuk mendeteksi penyakit daun mangga dengan cepat dan tepat. Dalam penelitian ini dikembangkan sistem untuk mengidentifikasi penyakit pada daun mangga yang berbasis analisis citra digital dengan teknik deteksi tepi sobel. Sistem ini terdiri dari beberapa tahap yaitu: akuisisi gambar, menentukan *Region of Interest (ROI)*, mengubah gambar ke *grayscale*, menggunakan operator sobel untuk mendeteksi tepi, dan melakukan analisis histogram. Gambar daun mangga diambil dari dataset yang telah disiapkan untuk mendapatkan gambar. Selanjutnya, *ROI* secara otomatis ditentukan dari area tengah gambar untuk memfokuskan analisis pada bagian daun yang lebih representatif. Kemudian gambar *ROI* secara otomatis diubah menjadi *grayscale* untuk mempermudah analisis selanjutnya. Metode sobel digunakan pada gambar *grayscale* untuk menemukan tepi yang signifikan yang menunjukkan gejala penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat dengan cepat menemukan dan menganalisis penyakit pada daun mangga dan memberikan informasi visual yang jelas dan terstruktur. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memantau kesehatan tanaman mangga secara efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** *Deteksi Penyakit Daun Mangga, Deteksi Tepi Sobel, Deteksi tepi Canny, Region of Interest, Grayscale*

### Abstract

Mango leaf disease is one of the significant agricultural problems that can affect the productivity and quality of mango fruit. Therefore, to reduce economic losses and improve agricultural efficiency, it is very important to detect mango leaf diseases quickly and accurately. In this study, a system was developed to identify mango leaf diseases based on digital image analysis with the Sobel edge detection technique. This system consists of several stages, namely: image acquisition, determining the Region of Interest (ROI), converting the image to grayscale, using the Sobel operator to detect edges, and performing histogram analysis. Mango leaf images are taken from the prepared dataset to obtain images. Furthermore, the ROI is automatically determined from the center area of the image to focus the analysis on a more representative part of the leaf. Then the ROI image is automatically converted to grayscale to facilitate further analysis. The Sobel method is used on grayscale images to find significant edges that indicate disease symptoms. The results show that this system can quickly find and analyze mango leaf diseases and provide clear and structured visual information. The results show that this system can be used as a tool to maintain the health of mango plants effectively and efficiently.

**Keywords:** *Mango Leaf Disease Detection, Sobel Edge Detection, Canny Edge Detection, Region of Interest, Grayscale*

---

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu tantangan utama dalam pertanian adalah penyakit pada tanaman mangga, yang dapat memengaruhi hasil panen dan kualitas buah. Penyakit seperti antraknosa, embun tepung, dan bercak daun pada daun mangga dapat mengurangi fotosintesis, menyebabkan kerontokan daun, dan pada akhirnya mengurangi produktivitas tanaman. Untuk mengurangi kerugian ekonomi dan menjaga kesehatan tanaman, deteksi dan penanganan penyakit daun mangga yang tepat sangat penting. Penyakit tanaman biasanya dideteksi secara manual oleh petani atau agronomis yang berpengalaman. Metode ini memerlukan banyak tenaga, waktu, dan pengetahuan khusus, dan seringkali tidak efisien di lahan yang luas. Selain itu, deteksi manual rentan terhadap kesalahan karena bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman individu. Oleh karena itu, membangun sistem otomatis yang dapat mengidentifikasi penyakit daun mangga menjadi sangat penting[1].

Penelitian ini menggunakan metode deteksi tepi *Sobel* dan *Canny* untuk mengidentifikasi penyakit pada daun mangga melalui analisis citra digital. Deteksi tepi *Sobel* dan *Canny* diterapkan setelah citra daun diolah melalui beberapa tahap, termasuk akuisisi gambar, penentuan *Region of Interest* (ROI), dan konversi ke *grayscale*.

Deteksi tepi merupakan bagian dari ilmu Pengolahan citra (*Digital Image*) yang melakukan proses pengalihan informasi tepi dari sebuah citra (*image*) yang dianggap sebagai batas antara dua daerah yang berbeda. Ada beberapa metode deteksi tepi yang umum sering digunakan untuk pendeteksian tepi yaitu *prewitt*, *roberts*, *sobel*, *canny* dan sebagainya. Deteksi tepi suatu citra adalah proses yang menciptakan tepi objek citra untuk menandai detail citra dan memperbaiki detail citra yang buram. Tujuan lain dari deteksi tepi adalah untuk mengidentifikasi area dalam citra digital dengan perubahan intensitas yang besar [2],[3].

