

Artikel Penelitian

## Analisis Kinerja Filter Gambar terhadap Noise pada Penyakit Tanaman Tomat

Muh. Erdin<sup>\*</sup>, Nurfitri

Teknik Elektro, Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 23 Oktober 2025

Revisi Akhir: 25 Januari 2026

Diterbitkan Online: 29 Januari 2026

### KATA KUNCI

Filter Bilateral

Filter Median

Filter NLM

MSE

Noise

PSNR

### KORESPONDENSI (\*)

Phone: +62 823-4772-0592

E-mail: [muh.erdin@poliupg.ac.id](mailto:muh.erdin@poliupg.ac.id)

### A B S T R A K

Pertanian memiliki peranan penting dalam kehidupan bermasyarakat di Indonesia. Ketersediaan lahan dan iklim yang mendukung menjadikan pertanian masih menjadi sumber nafkah bagi sebagian orang. Pertanian memiliki sejarah yang sangat panjang dan revolusi besar-besaran untuk menggunakan teknologi masih belum masif saat ini. Teknologi 4.0 sangat membantu petani dalam meningkatkan produksi dan menurunkan gagalpanen. Pendeteksian penyakit dengan menggunakan machine learning sangat membantu untuk menentukan jenis penyakit dan pengobatan yang diperlukan. Keterbatasan dataset sangat mempengaruhi hasil dari prediksi penyakit tersebut sehingga dengan bantuan adanya filter akan membantu meningkatkan hasil dengan dataset yang terbatas. Pada percobaan ini digunakan tiga jenis filter yang dilakukan pengujian dengan tiga jenis noise yang berbeda. Jenis noise yang digunakan adalah Gaussian, Salt and Paper serta Speckle untuk menguji kinerja filter dengan menggunakan aplikasi MatLab. Adapun filter yang digunakan adalah filter Bilateral, NLM dan Median. Dataset yang digunakan adalah dataset pada tanaman tomat dengan random sampling dan diambil 18 gambar pada masing-masing kelas dengan total ada 7 kelas. Percobaan menggunakan noise Gaussian menghasilkan filter NLM yang bagus dalam memperbaiki gambar yang diberikan noise. Filter Median terbukti mampu memperbaiki gambar yang diberikan noise Salt and Paper. Penggunaan noise Speckle pada gambar menghasilkan filter Bilateral sebagai filter yang mampu memperbaiki gambar dengan kualitas terbaik. Dengan menggunakan hasil semua percobaan dengan semua noise maka dihasilkan filter NLM sebagai filter terbaik dalam memperbaiki gambar yang diberikan noise dengan nilai PSNR (dB), SSIM dan MSE adalah 25,20, 0,76, 0,003. Nilai rata-rata tersebut membuktikan bahwa filter NLM dapat memperbaiki gambar pada semua kelas dengan hasil rata-rata terbaik.

### PENDAHULUAN

Pertanian memiliki peranan penting dalam mendukung kehidupan bermasyarakat. Indonesia menjadi salah satu negara dengan penduduk yang paling banyak bermata pencaharian sebagai petani [1]. Saat ini, petani masih banyak menggunakan metode konvensional dalam proses pertanian [2]. Kehadiran teknologi revolusi 4.0 diharapkan membawa perubahan pada pertanian sehingga meningkatkan produksi pada hasil budidaya [3].

Hama dan penyakit merupakan salah satu masalah yang sering dihadapi petani dan menimbulkan kerugian. Sebagian besar petani menyadari adanya hama dan penyakit yang menyerang tanaman mereka tetapi petani belum mengetahui secara spesifik terkait dengan jenis dan cara penanggulangan [4]. Dengan adanya hama dan penyakit akan menyebabkan gagalpanen produksi sehingga perlu ditanggulangi dengan cara cepat dan tepat [5].

Machine learning banyak digunakan pada pendeteksi awal pada penyakit tanaman dengan menggunakan dataset gambar. Dengan teknologi ini maka tanaman akan dapat dikategorikan berdasarkan jenisnya apakah sehat atau mempunyai

penyakit serta nama hama dan penyakitnya. Pada pemrosesan gambar maka dibutuhkan kualitas gambar yang bagus sehingga mengurangi kesalahan pada hasil [3][6].

Median Filter merupakan salah satu non linier digital filter yang mampu mempertahankan perubahan gambar yang tajam sehingga dapat menjaga tepi atau edge dan menciptakan gambar yang mulus. Namun, filter ini jika diterapkan pada noise Gaussian akan kurang bagus karena hilangnya detail dan tekstur pada citra. NLM pada penerapan menggunakan seluruh piksel pada gambar untuk mencari tingkat kemiripan pada semua patch dalam mengurangi noise. Filter ini dapat mempertahankan detail dan tekstur citra tetapi membutuhkan kompleksitas komputasi tinggi serta sensitif pada perubahan parameter. Adapun Bilateral filter dapat menjaga ketajaman tepi dengan menggunakan pendekatan spasial dengan mengurur kesamaan pada intensitas piksel. Filter Bilateral akan sangat efektif untuk noise rendah tetapi akan menurun pada noise tinggi sehingga parameter perlu diatur dengan tepat untuk noise tinggi [7-9].

