

**VOLATILITAS DAN STABILITAS EKONOMI DI NATO DAN BRICS:**  
**Analisis Ekonometrik Komparatif**

**Ruben Cornelius Siagian<sup>1</sup>, Michael Haratua Rajagukguk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Research Center, Indonesian Young Scholars and Researchers, Medan, Indonesia

<sup>2</sup>State Intelligence College. Jl. Sumur Batu, Babakan Madang, Bogor 16810, West Java, Indonesia

Email: rubensiagian\_17@mhs.unimed.ac.id; haratuarajagukguk@gmail.com

*Submitted: 05-06-2025; Accepted: 24-11-2025; Published : 02-12-2025*

**ABSTRACT**

*Global economic inequality and geopolitical alliance dynamics are important topics in the study of economics and international relations. Countries belonging to NATO and BRICS have different economic characteristics, which affect their stability and growth in the global market. The research analyzes the volatility of economic production in both groups of countries, and identifies the main factors that cause differences in economic stability between NATO and BRICS. The research is limited to analyzing economic data from NATO and BRICS members over the past two decades. Methods include descriptive statistical analysis and econometric models to measure the level of production volatility and the factors affecting it. Data was obtained from various international sources, such as the World Bank and IMF, to ensure the validity and reliability of the findings. The research shows that NATO countries tend to have higher economic stability than BRICS, which is influenced by more coordinated fiscal and monetary policies, as well as more mature economic infrastructure. In contrast, BRICS countries exhibit higher levels of production volatility due to structural factors. The research gap identified in this study is the lack of comparative studies that directly compare economic volatility between NATO and BRICS using an in-depth quantitative approach. The novelty of the research lies in the integration of econometric models in measuring and comparing the economic volatility of the two groups of countries, as well as providing a new perspective on the impact of geopolitical alliances on economic stability. The research conclusion confirms that economic stability is stronger in NATO countries than BRICS, which has implications for future economic policies and development strategies. The findings can serve as a reference for policymakers in designing economic strategies that are more adaptive to global market dynamics and production volatility risks.*

**Keywords:** Economic Volatility; Geopolitical Alliances; NATO; BRICS; Econometric Analysis

**ABSTRAK**

Ketidaksetaraan ekonomi global dan dinamika aliansi geopolitik merupakan topik penting dalam studi ekonomi dan hubungan internasional. Negara-negara yang tergabung dalam NATO dan BRICS memiliki karakteristik ekonomi yang berbeda, yang memengaruhi stabilitas dan pertumbuhan mereka di pasar global. Penelitian ini menganalisis volatilitas produksi ekonomi di kedua kelompok negara tersebut, serta mengidentifikasi faktor utama yang menyebabkan perbedaan stabilitas ekonomi antara NATO dan BRICS. Penelitian ini terbatas pada analisis data ekonomi dari anggota NATO dan BRICS selama dua dekade terakhir. Metode yang digunakan meliputi analisis statistik deskriptif dan model ekonometrik untuk mengukur tingkat volatilitas produksi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Data diperoleh dari berbagai sumber internasional, seperti Bank Dunia dan IMF, untuk memastikan validitas dan keandalan temuan. Penelitian menunjukkan bahwa negara-negara NATO cenderung memiliki stabilitas ekonomi yang lebih tinggi daripada BRICS, yang dipengaruhi oleh kebijakan fiskal dan moneter yang lebih terkoordinasi, serta infrastruktur ekonomi yang lebih matang. Di sisi lain, negara-negara BRICS menunjukkan tingkat volatilitas produksi yang lebih tinggi akibat faktor struktural. Kesenjangan penelitian yang diidentifikasi dalam studi ini adalah kurangnya studi perbandingan yang secara langsung membandingkan volatilitas ekonomi antara NATO dan BRICS menggunakan pendekatan kuantitatif yang mendalam. Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi model ekonometrik dalam mengukur dan membandingkan volatilitas ekonomi kedua kelompok negara, serta memberikan perspektif baru tentang dampak aliansi geopolitik terhadap stabilitas ekonomi. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa stabilitas ekonomi lebih kuat di negara-negara NATO

dibandingkan BRICS, yang memiliki implikasi bagi kebijakan ekonomi dan strategi pengembangan di masa depan. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi ekonomi yang lebih adaptif terhadap dinamika pasar global dan risiko volatilitas produksi.

**Kata kunci:** Volatilitas Ekonomi; Aliansi Geopolitik; NATO; BRICS; Analisis Ekonometrik

## PENDAHULUAN

Produksi pangan merupakan salah satu aspek penting dalam ketahanan pangan global, yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi, politik, dan lingkungan (McDonald, 2010). Dua kelompok negara yang memainkan peran utama dalam produksi pangan dunia adalah BRICS (Brasil, Rusia, India, Cina, dan Afrika Selatan) dan NATO (negara-negara anggota Pakta Pertahanan Atlantik Utara) (Alpas & Smith, 2011; Lumumba-Kasongo, 2015). Perbedaan karakteristik ekonomi dan geografis antara BRICS dan NATO menimbulkan pertanyaan tentang perbedaan yang signifikan dalam pola produksi dan distribusi pangan. Analisis ini untuk memahami tren produksi pangan dari waktu ke waktu, menentukan apakah ada pola pertumbuhan yang jelas, dan bagaimana faktor waktu memengaruhi perubahan produksi di kedua kelompok tersebut. Variasi dan pencilan dalam produksi pangan juga perlu diselidiki, karena dominasi komoditas utama yang berbeda dapat memengaruhi stabilitas produksi secara keseluruhan. Besarnya variasi produksi dan keberadaan outlier merupakan faktor kunci dalam memahami dinamika produksi pangan di kedua kelompok negara tersebut. Untuk menilai apakah produksi pangan di negara-negara BRICS lebih bervariasi dibandingkan dengan NATO, analisis statistik deskriptif seperti median, interquartile range (IQR), skewness, dan kurtosis dapat digunakan untuk memahami pola sebaran data produksi pangan di masing-masing kelompok (Devegowda & Biswas, 2022). Untuk memastikan validitas temuan, perlu dilakukan analisis statistik dan pengujian hipotesis. Uji statistik seperti uji-t dan uji Mann-Whitney dapat digunakan untuk menentukan apakah perbedaan produksi pangan antara negara-negara BRICS dan NATO signifikan secara statistik (Wall Emerson, 2023). Penelitian mengkaji secara mendalam pemahaman mengenai faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan produksi di kedua kelompok negara tersebut. Keakuratan model peramalan produksi pangan juga

merupakan aspek dalam penelitian. Model regresi linier dan ARIMA dapat digunakan untuk meramalkan produksi pangan di negara-negara BRICS dan NATO (Padhan, 2012). Uji normalitas residual dapat membantu mengidentifikasi apakah ada pola yang belum ditangkap oleh model peramalan, yang dapat mempengaruhi keakuratan prediksi produksi di masa depan (Abraham & Ledolter, 2009). Faktor ketidakstabilan dalam produksi pangan juga menjadi perhatian utama (Kaletnik dkk., 2019). Membandingkan tingkat pertumbuhan dan variasi produksi komoditas utama di BRICS dan NATO dapat memberikan gambaran penting mengenai seberapa besar fluktuasi produksi terjadi di masing-masing kelompok. Jika produksi di BRICS terbukti lebih berfluktuasi dibandingkan NATO, hal ini bisa berimplikasi langsung pada ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi negara-negara anggotanya. Oleh karena itu, memahami bagaimana produksi pangan di kedua blok ini saling berkorelasi menjadi relevan, sekaligus menilai seberapa besar pengaruh faktor eksternal seperti kondisi ekonomi, dinamika politik, atau bencana alam terhadap stabilitas produksi pangan di masing-masing kelompok.

Meskipun NATO dan BRICS lahir dari latar belakang yang berbeda, NATO sebagai aliansi pertahanan dengan integrasi ekonomi yang erat di antara negara-negara maju, sementara BRICS merupakan forum kerja sama negara berkembang dengan pertumbuhan pesat, bahwa keduanya sama-sama memiliki peran dalam perekonomian global. NATO mencakup sebagian besar negara industri maju seperti Amerika Serikat, Jerman, dan Prancis, sedangkan BRICS beranggotakan Brasil, Rusia, India, Tiongkok, dan Afrika Selatan yang mewakili kekuatan ekonomi baru dari belahan dunia berkembang. Secara hipotesis, keduanya layak diperbandingkan karena sama-sama berkontribusi besar pada PDB dunia, volume perdagangan internasional, dan cadangan devisa, serta memiliki agenda geopolitik yang memengaruhi stabilitas ekonomi masing-masing. Stabilitas politik-ekonomi NATO banyak ditopang oleh kerja sama keamanan dan

## VOLATILITAS DAN STABILITAS EKONOMI DI NATO DAN BRICS:

**Analisis Ekonometrik Komparatif (Ruben Cornelius Siagian, Michael Haratua Rajagukguk)**

koordinasi kebijakan yang solid, sementara BRICS mengedepankan pertumbuhan ekonomi kolektif untuk menyeimbangkan dominasi negara maju. Keberagaman struktur ekonomi di kedua kelompok, mulai dari basis industri, komoditas, jasa, hingga teknologi, juga membuat keduanya relevan untuk dibandingkan dalam hal kerentanan dan respons terhadap dinamika global. Dinamika integrasi dan koordinasi kebijakan dalam dua dekade terakhir membuka ruang untuk menguji apakah perbedaan tingkat integrasi fiskal dan moneter berpengaruh pada volatilitas produksi. Karena itu, secara teoritis perbandingan NATO dan BRICS dapat dianggap apple to apple dan diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bagaimana sebuah aliansi memengaruhi stabilitas ekonomi, dengan hipotesis bahwa koordinasi kebijakan dan integrasi kelembagaan yang lebih tinggi pada negara-negara NATO cenderung menurunkan tingkat volatilitas produksi dibandingkan dengan BRICS, meskipun keduanya memiliki bobot ekonomi global yang sama pentingnya.

