

Restorasi Citra pada Citra Buah menggunakan Teknik *Filtering*

Zaima Firoos Likan
Department of Computer Science
IPB University
Bogor, Indonesia
firooslikan@gmail.com

Sulthan Farras Razin
Department of Computer Science
IPB University
Bogor, Indonesia
sulthanrazin@apps.ipb.ac.id

Muh Farid FB
Department of Computer Science
IPB University
Bogor, Indonesia
muhfaridfb23@gmail.com

Aleeka Kiana S
Department of Computer Science
IPB University
Bogor, Indonesia
aleeka31kiana@apps.ipb.ac.id

Abstract

Restorasi citra merupakan proses penting dalam pengolahan citra digital untuk memulihkan kualitas visual citra yang terdegradasi akibat berbagai jenis noise, seperti Gaussian, salt-and-pepper, Rayleigh, dan Erlang. Penelitian ini menerapkan beberapa teknik filtering klasik, seperti geometric mean, harmonic mean, contraharmonic mean, median, dan Wiener filter pada citra buah beresolusi tinggi dari dataset DeepFruits. Noise sintesis ditambahkan untuk mensimulasikan kondisi degradasi nyata. Seluruh proses implementasi dilakukan di Google Colaboratory menggunakan Python dan pustaka pendukung seperti OpenCV dan NumPy. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dengan metrik PSNR dan SSIM, serta secara kualitatif melalui perbandingan visual. Hasil menunjukkan nilai rata-rata PSNR sebesar 29,57 dB dan SSIM sebesar 0,7033 yang menandakan kualitas restorasi cukup baik, meskipun terdapat beberapa perubahan struktural pada citra. Temuan ini menunjukkan bahwa teknik filtering mampu mereduksi noise secara signifikan sambil mempertahankan struktur penting citra, meskipun masih diperlukan peningkatan untuk memperoleh hasil yang lebih mendekati citra asli secara visual.

Keywords: Restorasi Citra, Reduksi, Noise, Teknik Filtering

I. LATAR BELAKANG

Citra digital yang digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti klasifikasi objek, deteksi penyakit tanaman, dan sistem pengenalan visual, sangat rentan terhadap penurunan kualitas akibat gangguan atau *noise*. *Noise* dapat muncul dalam berbagai bentuk, seperti Gaussian, *salt-and-pepper*, Rayleigh, dan Erlang yang biasanya dihasilkan selama proses akuisisi, transmisi, atau penyimpanan data visual (Nawaz *et al.* 2023). Keberadaan *noise* ini tidak hanya mengganggu tampilan citra secara visual, tetapi juga dapat menurunkan performa sistem pemrosesan citra digital secara signifikan. Oleh karena itu, proses restorasi citra menjadi krusial untuk mengembalikan kualitas citra yang telah terdegradasi dan mempertahankan informasi penting di dalamnya.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam proses restorasi citra adalah teknik *filtering* yang dapat mereduksi *noise* sambil mempertahankan struktur citra. Sejumlah metode filtering klasik, seperti *geometric mean filter*, *harmonic mean filter*, *contraharmonic mean filter*, *median filter*, dan *Wiener filter* terbukti efektif dalam berbagai studi. *Geometric mean filter* adalah teknik yang mampu mereduksi *noise* Gaussian sekaligus mempertahankan tepi citra lebih baik daripada filter

rata-rata aritmetika. *Harmonic mean* dan *contraharmonic mean filter* dikenal mampu menangani *noise* jenis *salt* atau *pepper* dengan baik, tergantung nilai parameter Q yang digunakan. *Median filter* merupakan filter non-linier yang sangat cocok digunakan untuk *noise* impulsif karena kemampuannya dalam melindungi tepi citra. Sementara itu, *Wiener filter* menggunakan pendekatan statistik untuk meminimalkan error kuadrat rata-rata yang menjadikannya metode yang optimal untuk *noise* Gaussian dan blur (Wang dan Chen 2023).