Metode *Sobel* digunakan sebagai pendekatan dasar karena kesederhanaannya dalam mendeteksi perubahan intensitas yang signifikan di sepanjang tepi gambar. Metode ini menghasilkan deteksi tepi yang cepat dengan efisiensi komputasi yang baik, meskipun kadang kurang sensitif terhadap tepi halus atau area dengan noise tinggi. Adapun proses metode *sobel* ialah citra yang diinputkan akan dikonversi ke citra *grayscale*, kemudian dengan *edge detection sobel* untuk mendapatkan garis tepi. Hasil *grayscale* berupa citra warna keabu-abuan, sedangkan *edge detection* berupa citra hitam dan putih [4],[5].

Di sisi lain, metode *Canny* diterapkan untuk memberikan hasil deteksi tepi yang lebih akurat dan bersih. *Canny* lebih kompleks dibandingkan *Sobel* karena melalui beberapa tahap, termasuk penghalusan gambar menggunakan *Gaussian*, perhitungan gradien, dan penerapan ambang batas ganda. Hasil dari metode *Canny* menunjukkan tepi yang lebih halus dan jelas, serta mampu mengatasi noise lebih baik dibandingkan *Sobel*. Ini sangat membantu dalam mengidentifikasi detail halus seperti bercak pada daun yang terinfeksi penyakit *Anthraco*se dan lapisan putih pada daun yang terkena *Powdery Mildew*. Metode *Canny* merupakan deteksi tepi yang optimal. Permasalahan pada segmentasi citra digital adalah mengetahui nilai pada setiap pikselnya pada citra asli dan harus dirubah ke citra *grayscale* untuk mendapatkan hasil deteksi tepi suatu objek[6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi penyakit pada daun mangga yang menggunakan metode analisis citra digital dan deteksi tepi *Sobel*. Sistem ini terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu mendapatkan gambar, menentukan *Area of Interest* (ROI), mengubah gambar ke *grayscale*, mendeteksi tepi *Sobel*, dan melakukan analisis histogram. Setiap tahap sistem ini dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendeteksi penyakit pada daun mangga.

Dalam penelitian ini, metode *Canny* terbukti lebih efektif dalam mendeteksi tepi yang rumit dan noise, sementara *Sobel* lebih sederhana dan cocok untuk analisis yang membutuhkan kecepatan. Kombinasi kedua metode ini membantu memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang kondisi kesehatan daun mangga.

Secara keseluruhan, sistem deteksi penyakit yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memberikan hasil yang signifikan dalam mengidentifikasi gejala penyakit pada daun mangga, yang dapat membantu petani dalam memantau kesehatan tanaman dengan lebih efisien dan akurat. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen mangga serta mengurangi kerugian ekonomi yang disebabkan oleh penyakit tanaman.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis citra digital untuk mendeteksi penyakit pada daun mangga. Rincian tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini:

### 1. Akuisisi Gambar

Gambar daun mangga diperoleh dari dataset yang sudah tersedia. Dataset tersebut dapat berasal dari sumber online atau diambil secara langsung. Setiap gambar harus memiliki pencahayaan dan resolusi yang baik untuk memastikan kualitas gambar yang optimal dalam proses analisis. Fungsi *cv2.imread* dari pustaka *OpenCV* digunakan untuk memuat gambar ke dalam program.

### 2. Penentuan *Region of Interest* (ROI)

Setelah gambar diambil, langkah selanjutnya adalah menentukan *Region of Interest* (ROI). ROI ini dipilih secara otomatis dari bagian tengah gambar, karena bagian tengah daun sering kali mengandung informasi gejala penyakit yang lebih representatif. Pengambilan ROI dilakukan dengan membagi tinggi dan lebar gambar menjadi tiga bagian, kemudian bagian tengah gambar dipilih sebagai ROI.

### 3. Konversi ke *Grayscale*

Gambar yang telah diambil ROI-nya kemudian dikonversi menjadi *grayscale* menggunakan fungsi *cv2.cvtColor*() dengan parameter *cv2.COLOR\_BGR2GRAY*. *Grayscale* memudahkan proses analisis gambar, khususnya dalam pendeteksian tepi, karena hanya ada satu kanal intensitas yang dianalisis.

