

ANALISIS RISIKO PERDAGANGAN BAWANG MERAH DENGAN VOLATILITAS HISTORIS DAN *VALUE AT RISK*

Yan Aditya Pradana^{1§}, Lenny Puspita Dewi², Putri Balqis Al Kubro³, Satriyo Priyo Handoko⁴,
Muhammad Ulul Albab⁵, Fransiskus Fido Eka Kurnia Nugraha⁶

¹Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas ITS -Universitas Muhammadiyah Madiun [Email: yap764@ummad.ac.id]

²Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas ITS -Universitas Muhammadiyah Madiun [Email: lpd218@ummad.ac.id]

³Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas ITS -Universitas Muhammadiyah Madiun [Email: pba593@ummad.ac.id]

⁴Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas ITS -Universitas Muhammadiyah Madiun [Email: sph451@ummad.ac.id]

⁵Program Studi Matematika, Fakultas MIPA -Universitas Islam Lamongan [Email: pba593@ummad.ac.id]

⁶Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas ITS -Universitas Muhammadiyah Madiun [Email: 2294203007@ummad.ac.id]

§Corresponding Author

ABSTRACT

Shallots are one of Indonesia's most important horticultural commodities, however their prices are highly volatile, creating significant financial risks for farmers and traders. This study aims to quantify the price risk of shallot trading in East Java Province and Nganjuk Regency using historical volatility, Value at Risk (VaR), and Conditional Value at Risk (CVaR) based on rolling windows of 10, 20, and 40 days. The log-return series were found to be non-normally distributed (Shapiro–Wilk, $p < 0.05$) but stationary (ADF, $p < 0.05$), supporting the use of the historical simulation approach. The results show that Nganjuk exhibits substantially higher price volatility than East Java, particularly over the 10-day rolling window. Consistent with this finding, the 95% VaR indicates that Nganjuk has a higher potential short-term loss than East Java (-0.0133 compared with -0.0065). Furthermore, CVaR provides a more conservative estimate of downside risk, indicating that the expected loss beyond the VaR threshold in Nganjuk is considerably larger than that estimated by VaR alone. These findings demonstrate that combining historical volatility, VaR, and CVaR provides a more comprehensive assessment of extreme price risk than volatility analysis alone, thereby extending the application of quantitative risk measurement to agricultural commodity trading and supporting risk management and policy decisions.

Keywords: *historical volatility, price risk, shallot, Value at Risk, Conditional Value at Risk.*

1. PENDAHULUAN

Bawang merah, atau dikenal sebagai *shallots*, adalah salah satu komoditas hortikultura yang paling penting secara strategis untuk ekonomi dan ketahanan pangan Indonesia (Pradana et al., 2022). Aroma dan rasa yang khas menjadikannya bahan masakan yang favorit, karena bisa lebih tajam dan pedas dibandingkan alternatif seperti bawang putih dan bawang kuning, dan dibutuhkan di hampir setiap rumah tangga (Statistik Konsumsi Jatim, 2023). Selain itu, sebagai bahan mentah dalam makanan olahan, bawang merah memiliki kegunaan

ekonomi yang tinggi dan potensi pasar yang luas (Indikator Pertanian Jatim, 2022). Produksi bawang merah di Indonesia terpusat di pulau Jawa, dengan angka tertinggi di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Produksi yang tinggi menunjukkan bahwa, terkait dengan sistem pertanian dan perdagangan nasional, bawang merah adalah komoditas kunci. Selain berkontribusi pada kebutuhan konsumsi pangan domestik, bawang merah mendukung pendapatan petani dan pertumbuhan sektor hortikultura (Statistik Hortikultura Jatim, 2023).

Budidaya bawang merah memiliki dua tantangan, yaitu pasar, dan produksi. Bawang merah memiliki masa tanam +/- 70-80 hari, dan selama periode tersebut bawang merah sangat rentan diserang hama penyakit. Hal ini membuat biaya produksi bawang merah menjadi sangat tinggi (Bawarta et al., 2022). Dalam hal ini, para petani menghadapi risiko yang sangat tinggi. Modal yang dikeluarkan tidak dapat diprediksi, oleh karena itu, tidak jarang harga yang dibayar petani saat panen tidak sesuai dengan biaya produksi. Hal ini disebabkan karena komoditas bawang merah dijual dengan harga yang terlalu tinggi dan juga, dijual dengan harga terlalu rendah (Lawalata et al., 2017).

Komoditas bawang merah memiliki risiko tinggi, karena disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya pasar yang tidak menentu, risiko harga yang fluktuatif, dan kebijakan pemerintah terkait komoditas tersebut (Virdaus & Prasetyaningrum, 2020). Volatilitas dan prediksi harga bawang merah sudah dibahas dalam sejumlah penelitian sebelumnya. Penelitian Pratama dkk. melakukan perbandingan antara algoritma *Linear Regression* dan *Random Forest* untuk prediksi harga bawang merah di Kota Samarinda. Penelitian menunjukkan bahwa *Linear Regression* meraih kesalahan prediksi yang lebih kecil dibandingkan *Random Forest* pada kondisi hubungan linier antara variabel harga dan faktor-faktor di pasar (Aditya Pratama et al., 2024). Maggellang dalam penelitiannya menunjukkan bahwa volatilitas harga bawang merah di Jawa Timur tergolong tinggi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dalam pergerakan harga bawang merah di Jawa Timur, harga bawang merah di periode sebelumnya dan harga bawang putih memiliki pengaruh yang signifikan (Maggellang et al., 2021).

