



## PEMODELAN DAN PERAMALAN DATA EKSPOR SEKTOR PERTANIAN MENGGUNAKAN MODEL *VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)*

Siti Ulfa Nabila<sup>1</sup>, Novian Riskiana Dewi<sup>2</sup>, Ana Risqa JL<sup>3</sup>, Wahyu Hidayat Tullah<sup>4</sup>

Corresponding author : Siti Ulfa Nabila

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, sitiulfanabila@radenintan.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, novianriskiana@radenintan.ac.id

<sup>3</sup>Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, anarisqa@radenintan.ac.id

<sup>4</sup>Pasca Sarjana Universitas Lampung, wahyudayat0304@gmail.com

Received : 28 September 2022, Revised : 6 Desember 2022, Accepted : 23 Desember 2022

### Abstract

Vector Autoregressive Model (VAR) is one of models in statistics that can be used for modeling multivariate time series data, commonly found in finance, management, business and economics. The VAR model analyzes the time series data simultaneously to get the right conclusions and explain behavior of the relationship between endogenous variables then between endogenous and exogenous variables dynamically. In addition, the VAR model does not only explain the relationship between variables but also being influenced by the factor itself from time to time by using Granger Causality. In this case, we will discuss and determine the best model which can describe the relationship between three time series data vectors, namely the export value of agricultural commodities with the export value of coffee beans, cacao beans and Indonesian tobacco, where the data is monthly data from 2007-2018. Several models are applied to the data such as VAR(1), VAR(2), VAR(3), VAR(4) and VAR(5) models. As a result, the VAR(2) model was selected as the best model with the criteria for selecting the AICC, SBC, AIC and HQC models. The dynamic behavior of the three export value variables of coffee beans, cacao beans and Indonesian tobacco is explained by Granger Causality. Furthermore, forecasting from this data is carried out for the next 10 months where the VAR(2) model is selected as the best model and only suitable for short-term forecasting.

*Keywords: Vector Autoregressive (VAR), Granger Causality, forecasting*

### Abstrak

Model *Vector Autoregressive (VAR)* merupakan salah satu pemodelan dalam statistika yang dapat digunakan untuk pemodelan data *multivariat time series* yang biasa ditemukan dalam bidang keuangan, manajemen, bisnis dan ekonomi. Model VAR menganalisis data *time series* secara simultan untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat dan dapat menjelaskan perilaku hubungan antar variabel *endogeneous* maupun antar variabel *endogeneous* dan *eksogeneous* secara dinamis. Selain itu model VAR juga dapat menjelaskan mengenai hubungan antar variabel selain hanya dipengaruhi oleh faktor dirinya sendiri dari waktu ke waktu dengan menggunakan *Granger Causality*. Pada studi ini, kami akan mendiskusikan dan menentukan model terbaik yang dapat mendeskripsikan hubungan antar tiga vektor data *timeseries* yaitu data nilai ekspor komoditas pertanian dengan variabel nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau Indonesia di mana data merupakan data bulanan dari tahun 2007-2018. Beberapa model diterapkan pada data seperti model VAR(1), VAR(2), VAR(3), VAR(4) dan VAR(5). Hasilnya, model VAR(2) terpilih sebagai model terbaik dengan kriteria pemilihan model AICC, SBC, AIC dan HQC. Perilaku secara dinamis dari ketiga variabel nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau Indonesia dijelaskan oleh *Granger Causality*. Selanjutnya, *forecasting* dari data ini dilakukan selama 10 bulan ke depan di mana model VAR(2) yang terpilih sebagai model terbaik hanya cocok digunakan untuk *forecasting* dalam waktu yang singkat.

*Kata kunci: Vector Autoregressive (VAR), Granger Causality, peramalan.*

## 1. Pendahuluan

Data *multivariate time series* biasa ditemukan dalam bidang-bidang terapan seperti bidang keuangan, bisnis dan ekonomi. Data tersebut, dengan menggunakan ilmu statistika dapat dilakukan pemodelan yang akurat, efektif, dan efisien. Pemodelan data *multivariate time series* meliputi spesifikasi model, pendugaan parameter, pemeriksaan kecocokan model, peramalan serta menjelaskan model dari hubungan dinamis antar variabel *multivariate time series*.

Data dapat berasal dari variabel-variabel ekonomi yang diambil dari waktu ke waktu dalam beberapa kasus tidak hanya dipengaruhi oleh dirinya sendiri tetapi juga dapat dipengaruhi oleh variabel lain. Contohnya ketika mempertimbangkan *single market*, fungsi *supply* dan *demand* secara bersamaan untuk menentukan keseimbangan harga [1] atau harga pasaran dunia dari kopi secara umum sangat bergantung pada produksi kopi di Brazil [2].

Selain itu, beberapa alasan menarik dilakukannya analisis dengan menggunakan data *time series* ini adalah untuk memahami hubungan dinamis antar variabel dari waktu ke waktu dan juga untuk mendapatkan peramalan yang tepat serta mendapatkan pengetahuan guna memperoleh hasil peramalan yang baik [3].

Dalam analisis *multivariate time series* yang tentunya melibatkan lebih dari satu variabel, analisis data *time series* secara simultan dilakukan guna mendapatkan kesimpulan yang akurat tanpa meninggalkan unsur penting yaitu keberadaan variabel lain selain hanya bergantung terhadap faktor waktu semata. Peramalan pada data *multivariate time series* sendiri adalah peramalan yang menggunakan lebih dari satu kriteria atau variabel yang berubah dari waktu ke waktu [4].