Dalam mengukur efektivitas proses restorasi citra, diperlukan evaluasi kuantitatif dan kualitatif. Metrik yang paling umum digunakan adalah *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) dan *Structural Similarity Index Measure* (SSIM). PSNR mengukur rasio maksimum daya sinyal terhadap gangguan *noise* dalam satuan dB, dengan nilai tinggi mengindikasikan kualitas hasil restorasi yang baik. SSIM, di sisi lain lebih fokus pada persepsi visual manusia, yaitu membandingkan struktur lokal antar citra asli dan hasil restorasi. Nilai SSIM yang mendekati 1 menandakan kesamaan struktural yang tinggi antara kedua citra tersebut (Wang *et al.* 2004).

Dalam konteks penelitian ini, citra buah digunakan sebagai objek studi sebab memiliki struktur visual yang kompleks seperti tekstur dan kontur alami. Hal ini menjadi tantangan dalam proses restorasi, terutama dalam mempertahankan informasi visual penting setelah pengurangan *noise*. Oleh karena itu, dilakukan kombinasi teknik *filtering* yang tepat dengan metode evaluasi yang sesuai dan sistematis sehingga dapat dilakukan pemulihan citra yang mengalami degradasi *noise* secara efektif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Restorasi Citra

Citra merupakan istilah lain dari bidang 2 dimensi yang merupakan fungsi terus menerus dari intensitas cahaya. Citra memiliki peranan sebagai penyaji informasi visual. Penyajian informasi secara visual melalui citra memudahkan dalam proses interpretasinya. Restorasi citra merupakan salah satu operasi dalam pengolahan citra yang bertujuan memperbaiki citra yang mengalami penurunan kualitas atau degradasi (Sinaga *et al.* 2025). Degradasi maupun kerusakan disebabkan oleh munculnya *noise* pada citra. *Noise tersebut* menyebabkan terjadi perubahan pada citra asli dan perubahan tersebut menyebabkan citra asli sulit dikenali.

B. Teknik Filtering dalam Restorasi Citra

B.1 Geometric Mean Filter

Geometric Mean Filter adalah salah satu teknik *linear filtering* yang digunakan dalam restorasi citra untuk mengurangi *noise*, terutama *Gaussian noise*, sambil tetap menjaga detail tepi citra (Alexander dan Khairani 2024). Filter ini bekerja dengan menghitung rata-rata geometrik dari semua piksel dalam jendela lokal dan menggantikan nilai piksel pusat dengan hasil perhitungan tersebut.

B.2 Harmonic Mean dan Contraharmonic Mean Filter

Harmonic Mean Filter adalah teknik filtering yang digunakan untuk mengurangi noise aditif pada citra digital, terutama *Gaussian noise* dan sebagian *salt noise*, dengan mempertahankan struktur tepi citra lebih baik dibanding filter rata-rata (Chairy *et al.* 2022). Sedangkan, *Contraharmonic Mean Filter* adalah generalisasi dari harmonic mean yang menggunakan parameter orde Q untuk mengarahkan filtering terhadap *noise salt* atau *pepper* tergantung pada nilainya (Chairy *et al.* 2022).

B.3 Median Filter

Median Filter adalah filter non-linear yang digunakan secara luas dalam restorasi citra untuk menghilangkan noise impulsif, terutama *salt-and-pepper noise*, tanpa terlalu mengaburkan tepi citra. Filter ini menggantikan nilai suatu piksel dengan nilai median dari piksel-piksel dalam jendela di sekitarnya (Wijaya dan Wulaningrum 2021).

B.4 Wiener Filter

Wiener Filter adalah linear filter adaptif berbasis teori statistik yang dirancang untuk meminimalkan *Mean Square Error* (MSE) antara citra hasil filter dan citra asli. Filter ini bekerja secara adaptif, yaitu mempertimbangkan variasi lokal dari noise dan sinyal untuk memulihkan citra yang terdegradasi oleh *Gaussian noise* dan *blur* (Sinaga *et al.* 2025).

C. Evaluasi Kualitas Restorasi Citra

C.1 Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

PSNR adalah metrik kuantitatif yang digunakan untuk mengukur kualitas citra hasil restorasi dibandingkan dengan citra referensi (biasanya citra asli). PSNR mengukur rasio antara kekuatan sinyal maksimum dengan daya dari noise yang mempengaruhi kesetiaan citra (Sinaga *et al.* 2025).