Selain menggunakan pendekatan statistik dan ekonometrika, beberapa penelitian juga menerapkan teknik pembelajaran mesin dalam meramalkan harga bawang merah. Model *Quantum Perceptron* digunakan untuk meramalkan harga bawang merah di Kota Singkawang dengan menggunakan data Badan Pusat Statistik tahun 2021-2023 (Singkawang Solikhun & Lubis, 2024). Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Quantum Perceptron* dapat mempelajari pola data harga bawang merah yang bersifat nonlinier, sekalipun penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk memperoleh model yang lebih akurat (Singkawang Solikhun & Lubis, 2024).

Pilihan metode VaR dan CVaR didasarkan pada karakteristik data harga bawang merah yang memiliki distribusi *non-normal* berdasarkan uji Shapiro-Wilk (Pradana et al., 2025). *Value at Risk* (VaR) dapat memperkirakan potensi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan tertentu, *Conditional Value at Risk* (CVaR) melengkapi VaR dengan mengukur kerugian rata-rata ketika nilai VaR telah terlampaui sehingga lebih representatif dalam menggambarkan risiko ekstrem (risiko ekor). Oleh karena itu, kombinasi volatilitas historis, VaR, dan CVaR menjadi kerangka analisis risiko yang lebih komprehensif daripada pendekatan yang hanya berfokus pada volatilitas atau peramalan harga (Nafara Rofiq et al., 2023).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memberikan kontribusi yaitu penerapan pendekatan volatilitas historis, VaR, dan CVaR untuk mengukur risiko perdagangan bawang merah secara kuantitatif di Provinsi Jawa Timur dan Kabupaten Nganjuk. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan volatilitas menurut *rolling window* 10, 20, dan 40 hari. Penelitian ini juga mengevaluasi kemampuan VaR dan CVaR dalam menangkap risiko kerugian dalam jangka pendek hingga menengah. Metode ini mampu memberikan informasi yang tidak dapat diperoleh hanya dari model peramalan harga, besarnya potensi kerugian maksimum dan rata-rata kerugian ekstrem yang mungkin terjadi pada tingkat kepercayaan tertentu.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga bawang merah harian di Provinsi Jawa Timur dan Kabupaten Nganjuk. Data tersebut kemudian diolah menjadi *log return* untuk menganalisis karakteristik pergerakan harga dan mengukur tingkat risiko perdagangan (Pradana et al., 2025). *Return* logaritmik dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$r_t = \log \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (1)$$

dengan r_t adalah *return* pada periode t , P_t adalah harga pada periode t , dan P_{t-1} harga pada periode sebelumnya

2.2. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah distribusi data *return* harga bawang merah mengikuti distribusi normal (García et al., 2014). Dalam penelitian ini uji normalitas

dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk. Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : data berdistribusi normal

H_1 : data tidak berdistribusi normal

Statistik uji Shapiro-Wilk dirumuskan dalam persamaan (2) sebagai berikut:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

di mana x_i adalah data yang telah diurutkan dan a_i adalah konstanta yang diperoleh dari nilai kovarians matriks. Jika nilai p -value lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$, maka hipotesis nol ditolak sehingga data tidak berdistribusi normal.

2.3. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan untuk mengetahui apakah data *time series* memiliki rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu. Dalam penelitian ini digunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) (Wooldridge et al., 2016). Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : data memiliki unit *root* (tidak stasioner)

H_1 : data stasioner

Model ADF dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Pada persamaan (3) Jika nilai p -value lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditentukan, maka hipotesis nol ditolak sehingga data dinyatakan stasioner.

2.4. Pengukuran Risiko Volatilitas

Menggunakan Volatilitas Historis

Volatilitas historis digunakan untuk mengukur tingkat fluktuasi harga bawang merah dalam suatu periode tertentu (Zhang et al., 2021). Volatilitas dihitung berdasarkan standar deviasi dari return harga. Volatilitas historis dirumuskan dalam persamaan (4) sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \quad (4)$$

Dengan σ adalah volatilitas historis, r_i adalah return pada periode ke- i , $\bar{r}$ adalah rata-rata return, n adalah jumlah observasi. Dalam penelitian ini volatilitas dihitung menggunakan metode *rolling window* selama 10, 20 dan 40 hari untuk melihat dinamika perubahan risiko dari waktu ke waktu.