Produksi pangan merupakan salah satu aspek fundamental dari ketahanan ekonomi dan sosial suatu negara (Thomson & Metz, 1999). Negara-negara BRICS (Brasil, Rusia, India, Cina, dan Afrika Selatan) dan negara-negara NATO memainkan peran utama dalam produksi pangan global (Iqbal & Rahman, 2023). Namun, perbedaan karakteristik ekonomi, geografis, dan kebijakan pertanian di antara kedua kelompok negara tersebut berpotensi mempengaruhi pola produksi pangan. Faktor-faktor seperti luas lahan pertanian, teknologi yang digunakan, kebijakan subsidi, dan iklim di setiap wilayah berkontribusi pada tingkat produksi yang berbeda (Lybbert & Sumner, 2012). Ketahanan pangan merupakan isu krusial di tengah-tengah pertumbuhan populasi dunia (Sasson, 2012). Keamanan pasokan pangan sangat penting bagi setiap negara, dan berdampak pada perdagangan global serta stabilitas politik dan sosial (Mizanbekova dkk., 2018; Wang dkk., 2023). Memahami pola produksi pangan di negara-negara utama seperti BRICS dan NATO sangat penting untuk mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam menjaga ketahanan pangan global. Meskipun produksi pangan di kedua kelompok ini memiliki pengaruh besar terhadap pasar internasional, penelitian yang secara langsung

membandingkan keduanya masih terbatas. Tren pertumbuhan produksi pangan antara BRICS dan NATO belum pernah diteliti secara kuantitatif dan statistik, padahal tingkat variabilitas dalam menghadapi ketidakstabilan produksi berbeda pada masing-masing kelompok, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi stabilitas pasokan pangan dunia. Oleh karena itu, pendekatan berbasis data dengan metode statistik dan model prediktif sangat diperlukan untuk memahami tren dan pola produksi pangan pada kedua kelompok tersebut. Selain faktor produksi itu sendiri, aspek ekonomi dan geopolitik juga berperan dalam menentukan strategi dan kebijakan pangan suatu negara (Sommerville dkk., 2014). Negara-negara BRICS dan NATO memiliki strategi perdagangan dan kebijakan pangan yang berbeda, yang dapat mempengaruhi dinamika pasar pangan global. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha memahami bagaimana perbedaan kebijakan ini berkontribusi pada pola produksi pangan di masing-masing kelompok negara. Dalam jangka panjang, penting untuk mengetahui apakah produksi pangan di kedua kelompok negara tersebut mengikuti tren pertumbuhan yang konsisten atau stagnan. Faktor waktu berperan dalam memahami perubahan produksi pangan dari tahun ke tahun (Giller dkk., 2021). Penelitian ini akan menganalisis hubungan antara produksi pangan dan tahun produksi, untuk melihat apakah ada pola pertumbuhan yang jelas atau apakah ada kendala yang menghambat peningkatan produksi. Identifikasi pencilan dalam produksi pangan juga merupakan bagian penting dari analisis. Beberapa komoditas memiliki tingkat produksi yang jauh lebih tinggi daripada yang lain di suatu negara, seperti tebu di Brasil atau kedelai di Amerika Serikat. Keberadaan outlier dalam data produksi perlu dianalisis lebih lanjut untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan ketidakseimbangan dalam distribusi pangan.

Penelitian ini menganalisis perbedaan produksi pangan antara negara-negara BRICS dan NATO menggunakan pendekatan deskriptif dan statistik. Dalam prosesnya, penelitian ini mengidentifikasi distribusi dan pola variasi produksi pangan di antara kedua kelompok tersebut. Untuk mengukur signifikansi perbedaan produksi, digunakan uji t dan uji Mann-Whitney U. Penelitian ini juga mengevaluasi hubungan antara tahun dan

produksi pangan untuk melihat apakah terdapat tren pertumbuhan yang signifikan. Studi ini mengidentifikasi adanya outlier dalam produksi pangan dan dampaknya terhadap stabilitas produksi. Untuk memperkirakan tren masa depan, analisis prediktif dengan model ARIMA digunakan. Stabilitas produksi dievaluasi berdasarkan variasi dan fluktuasi menggunakan indikator seperti Coefficient of Variation (CV) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Faktor-faktor yang mempengaruhi pola produksi, termasuk dominasi komoditas tertentu di setiap kelompok negara, juga dianalisis. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi ketahanan pangan yang lebih baik. Negara-negara dapat memahami kekuatan dan kelemahan produksi pangan mereka sehingga sektor pertanian dapat dioptimalkan secara lebih efektif. Bagi peneliti dan akademisi, studi ini akan menjadi dasar untuk pemahaman lebih lanjut tentang variasi dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi pangan global. Hasilnya juga mendukung pengembangan model peramalan produksi pangan yang lebih akurat untuk perencanaan jangka panjang. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi risiko dan ketidakstabilan dalam produksi pangan, membantu mitigasi krisis pangan, dan menunjukkan bagaimana faktor ekonomi dan politik berperan dalam mempengaruhi produksi pangan di negara-negara BRICS dan NATO.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi aspek ekonomi dan politik negara-negara BRICS dan peran mereka dalam dinamika global, seperti yang dibahas oleh (Moch, 2024) dalam analisis komparatif tentang pengaruh ekonomi dan politik negara-negara BRICS di abad ke-21. Studi ini menyoroti variasi ekonomi yang luas di antara negara-negara BRICS dan dampaknya terhadap sektor pertanian, tetapi tidak secara khusus meneliti pola produksi pangan di dalamnya. Penelitian (Sjøli, 2023) meninjau sikap negara-negara BRICS terhadap NATO dalam konteks geopolitik, terutama dalam pembahasan mengenai perang Rusia-Ukraina. Meskipun studi ini menyiratkan ketidakstabilan di beberapa wilayah, termasuk Afrika Utara, namun tidak secara langsung menganalisis bagaimana ketidakstabilan tersebut mempengaruhi produksi pangan. (Taylor, 2014) dan (Carmody, 2013) juga telah mengkaji keterlibatan BRICS di Afrika serta meningkatnya ketergantungan ekonomi dalam

hubungan Selatan-Selatan, namun penelitian lebih banyak berfokus pada aspek makroekonomi dan kurang pada aspek spesifik seperti produksi pangan dan faktor-faktor yang memengaruhi stabilitasnya. Dari perspektif ekonomi, penelitian oleh (Ghosh dkk., 2009) dan (Maurya dkk., 2024) membahas model pertumbuhan ekonomi di negara-negara BRICS dan volatilitas pasar akibat krisis seperti COVID-19 dan konflik Rusia-Ukraina. Temuan mereka menunjukkan bahwa ketidakstabilan ekonomi berkontribusi pada fluktuasi produksi dan perdagangan, namun analisis ini lebih menekankan pada hubungan ekonomi secara umum daripada pola spesifik dalam produksi pangan. Demikian pula, sebuah studi oleh (Lucarelli dkk., 2022) dan (Mohamed, 2024) menganalisis cara BRICS dan NATO menangani tantangan keamanan serta dampak pertumbuhan ekonomi BRICS terhadap dolar AS, namun tidak menyoroti aspek ketahanan pangan dan ketidakpastian produksi.

## METODE

### Asal-usul & Koleksi Data

#### Asal usul

Data set ini berisi data produksi pangan dari berbagai negara dari tahun 1961 hingga 2023. Data ini dikumpulkan dan dikelola oleh Bank Dunia, yang berfungsi sebagai sumber utama dalam menyediakan informasi tentang produksi pangan global (World Bank Group, 2016).

#### Sumber

Data produksi pangan yang dikelola oleh Bank Dunia berasal dari berbagai sumber yang dapat diandalkan yang mencerminkan kondisi produksi pangan secara global (Kapur dkk., 2011; Kuitunen, 2004). Salah satu sumber utama adalah Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO), yang menyediakan data terkait produk pertanian, peternakan, dan perikanan (Canton, 2021). Sementara itu, informasi juga diperoleh dari laporan pemerintah dan badan statistik nasional, yang secara resmi mengumpulkan data produksi pangan di setiap negara (Bizier dkk., 2022). Selain sumber resmi, data ini juga didukung oleh penelitian akademis yang berasal dari publikasi ilmiah, memberikan perspektif yang lebih mendalam tentang tren dan dinamika produksi pangan. Selain itu, perkembangan teknologi memungkinkan

penggunaan data satelit dan pengamatan jarak jauh, yang digunakan untuk mengukur luas lahan pertanian dan memperkirakan hasil panen dengan lebih akurat di berbagai bagian dunia (Khanal dkk., 2020).

### **Metodologi Pengumpulan**

Pengumpulan data dalam dataset dilakukan melalui berbagai pendekatan untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi yang diperoleh. Salah satu metode utama yang digunakan adalah survei dan pelaporan langsung, di mana data dikumpulkan dari laporan resmi negara-negara yang berkontribusi dalam produksi pangan (Kebede dkk., 2024). Pemerintah dan badan statistik nasional menyediakan data tahunan berdasarkan survei yang dilakukan di sektor pertanian dan industri pangan, sehingga menggambarkan kondisi aktual produksi pangan di setiap negara.

Penggunaan sumber sekunder juga merupakan bagian penting dari metodologi ini. Data dari organisasi internasional seperti Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) dan Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) digunakan sebagai referensi tambahan (Canton, 2021; Woodward, 2009). Pendekatan ini memastikan keselarasan dan konsistensi data yang dikumpulkan dari berbagai sumber, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis global yang lebih akurat.

Sebagai bagian dari upaya untuk memahami tren jangka panjang dalam produksi pangan, dataset ini juga mengandalkan analisis data historis, mencakup informasi dari tahun 1961 hingga 2023. Data ini diperbarui secara berkala untuk mencerminkan perubahan dalam produksi pangan global, baik yang disebabkan oleh faktor ekonomi, lingkungan, maupun kebijakan pertanian di berbagai negara.

Untuk memastikan kualitas data yang dipublikasikan, dilakukan proses standarisasi dan validasi data (Ekwall & Barile, 2019). Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan metode statistik untuk memverifikasi keakuratan dan memastikan bahwa informasi yang tersedia memenuhi standar internasional. Setelah melewati tahap validasi, data disajikan dalam format yang dapat dibaca oleh mesin, sehingga dapat digunakan oleh peneliti, pembuat kebijakan, dan pihak-pihak lain yang berkepentingan dalam analisis produksi pangan

global.

### **Model Analisis**

Rata-rata produksi pangan dalam suatu kelompok dihitung dengan rumus di mana nilai produksi pangan setiap negara dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah negara. Penyebaran data dari nilai rata-rata diukur menggunakan standar deviasi, yang menunjukkan seberapa besar fluktuasi atau stabilitas produksi. Standar deviasi yang lebih besar berarti variasi data lebih tinggi. Dalam hal ini, standar deviasi produksi pangan BRICS lebih besar dibandingkan NATO, sehingga fluktuasi produksinya lebih tinggi dan tingkat kestabilannya lebih rendah. Hal ini sesuai dengan temuan bahwa sistem produksi pangan NATO lebih konsisten, sedangkan BRICS lebih rentan terhadap lonjakan maupun penurunan produksi. Untuk membandingkan fluktuasi dua kelompok dengan skala produksi berbeda, digunakan Koefisien Variasi (CV) yang membagi standar deviasi dengan rata-rata produksi. Nilai CV yang lebih besar menunjukkan produksi yang semakin tidak stabil. Karena CV BRICS lebih tinggi daripada NATO, maka dapat disimpulkan bahwa produksi pangan BRICS lebih bergejolak, sedangkan NATO menunjukkan kestabilan yang lebih baik.