Aplikasi dari penggunaan model *Vector Autoregressive* (VAR) telah dilakukan oleh Stock dan Watson (2001) [5], Sharma *et al* (2018) [6], Zuhroh *et al* (2018) [7] dan Warsono *et al* (2019) [8]. Nurwan (2021) telah melakukan penelitian tentang (VAR) model untuk analisis hubungan pembiayaan murabahah dan profitabilitas bank umum syariah di Indonesia [9]. Pada tahun yang

sama Dwi juga telah berhasil melakukan penelitian tentang model (VAR) dalam menganalisis pengaruh kurs mata uang terhadap ekspor dan impor di Indonesia [10].

Kegiatan ekspor dan impor merupakan bagian penting dalam berkembangnya perekonomian di Indonesia. Salah satu sektor ekspor yang berpengaruh bagi perekonomian Indonesia selain hasil tambang dan industri adalah sektor pertanian. Peranan sektor pertanian dalam pembangunan ekonomi sangat penting karena sebagian besar anggota masyarakat di Indonesia bekerja dan menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian. Sektor pertanian adalah salah satu sektor yang selama ini masih diandalkan oleh negara kita karena sektor pertanian mampu memberikan pemulihan dalam mengatasi krisis yang sedang terjadi. Keadaan inilah yang menunjukkan sektor pertanian sebagai salah satu sektor yang andal dan mempunyai potensi besar untuk berperan sebagai pemicu pemulihan ekonomi nasional [11].

Tanaman perkebunan merupakan pendukung utama sektor pertanian dalam menghasilkan devisa. Ekspor komoditas pertanian Indonesia yang utama adalah hasil perkebunan. Hasil-hasil perkebunan yang selama ini telah menjadi komoditas ekspor konvensional terdiri atas kelapa sawit, karet, teh, kopi, coklat dan tembakau [12].

Dalam studi ini, penulis akan membahas model terbaik yang dapat mendeskripsikan hubungan antar tiga vektor data *time series* yaitu data nilai ekspor komoditas pertanian dengan variabel nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau Indonesia di mana data merupakan data bulanan dari tahun 2007-2018. Sebagai dasar dari kajian ini, model *Vector Autoregressive* (VAR) digunakan untuk menjelaskan hubungan antar data nilai ekspor komoditas pertanian dengan variabel nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau Indonesia dari tahun 2007-2018.

## 2. Metode Penelitian

*Multivariate Time Series* adalah pengamatan dari suatu atribut yang diamati secara berkala dalam kurun waktu tertentu sehingga menghasilkan suatu rangkaian data historikal. Data historikal tersebut memiliki makna baru setelah atribut tersebut diamati

dalam kurun waktu tertentu disebut *univariate time series* [13]. Kumpulan dari data *univariate time series* yang membentuk suatu kesatuan makna disebut *multivariate time series*. Data *multivariate time series* dapat ditemukan di berbagai topik seperti pada bidang kesehatan atau kedokteran, keuangan, multimedia, engineering dan pertanian. Data *multivariate time series* dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks yaitu:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \cdots & x_{3n} \\ x_{41} & x_{42} & x_{43} & \cdots & x_{4n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

Matriks X berukuran  $m \times n$ , di mana m menunjukkan jumlah variabel yang diamati dan n menunjukkan jumlah pengamatan pada variabel [14].

Model VAR sering digunakan untuk mengetahui kebiasaan dari variabel-variabel secara simultan dari waktu ke waktu [6]. VAR model diperkenalkan oleh Sims (1980) sebagai alat untuk menganalisis data makro ekonomi. Model VAR memperlakukan semua variabel yang terlibat simetris. Dalam VAR model, suatu vektor terdiri dari dua atau lebih variabel dan pada ruas kanan memuat lag vector dari dependen.  $VAR(p)$  model dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \varphi_i Y_{t-1} + a_t \quad (1)$$

di mana  $Y_t$  adalah vektor pengamatan pada waktu t dan mempunyai order  $n \times 1$ ,  $\varphi_i$  adalah matrik parameters berorder  $n \times n$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$ , dengan p adalah panjang lag, dan  $a_t$  adalah vektor shock.

Apabila ditulis dalam bentuk backship :

$$(1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \cdots - \varphi_p B^p) Y_t = a_t \quad (2)$$

di mana  $B^j Y_t = Y_{t-j}$  dengan  $j = 1, 2, \dots, p$ , dan  $\varphi_p = [\varphi_{lm}^s]$  adalah matriks  $k \times k$  dan  $s = 1, 2, \dots, p$ .

Menurut Tsay [15], misal  $a_t$  dalam model VAR (p) berdistribusi multivariat normal. Dengan  $z_{h:q}$  adalah suatu pengamatan dari  $t = h$  ke  $t = q$ . Maka fungsi likelihood kondisional dapat ditulis sebagai berikut:

$$L(Y_{(p+1):T} | Y_{1:p}, \beta, \Sigma_a) = \prod_{t=p+1}^T P(Y_{(p+1):T} | Y_{1:p}, \beta, \Sigma_a) \quad (3)$$

Dengan Fungsi Log-likelihood adalah:

$$\begin{aligned} \ell(\beta, \Sigma_a) &= c - \frac{T-p}{2} \log(|\Sigma_a|) - \frac{1}{2} \sum_{t=p+1}^T \text{tr}(a_t' \Sigma_a^{-1} a_t) \\ &= c - \frac{T-p}{2} \log(|\Sigma_a|) - \frac{1}{2} \text{tr} \left( \sum_{t=p+1}^T \sum_a^{-1} a_t a_t' \right) \end{aligned} \quad (4)$$

dengan c merupakan nilai konstan,  $\beta$  merupakan matriks parameter berorde nxn dan  $\Sigma_a$  matriks parameter varians berordo nxn, serta  $\Sigma_a^{-1}$  = invers dari  $\Sigma_a$ . Sehingga MLE dari VAR(p) adalah:

$$L(\hat{\beta}, \hat{\Sigma}_a | z_{1:p}) = (2\pi)^{-k(T-p)/2} |\hat{\Sigma}_a|^{-(T-p)/2} \exp \left[ -\frac{k(T-p)}{2} \right] \quad (5)$$