Penelitian ini akan melakukan pengujian tentang hasil filter yang digunakan dengan adanya noise yang ditambahkan pada gambar. Adapun filter yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Bilateral, NLM dan Median. Hasil filter akan dilakukan evaluasi dengan menggunakan nilai SPNR, SSIM dan MSE untuk mencari filter terbaik pada masing-masing citra hasil filter setelah ditambahkan noise pada gambar.

## TINJAUAN PUSTAKA

Filter pada gambar dataset akan sangat membantu dalam mengurangi noise yang sering ditimbulkan akibat beberapa faktor yang menyebabkan turunnya kualitas [10]. Filter digunakan pada pre-processing image sebelum dilakukan clustering dataset. Filter Median menghasilkan akurasi 94% pada penggunaan citra dengan menggunakan metode GLCM pada tanaman cabai. 2D Median Filter pada tanaman bawang dapat memperbaiki kualitas citra gambar dengan mengurangi noise [11].

Dengan menggunakan beberapa noise yakni Gaussian, Salt and Pepper, dan Speckle, filter Median dapat menghasilkan citra dengan kualitas yang tinggi pada tanaman jagung dengan level filtering 1 dengan PSNR tinggi. Penggunaan Gaussian noise pada filter Mean, filter Median, dan filter Bilateral terbukti memperbaiki citra gambar meningkatkan penajaman kualitas dan peningkatan hasil segmentasi pada gambar [12].

### 1. Noise

Gaussian Noise merupakan penambahan citra asli dengan menggunakan distribusi normal jenis gaussian [13]. Noise ini dapat dimodelkan dalam bentuk berikut ini:

$$I_{\text{noise}}(x,y) = I(x,y) + n(x,y) \quad (1)$$

Untuk  $n(x,y) \sim N(\mu, \sigma^2)$  dimana  $\mu$  merupakan rata-rata nilai noise dan  $\sigma^2$  adalah varian dari noise.

Speckle Noise merupakan noise yang ketika diaplikasi pada gambar maka akan menghasilkan nilai yang berkali lipat dengan menyesuaikan sinyal citra sehingga disebut juga bersifat multiplikatif [13]. Model dari noise dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$I_{\text{noisy}}(x,y) = I(x,y)(1+n(x,y)) \quad (2)$$

di mana  $(x,y)$  adalah variabel acak dengan rata-rata nol (biasanya seragam atau distribusi lain). Model ini menunjukkan bahwa speckle noise berhubungan langsung dengan nilai intensitas citra

Salt and Paper (S&P) noise merupakan noise yang dimana impulse menggunakan penggantian nilai piksel dengan warna hitam untuk background putih dan warna putih untuk background hitam yang dilakukan secara acak [14]. Model noise ini dapat dilihat pada rumus berikut ini:

$$I_{\text{noisy}}(x,y) = \begin{cases} a & \text{dengan probabilitas } Pa \\ b & \text{dengan probabilitas } Pb \\ I(x,y) & \text{Lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

Dimana nilai a dan b merupakan nilai intensitas sedangkan Pa + Pb merupakan kepadatan noise. Hasil dari noise merupakan titik hitam atau putih pada gambar.

2. Filter

Median Filter menghitung nilai median pada kumpulan data piksel terdekat[15]. Adapun persamaan matematisnya dapat adalah sebagai berikut ini:

$$I_{out}(x,y)=\text{median}\{I(i,j)|i,j \in N(x,y)\} \tag{4}$$

Dimana N(x,y)} merupakan nilai piksel terdekat.

Non-Local Means (NLM) filter yang menggunakan kemiripan dari setiap patch[15]. Nilai output dari NLM filter dapat dicarikan menggunakan persamaan berikut ini.

$$I_{out}(x)=\sum_{y \in \Omega} w(x,y)I(y) \tag{5}$$

Dimana w(x,y) dapat dicari menggunakan rumus berikut ini.

$$w(x,y)=\frac{1}{Z(x)} \exp(-\frac{\|P(x)-Py^2\|}{h^2}) \tag{6}$$

Dimana P(x) merupakan adalah patch di sekitar piksel x. Sedangkan h adalah nilai dari level dari filter yang melakukan kontrol pada nilai eksponensial. Z(x) adalah kontantas normalizing.