### **Uji Statistik**

Uji Kolmogorov-Smirnov bekerja dengan membandingkan distribusi kumulatif dari data sampel dengan distribusi kumulatif teoritis dari distribusi normal, menguji hipotesis nol bahwa data mengikuti distribusi normal terhadap hipotesis alternatif bahwa data tidak mengikuti distribusi normal. Statistik uji adalah perbedaan absolut maksimum antara fungsi distribusi kumulatif empiris dan teoritis; jika perbedaan ini melebihi nilai kritis atau jika nilai p-value di bawah 0,05, hipotesis nol ditolak, yang mengindikasikan ketidaknormalan. Sementara itu, uji Shapiro-Wilk menilai apakah sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal dengan membandingkan nilai sampel yang diurutkan dan nilai yang diharapkan di bawah normalitas; jika statistik uji mendekati 1, data tersebut kemungkinan besar normal, tetapi nilai p di bawah 0,05 mengarah pada penolakan hipotesis nol, yang menunjukkan bahwa data tersebut tidak mengikuti distribusi normal.

### Regresi Linier

Hubungan antara stabilitas produksi pangan dan variabel lain di negara-negara BRICS dan NATO dianalisis menggunakan model regresi linier sederhana, di mana stabilitas produksi pangan (Y), yang diukur melalui koefisien variasi atau fluktuasi produksi, bergantung pada variabel independen (X) seperti instrumen kebijakan pertanian seperti subsidi, investasi teknologi, atau diversifikasi komoditas. Dalam model ini, konstanta (a) mewakili tingkat stabilitas yang diharapkan ketika tidak ada intervensi, sementara koefisien regresi (b) menunjukkan kekuatan dan arah hubungan antara kebijakan dan stabilitas produksi. Hipotesis yang diuji adalah apakah kebijakan pertanian secara signifikan mempengaruhi stabilitas produksi, dengan hipotesis nol menyatakan tidak ada efek ( $b = 0$ ) dan hipotesis alternatif menunjukkan efek yang signifikan. Setelah menghitung koefisien dan konstanta, uji t digunakan untuk menentukan signifikansi (b), didukung oleh kesalahan standar, dan kesesuaian model tercermin dari nilai  $R^2$ . Jika BRICS menunjukkan (b) negatif dan signifikan, hal ini menyarankan bahwa intervensi kebijakan yang lemah menyebabkan produksi yang tidak stabil, sementara (b) positif dan signifikan untuk NATO menunjukkan bahwa kebijakan yang kuat dan konsisten membantu mempertahankan produksi pangan yang stabil. Nilai  $R^2$  yang tinggi di NATO menunjukkan bahwa faktor kebijakan menjelaskan sebagian besar variasi, sedangkan nilai  $R^2$  yang lebih rendah di BRICS menyarankan bahwa elemen lain seperti iklim atau infrastruktur memainkan peran yang lebih besar.

### Korelasi Antara Individu

Korelasi Pearson mengukur kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variabel, X dan Y, dan dihitung menggunakan rumus yang menyatakan rasio kovarians X dan Y terhadap hasil kali simpangan baku keduanya. Rumus tersebut melibatkan jumlah titik data n, jumlah hasil kali setiap pasangan titik data, jumlah nilai X dan Y, serta jumlah kuadrat keduanya. Secara konseptual, koefisien korelasi Pearson r diperoleh dengan terlebih dahulu mendefinisikan kovarians antara X dan Y, yang mengukur seberapa besar kedua variabel tersebut berfluktuasi bersama, kemudian menormalisasi nilai tersebut dengan simpangan baku mereka untuk memastikan koefisien tersebut tidak berdimensi dan berkisar antara -1

dan 1. Penelitian menerapkan sifat distributif penjumlahan dan menskalakan dengan n, ekspresi untuk kovarians dan simpangan baku dapat ditulis ulang ke dalam bentuk yang langsung mengarah ke rumus korelasi Pearson standar, menyoroti dasarnya dalam sifat statistik dasar varians dan kovarians.

### Uji t untuk dua sampel independen

Uji t dua sampel independen adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata dua kelompok yang tidak terkait. Dalam uji ini, hipotesis nol menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara rata-rata kelompok, sementara hipotesis alternatif menunjukkan bahwa perbedaan tersebut memang ada. Statistik uji dihitung dengan membandingkan selisih antara rata-rata sampel relatif terhadap variabilitas di dalam kelompok, menggunakan varians gabungan untuk memperhitungkan kedua sampel. Varians gabungan itu sendiri diperoleh dengan menggabungkan varian sampel individu sesuai dengan ukuran sampel masing-masing.

### Uji ANOVA

Dalam desain ANOVA, data terdiri dari k kelompok dengan total n pengamatan, di mana setiap kelompok i memiliki  $n_i$  sampel yang diberi label oleh indeks individu j. Rata-rata keseluruhan dari semua pengamatan dihitung dengan membagi jumlah total data dengan total n, sementara setiap kelompok memiliki rata-rata sendiri berdasarkan sampel di dalam kelompok tersebut. ANOVA menganalisis bagaimana variasi total (Total Sum of Squares, SST) dapat dibagi menjadi variasi akibat perbedaan antara rata-rata kelompok (Between-Group Sum of Squares, SSB) dan variasi di dalam kelompok itu sendiri (Within-Group Sum of Squares, SSW). SST mencerminkan penyebaran keseluruhan data di sekitar rata-rata keseluruhan, SSB mengukur seberapa jauh rata-rata kelompok menyimpang dari rata-rata keseluruhan, dan SSW menunjukkan seberapa jauh pengamatan individu menyimpang dari rata-rata kelompoknya sendiri. Dari jumlah kuadrat ini, rata-rata kuadrat dihitung dengan membagi masing-masing dengan derajat kebebasan masing-masing: MSB untuk variasi antar-kelompok menggunakan  $k-1$ , dan MSW untuk variasi dalam kelompok menggunakan  $n-k$ . Statistik F, yang diperoleh dari rasio MSB terhadap MSW, menguji hipotesis nol bahwa

semua kelompok memiliki rata-rata yang sama terhadap alternatif bahwa setidaknya satu kelompok berbeda. Jika nilai  $p$  yang dihasilkan lebih kecil dari tingkat signifikansi yang dipilih, hipotesis nol ditolak, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan di antara rata-rata kelompok.

### Chi-kuadrat

Uji Chi-Square ( $\chi^2$ ) menganalisis hubungan antara dua variabel kategorikal dengan membandingkan frekuensi yang diamati ( $O$ ) dengan frekuensi yang diharapkan ( $E$ ) yang disusun dalam tabel kontingensi. Rumus dasarnya:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad (1)$$

Adapun dengan mengukur persamaan (1), dapat diukur sejauh mana data aktual menyimpang dari apa yang diharapkan jika tidak ada hubungan. Frekuensi yang diharapkan untuk setiap sel dihitung menggunakan rumus:

$$E_{ij} = \frac{R_i \times C_j}{N} \quad (2)$$

Dapat dilihat pada persamaan (2), di mana  $R_i$  adalah total untuk baris ke- $i$ ,  $C_j$  adalah total untuk kolom ke- $j$ , dan  $N$  adalah ukuran sampel keseluruhan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

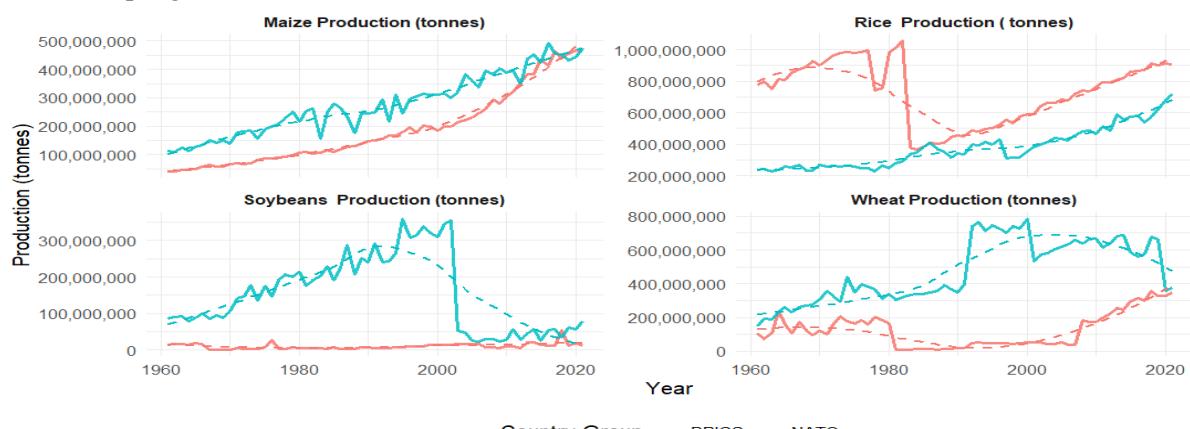
### Hasil

Secara deskriptif, produksi pangan di negara-negara BRICS cenderung lebih tinggi daripada di negara-negara NATO, meskipun distribusinya lebih bervariasi. Produksi pangan rata-rata di BRICS tercatat

sebesar 9,24 juta ton dengan nilai maksimum melebihi 611 juta ton, sementara NATO memiliki produksi rata-rata 7,69 juta ton dengan nilai maksimum melebihi 1 miliar ton. Namun, nilai median dan rentang interkuartil menunjukkan perbedaan pola distribusi produksi antara kedua kelompok. Uji statistik mendukung temuan dengan menunjukkan bahwa perbedaan produksi antara BRICS dan NATO secara statistik signifikan.

Uji t menghasilkan nilai  $p$  sebesar 0.00107, sedangkan uji Mann-Whitney menunjukkan nilai  $p$  sebesar 0.00226, keduanya menunjukkan bahwa distribusi produksi pangan antara kedua kelompok tidak secara statistik sama. Adapun analisis korelasi antara tahun dan produksi pangan, tidak terdapat hubungan yang signifikan. BRICS memiliki korelasi negatif sebesar -0.00855, sedangkan NATO memiliki korelasi positif sebesar 0.0108. Penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan produksi pangan di kedua kelompok tidak mengikuti tren yang jelas seiring waktu. Model regresi linier yang diterapkan pada masing-masing kelompok memperkuat temuan bahwa perubahan tahun tidak secara signifikan berkontribusi terhadap perubahan produksi pangan.

Analisis outlier menunjukkan adanya nilai ekstrem dalam produksi pangan di kedua kelompok. Produksi pangan yang secara signifikan berada di atas atau di bawah rentang normal ditemukan, terutama untuk komoditas seperti tebu, kedelai, minyak kelapa sawit, dan pisang. Hal ini menunjukkan bahwa produksi beberapa jenis pangan didominasi oleh negara-negara tertentu, yang menyebabkan variasi ekstrem dalam data produksi pangan antara BRICS dan NATO.



