

Volatilitas, integrasi, dan transmisi harga telur ayam ras di wilayah Sumatera

Volatility, integration, and transmission of purebred chicken egg prices in the Sumatra region

Nadia Putri Khairunnisa^{1*}, Apri Andani², Irnad²

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

²Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

*Penulis korespondensi. Email: khairunnisanadiaputri16@gmail.com

Keywords

egg market integration
egg price dynamics
price transmission
regional economy

Abstract

Purebred chicken eggs are an important source of protein for household consumption, but their prices frequently fluctuate, potentially disrupting market stability. The novelty of this study lies in providing an integrated analysis of price volatility, market integration, price transmission, and the roles of price makers and price takers in the interprovincial chicken egg market across Sumatra. The study aims to analyze price volatility, market integration, price transmission, and the role of each province in price formation. The analysis employed the Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) model to measure price volatility, the Johansen Cointegration Test and Error Correction Model (ECM) to examine market integration, and the Vector Error Correction Model (VECM) and Granger Causality Test to identify the direction of price transmission. The study used monthly chicken egg price data from ten provinces in Sumatra covering the 2020–2024 period, obtained from the Strategic Food Price Information Center (PIHPS). The results indicate that price volatility is moderate, markets are integrated in the long run but not in the short run, and provinces play different roles in price formation. Aceh, Bengkulu, South Sumatra, and Lampung function as both price makers and price takers, whereas West Sumatra, Jambi, and Bangka Belitung tend to operate independently. Overall, the chicken egg market in Sumatra exhibits long-run market integration with an uneven interprovincial price formation structure. These findings provide an empirical basis for formulating price stabilization policies and strengthening regional food distribution systems.

Kata kunci

integrasi pasar telur
dinamika harga telur
transmisi harga
ekonomi regional

Abstrak

Telur ayam ras merupakan sumber protein penting dalam konsumsi rumah tangga, tetapi harganya sering berfluktuasi sehingga berpotensi mengganggu stabilitas pasar. Kebaruan penelitian ini adalah menyajikan analisis terpadu mengenai volatilitas, integrasi pasar, transmisi harga, serta peran *price maker* dan *price taker* telur ayam ras antarprovinsi di Pulau Sumatera. Tujuan penelitian adalah menganalisis volatilitas, integrasi pasar, transmisi harga, serta peran masing-masing provinsi dalam pembentukan harga telur ayam ras di Pulau Sumatera. Analisis dilakukan menggunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) untuk mengukur volatilitas, *Johansen Cointegration Test* dan *Error Correction Model* (ECM) untuk menganalisis integrasi pasar, serta *Vector Error Correction Model* (VECM) dan *Granger Causality Test* untuk mengidentifikasi arah transmisi harga. Data yang digunakan berupa harga telur ayam ras bulanan di sepuluh provinsi di Pulau Sumatera selama periode 2020–2024 yang bersumber dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa volatilitas harga tergolong moderat, pasar terintegrasi dalam jangka panjang tetapi belum dalam jangka pendek, serta terdapat perbedaan peran provinsi dalam pembentukan harga. Aceh, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung berperan sebagai *price makers* sekaligus *price takers*, sedangkan Sumatera Barat, Jambi, dan Bangka Belitung cenderung bersifat independen. Secara keseluruhan, pasar telur ayam ras di Sumatera menunjukkan integrasi jangka panjang dengan struktur pembentukan harga yang tidak merata antarprovinsi. Temuan ini memberikan dasar empiris bagi perumusan kebijakan stabilisasi harga dan penguatan sistem distribusi pangan regional.

1. Pendahuluan

Telur ayam ras merupakan salah satu komoditas pangan strategis di Indonesia yang berperan penting dalam penyediaan protein hewani bagi masyarakat. Sebagai sumber protein yang harganya lebih terjangkau dibandingkan jenis pangan sumber protein lainnya, mudah diakses, dan dikonsumsi oleh hampir semua lapisan sosial ekonomi masyarakat, telur ayam ras memiliki kontribusi besar terhadap ketahanan pangan nasional (Putri dan Sukandar 2023). Peningkatan permintaan telur ayam ras terus terjadi seiring dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya asupan protein.

Berdasarkan data Outlook Komoditas Peternakan Telur Ayam Ras Petelur dari Kementan (2023), konsumsi telur ayam ras menunjukkan tren peningkatan rata-rata sebesar 3,41% per tahun sepanjang periode 2017–2023. Pada tahun 2017, tingkat konsumsi telur ayam ras tercatat sebesar 17,69 kg/kapita/tahun dan relatif stabil hingga tahun 2019. Memasuki tahun 2020, konsumsi mulai mengalami peningkatan menjadi 18,35 kg/kapita/tahun, seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap sumber protein hewani. Tren peningkatan tersebut berlanjut pada tahun 2021 dan 2022, masing-masing mencapai 18,92 kg/kapita/tahun dan 20,02 kg/kapita/tahun. Pada tahun 2023, konsumsi telur ayam ras mencapai angka tertinggi sebesar 21,1 kg/kapita/tahun. Peningkatan konsumsi ini menunjukkan peran strategis telur ayam ras sebagai sumber protein utama yang tidak hanya penting bagi konsumsi rumah tangga, tetapi juga menjadi bagian vital dalam menjaga stabilitas pangan nasional. Kondisi ini menegaskan bahwa komoditas telur ayam ras tidak hanya penting bagi konsumsi rumah tangga, tetapi juga menjadi bagian vital dalam menjaga stabilitas pangan nasional.

Meskipun permintaan terhadap telur ayam ras terus meningkat, fenomena ketidakstabilan harga masih menjadi masalah serius dalam pengelolaan komoditas ini. Harga telur ayam ras menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan sepanjang tahun, yang cenderung meningkat tajam pada hari-hari besar keagamaan, seperti Idul Fitri, Natal, dan Idul Adha, serta dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kenaikan harga pakan, biaya logistik, perubahan iklim, bahkan krisis global (Ahaotu et al. 2019). Volatilitas harga tersebut menimbulkan ketidakpastian bagi peternak, menekan daya beli konsumen, serta berpotensi mengganggu akses masyarakat terhadap pangan bergizi seimbang dan keberlanjutan usaha di sektor perunggasan.

Kondisi pasar telur ayam ras di Pulau Sumatera semakin kompleks karena perbedaan struktur geografis dan ekonomi antarprovinsi. Beberapa wilayah seperti Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Sumatera selatan berperan sebagai sentra produksi utama terbesar ke 4,5, dan 7 di Indonesia dengan total persentase sebesar 19,05% (Kementan 2023), sedangkan provinsi seperti Aceh, Riau, dan Bengkulu cenderung menjadi wilayah konsumsi yang bergantung pada pasokan dari luar daerah.

Fluktuasi harga telur ayam ras di Pulau Sumatera masih sering terjadi, baik karena faktor musiman maupun dinamika pasar yang lebih luas. Variasi harga dipengaruhi oleh perubahan biaya produksi, distribusi logistik, permintaan pasar, dan momen hari besar keagamaan. Berdasarkan *Outlook Komoditas Peternakan Telur Ayam Ras* (Kementan 2023), selama periode 2019–2022 harga telur menunjukkan pola musiman yang konsisten, dengan kenaikan pada Desember–Januari, Juni–Juli, dan Oktober–November. Ketidakstabilan ini menimbulkan kerugian bagi konsumen serta tekanan ekonomi bagi produsen dan pelaku distribusi sepanjang rantai pasok.

Volatilitas harga telur ayam ras merupakan isu penting karena berpotensi mengganggu stabilitas harga pangan dan daya beli masyarakat (Ahaotu et al. 2021), meski sudah terdapat Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 6 Tahun 2024 terkait Harga Acuan Penjualan (HAP). Ketidakstabilan harga tidak hanya menciptakan ketidakpastian bagi pelaku usaha peternakan dan perdagangan, tetapi juga memperbesar risiko disparitas harga antarwilayah akibat perbedaan struktur produksi dan distribusi di Pulau Sumatera. Oleh karena itu, analisis terhadap pola volatilitas harga di masing-masing provinsi diperlukan untuk menilai tingkat kestabilan dan sensitivitas harga terhadap dinamika pasar. Kajian ini menjadi penting mengingat karakteristik rantai pasok telur ayam ras di Sumatera yang beragam dan kompleks.

Aspek integrasi pasar antarprovinsi menjadi komponen penting dalam memahami dinamika harga telur ayam ras di Sumatera. Integrasi pasar yang efisien memungkinkan perubahan harga di satu wilayah segera tercermin di wilayah lain, sedangkan integrasi yang lemah menyebabkan perbedaan harga tetap tinggi dan transmisi harga menjadi tidak efisien. Kondisi ini dapat mencerminkan adanya hambatan struktural seperti keterbatasan infrastruktur, tingginya biaya logistik, dan distribusi yang belum merata, yang sering kali memperlambat proses distribusi dan memperbesar biaya, yang pada

gilirannya mengubah dinamika harga dan pasokan (Gao et al. 2019). Oleh karena itu, analisis keterkaitan harga antarprovinsi diperlukan untuk menilai sejauh mana pasar telur ayam ras di Sumatera telah terhubung secara sistemik.

Selain itu, pemahaman mengenai mekanisme transmisi harga penting untuk melihat apakah perubahan harga di suatu wilayah memengaruhi wilayah lainnya. Efisiensi transmisi harga mencerminkan keterpaduan pasar dan efektivitas penyebaran informasi antarwilayah. Pengetahuan ini krusial bagi perumusan strategi pengendalian harga, peningkatan efisiensi distribusi, serta penguatan integrasi pasar regional. Studi tentang transmisi harga juga memberikan dasar bagi pengambil kebijakan dalam mengevaluasi distribusi kesejahteraan antara produsen dan konsumen serta mengukur efektivitas sistem pemasaran (Arnade et al. 2017).

Analisis hubungan harga antarprovinsi juga memungkinkan identifikasi peran wilayah dalam pembentukan harga, baik sebagai penentu harga (*price maker*) maupun penerima harga (*price taker*). Provinsi dengan pengaruh dominan terhadap perubahan harga di wilayah lain dapat dikategorikan sebagai *price maker*, sedangkan wilayah yang pergerakan harganya bergantung pada daerah lain termasuk *price taker*. Pemahaman peran dalam konteks pasar ini menjadi penting dan relevan untuk menjelaskan interaksi harga antarprovinsi (Bado dan Dunakhir 2024). Identifikasi tersebut penting bagi pemerintah dalam merancang strategi intervensi yang tepat untuk mengantisipasi gejolak harga dan menjamin distribusi pangan yang lebih merata di Sumatera.