Bilateral Filter menggunakan kedekatan spasial dan kesamaan intensitas[15]. Persamaan matematisnya adalah sebagai berikut ini.

$$I_{out}(x) = \frac{1}{W(x)} \sum_{y \in \Omega} \exp(-\frac{\|x-y\|^2}{2\sigma_s^2}) \exp(-\frac{|I(x)-I(y)|^2}{2\sigma_f^2}) \tag{7}$$

Dimana w(x) merupakan kontanta normalisasi.  $\sigma_s$  adalah parameter spasial sedangkan  $\sigma_f$  adalah parameter perbedaan intensitas

3. Analisis Parameter

PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) merupakan nilai matriks dari perbandingan gambar asli dan gambar yang telah diturunkan kualitasnya. SSIM (Structural Similarity Index) mempertimbangkan nilai piksel yang berubah dengan memperhatikan struktur, kontras dan kecerahan. MSE (Mean Squared Error) mengukur metrik rata-rata perbedaan dari nilai prediksi dan nilai aktual [16]. Semakin kecil nilai nya maka semakin bagus hasilnya. Adapun persamaan PSNR, SSIM dan MSE adalah sebagai berikut ini[17].

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^M [f(x,y) - g(x,y)]^2 \tag{8}$$

Dimana M dan N adalah dimensi citra yang diproses, f(x,y) adalah nilai pixel pada citra asli dan g(x,y) adalah nilai pixel citra yang diolah

$$PSNR = 10 \log_{10} (\frac{R^2}{MSE}) \tag{9}$$

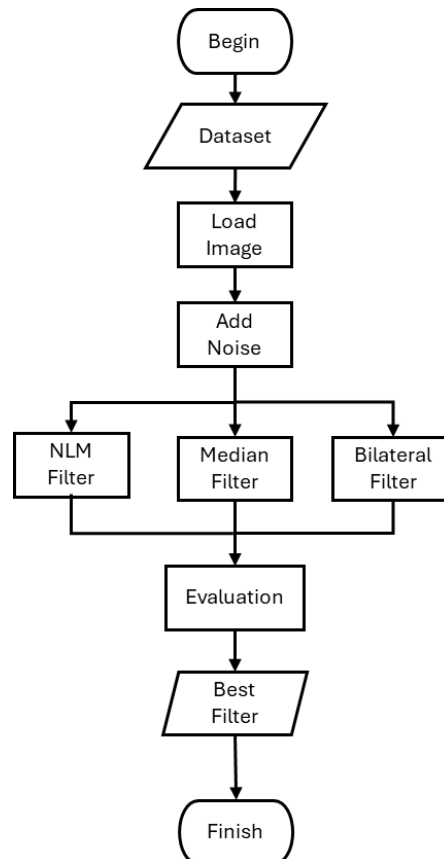
Dimana R adalah nilai piksel maksimal dari suatu citra.

$$SSIM(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y+C1)(2\sigma_{xy}+C2)}{(\mu_x^2+\mu_y^2+C1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+C2)} \tag{10}$$

Dimana C1 dan C2 adalah constanta sedangkan  $\mu_x$  dan  $\mu_y$  adalah rata-rata intensitas sedangkan  $\sigma$  adalah standar deviasi

## METODOLOGI

Pada penelitian terdapat beberapa langkah sebelum menghasilkan kesimpulan tentang pengujian filter yang paling bagus untuk gambar penyakit tanaman tomat yang digunakan. Adapun *flow chart* dari penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.