2.5. Pengukuran Risiko Kerugian

Menggunakan Value at Risk (VaR)

Historis

VaR digunakan untuk mengukur potensi kerugian maksimum dari suatu aset atau komoditas pada tingkat kepercayaan tertentu

dalam periode waktu tertentu (Balbás et al., 2017). VaR dapat dirumuskan dalam persamaan (5) sebagai berikut:

$$VaR_\alpha(Y) = \inf\{y \in R : F_Y(y) > \alpha\} \quad (5)$$

dengan $VaR_\alpha(Y)$ menyatakan nilai *Value at Risk* pada tingkat kepercayaan α untuk variabel acak Y , sedangkan α merupakan tingkat kepercayaan yang dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 95%. Variabel acak Y menyatakan *log return* harga bawang merah, sedangkan y merupakan nilai real yang merepresentasikan kandidat nilai *return*. Selanjutnya, $F_Y(y)$ adalah fungsi distribusi kumulatif (*cumulative distribution function*) dari variabel acak Y

2.6. Pengukuran Risiko Kerugian

Menggunakan Conditional Value at Risk (CVaR)

CVaR digunakan untuk mengukur nilai kerugian rata-rata yang melebihi nilai VaR. CVaR memberikan gambaran risiko yang lebih ekstrem dibandingkan VaR (Balbás et al., 2017). Secara matematis CVaR dapat dirumuskan pada persamaan (6) sebagai berikut:

$$CVaR = E(R | R \leq VaR) \quad (6)$$

Dengan CVaR adalah nilai kerugian rata-rata yang melebihi VaR, R adalah return asset. Metode CVaR memberikan informasi tambahan mengenai risiko ekstrem yang tidak sepenuhnya ditangkap oleh metode VaR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data *log return* harga bawang merah mengikuti distribusi normal. Dalam penelitian ini digunakan uji Shapiro-Wilk.

Tabel 3.1. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Data	Statistik W	p -value	Ket.
Jatim	0.4118	2.58×10^{-37}	Tidak Normal
Nganjuk	0.3921	< 0.001	Tidak Normal

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.1 di atas, nilai p -value untuk kedua data lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$. Oleh karena itu hipotesis nol ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa data *log return* harga bawang merah di Jawa Timur dan Nganjuk tidak berdistribusi normal.

3.2. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan uji

Augmented Dickey-Fuller (ADF) untuk mengetahui apakah data *time series log return* bersifat stasioner.

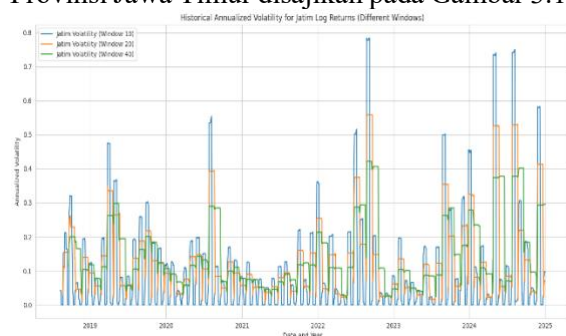
Tabel 3.2. Hasil Uji Stasioneritas (ADF Test) Data

Data	ADF stat.	p-value
Jatim	-6.453	1.51×10^{-8}
Nganjuk	-38.761	< 0.001

Hasil pengujian pada Tabel 3.2 menunjukkan bahwa nilai p-value lebih kecil dari tingkat signifikansi 0.05 sehingga hipotesis nol ditolak. Dengan demikian data *log return* harga bawang merah di Jawa Timur dan Nganjuk bersifat stasioner.

3.3. Analisis Volatilitas Historis

Pengukuran volatilitas historis dilakukan untuk mengevaluasi tingkat intensitas dan dinamika fluktuasi harga komoditas bawang merah. Dalam analisis ini, pendekatan *rolling window* diaplikasikan menggunakan tiga variasi periode *rolling window* yang berbeda, yaitu 10 hari (*rolling window* pendek), 20 hari (*rolling window* menengah), dan 40 hari (*rolling window* panjang), guna menangkap perilaku pergerakan harga baik dalam jangka pendek maupun tren historis yang lebih stabil. Hasil visualisasi dari fluktuasi *annualized volatility* untuk tingkat Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Volatilitas Historis Harga Bawang Merah Provinsi Jawa Timur

Berdasarkan Tabel 3.3, dan Tabel 3.4, secara keseluruhan, Kabupaten Nganjuk menunjukkan tingkat volatilitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata Jawa Timur, baik pada nilai minimum, maksimum, maupun rata-rata. Pada *rolling window* 10 hari, misalnya, volatilitas rata-rata Nganjuk mencapai 0,238, hampir 2,5 kali lipat dari Jatim (0,097), sementara volatilitas maksimumnya melonjak hingga 2,100, sangat ekstrem dibandingkan Jatim yang hanya 0,784. Seiring bertambahnya *rolling window* dari 10 ke 40 hari, volatilitas

rata-rata (*mean*) cenderung meningkat di kedua wilayah (Jatim: 0,097 $\rightarrow$ 0,147; Nganjuk: 0,238 $\rightarrow$ 0,383), yang berarti *rolling window* lebih panjang menangkap fluktuasi yang terakumulasi. Sebaliknya, volatilitas maksimum justru menurun drastis (Jatim: 0,784 $\rightarrow$ 0,421; Nganjuk: 2,100 $\rightarrow$ 1,070), mengindikasikan bahwa lonjakan harga ekstrem bersifat jangka pendek dan akan teredam jika diamati dalam periode yang lebih panjang.