### 4. Deteksi Tepi

Penelitian ini menggunakan dua metode deteksi tepi, yaitu:

- a. *Deteksi Tepi Sobel*: Setelah konversi *grayscale*, operator *Sobel* digunakan untuk mendeteksi tepi pada gambar. *Sobel* menghitung perubahan intensitas pada arah horizontal dan vertikal. Kombinasi kedua gradien ini menghasilkan gambar tepi *Sobel*. Fungsi *cv2.Sobel*() digunakan untuk melakukan operasi ini.

- b. Deteksi Tepi Canny: Selain *Sobel*, metode *Canny* juga diterapkan. Metode ini lebih kompleks karena melalui beberapa tahap, seperti Gaussian smoothing untuk mengurangi *noise*, perhitungan gradien, dan penerapan dua ambang batas (*low* dan *high*) untuk membedakan tepi kuat dan lemah. Fungsi `cv2.Canny()` digunakan untuk mendeteksi tepi menggunakan metode ini.
5. Visualisasi Gambar  
Visualisasi dilakukan untuk menampilkan hasil setiap tahap pemrosesan gambar. Gambar asli, ROI, gambar grayscale, serta hasil deteksi tepi *Sobel* dan *Canny* divisualisasikan menggunakan pustaka *Matplotlib*. Visualisasi ini membantu dalam memahami bagaimana setiap tahap pemrosesan gambar bekerja dan hasil yang dihasilkan.
6. Analisis dan Evaluasi  
Setelah seluruh proses pemrosesan citra selesai, hasil dari deteksi tepi *Sobel* dan *Canny* dianalisis. Setiap gambar yang telah diproses dibandingkan antara kondisi daun sehat dan yang terkena penyakit seperti Anthracnose atau Powdery Mildew. Hasil deteksi tepi membantu menyoroti pola gejala penyakit yang muncul pada daun, seperti bercak hitam atau lapisan putih.

Penelitian ini menggunakan gabungan antara dua metode deteksi tepi untuk memberikan analisis yang lebih komprehensif dan akurat terkait kondisi kesehatan daun mangga.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, metode deteksi tepi Sobel dan Canny berhasil digunakan untuk menganalisis gejala penyakit pada daun mangga, terutama penyakit Anthracnose dan Powdery Mildew. Beberapa proses dilakukan untuk memproses gambar daun dari dataset, termasuk konversi gambar ke grayscale, penerapan metode Sobel dan Canny untuk deteksi tepi, dan terakhir, dan visualisasi histogram.

#### 3.1 Gambar Asli

Pada langkah pertama, gambar asli dari dataset diambil untuk dianalisis. Gambar ini adalah gambar asli daun tanpa pemrosesan; kita dapat memahami karakteristik dasar seperti bentuk, warna, tekstur, dan pola yang berhubungan dengan kesehatan daun dengan melihat gambar asli.



Gambar 1. Gambar Asli Daun Healthy



Gambar 2. Gambar Asli Daun Anthracnose

#### 3.2 Region Of Interest (ROI)

Setelah gambar asli dimuat, langkah berikutnya adalah menentukan Area of Interest (ROI). ROI adalah area penting dari gambar yang dipilih untuk diproses lebih lanjut. Untuk tujuan ini, bagian tengah daun dipilih karena bagian ini biasanya mengandung fitur penting seperti urat daun dan gejala penyakit yang dapat diperiksa dengan lebih baik. ROI membantu mengidentifikasi gangguan dari latar belakang atau elemen gambar yang tidak penting.



Gambar 3. ROI Daun Healthy



Gambar 4. ROI Daun Anthracnose

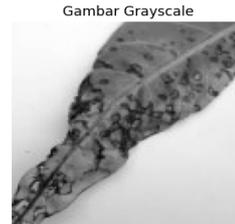
ROI dipilih secara manual dari gambar asli, dengan fokus pada bagian tengah daun, yang biasanya mengandung informasi penting seperti pola urat dan kondisi kesehatan daun. Memilih ROI memungkinkan kita untuk memfokuskan analisis pada area yang relevan.

### 3.2 Gambar Grayscale

Pada tahap ini, gambar ROI diubah menjadi gambar berwarna. Karena banyak algoritma deteksi tepi bekerja lebih baik pada gambar grayscale, mengubah gambar menjadi grayscale berarti menghilangkan informasi warna dan hanya mempertahankan variasi intensitas cahaya. Ini adalah langkah penting dalam banyak algoritma pengolahan citra.



Gambar 5. Grayscale Daun Healthy



Gambar 5. Grayscale Daun Anthracnose

Dengan mengubah gambar menjadi grayscale, informasi visual menjadi skala abu-abu yang mencerminkan variasi intensitas cahaya di setiap titik pada gambar. Gambar grayscale ini membuat deteksi perubahan intensitas lebih mudah, yang akan digunakan oleh algoritma deteksi tepi di langkah berikutnya. Karena banyak fitur visual menjadi lebih mudah dikenali dalam skala abu-abu, ini adalah langkah yang penting.