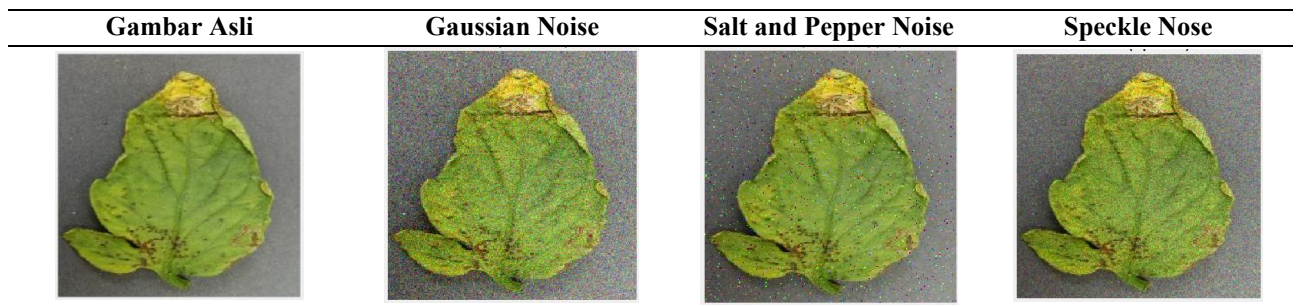


Gambar 1. Flow Chart Penelitian

1. Gambar Penyakit Tanaman Tomat  
Adapun *image* yang digunakan adalah pengelompokan penyakit pada tanaman tomat yang diambil dari Kaggle[18]. Adapun data yang digunakan menggunakan *random sampling* dengan masing-masing kelas diambil 18 (delapan belas) gambar yang kemudian dibagi menjadi tiga bagian untuk pengujian setiap noise yang digunakan. Terdapat tujuh kategori yang digunakan adalah *Healthy*, *Spider mites Two spotted spider mite*, *Septoria leaf spot*, *Late blight*, *Leaf Mold*, *Early blight*, dan *Bacterial spot*.
2. *Load Image*  
Adapun *type* gambar yang digunakan pada penelitian ini adalah *jpg* dan *png* selain dari *extension* tersebut maka gambar akan tertolak atau tidak terbaca secara sistem. Setiap gambar yang akan diupload harus disesuaikan dengan *extension* yang diperbolehkan.
3. *Noise*  
Jenis *noise* yang ditambahkan pada penelitian ini adalah tiga jenis yaitu Gaussian, Salt and Pepper, and Speckle. Dengan beragamnya jenis noise yang digunakan maka akan meningkatkan akurasi dari hasil dari percobaan ini tentang kinerja dari masing-masing filter. Adapun tingkat intensitas noise yang digunakan pada masing-masing jenis noise adalah 0.02 atau 2%.

Berikut ini adalah beberapa sample perbedaan gambar dari sebelum dan setelah adanya noise dengan intensitas sama.

Tabel 1 Gambar Asli dan Gambar Noise



- Filter  
Terdapat tiga filter yang digunakan pada penelitian ini. Filter tersebut adalah NLM (*Non Local Means*), Bilateral and Median.
- Evaluasi  
Hasil gambar dari masing-masing filter akan dilakukan evaluasi dengan tiga parameter yakni PSNR, SSIM dan MSE. Parameter yang digunakan adalah PSNR, SSIM, MSE.
- Filter Terbaik  
Penentuan filter terbaik menggunakan parameter pada evaluasi. PSNR dengan satuan desibel (dB) yang mengindikasikan semakin bagus kualitasnya maka semakin tinggi nilainya. Kualitas gambar dengan parameter SSIM juga *linier* sehingga dengan semakin tinggi nilai SSIM maka semakin tinggi juga kualitasnya. Adapun parameter MSE berbanding terbalik dengan parameter SSIM dan PSNR. Semakin bagus kualitas gambarnya maka nilai MSE semakin kecil [19].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Dataset* yang digunakan pada penelitian dibagi menjadi tujuh kelas dengan ketentuan pada tabel berikut ini. Adapun pembagian kelas ini akan menjadi *referensi* pada masing-masing pengujian dengan ketentuan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 2. Pembagian *Class Dataset*

No	<i>Dataset</i>	Kategori <i>Dataset</i>
1	<i>Class 1</i>	<i>Early Blight</i>
2	<i>Class 2</i>	<i>Late Blight</i>
3	<i>Class 3</i>	<i>Leaf Mold</i>
4	<i>Class 4</i>	<i>Spider Mites Two Spotted Spider Mite</i>
5	<i>Class 5</i>	<i>Bacterial Spot</i>
6	<i>Class 6</i>	<i>Healthy</i>
7	<i>Class 7</i>	<i>Septoria Leaf Spot</i>

### *Pengujian Kinerja Filter dengan menggunakan Noise Gaussian*

Pada percobaan pertama adalah melakukan pengujian dengan menggunakan noise Gaussian dengan *level* 0.1, masing-masing *class* menggunakan enam *image* yang diambil dari *dataset*. Setiap gambar dilakukan *prosesing* data dan menghasilkan nilai PSNR (dB), SSIM dan MSE sendiri-sendiri. Setelah didapatkan hasil maka dihasilkan nilai parameter dengan enam nilai yang berbeda. Setiap kelas diambil nilai rata-rata sehingga menghasilkan nilai masing-masing kelas seperti tabel 2 berikut ini

Tabel 3. Hasil Pengujian Filter dengan Gaussian Noise

No	<i>Data Set</i>	Parameter Evaluasi								
		PSNR (dB)			SSIM			MSE		
		Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median
1	Class 1	21,51	23,40	23,56	0,54	0,68	0,59	0,007	0,005	0,005
2	Class 2	21,34	23,82	24,10	0,49	0,64	0,56	0,007	0,004	0,004