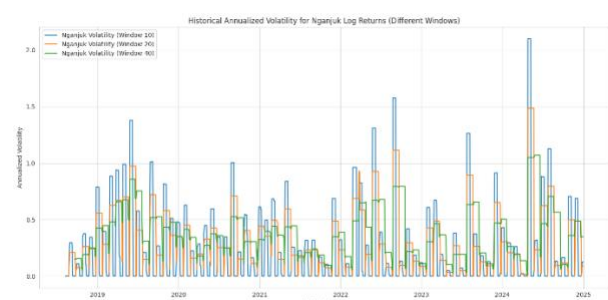
Tabel 3.3. Volatilitas Harga Bawang Merah Jawa Timur

Rolling Window (Hari)	Jatim Min Volatility	Jatim Max Volatility	Jatim Mean Volatility
10	0.000000	0.783964	0.096764
20	0.007945	0.558559	0.131784
40	0.016402	0.421478	0.146512

Tabel 3.4. Volatilitas Harga Bawang Merah Kab. Nganjuk

Rolling Window (Hari)	Nganjuk Min Volatility	Nganjuk Max Volatility	Nganjuk Mean Volatility
10	0.000000	2.099840	0.237780
20	0.000000	1.487136	0.335637
40	0.011088	1.070027	0.382606

Berdasarkan Gambar 3.2, visualisasi grafik menunjukkan perilaku pergerakan harga yang jauh lebih agresif, tidak stabil, dan ekstrem dibandingkan dengan pergerakan di tingkat provinsi. Berbeda dengan pasar Jawa Timur yang puncaknya berada di bawah rentang 0.80, volatilitas jangka pendek (*Rolling Window 10* — garis biru) di Kabupaten Nganjuk berulang kali menembus angka di atas 1.00. Lonjakan paling masif dan agresif terjadi pada pertengahan tahun 2024, di mana nilai *annualized volatility* melonjak tajam melampaui batas 2.10. Selain itu, *shock* berintensitas tinggi (volatilitas ≥ 1.00) terdeteksi secara berkala, yaitu pada pertengahan 2019, akhir 2022, pertengahan 2023, dan akhir 2024.



Gambar 3.2. Volatilitas Historis Harga Bawang Merah Kabupaten Nganjuk

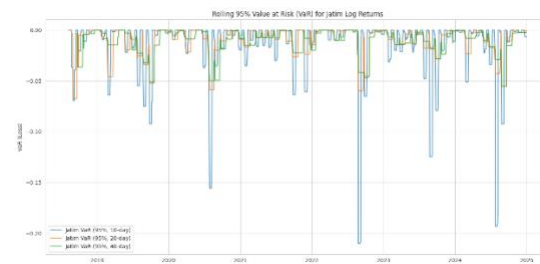
3.4. Analisis *Value at Risk* (VaR)

Dari Tabel 3.5 hasil perhitungan *Value at Risk* (VaR 95%) terhadap log return harga bawang merah di Jawa Timur dan Nganjuk, maka secara umum nilai VaR cenderung menurun (penurunan negatif) seiring bertambahnya *rolling window* dari 10 menjadi 40 hari. Dalam jangka waktu 10 hari, Nganjuk memiliki VaR sebesar -0,013325, artinya risiko kerugian jangka pendek di Nganjuk lebih dari dua kali lipat dibandingkan Jawa Timur (-0,006509), sehingga interpretasi risiko tepat, Nganjuk memiliki risiko lebih tinggi. Jika window diperbesar menjadi 20 hari, maka nilai VaR kedua wilayah tersebut mengalami penurunan yang signifikan, namun risiko Nganjuk (-0,004884) masih lebih besar dari risiko Jawa Timur (-0,000592). Fenomena menarik yang terjadi pada *rolling window* 40 hari adalah turunnya VaR Nganjuk secara drastis mendekati nol (-0,000202) bahkan lebih rendah dari VaR Jawa Timur (-0,002217).

Tabel 3.5. Hasil Pengukuran Risiko Kerugian Perdagangan dengan VaR

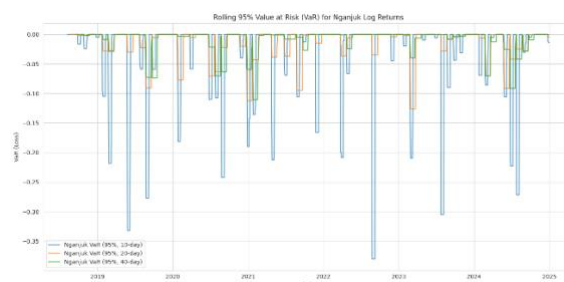
<i>Dataset log ret.</i>	<i>Rolling Window</i>	VaR 95%
Jatim	10 hari	-0.006509
Nganjuk	10 hari	-0.013325
Jatim	20 hari	-0.000592
Nganjuk	20 hari	-0.004884
Jatim	40 hari	-0.002217
Nganjuk	40 hari	-0.000202