C.2 Structural Similarity Index Measure (SSIM)

SSIM adalah metrik evaluasi yang menilai kemiripan struktural antara dua citra dengan mempertimbangkan luminansi, kontras, dan struktur lokal. SSIM dikembangkan untuk mendekati persepsi manusia terhadap kualitas visual (Sinaga *et al.* 2025).

D. Filter Gaussian

Gaussian Filter adalah salah satu filter linier dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi Gaussian. Filter Gaussian dipilih sebagai filter penghalusan berdasarkan pertimbangan bahwa

filter ini mempunyai pusat kernel (Wijaya dan Wulaningrum, 2021).

Filter Gaussian sangat baik untuk menghilangkan noise yang bersifat sebaran normal yang banyak dijumpai pada sebaran citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri.

Untuk menghitung atau menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam filter penghalus Gaussian yang akan dibentuk berlaku persamaan:

$$\frac{h(x,y)}{c} \frac{e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}}{e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}}$$

Keterangan:

σ : Lebar dari fungsi Gaussian

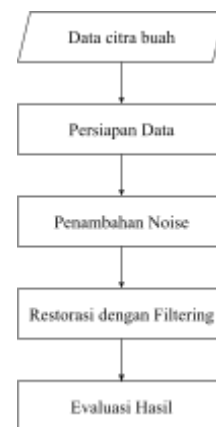
C : Konstanta normalisasi

$G(x,y)$: Citra hasil konvolusi

III. METODE

Pengerjaan tugas akhir ini dilakukan pada Google Colaboratory untuk mempersingkat tahap pemrosesan citra. Seluruh implementasi dikembangkan dengan Python serta beberapa pustaka esensial dan pustaka yang mendukung pemrosesan citra digital. Pustaka seperti OpenCV digunakan untuk operasi pengolahan gambar, NumPy untuk manipulasi nilai numerik, serta Matplotlib dan Seaborn untuk keperluan visualisasi data dari hasil implementasi.

Dataset yang digunakan pada implementasi adalah kumpulan citra buah dari repositori [Roboflow Universe](#), yakni [DeepFruits](#). Data ini memiliki beragam gambar buah dalam format RGB resolusi tinggi yang seharusnya perlu diproses saat implementasi. Dataset ini diunduh secara langsung lalu diproses lebih lanjut sekaligus dalam Google Colaboratory. Proses implementasi ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur kerja implementasi tugas akhir

Setelah data berhasil diakuisisi dan dimasukkan ke dalam *note*, seluruh citra dikonversi terlebih dahulu ke dalam format grayscale guna menyederhanakan kompleksitas warna dan fokus pada struktur intensitas. Selanjutnya, untuk mensimulasikan kondisi citra yang rusak atau terdegradasi, noise sintetis ditambahkan ke dalam citra. Jenis noise yang digunakan pada implementasi ini adalah rayleigh, erlang, exponential, uniform, salt-and-pepper, dan gaussian.

Selanjutnya, sebagai upaya pemulihan kualitas citra, dilakukan proses restorasi menggunakan beberapa teknik

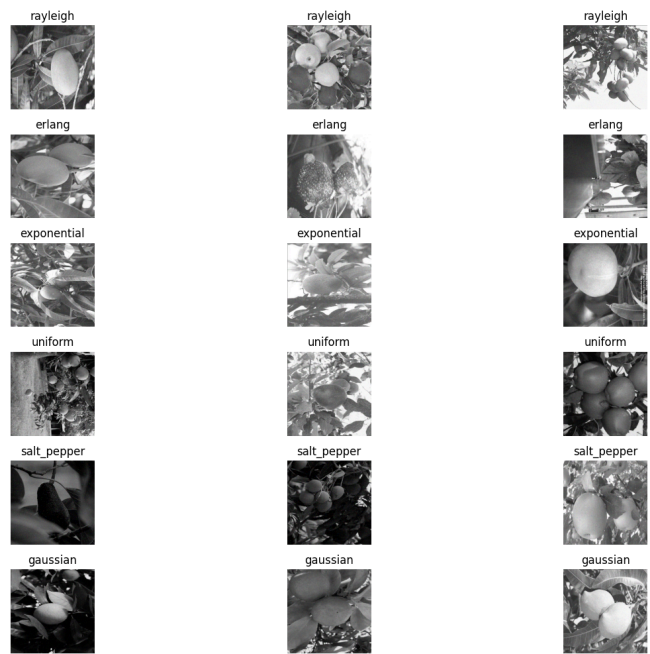
filtering, yakni geometric mean filter, harmonic mean filter, contraharmonic mean filter, median filter, dan wiener filtering yang masing-masing akan digunakan selanjutnya.