Hingga saat ini, kajian yang secara spesifik menganalisis volatilitas, integrasi, dan transmisi harga telur ayam ras antarprovinsi di Pulau Sumatera masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada wilayah Indonesia secara umum, wilayah di Pulau Jawa, ataupun wilayah perprovinsi dengan cakupan yang spesifik seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Mubarok et al. (2024), Abdussalam et al. (2024), dan Marzuqi et al. (2024). Padahal, karakteristik geografis, distribusi produksi, dan keterhubungan pasar di Sumatera berbeda, sehingga pendekatan berbasis kawasan menjadi penting. Kebaruan dari penelitian ini adalah untuk mengisi kesenjangan literatur tersebut dengan memberikan pemetaan menyeluruh terhadap dinamika harga telur ayam ras di seluruh provinsi di Pulau Sumatera.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika harga telur ayam ras antarprovinsi di Sumatera melalui tiga aspek utama, yaitu volatilitas, integrasi, dan transmisi harga. Selain memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan literatur ekonomi pertanian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perumusan kebijakan pengendalian harga, perencanaan logistik, dan peningkatan efisiensi distribusi antarwilayah. Dengan demikian, temuan penelitian ini tidak hanya berperan dalam memperkaya kajian akademik, tetapi juga mendukung penyusunan kebijakan pangan regional dan nasional yang lebih efisien, responsif, dan berkelanjutan.

2. Metodologi

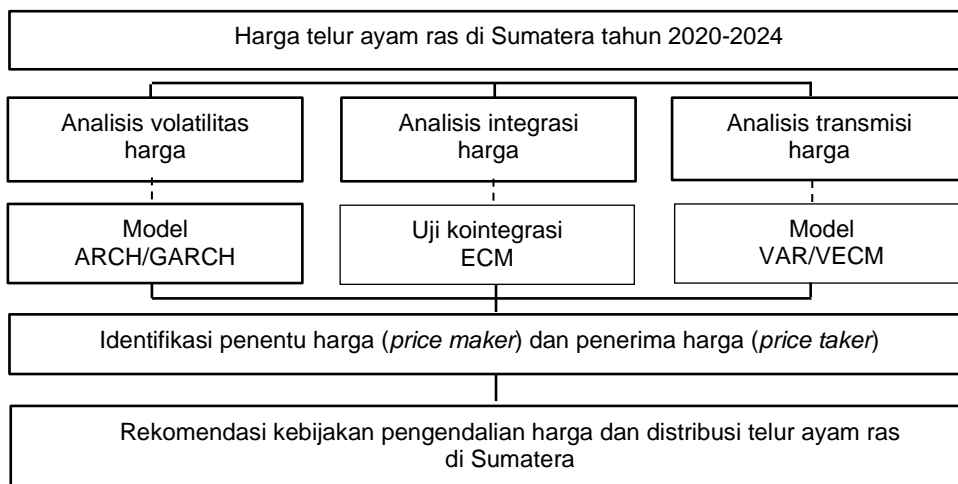
2.1. Kerangka pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini dibangun berdasarkan keterkaitan antara volatilitas, integrasi, dan transmisi harga sebagai indikator keterpaduan pasar telur ayam ras di Sumatera. Volatilitas harga mencerminkan tingkat ketidakstabilan dan risiko pasar akibat perubahan permintaan, pasokan, dan faktor eksternal. Integrasi pasar menunjukkan sejauh mana harga antarprovinsi bergerak bersama menuju keseimbangan jangka panjang maupun jangka pendek, menandakan efisiensi sistem distribusi. Sementara itu, transmisi harga menggambarkan bagaimana perubahan harga di satu wilayah ditransfer ke wilayah lain, serta mengidentifikasi provinsi yang berperan sebagai penentu (*price maker*) dan penerima harga (*price taker*). Ketiga aspek ini saling berhubungan dalam membentuk mekanisme pasar regional. Dengan demikian, pemahaman menyeluruh terhadap dinamika tersebut menjadi dasar dalam perumusan kebijakan stabilisasi harga dan penguatan ketahanan pangan di Sumatera. Secara skematis, kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.

2.2. Lingkup bahasan

Lingkup bahasan penelitian ini mencakup aspek spasial, temporal, dan analisis yang secara khusus difokuskan pada dinamika harga telur ayam ras antarprovinsi di wilayah Sumatera yang mewakili karakteristik wilayah produsen, konsumen, serta penghubung distribusi antarprovinsi. Secara temporal, penelitian mencakup periode Januari 2020 hingga Desember 2024, dengan data harga bulanan yang

diperoleh dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Nasional. Rentang waktu lima tahun ini dipilih agar dapat menggambarkan pola pergerakan harga yang stabil dan menangkap dinamika jangka pendek maupun jangka panjang. Dari sisi analisis, dilakukan pada tingkat konsumen dengan pendekatan ekonometrika berbasis model GARCH untuk volatilitas, *Johansen Cointegration Test* dan ECM untuk integrasi, VECM dan IRF untuk transmisi, serta *Granger Causality Test* untuk identifikasi peran harga antarprovinsi, yakni sebagai penentu harga (*price maker*) atau penerima harga (*price taker*). Penelitian ini dibatasi pada aspek harga di tingkat konsumen tanpa mempertimbangkan faktor nonharga seperti biaya produksi, kebijakan subsidi, atau kondisi logistik secara langsung. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran empiris mengenai keterpaduan pasar telur ayam ras di Sumatera dari perspektif harga dan dinamika antarwilayah. Kerangka pemikiran penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

2.3. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian mencakup sepuluh provinsi di wilayah Sumatera, yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Lampung, dan Kepulauan Bangka Belitung. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive* karena Sumatera memiliki peran strategis dalam sistem produksi dan distribusi telur ayam ras nasional serta mencerminkan perbedaan karakteristik pasar antarprovinsi.

2.4. Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui studi dokumenter dari sumber resmi, mencakup publikasi dan laporan lembaga pemerintah terkait (Ardiansyah et al. (2023)). Data utama berupa harga telur ayam ras tingkat konsumen di sepuluh provinsi di Sumatera dalam bentuk rata-rata bulanan (Rp/kg) untuk periode 2019–2024 yang bersumber dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Nasional, dipilih karena konsistensi pencatatan dan cakupan wilayah yang luas. Kekosongan data pada hari libur atau akhir pekan ditangani melalui interpolasi linier selektif hanya pada tanggal dengan data pembandingan antarprovinsi yang valid. Setelah proses pembersihan, data harian dikonversi menjadi data bulanan dengan menghitung rata-rata harga hari aktif tiap bulan, mengikuti pendekatan (Adiyono dan Novianto 2022) yang menilai rata-rata bulanan lebih stabil untuk analisis fluktuasi harga pangan. Selain itu, data pendukung seperti volume produksi, konsumsi per kapita, dan kebijakan distribusi dikumpulkan dari BPS, Kementerian Perdagangan, serta Dinas Peternakan dan Ketahanan Pangan untuk memperkaya analisis, terutama dalam menilai transmisi harga dan peran provinsi sebagai pasar produsen maupun konsumen. Penelitian dilaksanakan pada Juni–Juli 2025.

2.5. Analisis data

2.5.1. Analisis volatilitas harga (GARCH Model)

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) digunakan untuk menganalisis volatilitas harga telur ayam ras karena mampu menggambarkan perubahan varians dari

waktu ke waktu (Bollerslev 1986). Model ini efektif untuk mendeteksi fluktuasi harga yang tidak menentu (*time-varying variance*), yang mencerminkan tingkat ketidakpastian pasar (Majumder et al. 2022). Model GARCH merupakan pengembangan dari model ARCH oleh Engle (1982) dan banyak digunakan untuk memprediksi volatilitas harga komoditas yang dipengaruhi oleh faktor musiman, distribusi, maupun dinamika pasar (Čermák et al. 2017). Analisis volatilitas harga dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut.

Uji stasioneritas data (Augmented Dickey–Fuller/ADF Test)

Langkah awal analisis volatilitas adalah uji stasioneritas data menggunakan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) *test*, untuk memastikan data harga memiliki rata-rata dan varians konstan. Model deret waktu seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan GARCH mensyaratkan data stasioner. Kriteria pengujian ditetapkan berdasarkan nilai probabilitas (*p-value*). Apabila nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 maka data dinyatakan stasioner, sedangkan apabila nilai *p-value* lebih besar atau sama dengan 0,05 maka data dinyatakan tidak stasioner. Jika data tidak stasioner, dilakukan transformasi dalam bentuk diferensiasi log harga (*return log*) (Ginting et al. 2023).

Identifikasi model ARMA

Model rata-rata diidentifikasi dengan menggunakan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) yang dikembangkan oleh Box dan Jenkins, untuk menganalisis ketergantungan antarperiode dan fluktuasi jangka pendek (Rahman dan Hasan 2017). Jika data tidak stasioner pada *mean*, model dikembangkan menjadi ARIMA dengan unsur *differencing* (Bórawska et al. 2021). Model ARIMA (p,d,q) terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *p* yang menunjukkan jumlah *lag* variabel dependen atau orde *autoregressive*, *d* yang menunjukkan tingkat differensi yang diperlukan agar data menjadi stasioner, serta *q* yang menunjukkan jumlah *lag error* atau orde *moving average*.

Identifikasi dilakukan melalui observasi pola *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk menentukan dugaan awal *p* dan *q*, lalu berbagai kombinasi model diestimasi menggunakan *maximum likelihood* atau *least squares* (Revathi et al. 2023). Model terbaik dipilih berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC), dan *Sum Squared Errors* (SSE) terendah, serta Adjusted R^2 tertinggi (Omar et al. 2024). Validasi model dilakukan dengan uji Ljung–Box dan Jarque–Bera Test, model dianggap layak jika residual bersifat acak dan berdistribusi normal (Wenning dan Valenci 2019). Model ARIMA yang memenuhi kriteria ini digunakan untuk menjelaskan dan memprediksi dinamika harga telur ayam ras di Sumatera (Wisodewo et al. 2022).

Uji ARCH

Setelah model ARIMA teridentifikasi, dilakukan uji efek ARCH untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas bersyarat pada residual, yaitu kondisi ketika varians *error* berubah dari waktu ke waktu (Rachmawati et al. 2021). Uji ini penting karena data harga komoditas sering menunjukkan varian yang tidak konstan, sehingga model ARIMA saja belum cukup akurat. Uji ARCH dilakukan dengan meregresikan kuadrat residual terhadap *lag*-nya sendiri menggunakan *Lagrange Multiplier Test* (Murniati et al. 2018). Kriteria pengambilan keputusan dalam uji ARCH didasarkan pada nilai probabilitas (*p-value*). Apabila nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat efek ARCH yang menunjukkan adanya heteroskedastisitas pada residual. Sebaliknya, apabila nilai *p-value* lebih besar atau sama dengan 0,05, maka tidak terdapat efek ARCH sehingga residual bersifat homoskedastis.

Jika efek ARCH terdeteksi, model dikembangkan menjadi ARCH atau GARCH, karena model tersebut lebih tepat untuk menangkap fluktuasi volatilitas yang berubah dari waktu ke waktu (Nugrahapsari dan Arsanti 2019). Uji ini memastikan model tidak hanya akurat dalam rata-rata (*mean* model), tetapi juga mampu menggambarkan dinamika varians harga telur ayam ras di Sumatera secara menyeluruh.