3	Class 3	21,25	23,56	23,07	0,61	0,74	0,60	0,008	0,004	0,005
4	Class 4	21,00	23,01	20,41	0,69	0,74	0,45	0,008	0,005	0,009
5	Class 5	21,41	24,20	25,48	0,41	0,56	0,57	0,007	0,004	0,003
6	Class 6	20,95	23,31	20,50	0,67	0,74	0,42	0,008	0,005	0,010
7	Class 7	21,27	23,82	23,93	0,59	0,72	0,63	0,007	0,004	0,004
	Rata-Rata	21,25	23,59	23,01	0,57	0,69	0,55	0,008	0,004	0,006
	Filter Terbaik	NLM			NLM			NLM		

Berdasarkan hasil percobaan maka didapatkan nilai yang sangat beragam dengan paramater evaluasi pada masing-masing Filter. Pada percobaan menggunakan parameter PSNR (dB), maka didapatkan filter NLM mendapatkan nilai rata-rata tertinggi yang dilanjutkan oleh filter Median dan terakhir adalah filter Bilateral. Pada beberapa kelas nilai hasil filter Median lebih tinggi dibandingkan pada filter lainnya dimana filter ini unggul kategori *class 1, class 2, class 5* dan *class 7*. Sedangkan filter Median terbaik di kategori *class 3, class 4* dan *class 6*.

Pada percobaan dengan menggunakan parameter SSIM, maka didapatkan hasil bahwa hasil filter NLM mendapatkan hasil uji yang sangat bagus dengan hasil sangat tinggi disemua *class* pada *dataset* dan hanya satu *class* hasil filter median menunjukkan nilai lebih tinggi yakni pada *class 5*. Sedangkan dengan menggunakan nilai MSE maka didapatkan nilai NLM berada pada nilai yang bagus. Hasil pada masing-masing parameter evaluasi membuktikan bahwa filter NLM menghasilkan kinerja yang sangat bagus pada semua *class* di *dataset* yang digunakan.

**Pengujian Kinerja Filter dengan Menggunakan Noise Salt and Pepper (S&P)**

Percobaan kedua ini menggunakan *noise* Salt and Pepper dengan *level* yang sama dengan Gaussian yakni 0.1. Noise ini dilakukan pengujian pada tiga filter untuk melihat hasil performa dengan menggunakan tiga parameter evaluasi. Ada pun gambar yang digunakan adalah 6 gambar untuk masing-masing *class* yang selanjutnya diambil nilai rata-rata pada setiap *class*. Hasil rata-rata pengujian pada setiap dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Filter dengan Salt and Pepper Noise

No	Data Set	Parameter Evaluasi								
		PSNR (dB)			SSIM			MSE		
		Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median
1	Class 1	24,97	25,23	27,31	0,75	0,77	0,80	0,0032	0,0030	0,0022
2	Class 2	25,40	25,67	30,34	0,72	0,74	0,88	0,0029	0,0027	0,0021
3	Class 3	25,17	25,48	27,76	0,77	0,80	0,82	0,0031	0,0029	0,0018
4	Class 4	24,95	25,21	23,06	0,82	0,82	0,62	0,0032	0,0030	0,0054
5	Class 5	25,19	25,40	30,88	0,71	0,73	0,86	0,0030	0,0029	0,0009
6	Class 6	25,21	25,19	24,46	0,78	0,76	0,55	0,0030	0,0030	0,0056
7	Class 7	25,21	25,51	27,78	0,79	0,81	0,84	0,0030	0,0028	0,0019
	Rata-Rata	25,16	25,39	27,37	0,76	0,78	0,77	0,003	0,0031	0,0029
	Filter Terbaik	Median			NLM			Median		

Pada percobaan dengan menggunakan *noise* Salt and Paper pada masing-masing filter maka didapatkan hasil yang berbeda antar parameter evaluasi yang digunakan. Pengujian dengan menggunakan parameter PSNR maka dihasilkan filter yang bagus performa adalah filter Median dengan nilai tinggi pada *class 1, class 2, class 5*, dan *class 7*. Sedangkan filter NLM menunjukkan nilai tinggi pada *class 4* dan filter Bilateral paling tinggi di *class 6*.

Adapun dengan menggunakan nilai parameter evaluasi SSIM, maka secara rata-rata didapatkan NLM menghasilkan nilai tinggi yang mengindikasikan bahwa filter ini bekerja dengan baik. Filter Median menunjukkan nilai terbaik pada *class 1, class 2, class 3, class 5, class 7*. Meskipun filter Median menunjukkan kinerja yang bagus di hampir semua kelas, namun hasil yang bagus secara rata-rata adalah filter NLM karena adanya perbedaan yang jauh pada *class 6*.

Pada percobaan dengan memperhatikan nilai MSE, maka didapatkan nilai terbaik adalah Median dengan nilai rata-rata MSE adalah 0,0029 yang menunjukkan bahwa filter Median menghasilkan gambar dengan kualitas lebih baik

dibandingkan dari filter Bilateral dan Median. Sehingga dengan menggunakan semua parameter maka filter Median menghasilkan lebih baik dari filter NLM dan Bilateral karena nilainya paling bagus pada parameter PSNR dan MSE.