Terakhir, proses evaluasi hasil restorasi dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index Measure (SSIM) yang masing-masing dapat mengukur kualitas pemulihan berdasarkan perbandingan nilai intensitas piksel dan persepsi struktur visual antar citra. Nilai SSIM yang mendekati 1 akan menunjukkan hasil restorasi yang sempurna. Selain itu, evaluasi pun dilakukan berupa analisis visual yang membandingkan kondisi citra sebelum dan sesudah restorasi untuk meninjau efektivitas tiap metode filter terhadap tipe noise yang berbeda. Dengan kombinasi evaluasi ini, diharapkan implementasi dapat mengevaluasi dengan baik sejauh mana teknik filtering mampu mengembalikan kualitas citra yang terdegradasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap persiapan data, citra buah diakuisisi melalui Roboflow Universe yang diunduh dalam format direktori terstruktur dan langsung dimuat ke dalam *environment* Google Colaboratory. Setelah proses akuisisi berhasil, seluruh citra dikonversi ke dalam format grayscale. Langkah ini bertujuan untuk menyederhanakan dimensi warna dan menitikberatkan pemrosesan hanya pada komponen intensitas citra. Dengan hal ini, kompleksitas komputasi dapat dikurangi tanpa menghilangkan informasi spasial yang esensial untuk tahap restorasi.

Setelah data berada dalam format grayscale, proses berikutnya adalah penambahan noise sintetis. Setiap jenis noise diterapkan pada subset citra untuk memastikan kesetaraan pembanding dalam tahap restorasi. Gambar 2 menunjukkan contoh hasil penambahan noise pada citra.