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 3.3, pergerakan kurva VaR berada pada area negatif yang mencerminkan besaran batas magnitudo potensi penurunan atau kerugian harga maksimum pada kondisi pasar yang memburuk. Estimasi VaR menggunakan parameter *rolling window* 10 hari (garis biru) menunjukkan respons yang sangat cepat dan reaktif terhadap *price shocks* di pasar. Ketika pasar mengalami guncangan, kurva biru ini langsung terjun bebas menuju batas bawah ekstrem, sementara kurva 20 hari (oranye) dan 40 hari (hijau) bergerak lebih lambat dan menghasilkan batas risiko yang lebih moderat akibat adanya efek perataan waktu (*time-smoothing effect*).



Gambar 3.3. *Rolling VaR* (95%) Harga Bawang Merah Jawa Timur

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 3.4, kurva pergerakan VaR lokal berada sepenuhnya pada area negatif dengan fluktuasi yang menunjukkan tingkat kerapuhan (*vulnerability*) pasar lokal yang signifikan terhadap penurunan harga ekstrem. Kurva *rolling window* 10-day VaR (garis biru) memperlihatkan respons drop harian yang sangat radikal dan agresif. Dibandingkan dengan pasar tingkat provinsi Jawa Timur yang nilai kerugian maksimumnya berada dalam batas moderat, pasar lokal Nganjuk mencatatkan penurunan kurva VaR harian yang berulang kali menembus nilai di bawah -0.20 secara konsisten di hampir setiap tahun pengamatan (2019–2025).



Gambar 3.4. *Rolling VaR* (95%) Harga Bawang Merah Kab. Nganjuk

3.5. Analisis *Conditional Value at Risk* (CVaR)

Berdasarkan Tabel 3.6, hasil perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVaR 95%) untuk log returns harga bawang merah, terlihat bahwa pada *rolling window* 10 hari, Nganjuk memiliki CVaR sebesar -0,020921, yang berarti rata-rata kerugian di luar VaR hampir dua kali lipat lebih besar dibandingkan Jawa Timur (-0,011834), mengindikasikan risiko ekor yang jauh lebih tinggi di Nganjuk. Menariknya, pada *rolling window* 20 hari, nilai CVaR kedua wilayah tetap identik dengan *window* 10 hari (Jatim - 0,011834; Nganjuk -0,020921), yang menunjukkan bahwa risiko kerugian ekstrem dalam *rolling window* 20 hari tidak berubah

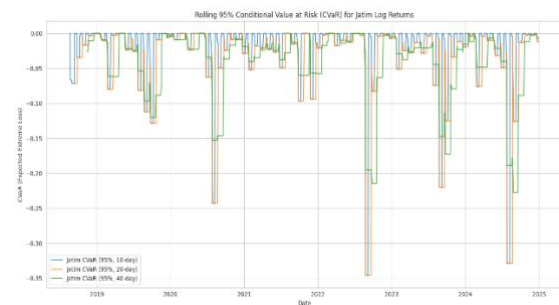
secara berarti dibandingkan *rolling window* 10 hari—suatu pola yang tidak biasa karena umumnya CVaR cenderung mengecil seiring perpanjangan *rolling window*. Pada *rolling window* 40 hari, CVaR kedua wilayah akhirnya menurun: Jatim menjadi -0,007045 dan Nganjuk menjadi -0,012481, menandakan bahwa dalam jangka panjang, rata-rata potensi kerugian ekstrem berkurang, meskipun Nganjuk tetap memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi dari Jatim. Kesimpulannya, Nganjuk secara konsisten menunjukkan CVaR lebih negatif (risiko lebih besar) pada semua *rolling window*, dan stabilitas nilai CVaR dari *rolling window* 10 ke 20 hari patut dicermati karena bisa mengindikasikan adanya pengulangan pola kerugian ekstrem yang persis sama atau kemungkinan keterbatasan data. Secara praktis, petani dan pedagang di Nganjuk perlu lebih waspada terhadap kerugian ekstrem jangka pendek, sementara untuk perencanaan jangka panjang (40 hari), risiko relatif menurun namun tetap tidak bisa diabaikan.

Tabel 3.6. Hasil Pengukuran Risiko Kerugian Perdagangan dengan CVaR

Dataset	Rolling Window	CVaR 95%
Jatim	10 hari	-0.011834
Nganjuk	10 hari	-0.020921
Jatim	20 hari	-0.011834
Nganjuk	20 hari	-0.020921
Jatim	40 hari	-0.007045
Nganjuk	40 hari	-0.012481