Gambar 1. Pertumbuhan produksi pangan BRICS dan NATO

ambar 1,

terdapat tren pertumbuhan produksi di kedua kelompok, namun dengan pola yang berbeda. Garis tren BRICS cenderung lebih stabil atau meningkat secara bertahap, yang berarti perluasan produksi di negara-negara berkembang terus meningkatkan kapasitas pertanian mereka.

Tabel 1 merangkum hasil deskriptif dan statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan antara produksi pangan BRICS dan NATO, meskipun tidak ada tren yang jelas dari waktu ke waktu. Beberapa komoditas mendominasi dalam kategori outlier.

Tabel 1. Analisis Statistik Deskriptif dan Inferensial tentang Perbandingan Produksi Pangan antara BRICS dan NATO

Aspek	BRICS	NATO
Produksi Rata-Rata	9,24 juta ton	7,69 juta ton
Produksi Median	115.000 ton	122.262 ton
Variansi Produksi (IQR)	983.576 ton	1.180.079 ton
Uji t (nilai p)	0,00107 (perbedaan yang signifikan)	0,00107 (perbedaan yang signifikan)
Uji Mann-Whitney (nilai p)	0,00226 (distribusi berbeda secara signifikan)	0,00226 (distribusi berbeda secara signifikan)
Korelasi (Tahun vs Produksi)	-0,00855 (tidak signifikan)	0,0108 (tidak signifikan)

BRICS cenderung memiliki produksi yang lebih tinggi dibandingkan NATO, terutama dalam komoditas seperti beras dan gandum, didorong oleh negara-negara seperti China dan India. NATO memiliki keunggulan dalam

produksi jagung dan kedelai, kemungkinan dipengaruhi oleh Amerika Serikat, yang merupakan produsen utama kedua komoditas tersebut.

Tabel 2. Model Statistik dan Evaluasi

Kelompok	Kecondongan	Kurtosis	ADF	AIC	BIC	MAPE (%)	W-Statistik
BRICS	1.13	2.94	-0.949	9773.2	9794.15	585.72	0.96921
NATO	0.591	2.85	-2.274	9605.31	9629.76	42.52	0.98443

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa produksi pangan di BRICS lebih bervariasi dan fluktuatif dibandingkan dengan NATO, dengan distribusi produksi yang lebih miring ke kanan dan fluktuasi yang lebih besar dari tahun ke tahun. Peramalan produksi di BRICS lebih sulit karena variabilitas yang tinggi, sementara di NATO, model prediksi lebih akurat meskipun masih memiliki beberapa kelemahan dalam menangkap pola produksi pangan.

Sementara itu, perbedaan produksi secara statistik signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh uji t ( $p = 0.00107$ ) dan uji Mann-Whitney ( $p = 0.00226$ ). BRICS memiliki produksi median yang lebih rendah, tetapi rentang produksi yang lebih luas, artinya terdapat variasi yang tinggi antara negara-negara dalam kelompok tersebut. NATO memiliki produksi maksimum yang lebih tinggi (lebih dari 1 miliar ton), yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh beberapa negara dengan produksi tinggi seperti Amerika Serikat.

Analisis menunjukkan korelasi hampir nol antara tahun dan produksi pangan di kedua kelompok. Artinya, meskipun terjadi pertumbuhan produksi, tidak ada tren pertumbuhan yang konsisten dalam jangka panjang yang dapat dijelaskan hanya oleh variabel tahun. Outlier ditemukan dalam produksi beberapa komoditas seperti tebu, kedelai, minyak kelapa sawit, dan pisang, yang mendominasi grafik pada tahun-tahun tertentu. Lonjakan atau penurunan tiba-tiba dalam grafik dapat diinterpretasikan sebagai dampak faktor ekonomi, politik, atau bencana alam yang terjadi pada periode tertentu.

Penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan produksi pangan di negara-negara BRICS cenderung lebih tinggi daripada negara-negara NATO, terutama dalam produksi jagung dan gandum. Berdasarkan perhitungan Tingkat Pertumbuhan Tahunan Majemuk (CAGR), produksi jagung di negara-negara BRICS tumbuh sebesar 4,14% per tahun, lebih tinggi

daripada NATO yang hanya mencapai 2,44%. Hal yang sama juga terlihat pada produksi gandum, di mana BRICS mencatat pertumbuhan tahunan sebesar 1,99%, sementara NATO hanya mencapai 1,57%.

Analisis Koefisien Variasi (CV) menunjukkan bahwa produksi pangan di BRICS lebih bervariasi dibandingkan dengan NATO. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3. Produksi jagung di BRICS memiliki CV

sebesar 68,6%, sementara di NATO lebih stabil dengan CV sebesar 39,1%. Untuk gandum, variasi produksi di BRICS bahkan lebih tinggi, mencapai 81,3%, dibandingkan dengan 38,8% di NATO. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pertumbuhan produksi di BRICS lebih besar, tingkat fluktuasi produksi juga lebih tinggi, yang berarti terdapat ketidakstabilan dalam produksi pangan di negara-negara tersebut.

**Tabel 3. Tingkat Pertumbuhan dan Koefisien Variasi Produksi Komoditas di Kelompok Negara BRICS dan NATO**

<b>Kelompok</b>	<b>Komoditas</b>	<b>CAGR (%)</b>	<b>CV (%)</b>
<b>BRICS</b>	Produksi Jagung (ton)	4.14	68.6
	Produksi Gandum (ton)	1.99	81.3
<b>NATO</b>	Produksi Jagung (ton)	2.44	39.1
	Produksi Gandum (ton)	1.57	38.8

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, produksi pangan di negara-negara BRICS dan NATO menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik untuk semua jenis komoditas yang diuji. Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa distribusi data produksi pangan tidak berdistribusi normal dalam kebanyakan kasus, sebagaimana dibuktikan oleh nilai  $p$  yang lebih kecil dari 0,05. Oleh karena itu, uji non-parametrik Mann-Whitney U digunakan untuk

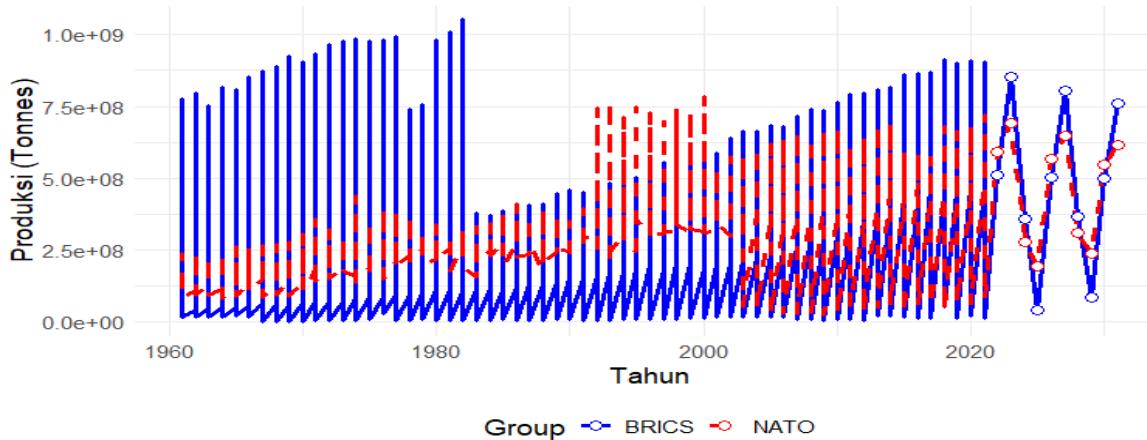
membandingkan produksi antara kedua kelompok. Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan bahwa produksi jagung, beras, gandum, dan kedelai antara BRICS dan NATO memiliki perbedaan yang signifikan, dengan semua nilai  $p$  berada pada atau dekat nol. Hal ini menunjukkan bahwa pola produksi pangan di kedua kelompok negara tersebut tidak seragam dan memiliki variasi yang cukup besar.

**Tabel 4. Uji Normalitas dan Uji Mann-Whitney U pada Produksi Komoditas di BRICS dan NATO**

<b>Komoditas (Ton)</b>	<b>Uji Shapiro-Wilk untuk BRICS (W, p-value)</b>	<b>Uji Shapiro-Wilk NATO (W, p-value)</b>	<b>Uji Mann-Whitney U (Statistik U, nilai p)</b>
<b>Produksi Jagung</b>	0.8749, 0	0.9559, 0.0276	996, 0
<b>Produksi Beras</b>	0.9381, 0.004	0.9128, 0.0004	3437, 0
<b>Produksi Gandum</b>	0.8959, 0.0001	0.9113, 0.0003	144, 0
<b>Produksi Kedelai</b>	0.7709, 0	0.9166, 0.0005	17, 0

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa distribusi produksi pangan di negara-negara BRICS dan NATO tidak mengikuti distribusi normal, seperti yang terlihat dari nilai  $p$  yang lebih kecil dari 0,05 dalam uji Shapiro-Wilk. Oleh karena

itu, digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U, yang berarti bahwa produksi jagung, beras, gandum, dan kedelai secara signifikan berbeda antara kedua kelompok tersebut.

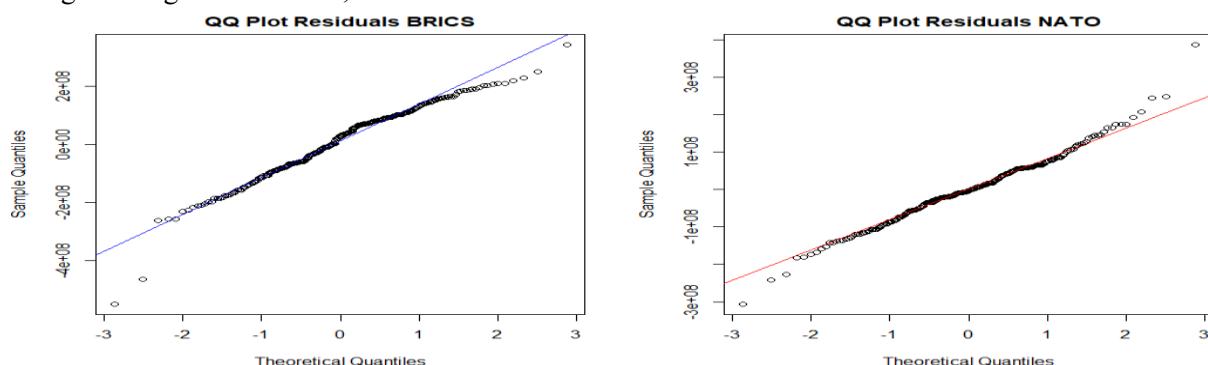


Gambar 2. Proyeksi produksi pangan menggunakan model ARIMA untuk kelompok BRICS dan NATO untuk 10 tahun ke depan.