Estimasi dan pemilihan model GARCH terbaik

Setelah ditemukan efek ARCH pada residual model ARIMA, dilakukan estimasi volatilitas menggunakan GARCH, pengembangan dari model ARCH yang menambahkan *lag* varians bersyarat untuk menggambarkan dinamika volatilitas secara lebih fleksibel (Budiandru 2021). Model ini memodelkan varian residual yang berubah seiring waktu, mencerminkan fluktuasi harga telur ayam ras di Sumatera.

Estimasi dilakukan dengan menggabungkan *mean model* dari ARIMA terbaik dengan parameter diestimasi menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) (Hutasoit dan Sutarman 2022). Persamaan varian:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \tag{1}$$

Model terbaik ditentukan berdasarkan kriteria: nilai AIC dan SBC rendah, SSE kecil, parameter signifikan ($p < 0,05$), serta stabilitas $\alpha + \beta < 1$. Uji diagnostik residual (Ljung–Box dan heteroskedastisitas) memastikan residual acak dan mendekati distribusi normal. Model GARCH terpilih digunakan untuk menggambarkan volatilitas dan risiko fluktuasi harga telur ayam ras di Sumatera (Sulistiwati et al. 2022).

2.5.2 Analisis integrasi harga (Johansen Cointegration Test dan ECM)

Analisis integrasi harga digunakan untuk menguji hubungan jangka panjang antarpasar telur ayam ras di berbagai provinsi di Sumatera. Pasar dikatakan terintegrasi jika perubahan harga di satu wilayah tercermin di wilayah lain, yang menunjukkan efisiensi pasar. Pengujian dilakukan menggunakan *Johansen Cointegration Test* berbasis model *Vector Autoregression* (VAR) yang dikembangkan oleh Johansen (1988, 1991). Metode ini mampu mengidentifikasi jumlah vektor kointegrasi antarvariabel secara simultan, sehingga tepat untuk menganalisis keterkaitan harga antarprovinsi (Widiarti et al. 2024). Model Johansen secara umum ditulis sebagai

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2}$$

dengan:

Y_t = vektor berisi harga telur ayam ras di berbagai provinsi,

Δ = diferensiasi pertama.

μ = konstanta.

Π = matriks parameter jangka panjang yang menentukan kointegrasi.

Γ_i = matriks parameter jangka pendek.

ε_t = vektor *error term* yang diasumsikan bersifat *white noise*

Uji Johansen menggunakan dua statistik utama, yakni *trace statistic* dan *maximum eigenvalue statistic*, dan untuk menganalisis hubungan jangka pendek digunakan ECM, yang memadukan keseimbangan jangka panjang (dari uji kointegrasi) dengan dinamika penyesuaian jangka pendek.

$$\Delta P_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta P_{t-i} + \lambda ECT_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3}$$

dengan:

ΔP_t = perubahan log harga telur ayam ras pada periode ke- t

ΔP_{t-i} = perubahan log harga pada periode sebelumnya (*lag ke- i*)

ECT_{t-1} = *error correction term* yang diperoleh dari model kointegrasi

λ = koefisien koreksi kesalahan

ε_t = komponen kesalahan acak

Nilai statistik yang lebih besar dari nilai kritis pada taraf nyata 5%, disimpulkan terdapat hubungan kointegrasi; sebaliknya, jika lebih kecil, tidak ada hubungan jangka panjang antarpasar (Mallory dan Lence 2013). Hasil analisis menunjukkan sejauh mana pasar telur ayam ras di Sumatera telah terintegrasi. Jika integrasi ada, maka perubahan harga di satu provinsi cepat memengaruhi yang lainnya; jika tidak, pasar masih terfragmentasi dan mekanisme pembentukan harga berjalan terpisah.

2.5.3. Analisis transmisi harga

Analisis transmisi harga digunakan untuk melihat bagaimana perubahan harga di satu pasar memengaruhi pasar lain dalam jangka pendek dan panjang. Analisis ini membantu mengidentifikasi provinsi yang berperan sebagai *price leader* atau *price follower*, serta menilai efisiensi pasar antarwilayah. Penelitian ini menggunakan VECM untuk mengkaji hubungan dinamis antarprovinsi. Jika data harga stasioner pada level, digunakan *Vector Autoregression* (VAR). Namun, bila data menjadi stasioner setelah diferensiasi pertama dan terdapat hubungan jangka panjang (hasil uji kointegrasi Johansen), digunakan VECM (Rahmanta et al. 2020). ECT_{t-1} sebagai komponen koreksi kesalahan yang menunjukkan kecepatan penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang. Koefisien ECT yang signifikan menandakan adanya mekanisme koreksi jangka panjang antarpasar. Model umum VECM ditulis sebagai

$$\Delta Y_t = \mu + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \lambda ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

dengan:

Y_t = vektor harga telur ayam ras di berbagai provinsi

ΔY_t = perubahan harga (*first difference*)

μ = konstanta

Γ_i = parameter jangka pendek, menunjukkan pengaruh perubahan harga periode sebelumnya

ECT_{t-1} = *error correction term*, deviasi keseimbangan jangka panjang yang diperoleh dari uji kointegrasi Johansen

λ = koefisien penyesuaian yang menunjukkan seberapa cepat harga kembali ke keseimbangan setelah terjadi guncangan,

ε_t = *error term* yang diasumsikan bersifat *white noise*

Koefisien *error correction term* (ECT) menunjukkan mekanisme koreksi ketidakseimbangan jangka panjang. Jika signifikan, hal ini menandakan bahwa harga antarprovinsi tidak hanya berfluktuasi dalam jangka pendek, tetapi juga memiliki proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang, sehingga memberikan gambaran menyeluruh tentang transmisi harga telur ayam ras di wilayah Sumatera.

2.5.4. Analisis peran pembentukan harga

Analisis keterkaitan harga antarprovinsi dilakukan menggunakan Uji Kausalitas Granger (*Granger Causality Test*) untuk mengetahui arah pengaruh harga antarwilayah dan mengidentifikasi provinsi yang berperan sebagai *price maker* atau *price taker* (Gao et al. 2013). Pendekatan ini menilai hubungan prediktif jangka pendek, bukan kausalitas murni: jika harga di wilayah X membantu memprediksi harga di wilayah Y secara signifikan, maka X dikatakan Granger cause Y (Dong et al. 2018). Model umum ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^p \delta_j Y_j + u_t \quad (6)$$

dengan $lag\ p=2p=2p=2$ untuk mencerminkan keterlambatan penyesuaian harga akibat faktor distribusi dan logistik (Jurkenaitė dan Paparas 2018).

Kriteria pengujian kausalitas didasarkan pada nilai probabilitas (*p-value*). Apabila nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan kausalitas yang signifikan antarvariabel. Sebaliknya, apabila nilai *p-value* lebih besar atau sama dengan 0,05, maka tidak terdapat hubungan kausalitas antarvariabel.

Interpretasi hasil uji kausalitas dapat dibedakan menjadi beberapa kondisi. Hubungan kausalitas satu arah (*unidirectional*) terjadi apabila variabel X memengaruhi variabel Y, yang menunjukkan bahwa X berperan sebagai *price maker* dan Y sebagai *price taker*. Hubungan kausalitas dua arah (*bidirectional*) terjadi apabila variabel X dan Y saling memengaruhi satu sama lain. Sementara itu, apabila tidak terdapat hubungan kausalitas, maka kedua variabel bergerak secara independen tanpa saling memengaruhi. Uji ini penting untuk memahami mekanisme integrasi pasar dan transmisi harga. Secara praktis, hasilnya untuk mengidentifikasi provinsi kunci dalam pembentukan harga dan mendukung kebijakan stabilisasi harga dan efisiensi distribusi (Saha et al. 2021).

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Perkembangan harga telur ayam ras di Sumatera

Harga telur ayam ras bulanan di Sumatera pada periode 1 Januari 2020 hingga 31 Desember 2024 mencerminkan interaksi antara faktor lokal dan global. Selain dipengaruhi oleh pola musiman dan kapasitas produksi domestik, harga juga merespons disrupsi seperti pandemi Covid-19. Menurut Widodo et al. (2023) dan Aji et al. (2022), dampak pandemi Covid-19 berpengaruh terhadap harga jual telur atau terhadap rantai pasok telur ayam ras dan lebih stabil setelah masa pandemi. Faktor lainnya yang meningkatkan biaya produksi dan logistik telur ayam ras yakni inflasi pangan, serta konflik geopolitik (Hidayah et al. 2024). Analisis dilakukan terhadap sepuluh provinsi di Sumatera, yakni Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, dan Lampung yang memiliki karakteristik pasar berbeda (Zen et al. 2022). Kajian ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi pola volatilitas, integrasi, dan transmisi harga telur ayam

ras di Sumatera serta membandingkannya dengan rata-rata harga regional untuk menilai konsistensi pergerakan antarprovinsi.

Tren harga telur ayam ras di Sumatera menunjukkan kenaikan tahunan. Kepulauan Bangka Belitung mencatat harga rata-rata tertinggi Rp28.600/kg dengan koefisien variasi 11,45% (Tabel 1), menandakan fluktuasi tinggi akibat ketergantungan pasokan luar pulau dan mahal biaya logistik (Mandaku dan Rasyid 2023). Sebaliknya, Jambi memiliki harga rata-rata terendah Rp24.332/kg dengan variasi lebih stabil (CV 10,2%), karena kedekatannya dengan sentra produksi di Sumatera Barat dan Sumatera Selatan yang menekan biaya transportasi dan menjaga stabilitas harga (Sitorus 2022). Meskipun Sumatera Barat dan Sumatera Selatan merupakan sentra produksi telur ayam ras, harga di kedua provinsi tersebut justru lebih tinggi dibandingkan dengan Jambi. Hal ini mencerminkan interaksi antara beberapa faktor yang lebih kompleks daripada sekadar inefisiensi produksi. Salah satu faktor utama adalah kuatnya permintaan di tingkat lokal akibat aktivitas ekonomi dan konsumsi rumah tangga yang besar.