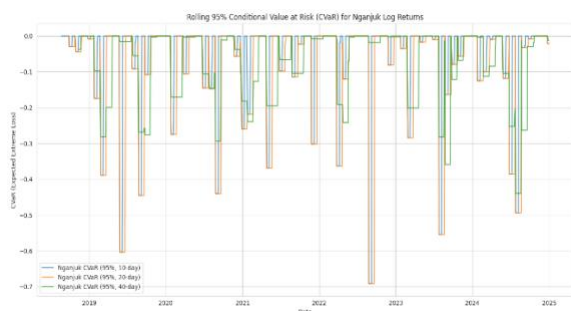
Berdasarkan Gambar 3.5, *rolling VaR* 95% untuk log return harga bawang merah di Jawa Timur dengan tiga *rolling windows* (10, 20, dan 40 hari), dapat dilihat bahwa secara umum nilai CVaR (yang mencerminkan rata-rata kerugian yang diharapkan di luar VaR) bergerak fluktuatif sepanjang periode pengamatan, dengan kisaran kerugian yang cenderung lebih negatif (risiko lebih tinggi) pada *rolling window* 10 dan 20 hari dibandingkan dengan *rolling window* 40 hari. Hal ini menyiratkan bahwa risiko kerugian jangka pendek yang ekstrem lebih tinggi daripada risiko kerugian jangka panjang, konsisten dengan temuan sebelumnya bahwa volatilitas harga bawang merah cenderung kembali ke nilai rata-rata dalam jangka waktu yang lebih panjang. Lebih lanjut, grafik tersebut mengungkapkan bahwa CVaR untuk *rolling window* 10 dan 20 hari hampir sama selama sebagian besar periode,

menunjukkan bahwa perkiraan rata-rata kerugian besar tidak berubah secara signifikan dengan peningkatan *rolling window* dari 10 menjadi 20 hari, berbeda dengan pola pada VaR, yang menunjukkan penurunan tajam. Secara keseluruhan, visualisasi ini memperkuat perlunya manajemen risiko di Jawa Timur untuk lebih memperhatikan fluktuasi jangka pendek (10-20 hari), karena kemungkinan kerugian ekstrem jauh lebih tinggi dalam jangka waktu ini dibandingkan dengan proyeksi jangka panjang 40 hari.



Gambar 3.5. Rolling VaR (95%) Harga Bawang Merah Jawa Timur

Berdasarkan Gambar 3.6, *rolling CVaR* 95% untuk log return harga bawang merah di Nganjuk dengan tiga *rolling window* (10, 20, dan 40 hari), terlihat bahwa nilai CVaR pada *window* 10 hari dan 20 hari hampir sepenuhnya berhimpit sepanjang periode pengamatan, dengan tingkat kerugian harapan rata-rata sekitar -0,0209, yang mengindikasikan risiko ekstrem yang persisten dan tidak berkurang meskipun horizon diperpanjang dari 10 ke 20 hari. Sementara itu, *rolling window* 40 hari menunjukkan CVaR yang secara konsisten lebih tinggi (kurang negatif) di kisaran -0,0125, menandakan bahwa dalam jangka panjang, rata-rata kerugian ekstrem di Nganjuk cenderung menurun dibandingkan risiko jangka pendek. Pola ini mengonfirmasi bahwa Nganjuk menghadapi risiko kerugian harga yang sangat tinggi dan berkelanjutan dalam *rolling window* 10–20 hari, sehingga para pemangku kepentingan (petani, pedagang) perlu memprioritaskan mitigasi risiko jangka pendek, sementara untuk perencanaan kebijakan stabilisasi harga dalam *rolling window* 40 hari, risikonya relatif lebih rendah namun tetap tidak bisa diabaikan.



Gambar 3.6. *Rolling CVaR (95%) Harga Bawang Merah Kab. Nganjuk*

3.6. Diskusi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa log return harga bawang merah di Jawa Timur dan Nganjuk tidak terdistribusi normal (uji Shapiro-Wilk, $p\text{-value} < 0,001$) tetapi stasioner (uji ADF, $p\text{-value} < 0,05$). Kombinasi ini penting karena pendekatan pengukuran risiko yang mengasumsikan normalitas (misalnya VaR parametrik) akan menghasilkan estimasi yang bias, sedangkan stasioneritas data memungkinkan penggunaan metode *rolling window* tanpa perlu khawatir tentang tren yang tidak terkontrol atau musiman. Dengan demikian, pemilihan VaR non-parametrik dan CVaR (simulasi historis) dalam penelitian ini adalah pilihan yang tepat karena kedua metode tersebut tidak memerlukan normalitas dan tetap valid untuk data stasioner.

Temuan volatilitas historis membenarkan bahwa Kabupaten Nganjuk memiliki fluktuasi harga yang jauh lebih tinggi daripada rata-rata Jawa Timur, terutama pada *rolling window* pendek 10 hari (volatilitas maksimum Nganjuk mencapai 2,10 dan Jatim 0,78). Hal ini menunjukkan bahwa pasar lokal Nganjuk lebih rentan terhadap guncangan jangka pendek, kemungkinan karena ketergantungan pada rantai pasokan yang sempit, likuiditas pasar yang rendah, atau ketidakseragaman musim tanam. Sebaliknya, untuk jangka waktu 40 hari, volatilitas maksimum turun drastis di kedua wilayah, menunjukkan bahwa dampak guncangan ekstrem bersifat sementara dan akan berlalu seiring waktu—sesuai dengan sifat *mean-reversion* yang khas pada komoditas pertanian.