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis menggunakan metode ARIMA yang memprediksi produksi pangan untuk kelompok BRICS dan NATO selama 10 tahun ke depan. Grafik tersebut menampilkan tren historis produksi pangan serta prediksi yang diwakili oleh garis biru untuk BRICS dan garis merah untuk NATO. Titik-titik kosong di ujung garis mewakili data prediksi dari model. Produksi pangan BRICS dan NATO menunjukkan pola yang berbeda dalam proyeksi masa depan. Garis biru solid mewakili prediksi produksi BRICS yang cenderung stabil dengan sedikit peningkatan atau fluktuasi. Di sisi lain, garis merah putus-putus yang mewakili NATO juga menunjukkan tren serupa, tetapi dengan kemungkinan variasi yang lebih besar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa residu model ARIMA untuk produksi pangan di kelompok BRICS dan NATO tidak mengikuti distribusi normal, sebagaimana ditunjukkan oleh uji Shapiro-Wilk yang menghasilkan nilai  $p$  kurang dari 0,05 pada kedua kelompok. Untuk memperjelas distribusi residu, diagram QQ digunakan sebagai alat visualisasi, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pada diagram QQ residu BRICS, titik data tampak menyimpang dari garis diagonal referensi, terutama di ekor

distribusi, menunjukkan penyimpangan dari normalitas. Penyimpangan ini menunjukkan adanya nilai ekstrem dalam data, yang berasal dari fluktuasi produksi pangan yang tidak dapat diprediksi dengan baik oleh model ARIMA. Hal ini konsisten dengan hasil evaluasi model, yang menunjukkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang tinggi sebesar sekitar 585,72%, menunjukkan tingkat ketidakakuratan model yang signifikan dalam memprediksi tren produksi pangan di BRICS. Sementara itu, diagram QQ sisa data NATO juga menunjukkan penyimpangan dari garis normalitas, meskipun dalam skala yang lebih kecil dibandingkan dengan BRICS. Titik data masih mengikuti pola yang lebih dekat dengan garis diagonal, tetapi terdapat penyimpangan ringan pada ekor distribusi. Hasil ini sejalan dengan nilai MAPE NATO yang jauh lebih rendah, yaitu 42,52%, yang menunjukkan bahwa model ARIMA lebih mampu menangkap pola produksi pangan di NATO dibandingkan dengan BRICS. Namun, uji normalitas Shapiro-Wilk menegaskan bahwa residu tidak sepenuhnya normal, yang dapat menunjukkan pola yang belum sepenuhnya ditangkap oleh model.



Gambar 3. Grafik QQ dari Residu NATO dan Kelompok BRICS

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditunjukkan bahwa produksi pangan rata-rata di negara-negara NATO lebih tinggi daripada BRICS, dengan nilai produksi rata-rata sebesar 320,18 juta ton di NATO dan 262,95 juta ton di BRICS. Namun, BRICS memiliki distribusi produksi yang lebih bervariasi, seperti yang ditunjukkan oleh nilai simpangan baku (SD) yang lebih besar, yaitu 305,49 juta ton dibandingkan dengan 179,39 juta ton di NATO. Distribusi produksi di BRICS cenderung lebih miring ke kanan dengan nilai skewness sebesar 1,13, sementara NATO memiliki skewness yang lebih rendah sebesar 0,591. Kedua kelompok juga menunjukkan tingkat kurtosis yang serupa, dengan BRICS memiliki nilai 2,94 dan NATO 2,85, menunjukkan bahwa distribusi produksi relatif mendekati distribusi normal. Hasil uji stasioneritas menggunakan Uji Augmented Dickey-Fuller menunjukkan bahwa produksi pangan di kedua kelompok tidak stasioner pada tingkat aslinya, sebagaimana dibuktikan oleh nilai  $p$  yang tinggi ( $p = 0,9452$  untuk BRICS dan  $p = 0,4604$  untuk NATO). Korelasi antara produksi pangan di BRICS dan NATO menunjukkan hubungan yang lemah, dengan nilai korelasi 0,282, menunjukkan bahwa tren produksi di kedua kelompok tidak memiliki hubungan yang kuat satu sama lain. Model peramalan menggunakan ARIMA menghasilkan model dengan tingkat kesalahan yang lebih tinggi di BRICS dibandingkan NATO. Evaluasi model menunjukkan bahwa Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk BRICS adalah 585,72%, yang jauh lebih tinggi daripada MAPE NATO sebesar 42,52%. Hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA kurang akurat dalam memprediksi produksi di BRICS akibat fluktuasi produksi yang lebih besar. Selain itu, uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa residu model ARIMA untuk kedua kelompok tidak terdistribusi secara normal, dengan nilai  $p$  sebesar 3,951e-05 untuk BRICS dan 0,009059 untuk NATO. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pola tertentu dalam kesalahan model yang mungkin belum sepenuhnya ditangkap oleh ARIMA.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, produksi pangan di negara-negara BRICS memiliki rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan

NATO (9,24 juta ton vs. 7,69 juta ton), namun NATO memiliki produksi maksimum yang lebih besar ( $>1$  miliar ton). Temuan ini menunjukkan bahwa terdapat karakteristik struktural yang berbeda dalam sistem produksi pangan antara kedua kelompok negara tersebut. Secara teori, Model Pertumbuhan Neoklasik Solow menjelaskan bahwa pertumbuhan produksi dipengaruhi oleh akumulasi modal, tenaga kerja, dan perkembangan teknologi (Solow, 1999). Negara-negara NATO, yang didominasi oleh negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa Barat, memiliki keunggulan dalam infrastruktur pertanian modern, akses ke teknologi tinggi, dan sistem distribusi pangan yang lebih efisien (Clapper, 2013). Hal ini mungkin menjelaskan mengapa NATO mampu mencapai produksi maksimum yang lebih tinggi. Di sisi lain, negara-negara BRICS seperti China, India, dan Brasil memiliki basis pertanian yang lebih luas dengan tingkat ekspansi produksi yang tinggi, namun dengan variasi yang lebih besar akibat perbedaan kapasitas pertanian di antara negara-negara anggotanya (Cornia, 1985; Harris & Kennedy, 1999). Variasi produksi yang lebih besar di negara-negara BRICS, sebagaimana terlihat dari nilai simpangan baku dan koefisien variasi (CV), juga dapat dijelaskan oleh Teori Ketergantungan oleh (Kay, 2018), yang menyatakan bahwa negara-negara berkembang seringkali memiliki sistem produksi yang lebih rentan terhadap fluktuasi pasar global dan faktor eksternal seperti perubahan iklim dan kebijakan perdagangan internasional (Benson & Clay, 2006; Kay, 2018). Faktor ini membuat produksi pangan di BRICS lebih fluktuatif dibandingkan dengan NATO. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Pawlak & Kołodziejczak, 2020; Pinstrup-Andersen dkk., 1997), yang menemukan bahwa negara-negara berkembang, terutama di Asia dan Amerika Latin, telah mengalami pertumbuhan pesat dalam produksi pangan namun menghadapi tantangan dalam stabilitas produksi akibat perubahan cuaca ekstrem, degradasi lahan, dan variasi dalam kebijakan pertanian nasional. Di sisi lain, penelitian oleh (J. R. Anderson, 2003; Deger & Sen, 1995) Menunjukkan bahwa negara-negara maju di NATO memiliki sistem pertanian yang lebih terindustrialisasi, yang memungkinkan mereka mencapai output produksi yang lebih tinggi meskipun pertumbuhan yang lebih stabil.

Perbedaan pola distribusi produksi pangan antara kelompok negara BRICS dan NATO dapat dianalisis menggunakan pendekatan teori ekonomi dan statistik produksi pangan. Berdasarkan uji statistik dalam studi ini, terlihat adanya perbedaan yang signifikan dalam distribusi produksi pangan antara kedua kelompok, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai p uji t (0,00107) dan uji Mann-Whitney U (0,00226), yang menunjukkan bahwa distribusi produksi pangan antara BRICS dan NATO tidak secara statistik sama. Secara teoritis, perbedaan tersebut dapat dikaitkan dengan Teori Ketergantungan, yang menjelaskan bahwa negara-negara berkembang cenderung memiliki struktur ekonomi yang lebih rentan terhadap faktor eksternal, seperti perubahan harga komoditas global, kebijakan perdagangan internasional, dan variabilitas iklim (Larrain, 2013; Wibbels, 2006). BRICS, yang terdiri terutama dari negara-negara berkembang, menunjukkan rentang variasi yang lebih luas dalam produksi, seperti yang terlihat dari nilai median produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan NATO, namun dengan tingkat dispersi yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa produksi pangan di BRICS lebih dipengaruhi oleh faktor eksternal yang menyebabkan fluktuasi yang signifikan. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Lybbert & Sumner, 2012; Nath & Behera, 2011), yang menemukan bahwa negara-negara berkembang sering mengalami fluktuasi produksi akibat ketergantungan pada komoditas tertentu dan rendahnya kemampuan beradaptasi terhadap perubahan iklim dan teknologi pertanian. Di sisi lain, NATO menunjukkan pola produksi yang lebih stabil, yang sesuai dengan Teori Keunggulan Komparatif (Ben Hassen & El Bilali, 2022; Costinot, 2009). Negara-negara NATO, terutama Amerika Serikat dan negara-negara Eropa, memiliki akses yang lebih besar terhadap teknologi pertanian canggih, mekanisasi, dan sistem logistik yang efisien. Produksi pangan mereka lebih beragam dan kurang bergantung pada faktor eksternal yang dapat menyebabkan fluktuasi tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian (Lybbert & Sumner, 2012), yang menemukan bahwa negara-negara maju memiliki kapasitas produksi yang lebih stabil berkat investasi dalam penelitian pertanian, inovasi teknologi, dan sistem irigasi yang lebih baik. Selain itu, perbedaan dalam

distribusi produksi ini juga dapat dikaitkan dengan Teori Volatilitas Pasar Pertanian (Chang dkk., 2018; Jaeger & Mundial, 1992), yang menyatakan bahwa negara-negara dengan kebijakan pertanian yang lebih terstruktur dan dukungan subsidi yang kuat cenderung memiliki produksi pangan yang lebih stabil. Negara-negara NATO sering memiliki kebijakan subsidi pertanian yang membantu mengurangi risiko produksi, sementara negara-negara BRICS masih menghadapi tantangan dalam sistem kebijakan pertanian mereka, yang menyebabkan variabilitas yang lebih tinggi dalam produksi pangan.