### 3.3 Deteksi Tepi dengan Sobel

Selanjutnya, algoritma deteksi tepi Sobel digunakan pada gambar grayscale. Sobel adalah operator berbasis gradien yang dapat mendeteksi perubahan intensitas cahaya dalam dua arah. Sumbu-x dan sumbu-y diwakili sebagai sumbu horisontal dan vertikal. Hasilnya adalah gambar yang menampilkan tepi objek di dalamnya dalam hal ini, tepi daun yang diolah. Sobel lebih baik mendeteksi tepi halus.



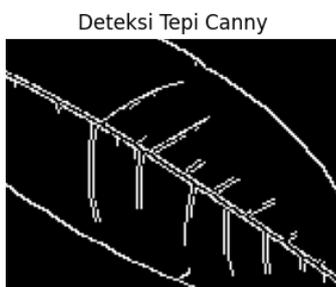
Gambar 6. Deteksi Tepi Sobel Daun Healthy



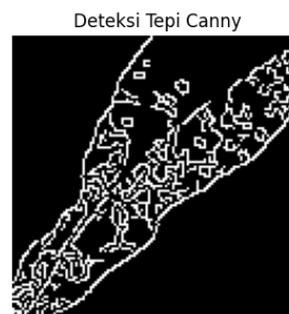
Gambar 7. Deteksi tepi Sobel Daun Anthracnose

Gambar hasil deteksi tepi Sobel menunjukkan urat daun dan tepi daun. Sobel membuat peta tepi yang halus dan menunjukkan perubahan halus pada tepi objek dengan menghitung perbedaan intensitas antara piksel yang berdekatan. Struktur halus dari urat-urat daun yang sebelumnya tidak terlihat pada gambar asli atau grayscale dapat dilihat di sini.

3.4  
adalah  
Canny.



**Deteksi Tepi dengan**  
Proses terakhir dalam menggunakan Algoritma Canny daripada Sobel dan mendeteksi tepi yang



**Canny**  
analisis ini deteksi tepi lebih canggih dapat signifikan

dengan lebih presisi dan tajam dengan menggunakan dua ambang batas, yaitu ambang batas rendah dan tinggi. Metode ini akan membuat tepi gambar yang penting lebih jelas dan tajam.

Gambar 8. Deteksi Tepi Canny Daun Healthy

Gambar 9. Deteksi tepi Canny Daun Anthracnose

#### 4. DISKUSI

Pada penelitian ini, metode Sobel dan Canny telah digunakan untuk mendeteksi penyakit pada daun mangga. Dari hasil yang diperoleh, Sobel terbukti efektif dalam mendeteksi perubahan intensitas yang signifikan, terutama pada tepi besar dan urat daun yang lebih jelas. Namun, Sobel memiliki kelemahan dalam menangani noise dan kurang sensitif terhadap detail halus, seperti bercak kecil yang muncul pada daun yang terinfeksi penyakit Anthracnose.

Di sisi lain, metode Canny menunjukkan performa yang lebih unggul dalam mendeteksi tepi halus dan kompleks. Canny mampu mengatasi noise pada gambar dan memberikan hasil deteksi tepi yang lebih jelas dan tajam. Hal ini sangat berguna dalam mengidentifikasi gejala penyakit yang lebih sulit dideteksi dengan metode Sobel, seperti bercak hitam kecil atau lapisan putih tipis pada daun yang terinfeksi penyakit Powdery Mildew.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode Sobel dan Canny dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dibandingkan metode deteksi tepi lainnya, seperti Prewitt atau Roberts. Sobel lebih cepat dan efisien dalam mendeteksi tepi kasar, sementara Canny unggul dalam ketajaman dan kemampuan menangani noise. Dalam studi terdahulu, Prewitt dan Roberts sering digunakan untuk mendeteksi tepi, namun hasil deteksi tepi yang mereka hasilkan tidak sehalus dan seakurat Canny, terutama ketika gambar yang dianalisis mengandung banyak noise atau detail halus.