**Pengujian Kinerja Filter dengan Menggunakan Noise Speckle**

Pada percobaan terakhir menggunakan *noise* Speckle yang dilakukan pengujian pada masing-masing filter. Dengan menggunakan 6 gambar pada masing-masing *class* yang diambil dari *dataset* maka dapat dilihat nilai rata-rata performa filter pada tabel 4 dengan menggunakan tiga parameter evaluasi.

Tabel 5. Hasil Pengujian Filter dengan *Noise* Speckle

No	Data Set	Parameter Evaluasi								
		PSNR (dB)			SSIM			MSE		
		Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median
1	Class 1	29,45	27,45	25,11	0,83	0,78	0,67	0,001	0,002	0,004
2	Class 2	29,24	28,08	24,93	0,83	0,81	0,62	0,001	0,002	0,004
3	Class 3	28,68	27,46	23,87	0,88	0,86	0,65	0,001	0,002	0,004
4	Class 4	28,03	26,84	21,61	0,90	0,84	0,52	0,002	0,002	0,007
5	Class 5	31,47	28,26	28,27	0,85	0,77	0,73	0,001	0,002	0,002
6	Class 6	29,46	27,03	22,61	0,91	0,82	0,49	0,001	0,002	0,008
7	Class 7	28,66	27,65	24,16	0,88	0,87	0,66	0,001	0,002	0,004
	Rata-Rata	29,29	27,54	24,36	0,87	0,82	0,62	0,001	0,002	0,005
	Filter Terbaik	Bilateral			Bilateral			Bilateral		

Hasil percobaan dengan tiga paramater evaluasi, maka didapatkan filter Bilateral yang menunjukkan kinerja terbaik dibandingkan filter lainnya. Filter Bilateral dengan menggunakan parameter PSNR didapatkan nilai rata-rata 29,29 sangat tinggi dibandingkan nilai NLM dan Median yang berturut-turut berada di nilai 27 dan 24. Filter Bilateral berada pada kinerja terbaik di semua kelas pengujian dengan parameter PSNR.

Pada pengujian dengan parameter SSIM dan MSE didapatkan nilai filter Bilateral hasilnya sangat bagus dengan nilai rata-rata SSIM adalah 0,87 dan Bilateral 0,0001 dimana hasil pada parameter ini pada semua kelas filter Bilateral sangat baik dibandingkan dua filter lainnya.

**Perbandingan Hasil Pengujian dengan Tiga Noise**

Masing-masing percobaan dengan menggunakan tiga *noise* dihasilkan rata-rata semua *class* dan filter, Tabel 5 menunjukkan perbandingan dari semua filter yang dilakukan pengujian.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Filter dengan Tiga *Noise*

No	Noise	Parameter Evaluasi								
		PSNR			SSIM			MSE		
		Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median	Bilateral	NLM	Median
1	Gaussian	21,25	23,59	23,01	0,57	0,69	0,55	0,0075	0,0044	0,0057
2	S&P	25,16	25,39	27,37	0,76	0,78	0,77	0,0031	0,0029	0,0028
3	Speckle	29,29	27,54	24,36	0,87	0,82	0,62	0,0013	0,0018	0,0046
	Rata-Rata	25,23	25,50	24,91	0,73	0,76	0,64	0,0039	0,0030	0,0044
	Filter Terbaik	NLM			NLM			NLM		

Hasil percobaan pada masing-masing noise tentang filter yang menunjukkan kinerja terbaik. *Noise* Gaussian menghasilkan filter NLM yang lebih baik dibandingkan filter lainnya. Karakteristik dari noise Gaussian menggunakan distribusi normal dan bersifat adatif sehingga dengan Filter NLM maka noise yang secara acar dengan mencari patch yang serupa.