Tabel 1. Statistik deskriptif harga telur ayam ras di wilayah Sumatera, 2020–2024

No.	Provinsi	Rata-rata (Rp/kg)	Minimal (Rp/kg)	Maksimal (Rp/kg)	Simpangan baku (σ)	Koef. variasi (%)
1.	Aceh	27.189	21.931	32.073	2.802,180	10,310
2.	Sumatera Utara	27.163	21.586	31.895	3.073,670	11,320
3.	Sumatera Barat	26.120	22.382	29.338	2.180,810	8,350
4.	Riau	26.066	20.615	31.205	2.769,770	10,630
5.	Kep. Riau	26.844	23.182	30.600	2.234,980	8,330
6.	Jambi	24.332	19.513	28.701	2.481,210	10,200
7.	Bengkulu	26.034	21.609	30.195	2.357,030	9,050
8.	Sumatera Selatan	25.492	20.377	29.577	2.573,150	10,090
9.	Kep. Bangka Belitung	28.600	23.750	35.386	3.274,400	11,450
10.	Lampung	25.528	20.259	29.538	2.323,490	9,100
Rata-rata Sumatera		26.337	21.997	30.378	2.498,910	9,490

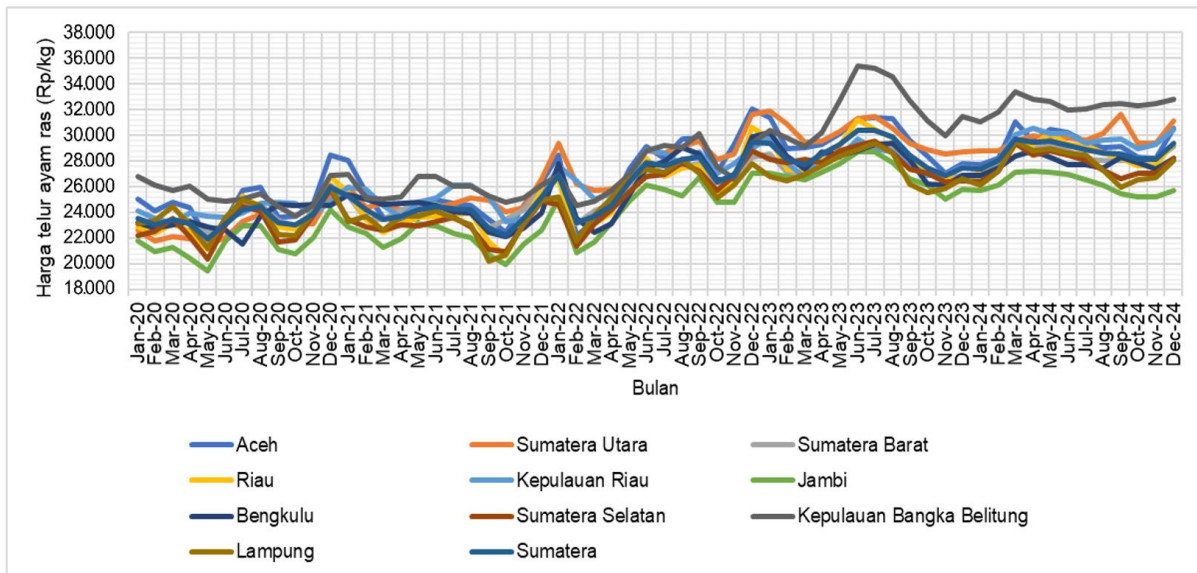
Sumber: PIHPS (2025), diolah

Tingginya daya beli dan konsumsi masyarakat di kedua provinsi ini telah menyebabkan permintaan akan telur ayam ras meningkat, yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan harga di pasar. Selanjutnya, distribusi telur yang berpindah ke provinsi lain juga menjadi faktor penentu. Dalam konteks perdagangan antarprovinsi, Sumatera Barat dan Sumatera Selatan mendistribusikan telur ke daerah lain. Salfadri (2017) mencatat bahwa aliran ini berkontribusi terhadap penurunan pasokan lokal, sehingga harga di pasar lokal tetap tinggi karena ketidakcukupan pasokan. Dengan demikian, harga yang lebih tinggi di wilayah sentra produksi bukan disebabkan oleh inefisiensi produksi, melainkan oleh interaksi antara permintaan yang kuat, distribusi antarwilayah, dan struktur pasar yang berbeda antarprovinsi.

Grafik *time series* (Gambar 2) menunjukkan pola musiman yang konsisten di seluruh provinsi di Sumatera, dengan perbedaan struktural yang mencolok. Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Kepulauan Riau, dan Kepulauan Bangka Belitung cenderung memiliki harga di atas rata-rata, sedangkan Provinsi Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung berada di bawah. Pada 2020, pandemi Covid-19 menekan permintaan akibat kebijakan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar), menyebabkan harga telur turun ke rata-rata terendah Rp23.594/kg (Firdaus dan Wijayanto 2021).

Tahun 2021 menandai awal pemulihan dengan harga naik menjadi Rp23.996/kg, didorong oleh pelonggaran mobilitas dan meningkatnya konsumsi rumah tangga, meskipun gangguan logistik global masih memengaruhi harga domestik (Wianjani 2022). Kenaikan signifikan terjadi pada 2022, dengan rata-rata harga mencapai Rp26.642/kg, dipicu invasi Rusia–Ukraina yang menaikkan harga energi dan pakan global, terutama jagung dan kedelai, yang meningkatkan biaya produksi (Roscoe et al. 2023). Sepanjang 2023, harga melonjak hingga Rp28.681/kg, dengan puncak pada April–Juli seiring meningkatnya permintaan saat Idul Fitri dan Idul Adha. Fluktuasi ini juga dipengaruhi oleh kenaikan harga pakan ternak dunia (Dwinata et al. 2022). Pada 2024, harga mulai stabil di Rp29.384/kg, didukung oleh intervensi pemerintah berupa subsidi transportasi pangan dan penguatan distribusi antarwilayah.

Fluktuasi menurun, mencerminkan dampak positif dari normalisasi harga pakan global dan efisiensi pasokan regional.



Sumber: PIHPS (2025), diolah

Gambar 2. Grafik rata-rata bulanan harga telur ayam ras di Sumatera, 2020–2024

Perkembangan harga telur ayam ras di Sumatera selama lima tahun menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap faktor global dan struktural. Disparitas harga antarprovinsi dipengaruhi oleh efisiensi distribusi, kedekatan dengan sentra produksi, serta kemampuan dalam menghadapi guncangan global. Kepulauan Bangka Belitung paling rentan karena bergantung pada pasokan dari luar, sedangkan Jambi dan Lampung menunjukkan stabilitas berkat konektivitas logistik yang baik. Fenomena seperti pandemi, konflik Rusia–Ukraina, dan inflasi pangan menegaskan bahwa stabilisasi harga pangan memerlukan strategi jangka panjang berbasis data, mencakup analisis volatilitas, integrasi, dan transmisi harga untuk menjaga keseimbangan pasar regional di Sumatera.

3.2. Hasil analisis volatilitas harga telur ayam ras di Sumatera

3.2.1. Uji stasioneritas harga telur ayam ras

Dalam analisis deret waktu, data harus stasioner agar hasil estimasi akurat dan tidak bias. Stasioneritas berarti rata-rata dan varians data konstan sepanjang waktu; jika tidak, tren atau pola musiman dapat memengaruhi hasil model seperti ARMA dan GARCH (Susilawati dan Sunendiari 2022). Hasil uji ADF-Fisher dan Choi Z-stat terhadap data harga telur ayam ras di sepuluh provinsi Sumatera periode 2020–2024 menunjukkan bahwa data tidak stasioner pada level ($p > 0,05$). Setelah transformasi *first difference*, seluruh seri menjadi stasioner ($p < 0,01$), menunjukkan bahwa fluktuasi jangka pendek dapat dianalisis dengan model deret waktu (Smeekes dan Wijler 2019). Dengan demikian, model ARMA dan GARCH dapat digunakan untuk menganalisis volatilitas jangka pendek, sementara data pada level tetap digunakan dalam analisis integrasi harga untuk menilai hubungan jangka panjang antarprovinsi.

3.2.2. Identifikasi model rata-rata harga

Setelah data harga telur ayam ras di Sumatera dinyatakan stasioner, tahap berikutnya adalah identifikasi model rata-rata menggunakan ARIMA, yang menangkap keterkaitan harga antarperiode dan pola tren jangka pendek untuk menggambarkan dinamika pergerakan harga dari waktu ke waktu (Upadhyay et al. 2023). Hasil estimasi menunjukkan bahwa model terbaik untuk data harga telur ayam ras di Sumatera adalah ARIMA (3,1,1), berdasarkan kriteria informasi dan uji residual (Tabel 2). Model ini menunjukkan bahwa harga saat ini dipengaruhi oleh pergerakan harga tiga bulan sebelumnya dan kesalahan satu periode sebelumnya (Dion et al. 2025). Hal ini menandakan adanya ketergantungan jangka pendek dan volatility clustering, di mana guncangan harga akibat biaya pakan, distribusi, atau permintaan musiman tidak langsung hilang, tetapi berangsur stabil (Waidor dan Akpojaro 2022). Model

ARIMA (3,1,1) menjadi dasar analisis volatilitas dengan GARCH dan bermanfaat untuk peramalan harga serta perumusan kebijakan stabilisasi pasar.

Tabel 2. Ringkasan hasil estimasi model arima harga telur ayam ras di Sumatera tahun 2020-2024

Model	AIC	SBC	SSE	Sig. ar	Sig. ma	Prob. correl
(1,1,1)	0,856	1,317	0,337	Tidak signifikan	Signifikan	Tidak signifikan
(1,1,2)	0,741	1,203	0,318	Signifikan	Signifikan	Signifikan
(1,1,3)	1,248	1,710	0,410	Signifikan	Tidak signifikan	Tidak signifikan
(2,1,1)	0,816	1,282	0,330	Tidak signifikan	Signifikan	Tidak signifikan
(2,1,2)	1,460	1,926	0,455	Tidak signifikan	Tidak signifikan	Tidak signifikan
(2,1,3)	1,188	1,653	0,397	Signifikan	Signifikan	Signifikan
(3,1,1)	0,702	1,172	0,311	Signifikan	Signifikan	Signifikan
(3,1,2)	1,280	1,750	0,415	Tidak signifikan	Signifikan	Tidak signifikan
(3,1,3)	1,273	1,743	0,414	Tidak signifikan	Signifikan	Tidak signifikan

3.2.3. Uji efek ARCH pada residual

Setelah model ARIMA teridentifikasi, dilakukan uji ARCH untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas pada residual, yaitu fluktuasi varians dari waktu ke waktu. Jika varians tidak konstan, maka model ARCH/GARCH digunakan untuk menangkap dinamika volatilitas secara lebih akurat (Nurhayati et al. 2022). Hasil uji (Tabel 3) menunjukkan residual ARIMA (3,1,1) memiliki efek ARCH signifikan, menandakan varians tidak konstan dan membentuk *volatility clustering*, di mana periode volatilitas tinggi cenderung diikuti periode serupa (Jannah 2018). Pola ini menunjukkan persistensi jangka pendek, di mana guncangan seperti kenaikan pakan atau lonjakan permintaan tidak hilang seketika (Liu 2025). Nilai Durbin-Watson 1,88 menunjukkan residual bebas autokorelasi serius (Proia 2013). Dengan demikian, diperlukan model ARCH/GARCH untuk menangkap dinamika volatilitas harga telur ayam ras di Sumatera secara lebih akurat (Modarres dan Ouarda 2013).

Tabel 3. Hasil uji efek ARCH pada residual model ARIMA (3,1,1)

Statistik uji	Nilai	Probabilitas
<i>F-statistic</i>	6,513	0,014
<i>Obs*R-squared</i>	6,035	0,014
Koefisien RESID ² (-1)	0,325	0,014
<i>Durbin-Watson stat</i>	1,878	0,000

3.2.4. Model volatilitas harga telur ayam ras (GARCH)

Volatilitas harga telur ayam ras di Sumatera dianalisis menggunakan model GARCH, yang menjelaskan perubahan varians residual dari waktu ke waktu akibat faktor musiman, distribusi, dan pasokan pakan (Selmi et al. 2023). Model ini menangkap fenomena *volatility clustering*, di mana periode harga bergejolak diikuti oleh volatilitas tinggi, sedangkan periode stabil diikuti oleh volatilitas rendah (Ilham dan Saptana 2023). Hasil estimasi (Tabel 4) menunjukkan GARCH(1,1) sebagai model terbaik dengan AIC terendah (-60,940) dan *log likelihood* tertinggi (1.812,760). Meskipun koefisien ARCH (α) dan GARCH (β) tidak signifikan, nilai $\alpha + \beta = 0,75 < 1$ menunjukkan model stasioner dan stabil untuk menggambarkan pola volatilitas harga (Geng dan Zhang 2015).