Di mana  $\hat{\beta}$  matriks penduga parameter berukuran  $n \times n$  dan  $\hat{\Sigma}_a$  matriks penduga parameter varians berukuran  $n \times n$

Asumsi utama agar model VAR dapat dibentuk adalah stationeritas [8]. Stationer berarti tidak terdapat perubahan drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Stationeritas dibagi menjadi 2 yaitu stationer dalam rata-rata dan stationer dalam variansi [16].

Beberapa metode untuk memeriksa kestasioneran data diantaranya menggunakan plot dan secara analitis dapat dipastikan menggunakan tes *Augmented Dickey Fuller (ADF test)* [17][18][19]. Uji ADF mengasumsikan bahwa residual adalah bersifat independent dengan rata – rata nol, varians konstan dan *non-autokorelasi* dengan

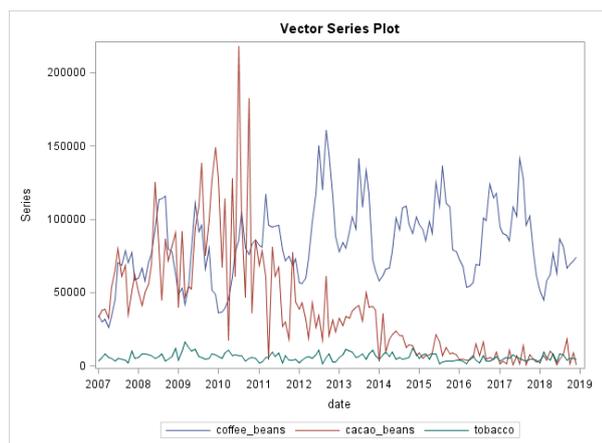
- $H_0$  = data mengandung akar unit
- $H_1$  = data tidak mengandung akar unit

Terdapat akar unit mengindikasikan data tidak stationer baik dalam nilai tengah maupun varians[20].

Apabila setelah melakukan uji ADF serta meliha pola data secara grafis ternyata data tidak stationer maka dilakukan proses *differencing* sampai stationer terpenuhi untuk data yang terindikasi tidak stationer terhadap nilai tengah atau ketika data tidak mempunyai rata-rata yang konstan dan kemudian dilakukan uji ADF. *Differencing* pertama atau  $d=1$  dirumuskan  $Q_t = Y_t - Y_{t-1}$ , di mana  $Q_t$  merupakan data hasil *differencing* pada waktu ke  $t$ ,  $Y_t$  merupakan data pada waktu ke  $t$  dan  $Y_{t-1}$  merupakan data pada waktu ke  $t-1$ . Jika *differencing* belum membuat seri data mempunyai rata-rata yang konstan maka dilakkan *differencing* ke 2 atau  $d=2$  [21]. Apabila data tidak stationer terhadap varians maka proses menjadikan data stabil dapat menggunakan transformasi Box-Cox [18].

### 3. Pembahasan

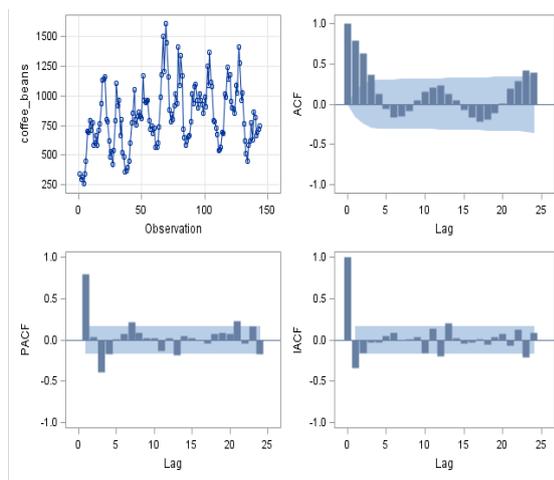
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau Indonesia dari Januari 2007 sampai Desember 2018. Data diperoleh dari Publikasi Statistika Ekonomi Indonesia (SEKI) yang dipublikasikan oleh Bank Indonesia (<https://www.bi.go.id/id/statistik/ekonomi-keuangan/seki/Default.aspx>).



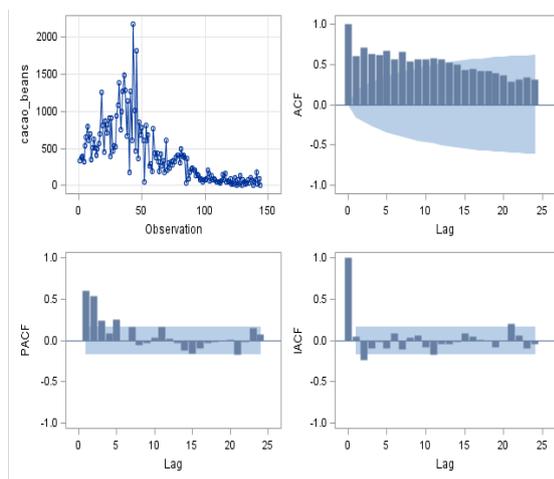
Gambar 1. Vector Series Plot

Gambar 1 menunjukkan bahwa pola ekspor biji kopi Indonesia mengalami kenaikan pada tahun 2007. Selain itu nilai ACF dan PACF dari data nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 terjadi penurunan secara