Analisis VaR mendukung pola tersebut. Pada jangka waktu 10 hari, VaR Nganjuk (-0,0133) dua kali lebih negatif daripada Jatim (-0,0065), yang berarti bahwa potensi kerugian harian maksimum di Nganjuk jauh lebih besar. Namun

fenomena menarik terjadi pada jangka waktu 40 hari: VaR Nganjuk mendekati nol (-0,0002), bahkan lebih kecil (risiko lebih kecil) dari VaR Jatim (-0,0022). Hal ini dapat terjadi jika tidak terjadi pergerakan harga yang ekstrim dalam periode 40 hari atau periode berada pada fase stabil karena musim panen atau intervensi pemerintah. Secara metodologis, VaR dengan simulasi historis sangat sensitif terhadap pemilihan *rolling window*.

Sebaliknya, CVaR menunjukkan pergerakan yang lebih stabil dan konservatif. CVaR 95% di Nganjuk untuk window 10 dan 20 hari memiliki hasil yang sama yaitu -0,0209 yang berarti rata-rata kerugian di luar VaR tidak berkurang dengan perpanjangan *rolling window* dari 10 menjadi 20 hari. Hal ini berbeda dengan penurunan tajam pada VaR. Nilai CVaR yang tidak berubah menunjukkan bahwa tingkat keparahan kerugian ekstrem serupa dalam jangka waktu 10 dan 20 hari, sebuah tanda bahwa mekanisme pasar di Nganjuk memiliki tingkat kerugian signifikan dalam jangka pendek hingga menengah. Pada jangka waktu 40 hari, CVaR di kedua wilayah menurun, menunjukkan bahwa dalam jangka panjang intensitas kerugian ekstrem menurun secara signifikan. Perbandingan antara VaR dan CVaR juga menggarisbawahi kelemahan VaR dalam menangkap besarnya kerugian di signifikan. Misal, di Nganjuk, selama 10 hari, VaR hanya -0,0133, tetapi CVaR -0,0209, sehingga jika kerugian lebih besar dari VaR, rata-rata kerugian yang sebenarnya bisa 57% lebih buruk. Maka dari itu, CVaR lebih direkomendasikan daripada VaR untuk manajemen risiko yang akurat, terutama bagi petani dan pedagang yang ingin mengantisipasi skenario terburuk. Hasil ini secara praktis memberikan panduan yang pasti: di tingkat provinsi (Jatim), risiko harga cenderung moderat dan stabil di *rolling window* panjang, sehingga kebijakan stabilisasi harga seperti operasi pasar ataupun subsidi logistik cukup difokuskan pada periode tertentu. Sementara itu, risiko jangka pendek di Nganjuk sangat ekstrim dan persisten. Petani dan pedagang di Nganjuk sebaiknya menggunakan instrumen perlindungan nilai (misalnya kontrak berjangka sederhana atau asuransi hasil panen) dengan horizon perlindungan nilai 10-20 hari, bukan 40 hari. Pemerintah daerah juga perlu mempertimbangkan pembentukan cadangan logistik khusus di Nganjuk untuk dapat melakukan intervensi cepat ketika terjadi lonjakan volatilitas. Keterbatasan penelitian ini

adalah (1) perhitungan VaR dan CVaR dilakukan dengan asumsi simulasi historis tanpa memperhitungkan faktor peluruhan (pembobotan data terkini); (2) uji *backtesting* belum dilakukan untuk memvalidasi keakuratan model; (3) data hanya mencakup dua wilayah sehingga perlu dilakukan kajian ulang mengenai generalisasi terhadap daerah lain. Penelitian lebih lanjut dapat menerapkan pendekatan *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) atau *Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) untuk menangkap kemungkinan pengelompokan volatilitas dan membandingkan hasilnya dengan metode *Extreme Value Theory* (EVT) untuk data berekor tebal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *historical volatility*, VaR, dan CVaR mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai risiko perdagangan bawang merah di Provinsi Jawa Timur dan Kabupaten Nganjuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *historical simulation* sesuai digunakan untuk mengukur risiko harga bawang merah karena data *log return* bersifat stasioner namun tidak berdistribusi normal. Kabupaten Nganjuk memiliki tingkat volatilitas dan risiko kerugian yang lebih tinggi dibandingkan Provinsi Jawa Timur, terutama pada rolling *window* jangka pendek. Selain itu, CVaR mampu menangkap besarnya kerugian ekstrem (*tail risk*) yang tidak sepenuhnya tercermin oleh VaR, sehingga memberikan estimasi risiko yang lebih konservatif dan representatif. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi *historical volatility*, VaR, dan CVaR tidak hanya mampu mengidentifikasi tingkat fluktuasi harga, tetapi juga memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai potensi kerugian ekstrem. Dengan demikian, penelitian ini memperluas penerapan VaR dan CVaR pada analisis risiko komoditas hortikultura serta memberikan dasar kuantitatif yang lebih baik dalam mendukung pengambilan keputusan manajemen risiko.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa petani, pedagang, dan pemerintah daerah perlu memprioritaskan strategi mitigasi risiko, khususnya pada perdagangan bawang merah di Kabupaten Nganjuk yang memiliki tingkat risiko lebih tinggi. Upaya mitigasi dapat dilakukan melalui penguatan cadangan logistik,