Tabel 4. Hasil estimasi model GARCH (1,1)

Variabel	Koefisien	Probabilitas
C (konstanta)	4,074	0,326
ARCH(1) (α)	0,150	0,479
GARCH(1) (β)	0,600	0,113
AIC	-60,941	0,000
<i>Log likelihood</i>	1812,760	0,000
<i>Durbin-Watson</i>	1,639	0,000

Hasil estimasi (Tabel 5) GARCH(1,1) menunjukkan volatilitas moderat di sepuluh provinsi Sumatera, dengan nilai $\alpha+\beta$ berkisar 0,5850–0,5990, menandakan gejolak harga meninggalkan efek jangka pendek namun cepat terkoreksi (Çevrimli et al. 2024). Keseragaman ini menunjukkan keterhubungan pasar antarprovinsi dengan perbedaan kecil akibat variasi produksi dan distribusi (Putra et al. 2023). Pola volatilitas yang moderat memberi peluang bagi pemerintah melakukan intervensi efektif, seperti penguatan distribusi dan diversifikasi pasokan (Nkang et al. 2013). Secara umum, fluktuasi harga telur ayam ras di Sumatera bersifat sementara dan terkendali, mendukung strategi stabilisasi harga lintas wilayah untuk menjaga ketahanan pangan regional.

Tabel 5. Estimasi volatilitas harga telur ayam ras per provinsi di Sumatera

Provinsi	ARCH (α)	GARCH (β)	$\alpha+\beta$	Persistensi
Aceh	0,186	0,413	0,599	Moderat
Sumatera Utara	0,189	0,407	0,596	Moderat
Sumatera Barat	0,177	0,421	0,598	Moderat
Riau	0,185	0,408	0,593	Moderat
Kep. Riau	0,179	0,419	0,598	Moderat
Jambi	0,181	0,414	0,595	Moderat
Bengkulu	0,173	0,412	0,585	Moderat
Sumatera Selatan	0,163	0,424	0,587	Moderat
Kep. Bangka Belitung	0,182	0,414	0,595	Moderat
Lampung	0,196	0,402	0,598	Moderat

3.3. Hasil uji integrasi harga antarprovinsi

Integrasi harga antarprovinsi menunjukkan sejauh mana pergerakan harga telur ayam ras di Sumatera saling terkait dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Pengujian integrasi jangka panjang dilakukan dengan metode *Johansen Cointegration test* untuk mengidentifikasi hubungan keseimbangan antarprovinsi, sedangkan integrasi jangka pendek dianalisis menggunakan VECM.

3.3.1. Hasil uji integrasi harga jangka panjang

Hasil analisis menunjukkan bahwa harga telur ayam ras di Sumatera terintegrasi dalam jangka panjang. Pergerakan harga antarprovinsi saling terkoneksi dalam satu mekanisme pasar regional yang terpadu, di mana meskipun terdapat fluktuasi jangka pendek akibat faktor lokal, harga tetap bergerak menuju keseimbangan jangka panjang. Hasil analisis menunjukkan bahwa harga telur ayam ras di Sumatera terintegrasi dalam jangka panjang, mencerminkan keterkaitan antarprovinsi dalam satu mekanisme pasar regional. Meskipun terdapat fluktuasi jangka pendek akibat faktor lokal, harga cenderung bergerak menuju keseimbangan bersama (Ekananda 2023). Uji Johansen menunjukkan tiga vektor kointegrasi dengan *nilai trace statistic* (162,56; 100,25; 70,63) dan *maximum eigenvalue* (64,41) yang lebih besar dari nilai kritis pada taraf 5% (Tabel 6). Hasil ini menegaskan bahwa perubahan harga di satu provinsi memengaruhi wilayah lain, meskipun kecepatan penyesuaiannya bervariasi (Ergen dan Güzha 2022). Artinya, perubahan harga di satu provinsi berpotensi memengaruhi provinsi lain, meskipun dengan tingkat penyesuaian yang berbeda (Regina et al. 2023).

Tabel 6. Ringkasan hasil kointegrasi Johansen

Hipotesis jumlah CE	Trace				Max-eigen			
	Statistik	Nilai kritis (5%)	p-value	Keterangan	Statistik	Nilai kritis (5%)	p-value	Keterangan
None	162,564	125,615	0,000	Ya	64,417	46,231	0,000	Ya
At most 1	100,253	93,754	0,009	Ya	33,627	40,078	0,222	Tidak
At most 2	70,636	67,817	0,046	Ya	28,857	33,877	0,177	Tidak
At most 3	42,577	47,856	0,132	Tidak	22,945	27,584	0,176	Tidak
At most 4	19,767	29,797	0,445	Tidak	13,356	21,132	0,420	Tidak
At most 5	6,478	15,495	0,639	Tidak	4,972	14,265	0,745	Tidak
At most 6	1,506	3,842	0,220	Tidak	1,506	3,842	0,220	Tidak

Hasil uji kointegrasi residual (MacKinnon) menunjukkan bahwa seluruh provinsi di Sumatera memiliki hubungan jangka panjang, ditunjukkan oleh nilai p -value < 0,05 pada semua wilayah. Nilai τ -stat dan z -stat yang negatif serta signifikan menegaskan adanya keseimbangan harga antarprovinsi. Nilai residual variance yang relatif kecil dan seragam (468,3600–555,2200) menunjukkan kestabilan hubungan harga (Tabel 7). Temuan ini mengindikasikan bahwa perubahan harga di satu provinsi akan diikuti oleh provinsi lain, mencerminkan integrasi pasar yang kuat dan efisien di Sumatera. Integrasi jangka panjang ini mencerminkan keterpaduan struktural antarwilayah, efisiensi distribusi, serta pengaruh kebijakan harga pangan regional.

Tabel 7. Uji kointegrasi residual (MacKinnon) per-seri

Provinsi	τ -stat	p -value (τ)	z -stat	p -value (z)	Resd.var	Keterangan
Aceh	-6,906	0,022	-770,367	0,000	526,990	Terintegrasi
Sumatera Utara	-6,893	0,023	-748,937	0,000	499,220	Terintegrasi
Sumatera Barat	-6,914	0,022	-787,907	0,000	551,200	Terintegrasi
Riau	-6,917	0,022	-792,344	0,000	553,130	Terintegrasi
Kep. Riau	-6,907	0,022	-772,810	0,000	530,150	Terintegrasi
Jambi	-6,907	0,022	-783,408	0,000	544,350	Terintegrasi
Bengkulu	-6,912	0,022	-781,994	0,000	542,490	Terintegrasi
Sumatera Selatan	-6,919	0,021	-791,466	0,000	555,220	Terintegrasi
Kep. Bangka Belitung	-6,892	0,023	-745,507	0,000	495,300	Terintegrasi
Lampung	-6,878	0,023	-723,793	0,000	468,360	Terintegrasi

3.3.2 Hasil uji integrasi harga jangka pendek

Analisis integrasi harga jangka pendek dilakukan untuk melihat sejauh mana perubahan harga telur ayam ras di tiap provinsi memengaruhi harga regional dalam periode singkat. Setelah uji Johansen membuktikan adanya hubungan jangka panjang, model ECM digunakan untuk menangkap dinamika penyesuaian harga jangka pendek antarprovinsi di Sumatera. Hasil analisis menunjukkan bahwa pasar telur ayam ras di Sumatera belum terintegrasi secara kuat dalam jangka pendek. Koefisien *error correction term* (ECT (-1)) sebesar -0,3723 yang signifikan pada taraf 5% menunjukkan adanya mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang. Namun, hal tersebut tidak serta-merta menunjukkan bahwa integrasi pasar telah terbentuk secara kuat dalam jangka pendek, karena penyesuaian harga masih berlangsung secara bertahap. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zunaidah et al. (2015), yang menyatakan bahwa pasar komoditas pertanian memiliki karakteristik integrasi jangka pendek dan panjang. Integrasi ini didukung oleh peningkatan infrastruktur logistik, seperti Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS), yang mempercepat distribusi barang dan informasi harga antarwilayah (Hutama Karya 2022).

Tabel 8. Hasil estimasi integrasi harga jangka pendek (ECM) telur ayam ras di wilayah Sumatera

Variabel independen	Koefisien	Std. error	t -Statistic	Prob.
D(Aceh)	0,100	0,000	986,791	0,000
D(Sumut)	0,100	0,000	909,135	0,000
D(Sumbar)	0,100	0,000	651,327	0,000
D(Riau)	0,100	0,000	883,568	0,000
D(Kep. Riau)	0,100	0,000	1088,030	0,000
D(Jambi)	0,100	0,000	868,406	0,000
D(Bengkulu)	0,100	0,000	1262,820	0,000
D(Sumsel)	0,100	0,000	533,600	0,000
D(Kep. Bangka Belitung)	0,100	0,000	1184,543	0,000
D(Lampung)	0,100	0,000	653,235	0,000
ECT(-1)	-0,372	0,144	-2,594	0,013

Integrasi harga jangka pendek di Sumatera dipengaruhi oleh keberadaan provinsi sentra produksi seperti Lampung, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, dan Sumatera Utara yang menjadi pemasok utama bagi wilayah sekitar, sehingga harga antarprovinsi saling bergantung. Keterbukaan pasar, kemajuan teknologi informasi, dan kebijakan stabilisasi harga turut mendorong pembentukan harga yang lebih seragam. Namun, perbedaan kapasitas produksi dan hambatan distribusi di wilayah dengan kondisi geografis beragam membuat integrasi ini tidak sepenuhnya homogen. Efisiensi pasar di Sumatera tercapai melalui kombinasi konektivitas distribusi, arus informasi cepat, dan mekanisme harga yang adaptif, meskipun stabilitas antarprovinsi masih bervariasi. Provinsi dengan akses logistik lebih baik menunjukkan integrasi yang lebih stabil dibanding daerah dengan keterbatasan infrastruktur (Ilham dan Saptana 2023). Temuan ini menjadi dasar penting untuk analisis transmisi harga lebih lanjut melalui pendekatan VECM.

3.4. Hasil analisis transmisi harga

3.4.1. Transmisi jangka panjang harga antarprovinsi

Transmisi harga telur ayam ras di Sumatera menunjukkan hubungan jangka panjang yang kuat, dengan nilai *Error Correction Term* (ECT) -0,749. Artinya, sekitar 74,9% ketidakseimbangan harga terkoreksi pada periode berikutnya, menandakan pasar memiliki mekanisme alami untuk kembali ke keseimbangan setelah terjadi guncangan (Ilham dan Saptana 2023).