Tren pertumbuhan produksi pangan yang tidak jelas dalam studi ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara tahun dan volume produksi pangan di kedua kelompok negara (BRICS dan NATO). Hasil ini diperkuat oleh analisis regresi linier yang menegaskan bahwa perubahan tahun tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan produksi. Temuan ini bertentangan dengan hipotesis dasar dalam teori pertumbuhan ekonomi klasik, sebagaimana diusulkan oleh (Gollin, 2010; Solow, 2001), yang menyatakan bahwa peningkatan teknologi dan akumulasi modal seiring waktu seharusnya mendorong pertumbuhan sektor-sektor produksi, termasuk pertanian. Namun, dalam konteks produksi pangan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor lain mungkin lebih dominan dalam mempengaruhi dinamika produksi daripada waktu itu sendiri. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Khoury dkk., 2014), yang menunjukkan bahwa pertumbuhan produksi pangan global tidak selalu linear atau mengikuti pola yang stabil dari tahun ke tahun. Faktor eksternal, seperti perubahan kebijakan pertanian, variasi kondisi iklim, dan fluktuasi harga komoditas global, seringkali memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap produksi daripada sekadar faktor waktu. Sementara itu, dalam sebuah studi yang dilakukan oleh (Devereux & Edwards, 2004), Ditemukan bahwa perubahan iklim telah mengganggu produksi pangan di banyak negara, dengan dampak yang bervariasi tergantung pada tingkat ketahanan sistem pertanian di setiap wilayah. Seperti yang ditekankan oleh teori ketahanan pangan yang dikembangkan oleh FAO, keberlanjutan produksi pangan tidak hanya ditentukan oleh

#### VOLATILITAS DAN STABILITAS EKONOMI DI NATO DAN BRICS:

Analisis Ekonometrik Komparatif (Ruben Cornelius Siagian, Michael Haratua Rajagukguk)

aspek teknis pertanian, tetapi juga oleh faktor-faktor sosio-ekonomi seperti kebijakan perdagangan, akses terhadap sumber daya, dan investasi dalam infrastruktur pertanian (Pawlak & Kołodziejczak, 2020; Shaw, 1945). Di BRICS, yang ditandai oleh negara-negara berkembang dengan sistem pertanian yang masih bergantung pada faktor eksternal seperti kebijakan subsidi dan investasi infrastruktur, ketidakstabilan produksi dapat lebih tinggi dibandingkan dengan NATO, yang memiliki sistem pertanian yang lebih maju dan terintegrasi. Hal ini dapat menjelaskan mengapa BRICS menunjukkan korelasi negatif (-0.00855), meskipun kecil, yang dapat mengindikasikan ketidakpastian dalam pertumbuhan produksi akibat perubahan faktor struktural dari tahun ke tahun.

Identifikasi penyimpangan dalam produksi pangan, khususnya pada komoditas seperti tebu, kedelai, minyak kelapa sawit, dan pisang, menunjukkan bahwa produksi pangan global tidak terdistribusi secara merata di antara negara-negara BRICS dan NATO. Fenomena ini sejalan dengan teori keunggulan komparatif yang diusulkan oleh (Álvarez & Fuentes, 2006; Dollar & Wolff, 1993), yang menyatakan bahwa negara-negara cenderung mengkhususkan produksi pada komoditas di mana mereka memiliki keunggulan komparatif, baik dalam sumber daya alam, tenaga kerja, maupun teknologi. Misalnya, Brasil dan India sebagai bagian dari BRICS mendominasi produksi tebu dan kedelai, sementara Indonesia dan Malaysia merupakan produsen utama minyak sawit secara global (Warner, 2015; Wicke dkk., 2011). Di sisi lain, Amerika Serikat sebagai anggota NATO memiliki kontribusi yang signifikan dalam produksi kedelai dan jagung, yang didukung oleh sistem pertanian industri yang canggih (Friedmann, 1982). Temuan ini juga konsisten dengan studi yang dilakukan oleh (Herrero dkk., 2017). Hal ini menunjukkan bahwa faktor geografis dan iklim memainkan peran penting dalam menentukan kapasitas produksi pangan suatu negara. Negara-negara tropis dengan curah hujan tinggi seperti Brasil dan Indonesia cenderung unggul dalam produksi tanaman perkebunan, sementara negara-negara beriklim sedang seperti Amerika Serikat unggul dalam produksi sereal seperti gandum dan jagung. Penelitian (Schreinemachers & Tipraqsa, 2012) menyatakan bahwa intensifikasi pertanian di

negara-negara berkembang dapat memperlebar kesenjangan produksi, yang mengakibatkan adanya penyimpangan signifikan dalam data produksi global. Hasil penelitian ini juga menafsirkan konsep yang disebut "ketidakmerataan rantai pasok pangan global" yang diusulkan oleh (Aksoy & Beghin, 2004; Aoki, 2011), yang menyoroti bagaimana perdagangan internasional dan akses yang tidak merata terhadap teknologi pertanian menyebabkan produksi pangan terkonsentrasi di negara-negara tertentu. Memang, dengan adanya penyimpangan yang signifikan dalam produksi komoditas kunci, keamanan pangan global menjadi lebih rentan terhadap gangguan pasokan, seperti perubahan iklim, kebijakan perdagangan, dan konflik geopolitik.

Pertumbuhan produksi pangan yang lebih tinggi di negara-negara BRICS dibandingkan dengan NATO, terutama dalam produksi jagung (4,14% vs. 2,44%) dan gandum (1,99% vs. 1,57%), menunjukkan ekspansi yang lebih agresif di sektor pertanian di negara-negara berkembang. Menurut Teori Pengembangan Pertanian yang diusulkan oleh (K. Anderson & Tyers, 1988; Norton & Alwang, 1993), Negara-negara dengan sektor pertanian yang sedang berkembang cenderung mengalami peningkatan produksi yang lebih cepat dibandingkan dengan negara-negara industri. Hal ini disebabkan oleh adopsi teknologi pertanian baru, perluasan lahan pertanian, dan kebijakan pemerintah yang mendorong peningkatan produksi pangan. Di dalam BRICS, negara-negara seperti China dan India telah berperan penting dalam perluasan produksi jagung dan gandum, didukung oleh peningkatan investasi dalam irigasi, benih yang lebih baik, dan subsidi pertanian (Fan dkk., 2007). Namun, meskipun pertumbuhan produksi di BRICS lebih tinggi, tingkat fluktuasinya juga lebih besar dibandingkan dengan NATO, seperti yang terlihat dalam studi ini pada koefisien variasi (CV) yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan dalam studi tersebut (IMF & UNCTAD, 2011; Subervie, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa negara-negara berkembang lebih rentan terhadap fluktuasi produksi akibat ketergantungan yang tinggi pada kondisi iklim, infrastruktur yang belum berkembang, dan ketidakstabilan kebijakan pertanian. Faktor cuaca ekstrem seperti El Niño seringkali menyebabkan ketidakpastian dalam produksi

#### VOLATILITAS DAN STABILITAS EKONOMI DI NATO DAN BRICS:

Analisis Ekonometrik Komparatif (Ruben Cornelius Siagian, Michael Haratua Rajagukguk)

pertanian BRICS, berbeda dengan NATO yang memiliki sistem produksi yang lebih stabil berkat teknologi pertanian yang canggih dan sistem penyimpanan pangan yang lebih terintegrasi (Liu dkk., 2023; Poole dkk., 2022). Berdasarkan teori Keamanan Pangan dan Ketahanan yang dikembangkan oleh (Barrett & Consta, 2014; Naylor & Falcon, 2010) Menyatakan bahwa fluktuasi produksi yang tinggi dapat mempengaruhi keamanan pangan jangka panjang, terutama bagi negara-negara yang bergantung pada ekspor komoditas pertanian sebagai sumber utama perekonomian. Di negara-negara BRICS, fluktuasi produksi yang lebih besar dapat menyebabkan ketidakseimbangan pasokan dan harga, yang berpotensi mempengaruhi ketersediaan pangan di pasar domestik dan global. Di sisi lain, negara-negara NATO dengan tingkat produksi yang lebih stabil menunjukkan pola produksi yang lebih konsisten, memungkinkan perencanaan distribusi pangan yang lebih efektif dan keamanan pangan yang lebih baik dalam jangka panjang (Lepgold, 1998).

Dalam analisis peramalan produksi pangan menggunakan model ARIMA, produksi pangan di negara-negara BRICS lebih sulit diprediksi dibandingkan dengan NATO. Hal ini terlihat dari tingkat kesalahan peramalan yang jauh lebih tinggi di BRICS, dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 585,72%, dibandingkan dengan 42,52% di NATO. Nilai MAPE yang sangat besar di BRICS menunjukkan bahwa model ARIMA kurang mampu menangkap pola produksi pangan dengan baik, yang mungkin disebabkan oleh fluktuasi produksi yang lebih besar dan tingkat volatilitas yang lebih tinggi. Dalam teori peramalan deret waktu, model ARIMA umumnya bekerja dengan baik jika data bersifat stasioner dan memiliki pola yang relatif stabil (Shumway dkk., 2017). Namun, dalam kelompok BRICS, hasil uji stasioneritas menggunakan Uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) menunjukkan bahwa produksi pangan dalam kelompok ini tidak stasioner pada tingkat aslinya, yang mempengaruhi akurasi model peramalan. Penelitian sebelumnya oleh (Huang dkk., 2011) Juga ditemukan bahwa fluktuasi tinggi dalam produksi pertanian di negara-negara berkembang sering disebabkan oleh ketidakstabilan iklim, perubahan kebijakan

pertanian, dan ketergantungan pada ekspor komoditas kunci, yang dapat menghasilkan pola produksi yang tidak dapat diprediksi dengan baik oleh model statistik klasik seperti ARIMA. Sisa-sisa model ARIMA untuk BRICS tidak terdistribusi secara normal, seperti yang ditunjukkan oleh uji Shapiro-Wilk, yang menghasilkan nilai p kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan adanya pola dalam kesalahan peramalan yang tidak dapat dijelaskan oleh model. Dalam analisis lebih lanjut menggunakan diagram QQ, ditemukan penyimpangan yang signifikan pada sisa-sisa BRICS, terutama pada ekor distribusi. Penyimpangan tersebut menandakan adanya faktor eksternal yang menyebabkan lonjakan atau penurunan drastis dalam produksi, seperti perubahan kebijakan perdagangan, gangguan cuaca ekstrem, atau faktor geopolitik. Penelitian oleh (Mortimore & Adams, 2001) Juga mendukung temuan tersebut dengan menyatakan bahwa produksi pertanian di negara-negara berkembang lebih rentan terhadap faktor eksternal seperti krisis ekonomi dan perubahan iklim, yang menyebabkan fluktuasi tajam dan tidak terduga dalam produksi. Di sisi lain, dalam kelompok NATO, model ARIMA menunjukkan kinerja yang lebih baik dengan nilai MAPE yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pola produksi pangan di NATO lebih stabil dari waktu ke waktu, yang didukung oleh penelitian (Lybbert & Sumner, 2012) Penelitian tersebut menemukan bahwa negara-negara maju cenderung memiliki sistem pertanian yang lebih terstruktur, teknologi pertanian yang lebih canggih, dan kebijakan subsidi yang membantu menjaga stabilitas produksi. Grafik QQ dari residu NATO menunjukkan penyimpangan yang lebih kecil dari distribusi normal dibandingkan dengan BRICS, menunjukkan bahwa model ARIMA lebih akurat dalam menggambarkan pola produksi pangan di NATO.