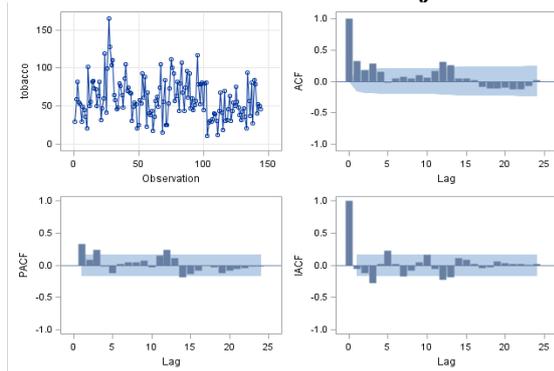
eksponensial yang mengindikasikan bahwa data tidak stationer dalam nilai tengah atau pada varians.



Gambar 2. Vector Series Plot Biji Kopi



Gambar 3. Vector Series Plot Biji Coklat



Gambar 4. Vector Series Plot Tembakau

Untuk mendapatkan model terbaik yang cocok dengan data, beberapa VAR(p) model diterapkan pada data nilai ekspor komoditas pertanian tersebut seperti VAR(1), VAR(2), VAR(3), VAR(4) dan VAR(5). Pemilihan model terbaik dari model-model tersebut yaitu menggunakan kriteria pemilihan AICC, HQC, AIC dan berdasarkan beberapa kriteria

pemilihan SBC. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai kriteria paling minimum.

**Tabel 1. Augmented Dicky Fuller Unit root tests**

Variable	Type	Pr < Rho	Pr < Tau
Biji Kopi	Zero Mean	0.3686	0.3518
	Single Mean	0.0012	0.0026
	Trend	0.0062	0.0149
Biji Coklat	Zero Mean	0.0625	0.0534
	Single Mean	0.0276	0.0693
	Trend	0.0005	0.0007
Tembakau	Zero Mean	0.0563	0.0512
	Single Mean	0.0012	<.0001
	Trend	0.0005	<.0001

**Tabel 2. Augmented Dickey Fuller Unit root tests After differencing**

Variable	Type	Pr < Rho	Pr < Tau
Biji Kopi	Zero Mean	<.0001	<.0001
	Single Mean	0.0012	<.0001
	Trend	0.0005	<.0001
Biji Coklat	Zero Mean	0.0001	<.0001
	Single Mean	0.0001	<.0001
	Trend	0.0001	<.0001
Tembakau	Zero Mean	0.0001	<.0001
	Single Mean	0.0001	<.0001
	Trend	0.0001	<.0001

**Tabel 3. Kriteria AICC, HQC, AIC dan SBC**

Kriteria	Model			
	VAR(1)	VAR(2)	VAR(3)	VAR(4)
AICC	28.249	28.036	28.133	28.080
HQC	28.345	28.199	28.356	28.357
AIC	28.244	28.021	28.100	28.022
SBC	28.493	28.460	28.730	28.846

Berdasarkan Tabel 3, diketahui 2 model terbaik adalah model VAR(1) dan VAR(2) di mana semua kriteria pemilihan model terbaik AICC, HQC, AIC dan SBC menunjukkan nilai minimum untuk model VAR(2) namun sebagai pembandingan dengan kriteria HQC dan SBC VAR(1) menunjukkan nilai 28.345 dan 28.493 juga dapat dipertimbangkan sebagai model terbaik. Selain dengan melihat kriteria pemilihan model terbaik *schematic representation* ditampilkan untuk meyakinkan model terbaik yang dipilih.

Tabel 4 menunjukkan *schematic representation* dari VAR(1) dan VAR(2). AR(1), AR(2) dan AR(3) pada Tabel 4 menunjukkan parameter *autoregresif* pada *time lag* ordo ke 1,2 atau 3 pada model VAR.

**Tabel 4. Schematic representation VAR(1) dan VAR(2)**

Model	Variable/Lag	C	AR1	AR2	AR3
VAR(1)	coffee_beans	.	...	+	..
	cacao_beans	.	..	..	..
	tobacco	.	..	..	..
VAR(2)	coffee_beans	.	...	+	..*
	cacao_beans	.	*..	..	..
	tobacco	.	..	..	..

+ is > 2\*std error, - is < - 2\*std error, . is between, \* is N/A

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat satu parameter AR(1) signifikan pada model VAR(1), sedangkan terdapat 6 parameter yang signifikan pada model VAR(2) dan VAR(3) dengan melihat banyaknya tanda plus (+) atau minus (-), namun dengan juga mempertimbangkan nilai kriteria pemilihan model terbaik yang paling minimum. Model VAR(2) dipilih sebagai model terbaik untuk memodelkan data nilai ekspor komoditi pertanian ini secara simultan. Model VAR(2) dituliskan dalam bentuk persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 y_t &= \begin{pmatrix} 2.714 \\ -6.157 \\ -0.177 \end{pmatrix} \\
 &+ \begin{pmatrix} -0.1002 & 0.0467 & -0.7534 \\ 0.0082 & -0.8053 & -0.90327 \\ -0.0223 & -0.007 & -0.522 \end{pmatrix} y_{t-1} \\
 &+ \begin{pmatrix} 0.2713 & 0.0146 & -0.052 \\ 0.1983 & -0.296 & -0.096 \\ -0.033 & -0.0067 & -0.4043 \end{pmatrix} y_{t-2} + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

dengan matriks *covarians innovation*

$$\Sigma_{\varepsilon_i} = \begin{pmatrix} 26347.54 & 5353.90 & 714.985 \\ 5353.902 & 66866.35 & 231.466 \\ 714.9845 & 231.466 & 652.368 \end{pmatrix}$$