##### 4.1. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan:

- **Dataset Terbatas:** Ukuran dataset yang digunakan terbatas dan mungkin belum sepenuhnya representatif untuk semua kondisi daun mangga yang terinfeksi penyakit.
- **Kondisi Pencahayaan:** Kualitas gambar yang digunakan dalam penelitian ini sangat dipengaruhi oleh pencahayaan saat pengambilan gambar. Kondisi pencahayaan yang kurang baik dapat mempengaruhi hasil deteksi tepi.
- **Resolusi Gambar:** Resolusi gambar yang rendah dapat menyebabkan hilangnya detail penting pada gambar, sehingga dapat mempengaruhi akurasi deteksi penyakit.

#### 5. KESIMPULAN

##### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode Sobel dan Canny berhasil digunakan untuk mendeteksi penyakit pada daun mangga dengan tingkat akurasi yang baik. Sobel lebih cocok digunakan untuk mendeteksi tepi kasar dan urat daun yang jelas, sedangkan Canny lebih efektif dalam mendeteksi tepi halus dan mengatasi noise pada gambar.
2. Penggunaan kedua metode ini secara bersamaan memberikan hasil yang lebih komprehensif dalam mendeteksi gejala penyakit daun mangga seperti Anthracnose dan Powdery Mildew.
3. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat membantu petani dalam memantau kesehatan tanaman mangga dengan lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian ekonomi akibat penyakit tanaman.

## 5.2 Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pengembangan Dataset: Penelitian di masa depan sebaiknya menggunakan dataset yang lebih besar dan beragam untuk meningkatkan keakuratan hasil.
2. Penggunaan Teknik Lain: Penggabungan metode deteksi tepi dengan teknik seperti Machine Learning atau Deep Learning dapat dieksplorasi lebih lanjut untuk mendeteksi penyakit daun secara otomatis dengan akurasi yang lebih tinggi.
3. Uji Lapangan: Uji coba langsung di lapangan dengan kondisi pencahayaan dan cuaca yang berbeda-beda perlu dilakukan untuk memastikan sistem ini dapat bekerja dengan baik dalam kondisi nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Liantoni, "Deteksi Tepi Citra Daun Mangga Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. III*, vol. 3, pp. 411–418, 2015.
- [2] C. W. Gulo, H. Hafizah, and M. A. S. Pane, "Penerapan Metode Prewitt Dan Sobel Dalam Menganalisa Penyakit Bercak Daun Tanaman Rambutan," *J. Sist. Inf. Triguna Dharma (JURSI TGD)*, vol. 2, no. 3, p. 383, 2023, doi: 10.53513/jursi.v2i3.7886.
- [3] A. S. R. M. Sinaga, "Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka," *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 13, no. 1, p. 12, 2021, doi: 10.22303/csr.13.1.2021.13-23.
- [4] 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.
- [5] P. Teguh, K. Putra, N. Kadek, and A. Wirdiani, "Pengolahan Citra Digital Deteksi Tepi Untuk Membandingkan Metode Sobel, Robert dan Canny," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, pp. 253–261, 2014.
- [6] A. Zalukhu, "Implementasi Metode Canny Dan Sobel Untuk Mendeteksi Tepi Citra," *J. Ris. Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 25–29, 2016.
- [7] Resdiana Hutagalung, "Mendeteksi Tepi Citra Penyakit Hemokromatosis Dengan Menggunakan Metode Log (Laplacian Of Gaussian)," *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–58, 2020, doi: 10.53842/juki.v2i1.28.
- [8] H. Pangaribuan, "Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra," *Inf. Syst. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–38, 2019.
- [9] M. A. Restuning Pamuji and D. Putra Pamungkas, "Segmentasi Citra Daun Bawang Merah Menggunakan Metode Thresholding Otsu," *Nusant. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 169–174, 2023, doi: 10.29407/noe.v6i2.20553.
- [10] P. Studi, T. Informatika, and S. Riau, "Torkis Nasution".
- [11] M. N. Cholis, "Aplikasi Deteksi Tepi Sobel Untuk Identifikasi Tepi Citra Medis," *Eur. J. Biochem.*, vol. 4, no. 2, pp. 278–278, 2014.
- [12] L. Maximillian, Y. F. Riti, M. A. Agung, and Y. J. Palis, "Perbandingan Algoritma Sobel dan Canny untuk Deteksi Tepi Citra Daun Lidah Buaya," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 69–79, 2023, doi: 10.34010/komputa.v12i2.10997.
- [13] B. Sitohang and A. Sindar, "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.
- [14] 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.
- [15] E. Wijaya, "Analisis Intensitas Metode Pendeteksian Tepi Sobel," *Anal. Intensitas Metod. Pendeteksian Tepi Sobel*, vol. 1, no. 1, pp. 25–27, 2012.