Transmisi harga telur ayam ras di Sumatera menunjukkan kekuatan yang beragam antarprovinsi. Provinsi Bengkulu, Kepulauan Bangka Belitung, dan Kepulauan Riau memiliki transmisi paling kuat karena ketergantungan tinggi pada distribusi antarwilayah (Tabel 9), menjadikannya simpul utama penyebaran harga regional (Ilham dan Saptana 2023). Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Riau, dan Jambi menunjukkan transmisi kuat, namun transmisi tersebut dipengaruhi oleh faktor lokal seperti produksi dan distribusi internal (Rahmanta et al. 2020). Provinsi Lampung, Sumatera Barat, dan Sumatera Selatan memiliki transmisi moderat karena basis produksi dan distribusi lokal yang stabil (Gulo et al. 2023).

Tabel 9. Estimasi VECM jangka panjang harga telur ayam ras di Sumatera

Provinsi	Koefisien (β)	Prob.	t-stat	Keterangan
Aceh	0,100	0,000	944,530	Kuat-menengah
Sumatera Utara	0,100	0,000	864,970	Kuat-menengah
Sumatera Barat	0,100	0,000	618,170	Moderat
Riau	0,100	0,000	864,570	Kuat-menengah
Kep. Riau	0,100	0,000	1032,870	Sangat kuat
Jambi	0,100	0,000	835,270	Kuat-menengah
Bengkulu	0,100	0,000	1202,700	Sangat kuat
Sumatera Selatan	0,100	0,000	509,750	Moderat
Kep. Bangka Belitung	0,100	0,000	1129,560	Sangat kuat
Lampung	0,100	0,000	620,070	Moderat

Secara keseluruhan, struktur transmisi jangka panjang di Sumatera membentuk sistem pasar regional yang saling melengkapi. Provinsi dengan transmisi kuat mempercepat penyebaran harga, sedangkan provinsi dengan transmisi moderat berfungsi sebagai penyeimbang. Implikasi kebijakannya, provinsi dengan transmisi tinggi perlu menjadi fokus stabilisasi harga, sementara provinsi buffer dapat dijadikan model penguatan ketahanan harga regional (Ginting et al. 2023).

3.4.2. Transmisi jangka pendek harga antarprovinsi

Transmisi harga telur ayam ras antarprovinsi di Sumatera dalam jangka pendek tergolong lemah. Perubahan harga di satu provinsi tidak segera diikuti oleh provinsi lain karena adanya jeda waktu (*time lag*) dalam penyesuaian harga. Faktor seperti biaya transportasi, keterbatasan logistik, dan asimetri informasi menjadi penyebab utama keterlambatan transmisi (Salfadri 2017). Hasil estimasi VECM menunjukkan sebagian besar variabel pada lag pertama dan kedua tidak signifikan secara statistik,

meskipun koefisiennya positif (Tabel 10). Hal ini menandakan adanya arah hubungan searah, tetapi pengaruhnya terbatas dan baru tampak pada jangka waktu yang lebih panjang (Putri et al. 2022).

Tabel 10. Estimasi VECM jangka pendek harga telur ayam ras di Sumatera

Variabel	Koefisien	Std. error	t-stat	Prob.
C	1493,889	1459,455	1,023	0,314
D(Aceh(-1),2)	25,282	18,914	1,337	0,191
D(Aceh(-2),2)	0,068	0,220	0,307	0,761
D(Sumatera Utara(-1),2)	25,577	18,986	1,347	0,187
D(Sumatera Utara(-2),2)	-0,172	0,274	-0,627	0,535
D(Sumatera Barat(-1),2)	25,635	18,975	1,351	0,186
D(Sumatera barat(-2),2)	0,010	0,186	0,055	0,957
D(Riau(-1),2)	25,903	18,927	1,369	0,180
D(Riau(-2),2)	0,258	0,218	1,181	0,246
D(Kep. Riau (-1),2)	25,606	18,949	1,351	0,186
D(Kep. Riau (-2),2)	-0,186	0,216	-0,861	0,396
D(Jambi(-1),2)	24,968	18,956	1,317	0,197
D(Jambi(-2),2)	-0,049	0,250	-0,198	0,845
D(Bengkulu(-1),2)	25,561	18,892	1,353	0,185
D(Bengkulu(-2),2)	-0,063	0,172	-0,367	0,716
D(Sumatera Selatan (-1),2)	26,074	18,902	1,379	0,177
D(Sumatera Selatan (-2),2)	-0,198	0,378	-0,523	0,604
D(Kep. Bangka Belitung (-1),2)	25,631	18,976	1,351	0,186
D(Kep. Bangka Belitung (-2),2)	0,136	0,185	0,737	0,466
D(Lampung(-1),2)	25,796	18,999	1,358	0,184
D(Lampung(-2),2)	0,118	0,362	0,325	0,747

Secara umum, koefisien lag pertama bernilai positif tetapi kecil dan tidak signifikan, menunjukkan bahwa transmisi harga antarprovinsi lemah (Ginting et al. 2023). Pada lag kedua, nilai koefisien semakin kecil hingga mendekati nol, menandakan bahwa pengaruh guncangan harga cepat memudar. Meski demikian, guncangan temporer seperti kenaikan harga pakan atau gangguan distribusi tetap dapat memicu transmisi terbatas antarwilayah (Ilham dan Saptana 2023). Harga agregat Sumatera menunjukkan pola berbeda, di mana hubungan harga pada lag pertama bersifat negatif, menandakan adanya koreksi harga antarprovinsi. Ketika harga meningkat pada periode sebelumnya, terjadi penyesuaian turun pada periode berikutnya (Adillah dan Syafrina 2023). Namun, efek ini juga bersifat sementara. Secara keseluruhan, transmisi harga jangka pendek di Sumatera masih lemah dan terfragmentasi, di mana perubahan harga lebih terasa secara lokal, sedangkan transmisi nyata baru terbentuk dalam jangka panjang melalui mekanisme distribusi dan perdagangan antarprovinsi yang lebih stabil (Harahap dan Adrison 2023).

3.5. Identifikasi *price maker* dan *price taker*

Uji kausalitas *Granger* digunakan untuk mengidentifikasi peran pembentukan harga antarprovinsi di Sumatera, yakni menentukan provinsi yang bertindak sebagai penentu harga (*price maker*) dan penerima harga (*price taker*). Uji ini menilai arah hubungan kausal antara harga tiap provinsi dan harga acuan regional (Han dan Keen 2021). Provinsi dikategorikan sebagai *price maker* jika *p-value* < 0,05, yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap harga di wilayah lain, sedangkan provinsi dengan *p-value* ≥ 0,05 dikategorikan sebagai *price taker* karena lebih dipengaruhi oleh perubahan harga dari provinsi lain.

Hasil uji *Granger Causality* menunjukkan bahwa peran pembentukan harga telur ayam ras di Sumatera bersifat interdependen antarprovinsi. Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Riau, Kepulauan Riau, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung berperan sebagai simpul utama dengan hubungan kausal dua arah terhadap harga regional (Tabel 11). Provinsi-provinsi ini berfungsi sekaligus sebagai *price*

maker dan *price taker*, di mana perubahan harga lokal dan regional saling memengaruhi. Kondisi ini mencerminkan pasar yang relatif terintegrasi, didukung oleh kapasitas produksi besar, infrastruktur distribusi, serta konektivitas logistik yang baik (Pangesti dan Antriyandarti 2023).

Tabel 11. Peran *price maker* dan *price taker* antarprovinsi di Sumatera

Provinsi	X > Sumatera	Keterang- an	Sumatera > X	Keterang- an	Hubungan	Peran
Aceh	0,011	Signifikan	0,004	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Sumatera Utara	0,002	Signifikan	0,001	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Sumatera Barat	0,848	Tidak	0,548	Tidak	Tidak kausalitas	<i>Independent</i>
Riau	0,000	Signifikan	0,000	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Kep. Riau	0,016	Signifikan	0,000	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Jambi	0,393	Tidak	0,206	Tidak	Tidak kausalitas	<i>Independent</i>
Bengkulu	0,033	Signifikan	0,001	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Sumatera Selatan	0,000	Signifikan	0,002	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>
Kep. Bangka Belitung	0,638	Tidak	0,248	Tidak	Tidak kausalitas	<i>Independent</i>
Lampung	0,000	Signifikan	0,005	Signifikan	Kausalitas dua arah	<i>Price maker, price taker</i>

Sebaliknya, Provinsi Sumatera Barat, Jambi, dan Bangka Belitung tidak menunjukkan hubungan kausal signifikan dengan harga regional, menandakan pasar yang lebih independen. Harga di wilayah ini lebih dipengaruhi oleh faktor internal seperti keterbatasan konektivitas pasar, skala perdagangan kecil, serta dominasi rantai pasok lokal (Yvrard et al. 2022). Secara keseluruhan, pembentukan harga telur ayam ras di Sumatera bersifat saling terkait, dengan provinsi inti berperan ganda menjaga keterpaduan pasar regional, sementara provinsi perifer menekankan pentingnya peningkatan integrasi pasar dan efisiensi distribusi. Meski demikian, hasil uji Granger perlu diinterpretasikan hati-hati karena menunjukkan keterkaitan temporal, bukan kausalitas struktural yang pasti (Prasad et al. 2023).

4. Kesimpulan dan implikasi kebijakan

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini menganalisis dinamika harga telur ayam ras di Sumatera dan menunjukkan bahwa pasar memiliki keterkaitan harga yang tinggi antarprovinsi, meskipun kekuatan dan polanya bervariasi. Volatilitas harga tergolong moderat dan mencerminkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh dinamika pasokan, biaya pakan, sistem distribusi, serta faktor musiman. Dalam jangka panjang, harga cenderung kembali menuju keseimbangan, yang mengindikasikan adanya mekanisme penyesuaian pasar yang relatif baik.

Integrasi pasar antarprovinsi terbukti terjadi dalam jangka panjang dan mencerminkan efisiensi pasar regional, meskipun derajat keterhubungan yang tidak merata masih menimbulkan potensi disparitas harga. Transmisi harga juga menunjukkan pola yang kuat dalam jangka panjang, tetapi relatif lemah dalam jangka pendek akibat hambatan struktural seperti keterbatasan infrastruktur, tingginya biaya transportasi, serta perbedaan kondisi produksi dan distribusi antarwilayah.

Struktur pembentukan harga menunjukkan adanya peran yang berbeda antarprovinsi. Beberapa provinsi, seperti Aceh, Sumatera Utara, Riau, Kepulauan Riau, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung, berperan sebagai pusat penentu harga regional, sedangkan provinsi seperti Sumatera Barat, Jambi, dan Kepulauan Bangka Belitung lebih dipengaruhi oleh faktor lokal. Perbedaan ini mencerminkan fungsi wilayah sebagai simpul penyebar, peredam, maupun wilayah yang relatif terisolasi dalam jaringan pasar regional.