Model VAR(2) juga dapat ditulis dalam bentuk tiga *univariate regression model* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biji Kopi}_t &= 2.714 - 0.1002\text{biji kopi}_{t-1} + \\
 &0.0467\text{biji coklat}_{t-1} - 0.7534\text{tembakau}_{t-1} + \\
 &0.2713\text{biji kopi}_{t-2} + 0.0146 \text{ biji coklat}_{t-2} - \\
 &0.052\text{tembakau}_{t-2} + \varepsilon_1 \quad (6)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biji coklat}_t &= -6.157 - 0.0082\text{biji kopi}_{t-1} - \\
 &0.8053\text{biji coklat}_{t-1} - 0.90327\text{tembakau}_{t-1} + \\
 &0.1983\text{biji kopi}_{t-2} - 0.2966 \text{ biji coklat}_{t-2} - \\
 &0.096\text{tembakau}_{t-2} + \varepsilon_2 \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Tembakau_t = & -0.177 - 0.0223biji\ kopi_{t-1} - \\
& 0.007biji\ coklat_{t-1} - 0.522tembakau_{t-1} - \\
& 0.033\ biji\ kopi_{t-2} - 0.0067\ biji\ coklat_{t-2} - \\
& 0.4043tembakau_{t-2} + \varepsilon_2 \quad (8)
\end{aligned}$$

*Statistical parameter test* untuk model diatas diberikan pada Tabel 5 dan *univariate model test* diberikan pada Tabel 6. Berdasarkan *statistical test* model 6 sangat signifikan dengan nilai  $F=3.07$  dan nilai  $p=0.0075$ . Derajat determinasi dari *R-square* adalah 0.121. Berdasarkan *statistical test* model 7 sangat signifikan dengan nilai  $F=20.49$  dan nilai  $p<0.0001$  dengan derajat determinasi atau *R-square* adalah 0.4784. Berdasarkan *statistical test* model 8 sangat signifikan dengan nilai  $F=11.15$  dan nilai  $p<0.0001$  dengan derajat determinasi dari *R-square* adalah 0.3329. *R-Square* tentu saja menjadi salah satu nilai yang mengukur kebaikan model di mana statistik ini mencerminkan seberapa besar variabel independen dapat secara simultan menjelaskan variabel *dependent* dalam model regresi. Namun dalam analisis time series ini perlu dipertimbangkan bahwa *R-Square* yang dihasilkan merupakan hasil pengregresian data saat ini dengan data time-lag sebelumnya dan tentu saja semakin tinggi ordo yang diterapkan akan menghasilkan nilai *R-Square* yang semakin besar pula.

Meskipun dalam penelitian ini semua model menghasilkan nilai *R-Square* dibawah 50 % yang artinya dari model yang dihasilkan hanya mampu diyakini tidak lebih dari 50% dapat menjelaskan ketepatan model namun aspek signifikansi model yang menunjukkan sangat baik untuk menolak  $H_0$  dan menerima model yang diterapkan, berbagai kriteria pemilihan model yang digunakan (pemilihan AICC, HQC, AIC dan SBC), serta asumsi keberartian koefisien pada model juga tidak dapat diabaikan. Selain itu proses stationeritas data yang tidak lain merupakan bentuk transformasi data dalam statistika juga berpengaruh terhadap penghitungan matematis dari nilai *R-Square*. Sehingga nilai *R-Square* disini tidak dijadikan satu-satunya acuan memilih model terbaik yang dapat diterapkan pada data penelitian ini.

**Tabel 5. Parameter Estimate VAR(2)**

Equation	Parameter	Estimate	Pr>  t	Variabel
Biji kopi (BK)	CONST1	2.714	0.84	1
	AR1_1_1	-0.100	0.97	BK(t-1)
	AR1_1_2	0.046	0.9	BC(t-1)
	AR1_1_3	-0.753	0.12	TB(t-1)
	AR2_1_1	0.271	0.03	BK(t-2)
	AR2_1_2	0.014	0.78	BC(t-2)
Biji coklat (BC)	AR2_1_3	-0.052	0.91	TB(t-2)
	CONST2	-6.157	0.77	1
	AR1_2_1	0.008	0.95	BK(t-1)
	AR1_2_2	-0.805	0.00	BC(t-1)
	AR1_2_3	-0.903	0.25	TB(t-1)
	AR2_2_1	0.198	0.13	BK(t-2)
Temba kau (TB)	AR2_2_2	-0.296	0.00	BC(t-2)
	AR2_2_3	-0.095	0.90	TB(t-2)
	CONST3	-0.177	0.93	1
	AR1_3_1	-0.022	0.09	BK(t-1)
	AR1_3_2	-0.007	0.40	BC(t-1)
	AR1_3_3	-0.522	0.00	TB(t-1)
	AR2_3_1	-0.033	0.01	BK(t-2)
	AR2_3_2	-0.006	0.44	BC(t-2)
	AR2_3_3	-0.404	0.00	TB(t-2)

BK=Biji Kopi, BC=Biji Coklat, TB=Tembakau

Model 1.1 juga menjelaskan bahwa nilai ekspor biji coklat memberikan efek positif dan nilai ekspor tembakau memberikan efek negatif pada lag 1 (t-1) dan lag 2 (t-2) terhadap nilai ekspor coffe beans. Pada model 1.2 nilai ekspor biji kopi dan tembakau memberikan efek negatif pada lag 1 (t-1) dan lag 2 (t-2) terhadap nilai ekspor biji coklat. Sedangkan pada model 1.3 nilai ekspor biji coklat dan biji kopi pada lag 1 (t-1) dan lag 2 (t-2) memberikan efek negatif terhadap nilai ekspor tembakau.