Fluktuasi yang tinggi dalam produksi pangan di negara-negara BRICS menunjukkan ketidakstabilan dalam sistem pangan mereka, yang dapat berdampak pada keamanan pangan jangka panjang. Menurut Teori Keamanan Pangan FAO, keamanan pangan terdiri dari empat pilar utama: ketersediaan, keterjangkauan, pemanfaatan, dan stabilitas (Guiné dkk., 2021; Rinaldi, 2023). Dalam hal ini, meskipun BRICS memiliki tingkat

produksi yang lebih tinggi dalam beberapa komoditas, volatilitas produksi mereka dapat mengganggu pasokan pangan dan menyebabkan ketidakpastian dalam aksesibilitas pangan bagi masyarakat. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Byerlee dkk., 2006) Yang menyoroti bahwa ketidakstabilan produksi pangan dapat meningkatkan risiko krisis pangan, terutama di negara-negara berkembang yang masih menghadapi tantangan dalam hal infrastruktur dan regulasi pasar. Dominasi produksi oleh beberapa negara dalam komoditas tertentu, seperti kedelai di Brasil atau beras di India, juga menunjukkan pola spesialisasi produksi yang dapat menciptakan ketergantungan pangan yang tinggi terhadap negara-negara produsen utama. Hal ini sejalan dengan konsep teori ketergantungan pangan yang dijelaskan oleh Clapp, di mana negara-negara dengan sistem pangan yang bergantung pada impor atau produksi terbatas dalam jenis komoditas tertentu lebih rentan terhadap gangguan eksternal seperti perubahan iklim, konflik geopolitik, dan guncangan harga pasar global (Clapp, 2017, 2020; Zhang dkk., 2023). Seperti yang ditunjukkan dalam penelitian (Abbott dkk., 2008; Ghosh, 2011), Pasar pangan global sangat dipengaruhi oleh fluktuasi harga komoditas, yang sering kali disebabkan oleh ketidakstabilan produksi di negara-negara produsen utama. Di sisi lain, stabilitas produksi di negara-negara NATO dapat menjadi model yang lebih berkelanjutan untuk perencanaan keamanan pangan jangka panjang. Negara-negara seperti Amerika Serikat dan Kanada memiliki kebijakan pertanian yang lebih terstruktur, termasuk subsidi produksi, asuransi pertanian, dan diversifikasi tanaman, yang membantu menjaga stabilitas produksi pangan mereka. Hal ini didukung oleh penelitian (Gouel & Gouel, 2013; Timmer, 2010) yang menemukan bahwa negara-negara dengan kebijakan intervensi yang kuat di sektor pangan cenderung lebih mampu mengelola ketidakstabilan produksi dan fluktuasi harga pangan. Pendekatan agroindustri dan teknologi pertanian modern yang diadopsi di banyak negara NATO berkontribusi pada keamanan pangan yang lebih baik, seperti yang diargumentasikan oleh (Dong dkk., 2023), yang menekankan bahwa adopsi teknologi dan efisiensi dalam rantai pasok pangan dapat mengurangi fluktuasi produksi.

## SIMPULAN

Berdasarkan Model Pertumbuhan Neoklasik Solow, pertumbuhan produksi pangan sangat dipengaruhi oleh akumulasi modal, tenaga kerja, dan perkembangan teknologi. Dalam hal ini, NATO memiliki keunggulan dalam teknologi dan infrastruktur pertanian dibandingkan dengan BRICS, sehingga produksi pangan di wilayah NATO cenderung lebih stabil. Sementara itu, menurut Teori Ketergantungan, negara-negara berkembang seperti negara-negara BRICS lebih rentan terhadap fluktuasi pasar global, perubahan iklim, dan kebijakan perdagangan internasional. Sebaliknya, NATO dengan sistem produksi yang lebih maju dan kebijakan pertanian yang lebih terstruktur mampu mempertahankan stabilitas produksinya. Teori Keunggulan Komparatif juga menjelaskan bahwa NATO memiliki produksi pangan yang lebih stabil berkat investasi dalam mekanisasi pertanian dan teknologi canggih, sementara BRICS mengalami pertumbuhan cepat namun dengan volatilitas yang lebih tinggi. Hal ini diperkuat oleh Teori Volatilitas Pasar Pertanian, yang menyatakan bahwa negara-negara dengan kebijakan pertanian yang terstruktur dan subsidi yang kuat dapat mempertahankan stabilitas produksi pangan, seperti halnya di NATO. Dari perspektif keamanan pangan, Teori Keamanan Pangan dan Ketahanan menunjukkan bahwa volatilitas tinggi produksi pangan di negara-negara BRICS dapat berdampak negatif pada keamanan pangan jangka panjang. Sebaliknya, NATO dengan pola produksi yang lebih stabil memiliki keamanan pangan yang lebih baik. Selain itu, Teori Keunggulan Relatif dalam Produksi Pangan mengungkapkan bahwa negara-negara BRICS dan NATO menunjukkan spesialisasi dalam komoditas pangan tertentu, yang bergantung pada faktor geografis, iklim, serta ketersediaan sumber daya alam. Dalam meramalkan produksi pangan, Teori Peramalan Produksi menunjukkan bahwa model ARIMA kurang efektif dalam memprediksi produksi pangan di BRICS akibat tingkat volatilitas yang tinggi. Sebaliknya, model tersebut lebih akurat dalam memprediksi produksi pangan di NATO karena pola produksinya yang lebih stabil dan dapat diprediksi.

Struktur produksi pangan yang berbeda antara NATO dan BRICS memperlihatkan keunggulan sekaligus tantangan masing-masing blok. NATO memiliki tingkat produksi maksimum yang lebih tinggi berkat infrastruktur dan teknologi pertanian yang lebih maju, sedangkan BRICS menunjukkan rata-rata produksi yang lebih besar karena luasnya lahan pertanian yang tersedia. Namun demikian, stabilitas produksi pangan di NATO lebih terjamin karena adanya kebijakan pertanian yang terstruktur, sementara BRICS menghadapi volatilitas yang tinggi akibat ketergantungan pada faktor eksternal seperti kondisi cuaca dan kebijakan perdagangan. Selain itu, perbedaan pada sistem distribusi juga menjadi faktor utama yang memengaruhi efektivitas produksi pangan. NATO memiliki sistem logistik dan distribusi yang lebih efisien, sehingga aliran pangan lebih stabil dan terjamin. Sebaliknya, BRICS menghadapi tantangan berupa ketidakseimbangan produksi serta ketergantungan pada komoditas tertentu yang berisiko menimbulkan ketidakstabilan pasokan pangan. Untuk mengatasi volatilitas ini, negara-negara BRICS perlu meningkatkan diversifikasi produksi dan berinvestasi dalam teknologi pertanian guna memperkuat ketahanan pangan. Kebijakan subsidi dan regulasi juga menjadi faktor penentu dalam menjaga stabilitas produksi. NATO memiliki dukungan pertanian yang kuat melalui subsidi dan regulasi yang efektif, yang dapat dijadikan rujukan bagi negara-negara BRICS dalam merumuskan kebijakan yang lebih adaptif dan berkelanjutan. Ketidakseimbangan produksi antara kedua blok ini juga menimbulkan risiko bagi ketahanan pangan global. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan global yang lebih terintegrasi untuk meredam dampak fluktuasi dan menjaga stabilitas pasokan pangan dunia. Lebih jauh, perbedaan pola produksi ini juga berdampak pada perdagangan pangan internasional. Ketergantungan BRICS pada komoditas tertentu serta volatilitas produksinya dapat memengaruhi keseimbangan pasar global. Oleh sebab itu, kerja sama dalam kebijakan pangan internasional menjadi sangat penting untuk menciptakan ketahanan pangan yang lebih stabil dan adil bagi semua negara.

## DAFTAR PUSTAKA

Abbott, P. C., Hurt, C., & Tyner, W. E. (2008).

**VOLATILITAS DAN STABILITAS EKONOMI DI NATO DAN BRICS:**  
Analisis Ekonometrik Komparatif (Ruben Cornelius Siagian, Michael Haratua Rajagukguk)

*What's driving food prices?*

- Abraham, B., & Ledolter, J. (2009). *Statistical methods for forecasting*. John Wiley & Sons.
- Aksoy, M. A., & Beghin, J. C. (2004). *Global agricultural trade and developing countries*. World Bank Publications.
- Alpas, H., & Smith, M. (2011). *NATO-SPS Pilot study on food chain security: Findings and recommendations*. 1–15.
- Álvarez, R., & Fuentes, R. (2006). Paths of development, specialization, and natural resources abundance. *Documentos de Trabajo (Banco Central de Chile)*, 383, 1.
- Anderson, J. R. (2003). Risk in rural development: Challenges for managers and policy makers. *Agricultural systems*, 75(2–3), 161–197.
- Anderson, K., & Tyers, R. (1988). *Agricultural protection growth in advanced and newly industrialized countries*.
- Aoki, K. (2011). Food Forethought: Intergenerational Equity and Global Food Supply-Past, Present, and Future. *Wis. L. Rev.*, 399.
- Barrett, C. B., & Constanas, M. A. (2014). Toward a theory of resilience for international development applications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(40), 14625–14630.
- Ben Hassen, T., & El Bilali, H. (2022). Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: Towards more sustainable and resilient food systems? *Foods*, 11(15), 2301.
- Benson, C., & Clay, E. J. (2006). Disasters, vulnerability and the global economy: Implications for less-developed countries and poor populations. Dalam *Developmental Entrepreneurship: Adversity, Risk, and Isolation* (hlm. 115–145). Emerald Group Publishing Limited.
- Bizier, V., Gennari, P., & Kalamvrezos Navarro, D. (2022). Role of international, regional and country organizations in adapting to statistical standards and regional differences: The case of food and agriculture statistics. *Statistical Journal of the IAOS*, 38(2), 511–532.
- Byerlee, D., Jayne, T. S., & Myers, R. J. (2006).