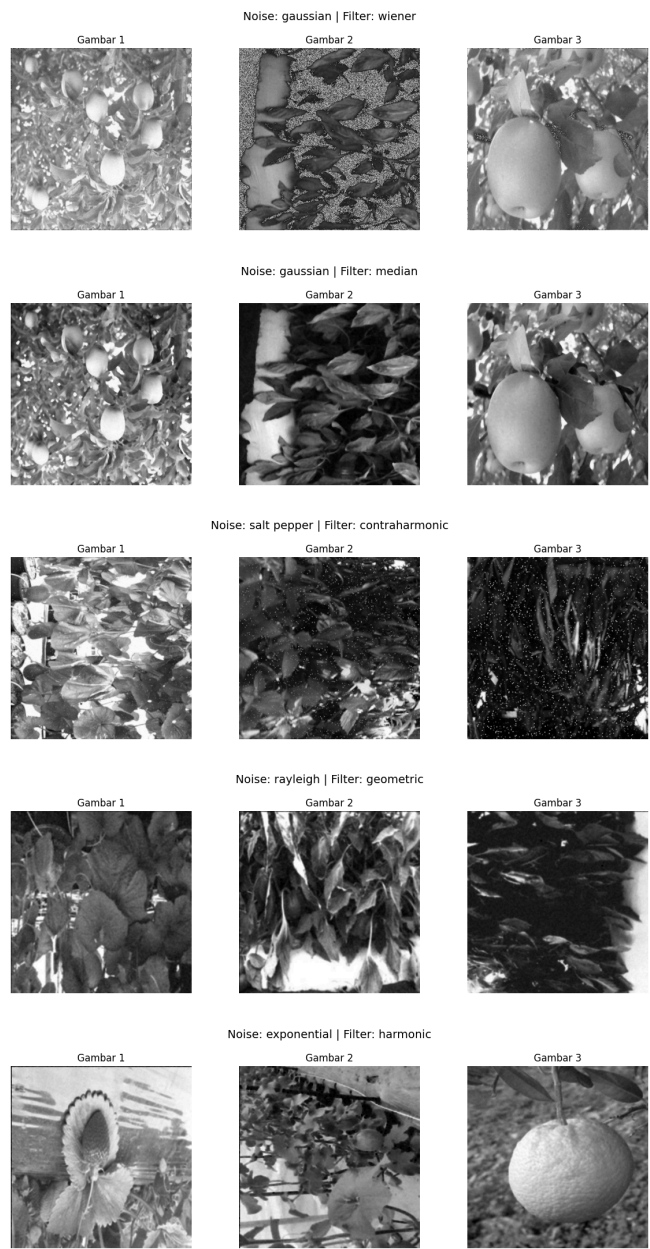


Gambar 2. Citra dengan penambahan noise

Kini citra sudah mensimulasikan kondisi citra terdegradasi yang asli dan kemungkinan besar ada di kondisi nyata. Restorasi dilakukan menggunakan berbagai teknik filtering klasik yang sering digunakan dalam

pemrosesan citra. Filtering ini dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan noise sembari mempertahankan detail struktur dan tepi citra semaksimal mungkin.

Beberapa teknik filtering, yakni geometric mean filter, harmonic mean filter, contraharmonic mean filter, median filter, dan wiener filtering. Setiap filter yang diterapkan pada citra dengan noise yang berbeda kemudian disimpan untuk dievaluasi. Gambar 3 menunjukkan citra hasil restorasi.



Gambar 3. Citra hasil restorasi sesuai dengan jenis noise dan jenis filternya

Evaluasi hasil restorasi dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif mengandalkan metrik PSNR dan SSIM. Tabel 1 memperlihatkan rata-rata nilai PSNR dan SSIM dari sampel data citra yang dievaluasi saat proses implementasi.

Tabel 1. Evaluasi nilai PSNR dan SSIM dari implementasi

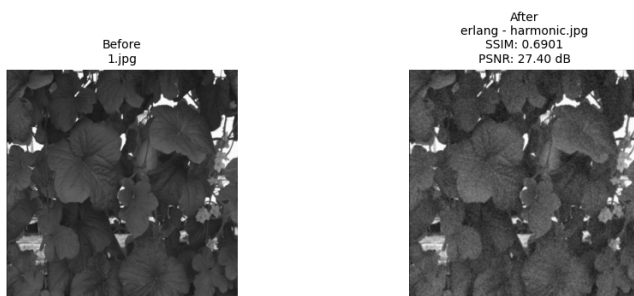
Metrik	Nilai
--------	-------

SSIM	0.7033
PSNR	29.57

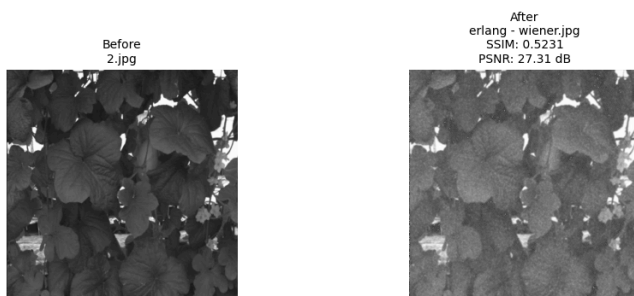
Nilai PSNR yang mendekati angkat 30 dB menunjukkan bahwa proses restorasi berhasil mengurangi noise secara signifikan dan menghasilkan citra dengan kualitas visual yang cukup baik. Sementara itu, nilai SSIM sebesar 0.7033 menandakan bahwa struktur dan tekstur citra hasil restorasi memiliki tingkat kemiripan yang moderat terhadap citra asli. Sehingga, meskipun noise berhasil ditekan, tetap terdapat perbedaan struktural yang bisa jadi mempengaruhi persepsi visual terhadap hasil akhir.

Selain itu, visualisasi kualitatif dilakukan dengan membandingkan tampilan citra sebelum noise dan setelah restorasi untuk melihat seberapa besar perbedaan yang mampu diidentifikasi secara visual. Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara citra asli dan citra hasil restorasi.