*Granger Causality* digunakan untuk menguji beberapa Null Hipotesis. Test 1 – Test 6 menguji hipotesis dengan variabel biji kopi, biji coklat dan tembakau dipengaruhi oleh dirinya sendiri dan hipotesis alternatifnya dimana variabel biji kopi, biji coklat dan tembakau dipengaruhi oleh variabel lain.

**Tabel 6. Univariate Model VAR(2)**

Univariate Model ANOVA Diagnostics				
Variable	R-Square	Standard Deviation	F Value	Pr > F
Biji Kopi	0.121	162.3192	3.07	0.0075
Biji Coklat	0.4784	258.5852	20.49	<.0001
tembakau	0.3329	25.5415	11.15	<.0001

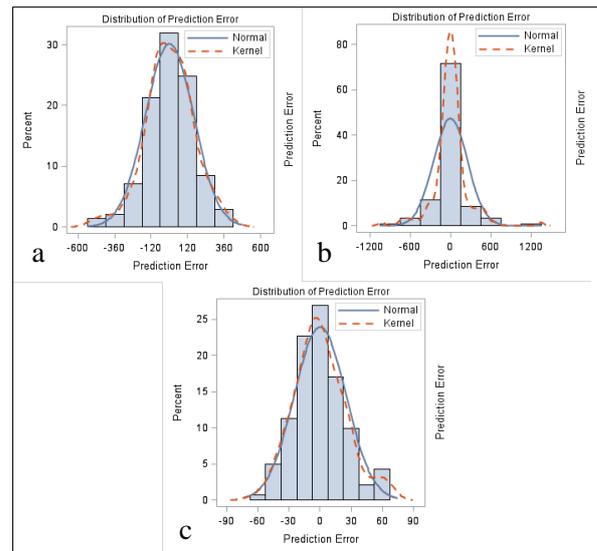
Pada Tabel 7 Granger Causality Test, Test 1 nilai Chi-Square=7.27 dan nilai P = 0.0264 akibatnya kita menolak hipotesis Null. Oleh sebab itu disimpulkan bahwa nilai ekspor tembakau tidak hanya dipengaruhi oleh dirinya sendiri tetapi juga dipengaruhi oleh nilai ekspor biji kopi dan nilai ekspor biji coklat. Pada test 2 nilai Chi-Square = 2.5 dan nilai P=0.2862 akibatnya kita tidak cukup bukti untuk menolak  $H_0$  dan disimpulkan bahwa nilai ekspor biji kopi hanya dipengaruhi oleh dirinya sendiri dan tidak dipengaruhi oleh nilai ekspor tembakau.

**Tabel 7. Causality Test**

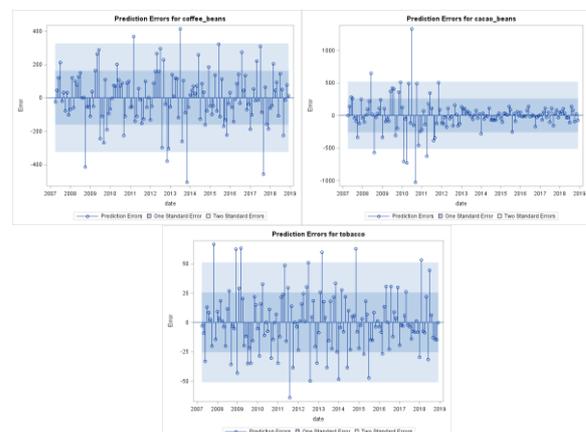
Test	Group	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
Test 1	Group 1 Variables: tembakau Group 2 Variables: biji kopi	2	7.27	0.0264
Test 2	Group 1 Variables: biji kopi Group 2 Variables: tembakau	2	2.5	0.2862
Test 3	Group 1 Variables: tembakau Group 2 Variables: biji coklat	2	1.51	0.4693
Test 4	Group 1 Variables: biji kopi Group 2 Variables: biji coklat	2	0.84	0.6559
Test 5	Group 1 Variables: biji coklat Group 2 Variables: biji kopi	2	4.68	0.0964
Test 6	Group 1 Variables: biji coklat Group 2 Variables: tembakau	2	2.9	0.2341

Test 3-Test 6 pada Tabel 7 menunjukkan nilai P-value > 0.05 sehingga kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak  $H_0$ . Akibatnya disimpulkan bahwa nilai ekspor tembakau tidak dipengaruhi oleh nilai ekspor biji coklat. Nilai ekspor biji kopi tidak dipengaruhi oleh nilai ekspor biji coklat. Nilai ekspor biji coklat tidak dipengaruhi oleh nilai ekspor biji kopi dan tembakau.

Dari Gambar 5a, 5b dan 5c pola dari distribusi error untuk data nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau sangat dekat dengan distribusi normal.