Secara keseluruhan, pasar telur ayam ras di Sumatera telah terintegrasi dan relatif efisien dalam jangka panjang, namun masih menghadapi keterbatasan dalam transmisi jangka pendek serta ketimpangan struktur pasar antarprovinsi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan sistem distribusi, peningkatan infrastruktur, serta kebijakan stabilisasi harga yang lebih terarah sesuai dengan karakteristik masing-masing wilayah.

4.2. Implikasi kebijakan

Berdasarkan hasil penelitian, diperlukan kebijakan yang mampu memperkuat stabilitas harga serta meningkatkan efisiensi dan integrasi pasar telur ayam ras di Sumatera melalui pendekatan yang terarah dan berbasis wilayah. Pemerintah, baik pusat maupun daerah, perlu memperkuat koordinasi lintas wilayah dalam pengelolaan pasokan dan distribusi, khususnya pada provinsi yang berperan sebagai simpul utama pembentukan harga regional. Upaya stabilisasi harga dapat dilakukan melalui penyediaan cadangan pangan strategis yang dikelola oleh masing-masing pemerintah daerah provinsi, pelaksanaan operasi pasar saat terjadi lonjakan harga, memasukkan telur dalam komponen bantuan pangan untuk keluarga miskin, serta pemberian insentif distribusi untuk menekan disparitas antarwilayah. Selain itu, percepatan pembangunan infrastruktur logistik, termasuk sistem transportasi dan fasilitas penyimpanan seperti cold storage, menjadi kunci untuk mengurangi hambatan distribusi dan mempercepat transmisi harga. Di sisi lain, wilayah yang relatif kurang terintegrasi perlu didorong untuk meningkatkan kapasitas produksi dan distribusinya melalui dukungan kebijakan berupa subsidi input produksi, pembiayaan, serta penguatan kelembagaan peternak. Pengembangan sistem informasi harga berbasis digital juga penting untuk mengurangi asimetri informasi dan meningkatkan respons pasar terhadap perubahan harga.

Bagi pelaku usaha dan *stakeholder* pasar, penguatan kemitraan antara peternak, distributor, dan pedagang menjadi langkah strategis dalam menjaga keseimbangan pasokan dan harga. Pemanfaatan teknologi dalam distribusi dan pemasaran juga dapat meningkatkan efisiensi serta memperluas jangkauan pasar. Secara keseluruhan, kebijakan yang terintegrasi antara penguatan simpul distribusi utama dan peningkatan kapasitas wilayah yang relatif terisolasi diharapkan mampu menekan fluktuasi harga, mengurangi disparitas antarprovinsi, serta mendukung terciptanya sistem pasar telur ayam ras yang lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan di Sumatera.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari Program Magister Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Apresiasi juga diberikan kepada Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) yang telah memberikan data penting yang digunakan dalam penelitian ini, dan kepada semua pihak yang kontribusinya telah mendukung penyelesaian penelitian ini.

Daftar pustaka

- Abdussalam MR, Tarno, Fakhriyana D. 2024. Analisis integrasi pasar spasial harga telur ayam ras menggunakan metode *Vector Error Correction Model* (studi kasus: Kota Semarang, Kota Salatiga, Kabupaten Demak, dan Kota Pati pada tahun 2021 – 2023). *J Gaussian*. 13(1):240–249. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.13.1.230-239>
- Adillah U, Syafrina Y. 2023. Pasang surut usaha peternakan ayam ras petelur di Nagari Sungai Antuan Kecamatan Mungka tahun 1981-2022. *J Kronol*. 5(2):531–547. <https://doi.org/10.24036/jk.v5i2.692>
- Adiyono S, Novianto S. 2022. Prediksi komoditas pangan pada masa pandemi dengan metode *forecasting* dan *moving average*. *J Nas Teknol Sist Inf*. 7(3):155–163. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i3.2021.155-163>
- Ahaotu E, De los Rios P, LC I, RR S. 2019. Climate change in poultry production system - a review. *Acta Sci Agric*. 3(9):113–117. <https://doi.org/10.31080/asag.2019.03.0617>
- Aji AYP, Dahlan M, Fadlillah A. 2022. Analisis dampak pandemi Covid-19 terhadap harga telur di Kabupaten Lamongan. *Int J Anim Sci*. 05(01):156–160. <https://doi.org/10.30736/asj.v5i01.79>
- Ardiansyah, Risnita, Jailani MS. 2023. Teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian ilmiah pendidikan pada pendekatan kualitatif dan kuantitatif. *J IHSAN J Pendidik Islam*. 1(2):1–9. <https://doi.org/10.61104/hsan.v1i2.57>
- Arnade C, Cooke B, Gale F. 2017. Agricultural price transmission: China relationships with world commodity markets. *J Commod Mark*, 7:28–40. <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2017.07.001>
- Asrin S, Andita PT, Utami AD. 2022. Transmisi harga beras di Indonesia pada masa pandemi Covid-19. *J Agribus Indones*. 10(1):159–168. <https://doi.org/10.29244/jai.2022.10.1.159-168>
- Bado B, Dunakhir S. 2024. The role of infrastructure in driving economic growth: a qualitative literature study. *Formosa J Multidiscip Res*. 3(11):4279–4288. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v3i11.12352>
- Bollerslev T. 1986. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *J Econom*. 31(3):307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bórawska AB, Bórawski P, Guth M, Parzonko A, Rokicki T, Klepacki B, Wysokiński M, Maciąg A, Dunn JW. 2021. Price changes of dairy products in the European Union. *Agric Econ*. 67(9):373–381. <https://doi.org/10.17221/61/2021-AGRICECON>
- Budiandru. 2021. ARCH and GARCH models on the Indonesian sharia stock index. *J Akunt Keuang Islam*. 9(1):27–

38. <https://doi.org/10.35836/jakis.v9i1.214>
- Čermák M, Malec K, Maitah M. 2017. Price volatility modelling – wheat : GARCH model application. *Agris On-Line Papers Econ Informatic*. 9(4):15–25. <https://doi.org/10.7160/aol.2017.090402>
- Çevrimli MB, Mat B, Polat M, Arıkan MS, Akin AC, Tekindal MA, Günlü A. 2024. Determinants of consumer egg prices in Türkiye using k-nearest neighbors regression analysis. *J Anim Plant Sci*. 34(3):557–563. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.3.0742>
- Dion SS, Rohaeti E, Widyastiti M. 2025. Comparison of missing data handling methods and forecasting of broiler egg prices using autoregressive integrated moving average. *J Indones Sos Sains*. 5(12):3315–3334. <https://doi.org/10.59141/jiss.v5i12.1540>
- Dong X, Waldron S, Brown C, Zhang J. 2018. Price transmission in regional beef markets: Australia, China and Southeast Asia. *Emirates J Food Agric*. 30(2):99–106. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i2.1601>
- Dwinata Y, Pramusintho B, Firmansyah F, Hoesni F. 2022. Model peramalan harga telur ayam ras di pasar tradisional dan modern Kota Jambi. *Ekonomis: J Econ Bus*. 6(1):372–382. <https://doi.org/10.33087/ekonomis.v6i1.521>
- Ekananda M. 2023. Asymmetric price transmission of some basic commodities in Indonesia. *Media Ekon Manaj*. 38(2):343–361. <https://doi.org/10.56444/mem.v38i2.3924>
- Ergen Z, Güzhan E. 2022. Budget deficit sustainability: an application to Turkey. *Prague Econ Pap*. 31(1):3–24. <https://doi.org/10.18267/j.pep.780>
- Firdaus ZF, Wijayanto AW. 2021. Tinjauan big data mobilitas penduduk pada masa social distancing dan new normal serta keterkaitannya dengan jumlah kasus Covid-19. *Semin Nas Off Stat 2020*. 2020(1):265–272. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.502>
- Gao T, Erokhin V, Arskiy A. 2019. Dynamic optimization of fuel and logistics costs as a tool in pursuing economic sustainability of a farm. *Sustain*. 11(19):5463. <https://doi.org/10.3390/su11195463>
- Gao X, An H, Zhong W. 2013. Features of the correlation structure of price indices. *PLoS ONE*. 8(4):e61091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061091>
- Geng LY, Zhang ZF. 2015. Forecast of stock index volatility using grey GARCH-Type models. *Open Cybern Syst J*. 9(1):93–98. <https://doi.org/10.2174/1874110x01509010093>
- Ginting NM, Lubis AR, Zendrato M. 2023. Analisis volatilitas, integrasi pasar dan transmisi harga cabai merah di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. *Agro Bali Agric J*. 6(3):827–839. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i3.1519>
- Gulo GB, Harefa RA, Sihotang J, Tampubolon J. 2023. Analisis fluktuasi harga dan elastisitas transmisi harga bawang merah di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian; 2023 Agu 5; Manokwari, Indonesia*. Manokwari: Pondok Ilmu Press. p. 17–26. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.627>
- Han Q, Keen S. 2021. Aggregate excess demand on Wall Street. *Heliyon*. 7(11):e08355. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08355>
- Harahap PPU, Adrison V. 2023. Dampak subsidi ongkos angkut di laut terhadap disparitas harga barang kebutuhan pokok antar daerah. *Info Artha*. 7(2):81–92. <https://doi.org/10.31092/jia.v7i2.2265>
- Hidayah A, Sheyoputri ACA, Salam S. 2024. Analisis pendapatan usahatani padi di Desa Teppo 1 Kecamatan Patampanua Kabupaten Pinrang. *PALLANGGA J Agric Sci Res*. 2(2):79–84. <https://doi.org/10.56326/pallangga.v2i2.3349>
- Hutasoit A, Sutarman. 2022. Parameter estimation of GARCH model with bootstrap approximation. *J Math Technol Educ*. 1(3):269–277. <https://doi.org/10.32734/jomte.v1i3.9261>
- Ilham N, Saptana N. 2023. Fluktuasi harga telur ayam ras dan faktor penyebabnya. *Anal Kebij Pertan*. 17(1):27–38. <https://doi.org/10.21082/akp.v17n1.2019.27-38>
- Hutama Karya. 2022. Jalan tol trans Sumatera menjadi infrastruktur penopang ekonomi Sumatra [Internet]. [diakses 2025 Mar 20]. <https://www.hutamakarya.com/jalan-tol-trans-sumatera-menjadi-infrastruktur-penopang-ekonomi-sumatra>
- Jannah M. 2018. Perlindungan hukum hak kekayaan intelektual (HAKI) dalam hak cipta di Indonesia. *J Ilm Advok*. 6(2):55–72. <https://doi.org/10.36987/jiad.v6i2.250>
- Jurkenaite N, Paparas D. 2018. Vertical price transmission along the potato supply chain in Lithuania. *Res Rural Dev*. 2(2013):216–223. <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.075>
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2023. Outlook komoditas peternakan telur ayam ras petelur. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Liu Y. 2025. High-frequency volatility modeling of Chinese agricultural products market based on GARCH-Type models. *Adv Econ Manag Polit Sci*. 71:85–91. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/71/20241434>
- Majumder MK, Raghavan M, Vespignani J. 2022. The impact of commodity price volatility on fiscal balance and the role of real interest rate. *Empir Econ*. 63(3):1375–1402. <https://doi.org/10.1007/s00181-021-02168-3>
- Mallory M, Lence SH. 2013. Testing for cointegration in the presence of moving average errors. *J Time Ser Econom*. 4(2):1-68. <https://doi.org/10.1515/1941-1928.1124>