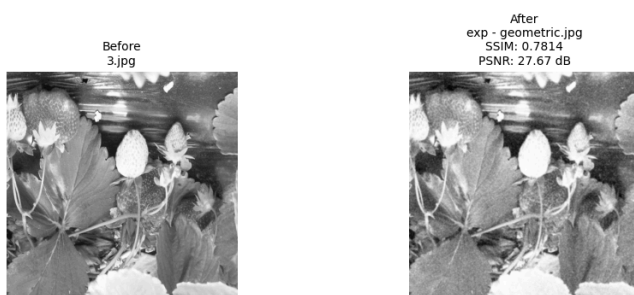
Comparison #1



Comparison #2



Comparison #3



Dapat dilihat bahwa gambar after ada yang memiliki perbedaan lumayan besar dan dapat terlihat secara visibel oleh mata dan ada juga yang tidak. Hal ini sesuai dengan hasil kuantitatif, di mana meskipun noise berhasil berkurang, ada beberapa struktur dari citra yang berubah sehingga terlihat dengan jelas perbedaannya.

Secara keseluruhan, performa teknik ini menunjukkan bahwa metode filtering yang digunakan sangat mampu

untuk melakukan pemulihan citra dengan tingkat keberhasilan yang lumayan baik. Namun, masih terdapat ruang untuk peningkatan implementasi, terutama dalam mempertahankan detail struktural citra agar nilai SSIM dapat meningkat dan menjadi lebih dekat dengan nilai 1.

V. Kesimpulan

Citra digital rentan mengalami degradasi kualitas akibat gangguan noise yang dapat memengaruhi efektivitas sistem pengolahan visual. Oleh karena itu, restorasi citra menjadi penting untuk mempertahankan informasi visual yang esensial. Penelitian ini menggunakan berbagai teknik filtering klasik, seperti *geometric mean*, *harmonic mean*, *contraharmonic mean*, *median*, dan *Wiener filter* untuk mereduksi *noise* sintetis yang ditambahkan ke citra buah dari dataset DeepFruits. Proses dilakukan menggunakan Python di Google Colaboratory dan dievaluasi dengan metrik PSNR dan SSIM. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata PSNR sebesar 29,57 dB menandakan keberhasilan dalam menekan *noise* dengan cukup baik. Sementara itu, nilai SSIM sebesar 0,7033 menunjukkan kemiripan struktural yang moderat antara citra asli dan hasil restorasi. Visualisasi citra menunjukkan bahwa beberapa struktur visual masih berubah secara nyata meskipun *noise* berhasil dikurangi. Oleh karena itu, meskipun filtering klasik cukup efektif, peningkatan metode masih diperlukan untuk menghasilkan hasil restorasi yang lebih optimal secara visual dan struktural.

REFERENCES

- [1] Alexander, I. & Khairani, M. 2024. Penerapan Metode Interpolasi Linear dan Geometric Mean Filter Pada Citra Resolusi Rendah Hasil Resampling. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*. 3(1): 72-86.
- [2] Chairy, A., Arifin, N., & Insani, C. N. (2022). Analisis perbandingan metode Harmonic Mean Filter dan Contraharmonic Mean Filter untuk mengurangi noise pada citra digital. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*. 5(1): 37-46
- [3] Nawaz, W., Siddiqi, M.H. & Almadhor, A. 2023. Adaptively Directed Image Restoration Using Resilient Backpropagation Neural Network. *Int J Comput Intell Syst*. 16:(74). doi: 10.1007/s44196-023-00259-w.
- [4] Sinaga, A. S., Damayanti, A., & Febriyanti, S. 2025. Analisis Pengurangan Derau Pada Restorasi Citra Ulos. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*. 24(1): 39-47.
- [5] Wang, H., & Chen, C. 2023, Juli. A Two-Step Algorithm for Denoising Peach Tree Leaf Images. In *2023 8th International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC)*. IEEE. 277-285.
- [6] Wijaya, P. H. & Wulaningrum, R. (2021, August). Perbaikan Citra Dengan Menggunakan Metode Gaussian Dan Mean Filter. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*. 5(2): 100-105.