**Gambar 5. Distribution of Prediction Error (a) biji kopi, (b) biji coklat dan (c) tembakau.**

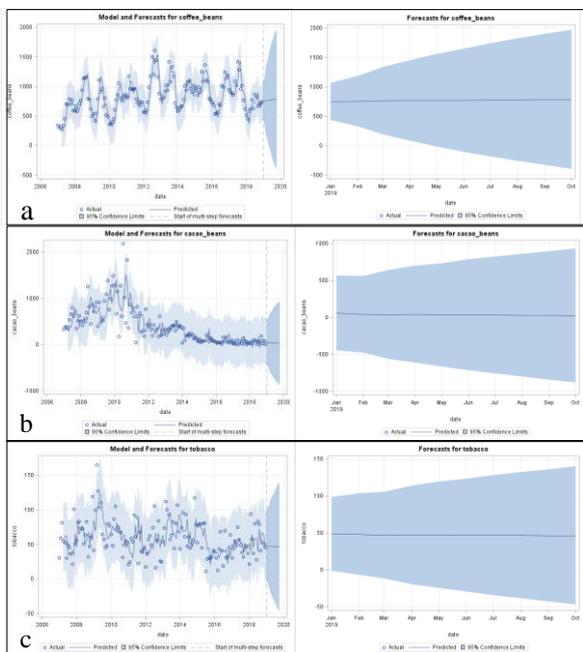


**Gambar 6. Prediction Error (a) biji kopi, (b) biji coklat dan (c) tembakau.**

Sedangkan pada Gambar 6 *the prediction error* dari data biji kopi menunjukkan bahwa *prediction error* dari tahun ke tahun berfluktuasi dan berada diantara dua nilai standard error. ini mengindikasikan bahwa nilai nilai ekspor biji kopi tidak stabil pada rentang waktu ini (2007-2018). Berbeda dengan pola *prediction error* data nilai ekspor biji coklat menunjukkan ketidakstabilan fluktuasi error pada tahun 2007 sampai tahun 2011 dan berada pada dua nilai standar error sedangkan dari tahun 2012-2018 fluktuasi error stabil dan menunjukkan error yang homogen serta hanya berada dalam rentang satu standard error hal ini didukung dari gambar satu yang menunjukkan fluktuasi yang tidak stabil (2007-2011) dan cenderung menurun namun stabil pada 2012-2018. *The prediction error* dari data tembakau

menunjukkan fluktuasi yang tidak stabil dari tahun ke tahun (2007-2018) hal ini juga didukung oleh presentasi yang ditampilkan oleh Gambar 1 yang menunjukkan harga ekspor Tembakau mengalami kenaikan dan penurunan secara bergantian dengan tidak teratur.

Gambar model untuk data nilai ekspor biji kopi, biji coklat dan tembakau ditampilkan pada gambar 7a, 7b dan 7c yang menunjukkan nilai prediksi atau nilai *forecasting* dekat satu sama lain dimana hal ini mengindikasikan bahwa model yang digunakan cocok dengan data.



**Gambar 7. Model Peramalan (a) biji kopi, (b) biji coklat dan (c) tembakau.**

Tabel 8 (Lampiran 1) pada bagian prediksi menunjukkan forcast untuk data biji kopi dimulai pada angka 749.38774 pada prediksi period pertama dan terus meningkat sampai prediksi period ke 10. Peramalan untuk data biji coklat dimulai pada angka 56.162 pada period pertama kemudian mengalami penurunan sampai period ketiga yang menunjukkan nilai 34.94917 dan naik kembali pada period ke 4 dengan nilai 41.83285 lalu menunjukkan trend yang turun sampai period waktu ke 10 dengan menyentuh angka prediksi sebesar 24.10017. Selanjutnya forcast untuk data tembakau dimulai pada angka 48.21995 pada periode pertama dan terus mengalami penurunan sampai period

ke 10 dengan menyentuh nilai sebesar 46.24915.

Semua nilai prediksi baik data nilai ekspor biji kopi, biji coklat maupun tembakau masuk kedalam selang kepercayaan 95% yang dapat dilihat pada gambar 5b, 6b dan 7b. *Confident interval* pada gambar 5b, 6b dan 7b semakin meningkat. Nilai selang kepercayaan lebih kecil pada periode pertama dan terlihat semakin besar ketika sampai ke periode ke 10. Ini mengindikasikan bahwa meskipun model VAR(2) cocok untuk memodelkan data nilai ekspors komoditas pertanian ini, apabila digunakan untuk melakukan prediksi jangka panjang, hasil prediksinya akan tidak stabil, hal ini dapat dilihat berdasarkan selang kepercayaan pada Gambar 5b, 6b dan 7b yang semakin besar selama 10 periode.

#### 4. Penutup

Berdasarkan penelitian dan kajian yang telah dilakukan, dimana kajian ini berfokus pada menentukan model terbaik untuk memodelkan data nilai ekspor beberapa komoditas hasil pertanian dari tahun 2007-2018. Kita dapat simpulkan bahwa model terbaik yang dapat dibentuk untuk memodelkan data adalah model VAR (2) yang dipilih berdasarkan beberapa kriteria pemilihan model terbaik yaitu AICC, AIC, SBC dan HQC. Dimana terdapat 6 variabel yang signifikan dalam model dan sisanya tidak signifikan namun tetap dapat dimasukkan ke dalam model dengan mempertimbangkan asas keberartian (meaningfull) dari pendugaan yang diperoleh.

Hasil peramalan menunjukkan hasil bahwa nilai standar error naik dari waktu ke waktu dimana nilai standar error bulan pertama relatif lebih kecil dibandingkan bulan-bulan selanjutnya, yang mengidentifikasi bahwa model dapat mempresentasikan hasil peramalan dalam periode yang singkat namun ketika periode panjang, hasil peramalan akan menjadi tidak stabil.