pengembangan skema perlindungan harga atau asuransi pertanian, serta penerapan kebijakan stabilisasi harga yang lebih responsif terhadap peningkatan volatilitas pasar. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan data dari dua wilayah pengamatan, belum melakukan *backtesting* terhadap model VaR dan CVaR, serta belum menerapkan metode pembobotan data seperti *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengintegrasikan VaR dan CVaR dengan model volatilitas seperti *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) atau *Extreme Value Theory* (EVT), melakukan *backtesting*, serta memperluas cakupan wilayah agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi dan akurasi yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian/makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Pratama, M., Munawaroh, M., Joko Pranoto, W., Studi Teknik Informatika, P., Sains dan Teknologi, F., & Muhammadiyah Kalimantan Timur, U. (2024). Perbandingan Performa Algoritma Linear Regresi dan Random Forest untuk Prediksi Harga Bawang Merah di Kota Samarinda. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(2), 172–182. <https://doi.org/10.62017/tekonik>
- Balbás, A., Balbás, B., & Balbás, R. (2017). VaR as the CVaR sensitivity: Applications in risk optimization. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 309, 175–185. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2016.06.036>
- Bawarta, I. G. A. A., Yasa, I. M. W., & Arisena, G. M. K. (2022). Analisis Risiko Produksi Usahatani Bawang Merah. *Benchmark*, 3(1), 33–42. <https://doi.org/10.46821/benchmark.v3i1.264>
- García, S., Luengo, J., & Herrera, F. (2014). *Intelligent Systems Reference Library 72 Data Preprocessing in Data Mining*. <http://www.springer.com/series/8578>

- Indikator Pertanian Jatim. (2022). *Indikator Pertanian Jatim*.
- Lawalata, M., Hadi Darwanto, D., Hartono, S., Agribisnis, J., Pertanian, F., Pattimura, U., Pertanian UGM, F., & Bulaksumur - Yogyakarta, K. (2017). Risiko Usahatani Bawang Merah di Kabupaten Bantul. *Jurnal Agribisnis Sumatera Utara*, 10(1). <http://ojs.uma.ac.id/index.php/agrica>
- Maggellang, F., Khoiriyah, N., & Hindarti, S. (2021). *VOLATILITAS DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI HARGA BAWANG MERAH DI JAWA TIMUR*.
- Nafara Rofiq, N., Rofiq, N., & Salim, A. (2023). RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi Prediksi Harga Bawang Merah menggunakan Algoritma Fuzzy Inference System (FIS). *Media Online*, 3(4), 128–136. <https://djournals.com/resolusi>
- Pradana, Y. A., Azka, D. A., Aji, A. C., Fauzi, I. M., Pradana, Y. A., Azka, D. A., Aji, A. C., & Fauzi, I. M. (2022). BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan ANALYSIS OF WEATHER CHANGES FOR ESTIMATION OF SHALLOT CROPS FLUCTUATION USING HIDDEN MARKOV “ANALYSIS OF WEATHER CHANGES FOR ESTIMATION OF SHALLOT CROPS FLUCTUATION USING HIDDEN MARKOV.” *BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter*, 16(1), 333–342. <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss1pp333-342>
- Pradana, Y. A., Mukhlash, I., Irawan, M. I., Putri, E. R. M., & Iqbal, M. (2025). The Model of Carbon Price Risk Prediction in European Markets Using Long Short-Term Memory-Geometric Brownian Motion. *Journal of Applied Data Sciences*, 6(2), 845–857. <https://doi.org/10.47738/jads.v6i2.536>
- Singkawang Solikhun, K., & Lubis, A. R. (2024). Jurnal JISIILKOM (Jurnal Inovasi Sistem Informasi & Ilmu Komputer) Penerapan Quantum Perceptron Dalam Memprediksi Harga Bawang. In *Jurnal JISIILKOM* (Vol. 2, Number 2). Online.
- Statistik Hortikultura Jatim. (2023). *Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura OUTLOOK BAWANG MERAH*.
- Statistik Konsumsi Jatim. (2023). *statistik-pengeluaran-untuk-konsumsi-rumah-tangga-provinsi-jawa-timur-2023*.
- Virdaus, D., & Prasetyaningrum, P. T. (2020). Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Harga Bawang Merah Di Yogyakarta Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Prodi Sistem Informasi. In *Fakultas Teknologi Informasi Universitas Mercu Buana Yogyakarta Jl. Jembatan Merah No. 84C*. Gejayan.
- Wooldridge, J. M., Brazil, A. •, Mexico, •, & Singapore, •. (2016). *Introductory econometrics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jae.665>
- Zhang, Y., Wang, Y., & Ma, F. (2021). Forecasting US stock market volatility: How to use international volatility information. *Journal of Forecasting*, 40(5), 733–768. <https://doi.org/10.1002/for.2737>