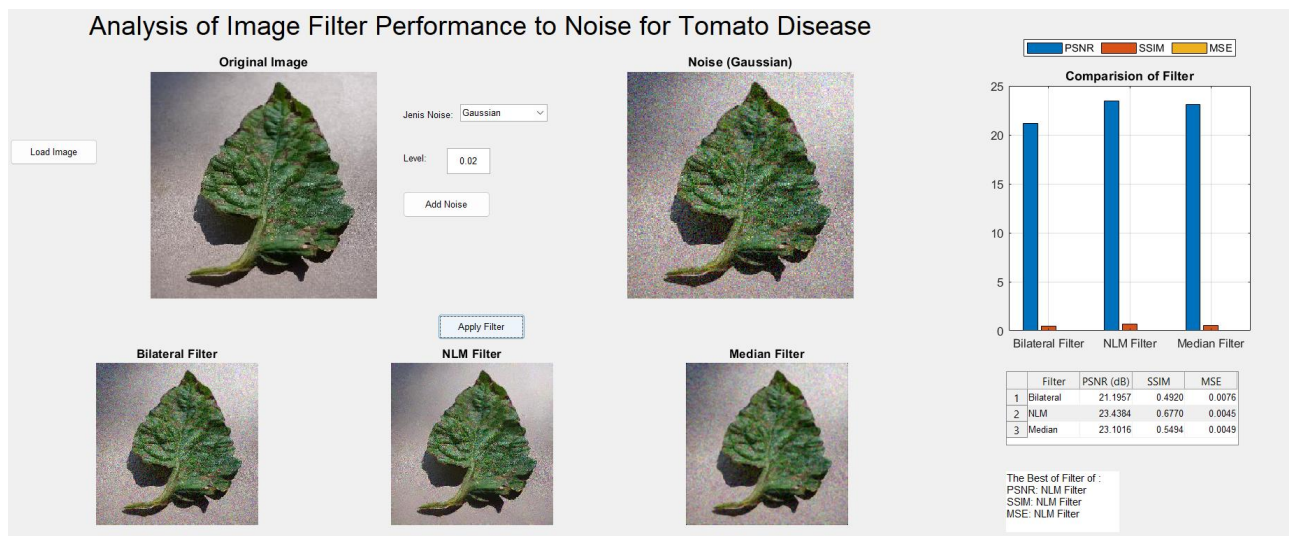
Penggunaan *noise* Salt and Paper menghasilkan filter terbaik Median. Noise Salt and Paper akan memberikan perubahan yang significant pada gambar sehingga dengan filter median yang menggunakan nilai rata-rata maka pengaruh dari nilai ekstrem noise Salt and Paper akan dapat ditangani oleh filter Median.

Filter Bilateral menunjukkan hasil terbaik pada percobaan menggunakan *noise* Speckle. Hasil ini didapatkan karena karena filter Bilateral mampu meredam fluktuasi intensitas multiplikatif yang bersifat lokal dengan tetap mempertahankan tepi citra. Dengan menggabungkan informasi kedekatan spasial dan kesamaan intensitas, filter Bilateral menekan pola granular speckle tanpa mengaburkan struktur penting, sehingga lebih efektif dibandingkan median dan NLM pada kondisi noise speckle

Pada percobaan dihasilkan bahwa filter NLM hanya unggul di penggunaan Gaussian. Dengan menggunakan nilai secara rata-rata di semua percobaan dapat dibuktikan filter ini menghasilkan nilai rata-rata lebih baik dibandingkan dengan filter Bilateral dan NLM.

### Tampilan GUI MatLab

Pada percobaan ini menggunakan MatLab dalam melakukan simulasi dan menghasilkan nilai dari setiap parameter. Adapun tampilan *GUI* dari percobaan ini dapat dilihat pada gambar 2 yang menampilkan tentang jenis-jenis *noise* yang dapat dipilih dan beragam filter yang telah dilakukan pengujian.



Gambar 2. Tampilan GUI MatLab

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan menggunakan MatLab didapatkan kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Percobaan yang menggunakan *noise* Gaussian, maka filter NLM menghasilkan nilai paling tinggi dibandingkan dengan filter Bilateral dan Median. Filter NLM menunjukkan hasil yang bagus di empat *class* dan Median menunjukkan hasil terbaik di tiga *class*. Adapun nilai PSNR (dB), SSIM dan MSE rata-rata dari filter NLM adalah 23,59 , 0,69 dan 0,004.
2. Pengujian dengan *noise* Salt and Paper menunjukkan bahwa filter Median sangat baik dalam memperbaiki gambar dengan nilai rata-rata PSNR (dB), SSIM, dan MSE adalah 27,37 , 0,77, 0029. Pada pengujian ini filter NLM menunjukkan performa terbaik dengan menggunakan parameter SSIM dengan nilai SSIM adalah 0,78.
3. Filter Bilateral dengan pengujian menggunakan noise Speckle menunjukkan nilai terbaik dibandingkan dengan filter lainnya dengan keunggulan pada semua kelas dan parameter. Nilai rata-rata PSNR (dB), SSIM dan MSE yang dihasilkan filter Bilateral adalah 29,29 , 0,87 dan 0,001.
4. Pengujian menggunakan tiga filter berbeda dengan tiga parameter evaluasi berbeda menghasilkan data tentang filter terbaik yang direkomendasikan. Ada pun filter dengan performa terbaik dengan menggunakan *dataset* dalam mendeteksi penyakit tanaman tomat adalah filter NLM dengan nilai rata-rata yang bagus untuk semua kelas dengan nilai PSNR (dB), SSIM dan MSE adalah 25,20 , 0,76 , 0,003. Adapun filter rekomendasi selanjutnya adalah filter Bilateral dan terakhir adalah filter Median.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.5892.