- Managing food price risks and instability in a liberalizing market environment: Overview and policy options. *Food Policy*, 31(4), 275–287.
- Canton, H. (2021). Food and agriculture organization of the United Nations—FAO. Dalam *The Europa directory of international organizations 2021* (hlm. 297–305). Routledge.
- Carmody, P. (2013). *The rise of the BRICS in Africa: The geopolitics of South-South relations*. Bloomsbury Publishing.
- Chang, C.-L., Li, Y., & McAleer, M. (2018). Volatility spillovers between energy and agricultural markets: A critical appraisal of theory and practice. *Energies*, 11(6), 1595.
- Clapp, J. (2017). Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food policy*, 66, 88–96.
- Clapp, J. (2020). *Food*. John Wiley & Sons.
- Clapper, J. R. (2013). Worldwide threat assessment of the US intelligence community. *Office of the Director of National Intelligence*, 1.
- Cornia, G. A. (1985). Farm size, land yields and the agricultural production function: An analysis for fifteen developing countries. *World development*, 13(4), 513–534.
- Costinot, A. (2009). An elementary theory of comparative advantage. *Econometrica*, 77(4), 1165–1192.
- Deger, S., & Sen, S. (1995). Military expenditure and developing countries. *Handbook of defense economics*, 1, 275–307.
- Devegowda, S., & Biswas, S. (2022). *Recent Trends in Agricultural Statistics*.
- Devereux, S., & Edwards, J. (2004). *Climate change and food security*.
- Dollar, D., & Wolff, E. N. (1993). *Competitiveness, convergence, and international specialization*. Mit Press.
- Dong, L., Jiang, P., & Xu, F. (2023). Impact of traceability technology adoption in food supply chain networks. *Management Science*, 69(3), 1518–1535.
- Ekwall, B., & Barile, F. A. (2019). Standardization and validation. Dalam *Introduction to In Vitro Cytotoxicology* (hlm. 189–208). CRC Press.
- Fan, S., Gulati, A., & Dalafi, S. (2007). Overview of reforms and development in China and India. *The dragon and the elephant: Agricultural and rural reforms in China and India. The Johns Hopkins University Press for International Food Policy Research Institute (IFPRI)*, Baltimore, Maryland, USA, 10–48.
- Friedmann, H. (1982). The political economy of food: The rise and fall of the postwar international food order. *American journal of sociology*, 88, S248–S286.
- Ghosh, J. (2011). The unnatural coupling: Food and global finance. Dalam *Reforming the international financial system for development* (hlm. 84–104). Columbia University Press.
- Ghosh, J., Havlik, P., Poplawski-Ribeiro, M., & Urban, W. (2009). *Models of BRICS' economic development and challenges for EU competitiveness*. wiiw Research Report.
- Giller, K. E., Delaune, T., Silva, J. V., Descheemaeker, K., Van De Ven, G., Schut, A. G., Van Wijk, M., Hammond, J., Hochman, Z., & Taulya, G. (2021). The future of farming: Who will produce our food? *Food Security*, 13(5), 1073–1099.
- Gollin, D. (2010). Agricultural productivity and economic growth. *Handbook of agricultural economics*, 4, 3825–3866.
- Gouel, C., & Gouel, C. (2013). *Food price volatility and domestic stabilization policies in developing countries* (Nomor W18934). National bureau of economic research.
- Guiné, R. de P. F., Pato, M. L. de J., Costa, C. A. da Costa, D. de V. T. A. da Silva, P. B. C. da, & Martinho, V. J. P. D. (2021). Food security and sustainability: Discussing the four pillars to encompass other dimensions. *Foods*, 10(11), 2732.
- Harris, J. M., & Kennedy, S. (1999). Carrying capacity in agriculture: Global and regional issues. *Ecological economics*, 29(3), 443–461.
- Herrero, M., Thornton, P. K., Power, B., Bogard, J. R., Remans, R., Fritz, S., Gerber, J. S., Nelson, G., See, L., & Waha, K. (2017). Farming and the geography of nutrient production for human use: A transdisciplinary

- analysis. *The Lancet Planetary Health*, 1(1), e33–e42.
- Huang, H., von Lampe, M., & van Tongeren, F. (2011). Climate change and trade in agriculture. *Food Policy*, 36, S9–S13.
- IMF, O., & UNCTAD, W. (2011). Price volatility in food and agricultural markets: Policy responses. *FAO: Roma, Italy*.
- Iqbal, B. A., & Rahman, M. (2023). BRICS and India in the light of Russia-Ukraine crisis: Emerging challenges and opportunities. *JE Asia & Int'l L.*, 16, 159.
- Jaeger, W. K., & Mundial, B. (1992). *The effects of economic policies on African agriculture* (Vol. 147). World Bank Washington, DC.
- Kaletnik, G., Shubravskaya, O., Ibatullin, M., Krysanov, D., Starychenko, Y., Tkachenko, K., & Varchenko, O. (2019). *Features of Food Security of the Country in Conditions of Economic Instability*.
- Kapur, D., Lewis, J. P., & Webb, R. C. (2011). *The World Bank: Its first half century* (Vol. 1). Brookings Institution Press.
- Kay, C. (2018). Modernization and dependency theory. Dalam *The Routledge Handbook of Latin American Development* (hlm. 15–28). Routledge.
- Kebede, E. A., Abou Ali, H., Clavelle, T., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Hartman, S., Herrero, M., Kerner, H., Mehta, P., & Nakalembe, C. (2024). Assessing and addressing the global state of food production data scarcity. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5(4), 295–311.
- Khanal, S., Kc, K., Fulton, J. P., Shearer, S., & Ozkan, E. (2020). Remote sensing in agriculture—Accomplishments, limitations, and opportunities. *Remote sensing*, 12(22), 3783.
- Khoury, C. K., Bjorkman, A. D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A., Rieseberg, L. H., & Struik, P. C. (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 111(11), 4001–4006.
- Kuitunen, H. (2004). *FAO-World Bank*.
- Larraín, J. (2013). *Theories of development: Capitalism, colonialism and dependency*. John Wiley & Sons.
- Lepgold, J. (1998). NATO's post-cold war collective action problem. *International security*, 23(1), 78–106.
- Liu, Y., Cai, W., Lin, X., Li, Z., & Zhang, Y. (2023). Nonlinear El Niño impacts on the global economy under climate change. *Nature Communications*, 14(1), 5887.
- Lucarelli, S., Moro, F., & Marrone, A. (2022). *Pandemics and international security: The outlook for NATO*.
- Lumumba-Kasongo, T. (2015). Brazil, Russia, India, China, and South Africa (BRICS) and Africa: New Projected Developmental Paradigms. *Africa Development*, 40(3), 77–95.
- Lybbert, T. J., & Sumner, D. A. (2012). Agricultural technologies for climate change in developing countries: Policy options for innovation and technology diffusion. *Food policy*, 37(1), 114–123.
- Maurya, P. K., Bansal, R., & Mishra, A. K. (2024). Dynamic connectedness among market volatilities: A perspective of COVID-19 and Russia-Ukraine conflict. *Studies in Economics and Finance*, 41(5), 1119–1140.
- McDonald, B. L. (2010). *Food security*. Polity.
- Mizanbekova, S., Usanova, M., & Kunanbaeva, D. (2018). Food supply security: The case of Eaeu member-states. *Journal of Entrepreneurship Education*, 21(3), 1–13.
- Moch, E. (2024). The economic and geopolitical significance of the BRICS nations: A comparative analysis of their global influence in the 21st century. *East African Journal of Business and Economics*, 7(2), 86–100.
- Mohamed, M. A. (2024). *The Influence of BRICS' Economic Growth on the US Dollar*.
- Mortimore, M. J., & Adams, W. M. (2001). Farmer adaptation, change and 'crisis' in the Sahel. *Global environmental change*, 11(1), 49–57.
- Nath, P. K., & Behera, B. (2011). A critical review of impact of and adaptation to climate change in developed and developing economies. *Environment*,

- development and sustainability*, 13, 141–162.
- Naylor, R. L., & Falcon, W. P. (2010). Food security in an era of economic volatility. *Population and development review*, 36(4), 693–723.
- Norton, G. W., & Alwang, J. (1993). *Introduction to economics of agricultural development*.
- Padhan, P. C. (2012). Application of ARIMA model for forecasting agricultural productivity in India. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 8(2), 50–56.
- Pawlak, K., & Kolodziejczak, M. (2020). The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production. *Sustainability*, 12(13), 5488.
- Pinstrup-Andersen, P., Pandya-Lorch, R., & Rosegrant, M. W. (1997). *The world food situation: Recent developments, emerging issues, and long-term prospects*.
- Poole, N., Sharma, R., Nemat, O. A., Trenchard, R., Scanlon, A., Davy, C., Ataei, N., Donovan, J., & Bentley, A. R. (2022). Sowing the wheat seeds of Afghanistan's future. *Plants, People, Planet*, 4(5), 423–431.
- Rinaldi, C. (2023). *From food security to food sustainability: The attitudes of the FAO*.
- Sasson, A. (2012). Food security for Africa: An urgent global challenge. *Agriculture & Food Security*, 1, 1–16.
- Schreinemachers, P., & Tipraqsa, P. (2012). Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food policy*, 37(6), 616–626.
- Shaw, D. J. (1945). World food security. *A History since*.
- Shumway, R. H., Stoffer, D. S., Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). ARIMA models. *Time series analysis and its applications: with R examples*, 75–163.
- Sjøli, J. N. (2023). *The BRICS: An alliance for peace? A study of discourses in Brazil, India, China and South Africa around the Russian War in Ukraine (2014–2023)*.
- Solow, R. M. (1999). Neoclassical growth theory. *Handbook of macroeconomics*, 1, 637–667.
- Solow, R. M. (2001). From neoclassical Growth Theory to new classical Macroeconomics. Dalam *Advances in Macroeconomic Theory: International Economic Association* (hlm. 19–29). Springer.
- Sommerville, M., Essex, J., & Le Billon, P. (2014). The 'global food crisis' and the geopolitics of food security. *Geopolitics*, 19(2), 239–265.
- Subervie, J. (2008). The variable response of agricultural supply to world price instability in developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, 59(1), 72–92.
- Taylor, I. (2014). *Africa rising?: BRICS-Diversifying dependency*. Boydell & Brewer Ltd.
- Thomson, A. M., & Metz, M. (1999). *Implications of economic policy for food security: A training manual*. Food & Agriculture Org.
- Timmer, C. P. (2010). Reflections on food crises past. *Food policy*, 35(1), 1–11.
- Wall Emerson, R. (2023). Mann-Whitney U test and t-test. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 117(1), 99–100.
- Wang, X., Ma, L., Yan, S., Chen, X., & Growe, A. (2023). Trade for food security: The stability of global agricultural trade networks. *Foods*, 12(2), 271.
- Warner, J. (2015). South-South cooperation: Brazilian soy diplomacy looking East? *Food Security*, 7, 1175–1185.
- Wibbels, E. (2006). Dependency revisited: International markets, business cycles, and social spending in the developing world. *International Organization*, 60(2), 433–468.
- Wicke, B., Sikkema, R., Dornburg, V., & Faaij, A. (2011). Exploring land use changes and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia. *Land use policy*, 28(1), 193–206.
- Woodward, R. (2009). *The organisation for economic co-operation and development (OECD)*. Routledge.
- World Bank Group. (2016). *The World Bank Group A to Z 2016*. World Bank

## Publications.

- Zhang, Z., Abdullah, M. J., Xu, G., Matsubae, K., & Zeng, X. (2023). Countries' vulnerability to food supply disruptions caused by the Russia-Ukraine war from a trade dependency perspective. *Scientific Reports*, 13(1), 16591.