- Mandaku H, Rasyid M. 2023. Perkiraan tarikan pergerakan kendaraan logistik menuju ke Pulau Seram di Provinsi Maluku. *Arika*. 17(1):33–41. <https://doi.org/10.30598/arika.2023.17.1.33>
- Marzuqi MA, Hidayat SI, Setiawan RF. 2024. Analisis volatilitas harga komoditas telur ayam ras di Provinsi Jawa Timur. *J Agrica*. 17(2):152–161. <https://doi.org/10.31289/agrica.v17i2.11865>
- Modarres R, Ouarda TBMJ. 2013. Modelling heteroscedasticity of streamflow times series. *Hydrol Sci J*. 58(1):54–64. <https://doi.org/10.1080/02626667.2012.743662>
- Mubarok A, Setiadi A, Komalawati, Wulandari S, Yusuf ES. 2024. Volatilitas harga daging dan telur ayam ras di Indonesia. *Anal Kebij Pertan*. 22(2):151–167. <https://doi.org/10.21082/akp.v22n1.2024.151-167>
- Murniati NL, Indwiarti, Rohmawati AA. 2018. Implementasi model Autoregressive (AR) dan Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) untuk memprediksi harga emas. *Indones J Comput*. 3(2):29–44. <https://doi.org/10.21108/indojc.2018.3.2.225>
- Nkang NM, Omonona BT, Yusuf SA, Oni OA. 2013. Simulating the impact of exogenous food price shock on agriculture and the poor in Nigeria: results from a computable general equilibrium model. *Econ Anal Policy*. 43(1):79–94. [https://doi.org/10.1016/S0313-5926\(13\)50005-1](https://doi.org/10.1016/S0313-5926(13)50005-1)
- Nugrahapsari RA, Arsanti IW. 2019. Analisis volatilitas harga cabai keriting di Indonesia dengan pendekatan ARCH GARCH. *J Agro Ekon*. 36(1):1–13. <http://dx.doi.org/10.21082/jae.v36n1.2018.1-13>
- Nurhayati, Apriani W, Bustan AW. 2022. Value at risk prediction for the GJR-GARCH aggregation model. *Pattimura Int J Math*. 1(1):01–06. <https://doi.org/10.30598/pijmathvol1iss1pp01-06>
- Omar MA, Hassan, FAM, Shahin, SE, El-Shahat M. 2024. The usage of the autoregressive integrated moving average model for forecasting milk production in Egypt (2022–2025). *Open Vet J*. 14(1):256–265. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i1.22>
- Pangesti AW, Antriandarti E. 2023. Causality analysis of rice prices. *Agrisocionomics J Sos Ekon Kebij Pertan*. 7(3):539–549. <https://doi.org/10.14710/agrisocionomics.v7i3.16460>
- Prasad BC, Narayan PK, Abraham J. 2023. Understanding price leadership in Fiji's energy market. *Energy Res Lett*. 4(4):1–4. <https://doi.org/10.46557/001c.89255>
- Proia F. 2013. Further results on the h - test of Durbin for stable autoregressive processes. *J Multivariate Analysis*. 118:77–101. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2013.03.009>
- [PIHPS] Pusat Informasi Harga Pangan Strategis. 2025. Perkembangan harga pangan nasional [Internet]. [diakses 2025 Jan 4]. <https://www.bi.go.id/hargapangan/TabelHarga/ProdusenKomoditas>
- Putra HA, Fijay AH, Suriani S, Sefarita C, Ringga ES, Wintara H, Fadliansah O. 2023. Understanding short-term and long-term price fluctuations of main staple food commodities in Aceh Province, Indonesia: an ARDL investigation. *Ekon J Econ*. 1(1):26–32. <https://doi.org/10.60084/eje.v1i1.50>
- Putri NMW, Iskandar, Safarida N. 2022. Pengaruh inflasi, BI Rate dan IHSG terhadap nilai aktiva bersih reksadana syariah di Indonesia periode 2015-2020. *J Ilm Mhs*. 4(1):57–76.
- Putri WAK, Sukandar D. 2023. Prakiraan produksi daging ayam ras dan telur ayam ras untuk mewujudkan ketahanan pangan Jawa Tengah melalui pemenuhan protein hewani. *J Ilmu Gizi dan Dietetik*. 2(3):149–159. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.3.149-159>
- Rachmawati YF, Zukhronah E, Pratiwi H. 2021. Penerapan model ARIMA-ARCH untuk meramalkan harga saham PT Indofood Sukses Makmur Tbk. *Bus Innov Entrep J*. 3(3):171–177. <https://doi.org/10.35899/biej.v3i3.307>
- Rahman A, Hasan MM. 2017. Modeling and forecasting of carbon dioxide emissions in Bangladesh using autoregressive integrated moving average (ARIMA) models. *Open J Stat*. 07(04):560–566. <https://doi.org/10.4236/ojs.2017.74038>
- Rahmanta SF, Ayu, Fadhilah EF, Sitorus RS. 2020. Pengaruh fluktuasi harga komoditas pangan terhadap inflasi di Provinsi Sumatera Utara. *Agrica J Agribisnis Sumatera Utara*. 13(2):81–92. <https://doi.org/10.47467/elmal.v4i1.1373>
- Regina I, Sasongko G, Pertiwi AT. 2023. Pengaruh Ekspor, investasi, inflasi dan pengangguran terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia tahun 1990-2020. *Ekonika J Ekon Univ Kediri*. 8(1):42–66. <https://doi.org/10.30737/ekonika.v8i1.3115>
- Revathi N, Gourshetty D, Haritha V, Razak N, Sugathan AMS, Thomas A, Ragh A, Dinkar HM, Venu V. 2023. From historical data to future predictions: analyzing and forecasting oilseed yield trends in India using time series methods. *The Pharma Innovation*. 12(12S):1145–1157. <https://doi.org/10.22271/tpi.2023.v12.i12so.24704>
- Roscoe S, Aktas E, Petersen KJ, Skipworth HD, Handfield RB, Habib F. 2023. Redesigning global supply chains during compounding geopolitical disruptions: the role of supply chain logics. *Int J Oper Prod Manag*. 42(9):1407–1434. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2021-0777>
- Saha N, Kar A, Jha GK, Kumar P, Venkatesh P, Kumar RR. 2021. Integration of prices in major markets of onion and potato in India. *Indian J Agric Sci*. 91(9):1290–1295. <https://doi.org/10.56093/ijas.v91i9.116072>
- Salfadri. 2017. Analisa perdagangan antar daerah komoditas telur ayam ras di Provinsi Sumatera Barat. *J Benefita*. 2(3):194. <https://doi.org/10.22216/jbe.v2i3.1218>
- Selmi, Putra A, Khairunnisa NP, Asriani PS. 2023. Fluctuations and movement patterns of race chicken egg prices

- in Bengkulu Province. *J Sain Peternak Indones*. 18(1):57–63. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.18.1.57-63>
- Sitorus EAG. 2022. Pengaruh Covid-19 terhadap harga beras, nilai tukar petani dan kemiskinan di wilayah perdesaan. *J Ekon Pertan Agribisnis*. 6(3):872–882. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2022.006.03.9>
- Smeeke S, Wijler E. 2019. High-dimensional forecasting in the presence of unit roots and cointegration. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1911.10552>
- Sulistiowati D, Syahrul MS, Rina I. 2022. Pemodelan harga saham menggunakan ARMA-GARCH. *J Penelit Pengkaj Ilm Eksakta*. 1(2):89–93. <https://doi.org/10.47233/jppie.v1i2.532>
- Susilawati R, Sunendiari S. 2022. Peramalan jumlah penumpang kereta api menggunakan metode arima dan Grey System Theory. *J Ris Stat*. 2(1):1–13. <https://doi.org/10.29313/jrs.vi.603>
- Upadhyay HP, Pradhan BL, Campus BM. 2023. Forecasting GDP of Nepal using autoregressive integrated moving average (ARIMA) model. *Int J Silkroad Inst Res Train*. 1(1):2–7. <https://doi.org/10.3126/ijrs.v1i1.55923>
- Waidor TK, Akpojaro J. 2022. Time series analysis of egg prices across Nigeria for sustainable food security. *Adv Multidiscip Sci Res J Pub*. 13(1):19–30. <https://doi.org/10.22624/aims/cisdi/v13n1p3>
- Wenning Z, Valenci E. 2019. A Monte Carlo simulation study on the power of autocorrelation tests for ARMA models. *Am J Undergrad Res*. 16(3):59–67. <https://doi.org/10.33697/ajur.2019.030>
- Wianjani NKA. 2022. Kinerja rantai pasokan terhadap pertumbuhan ekonomi internasional: dampak disrupsi Covid-19. *Guna Sewaka J Manaj*. 1(1):12–23. <https://doi.org/10.53977/jgs.v1i1.428>
- Widarso MR, Djamaluddin S. 2024. Analisis harga pangan pokok terhadap ketahanan pangan di Indonesia. *SEPA J Sos Ekon Pertan Agribis*. 21(2):256–272. <https://doi.org/10.20961/sepa.v21i2.83821>
- Widiarti, Usman M, Putri AR, Russel E. 2024. Modeling and analysis data production of oil, and oil and gas in Indonesia by using threshold vector error correction model. *Sci Technol Indones*. 9(1):189–197. <https://doi.org/10.26554/sti.2024.9.1.189-197>
- Widodo AM, Hakim A, Fitroh BA, Kusuma AHA, Dughita PA. 2023. Analisis pengaruh skema penyaluran bantuan sosial pemerintah terhadap perkembangan harga telur ayam pada masa pandemi dan setelah pandemi di Yogyakarta dan sekitarnya. *Maj Ilm Gema* [Internet]. [diakses 2025 Mar 3]; 35(02):10–17. <https://www.journal.uniba.ac.id/index.php/GM/article/view/1160/765>
- Wisodewo MD, Rosyid HA, Taufani AR. 2022. Forecasting chicken meat and egg in Indonesia using ARIMA and SARIMA. *J Inform*. 16(1):8. <https://doi.org/10.26555/jifo.v16i1.a25416>
- Yvrard LCC, Raurich X, Seegmuller T. 2022. Rational housing demand bubble. *Econ Theory*. 77:699-746 <https://doi.org/10.1007/s00199-023-01501-4>
- Zen MA, Wahyuningsih S, Tri A, Dani R. 2022. Aplikasi pendekatan agglomerative hierarchical time series clustering untuk peramalan data harga minyak goreng di Indonesia. *Semn Stat Off Stat*. 2022:293–293. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1394>
- Zunaidah A, Setiawan B, Anindita R. 2015. Analisis integrasi pasar apel (kasus di Desa Sumbergondo, Kota Batu, Jawa Timur). *Habitat*. 26(3):183–194. <https://doi.org/10.21776/ub.habitat.2015.026.3.21>