#### Referensi

- [1] G. Kirchgässner and J. Wolters, "Introduction to Modern Time Series Analysis," *Introduction to Modern Time*

- Series Analysis*, pp. 1–274, 2007, doi: 10.1007/978-3-540-73291-4.
- [2] C. A. Sims, “Macroeconomics and Reality,” *Econometrica*, vol. 48, no. 1, p. 1, Jan. 1980, doi: 10.2307/1912017.
- [3] D. Peña *et al.*, “A course in time series analysis,” p. 460, 2001.
- [4] S. Zahara and Sugianto, “Peramalan Data Indeks Harga Konsumen Berbasis Time Series Multivariate Menggunakan Deep Learning,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 24–30, Feb. 2021.
- [5] J. H. Stock and M. W. Watson, “Forecasting inflation,” *J Monet Econ*, vol. 44, no. 2, pp. 293–335, Oct. 1999, doi: 10.1016/S0304-3932(99)00027-6.
- [6] A. Sharma, S. Giri, S. Surange, R. Shetty, and V. Shetty, “International Journal of Energy Economics and Policy Relationship between Crude Oil Prices and Stock Market: Evidence from India,” *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 8, no. 4, pp. 331–337, 2018.
- [7] I. Zuhroh, H. Kusuma, and S. Kurniawati, “An Approach of Vector Autoregression Model for Inflation Analysis in Indonesia,” *Journal of Economics, Business & Accountancy Ventura*, vol. 20, no. 3, Mar. 2018.
- [8] Warsono, E. Russel, Wamiliana, Widiarti, and M. Usman, “Vector autoregressive with exogenous variable model and its application in modeling and forecasting energy data: Case study of PTBA and HRUM energy,” *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 9, no. 2, pp. 390–398, 2019.
- [9] G. Pagalung, M. HKara, S. Doktoral Ekonomi Islam UIN Alauddin, A. Universitas Hasanuddin, and E. Syariah UIN Alauddin, “Vector Auto Regressive (VAR) Model untuk Analisis Hubungan Pembiayaan Murabahah dan Profitabilitas Bank Umum Syariah di Indonesia,” *SEIKO: Journal of Management & Business*, vol. 5, no. 1, pp. 2021–2032, 2021.
- [10] P. D. Febrianti and R. Dwi, “Metode Vector Autoregressive (Var) Dalam Menganalisis Pengaruh Kurs Mata Uang Terhadap Ekspor Dan Impor Di Indonesia,” 2020.
- [11] S. Y. Husodo and others, “Pertanian Mandiri,” *Jakarta: Penebar Swadaya*, 2004.
- [12] Dumairy, Sumiharti, and Yati, *Perekonomian Indonesia*. Jakarta: Erlangga, 1977.
- [13] X. Wang, A. Wirth, and L. Wang, “Structure-based statistical features and multivariate time series clustering,” *Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM*, pp. 351–360, 2007.
- [14] L. Wang, Z. Wang, and S. Liu, “An effective multivariate time series classification approach using echo state network and adaptive differential evolution algorithm,” *Expert Syst Appl*, vol. 43, pp. 237–249, Jan. 2016.
- [15] R. S. Tsay, “Multivariate time series analysis: with R and financial applications”.
- [16] W. W. S. Wei, “Time series analysis: univariate and multivariate,” *Methods. Boston, MA: Pearson Addison Wesley*, 2006.
- [17] D. A. Dickey and W. A. Fuller, “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root,” *J Am Stat Assoc*, vol. 74, no. 366a, pp. 427–431, Jun. 2012.
- [18] P. J. Brockwell and R. A. D. Springer, “Introduction to Time Series and Forecasting, Second Edition”.
- [19] R. S. Tsay, “Analysis of financial time series,” p. 677, 2010.
- [20] N. D. Gujarati and D. C. Porter, “Basic Econometrics. International Edition McGraw-Hill/Irwin, A Business Unit of The McGraw-Hill Companies,” *Inc., New York*, 2009.
- [21] A. Pankratz, “Forecasting with dynamic regression models,” p. 386, 1991.

## Lampiran 1

**Table 8. Univariate Model VAR(2)**

Variable	Obs	Time	Forecast	Standard Error	95% Confidence Limits	
Biji kopi	145	Jan-19	749.38	162.31	431.24	1067.52764
	146	Feb-19	757.24	218.31	329.36	1185.128
	147	Mar-19	761.13	292.19	188.44	1333.8315
	148	Apr-19	766.36	347.96	84.35	1448.3748
	149	May-19	769.44	401.34	-17.17	1556.06479
	150	Jun-19	772.94	448.07	-105.26	1651.15656
	151	Jul-19	776.46	491.67	-187.19	1740.1304
	152	Aug-19	779.64	531.39	-261.87	1821.16104
	153	Sep-19	782.88	568.75	-331.85	1897.62214
	154	Oct-19	786.19	603.72	-397.08	1969.47169
Biji coklat	145	Jan-19	56.16	258.58	-450.65	562.97986
	146	Feb-19	40.05	265.09	-479.52	559.63938
	147	Mar-19	34.94	307.38	-567.51	637.41662
	148	Apr-19	41.83	335.82	-616.37	700.03849
	149	May-19	32.64	356.87	-666.82	732.11809
	150	Jun-19	33.60	383.02	-717.11	784.32004
	151	Jul-19	31.25	403.89	-760.36	822.86063
	152	Aug-19	28.03	424.63	-804.22	860.30383
	153	Sep-19	26.63	444.84	-845.23	898.50873
	154	Oct-19	24.10	463.53	-884.41	932.61255
Tembakau	145	Jan-19	48.21	25.54	-1.840	98.28037
	146	Feb-19	48.14	28.14	-7.01	103.30503
	147	Mar-19	46.49	29.97	-12.24	105.24093
	148	Apr-19	47.15	34.12	-19.72	114.03773
	149	May-19	47.10	36.73	-24.89	119.10795
	150	Jun-19	46.56	38.89	-29.67	122.80472
	151	Jul-19	46.65	41.44	-34.58	127.89415
	152	Aug-19	46.54	43.67	-39.05	132.15363
	153	Sep-19	46.32	45.71	-43.27	135.93158
	154	Oct-19	46.24	47.77	-47.38	139.8852