- [2] I. P. Sari, A. Novita, A.-K. Al-Khowarizmi, F. Ramadhani, and A. Satria, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 337–343, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [3] M. Habibullah, H. Fahmi, and E. Herawati, "Penerapan Metode Segmentasi Gabor Filter Dan Algoritma Support Vector Machine Untuk Pendeteksian Penyakit Daun Tomat," *J. Ris. Mhs. Mat.*, vol. 2, no. 6, pp. 221–232, 2023, doi: 10.18860/jrmm.v2i6.22023.
- [4] J. V. P. Putra, F. Ayu, and B. Julianto, "Implementasi Pendeteksi Penyakit pada Daun Alpukat Menggunakan Metode CNN," *Stain. (Seminar Nas. Teknol. Sains)*, vol. 2, no. 1, pp. 155–162, 2023, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/2888>
- [5] M. Widyaningsih and A. Harjoko, "Identifikasi Gejala Penyakit Tanaman Jeruk Melalui Pengolahan Citra," *J. Sains Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 104–113, 2021, doi: 10.33084/jsakti.v3i2.2294.
- [6] I. Suhardin, A. Patombongi, and A. M. Islah, "MENGIDENTIFIKASI JENIS TANAMAN BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 100–108, 2021, doi: 10.51876/simtek.v6i2.101.
- [7] Syed Zaini, S. Z., Sofia, N. N., Marzuki, M., Abdullah, M. F., Ahmad, K. A., Isa, I. S., & Sulaiman, S. N. (2019). Image Quality Assessment for Image Segmentation Algorithms: Qualitative and Quantitative Analyses. Proceedings - 9th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2019, 66–71. <https://doi.org/10.1109/ICCSCE47578.2019.9068561>
- [8] Joshi, N., Jain, S., & Agarwal, A. (2018). Segmentation based non local means filter for denoising MRI. 2017 6th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization: Trends and Future Directions, ICRITO 2017, 2018-Janua, 640–644. <https://doi.org/10.1109/ICRITO.2017.8342506>
- [9] Mohd Sagheer, S. V., & George, S. N. (2020). A review on medical image denoising algorithms. *Biomedical Signal Processing and Control*, 61, 102036. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102036>
- [10] N. Veni and J. Manjula, "Gaussian Denoising By Time Domain and Frequency Domain Filters for MRI Brain Images," *2022 IEEE IAS Glob. Conf. Emerg. Technol. GlobConET 2022*, pp. 817–821, 2022, doi: 10.1109/GlobConET53749.2022.9872351.
- [11] N. Yasmin, S. C. D. Akbar, and A. Ramadhanu, "Pengelolaan Citra Cabai Keriting: Kombinasi Median Filtering dan Algoritma K-Means untuk Pengelompokan Berbasis Fitur," *J. Educ. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 6031–6040, 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1865.
- [12] K. Wicaksono and R. A. Ramadhani, "Perbaikan Kualitas Citra Daun Jagung Menggunakan Metode Multi Level Median Filter," vol. 9, pp. 1658–1666.
- [13] Yu, J. (2023). Based on Gaussian filter to improve the effect of the images in Gaussian noise and pepper noise. *Journal of Physics: Conference Series*, 2580(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2580/1/012062>
- [14] Sulaiman, S. N. (2019). Image Quality Assessment for Image Segmentation Algorithms: Qualitative and Quantitative Analyses. Proceedings - 9th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2019, 66–71. <https://doi.org/10.1109/ICCSCE47578.2019.9068561>
- [15] A. U. Shehin and D. Sankar. Adaptive Bilateral Filtering Detection Using Frequency Residuals for Digital Image Forensics. Proc. 29th International Conference on Systems, Signals and Image Processing IWSSIP 2022, June 01 - 03, 2022, Sofia, Bulgaria. DOI: 10.1109/IWSSIP55020.2022.9854436
- [16] A. A. Kumar, N. Lal, and R. N. Kumar, "A Comparative Study of Various Filtering Techniques," *Proc. 5th Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2021*, pp. 26–31, 2021, doi: 10.1109/ICOEI51242.2021.9453068.
- [17] Appiah, O., Opoku, E., Mensah, E. M., & Quayson, E. (2022). Decision-Based Median-of-Medians Filtering Algorithm to Denoise Salt-and-Pepper Noise in Colour Images. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4100969>
- [18] Shaikh Shoeb, "Tomato Plant Disease." [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/shaikhshoeb/tomato-plant-disease>
- [19] X. Hai, S. Cao, S. Cui, J. Ma, and K. Gao, "Image Filter Processing Algorithm Analysis and Comparison," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1820, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1820/1/012192.