

PENENTUAN NILAI PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS HARGA INTERNASIONAL MENGGUNAKAN MODEL *MEAN REVERSION* DENGAN MUSIMAN

I Nyoman Bryan Andika¹, Komang Dharmawan^{2§}, Desak Putu Eka Nilakusmawati³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: bryanandika75@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: k.dharmawan@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: nilakusmawati@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

The seasonal cycle causes cocoa price movements in the international market to fluctuate. This certainly affects the development of cocoa prices at the producer level, causing uncertainty about the prices received by farmers. International price-based agricultural insurance is an alternative to protect farmers against global price fluctuations. Compensation is given if the global price of cocoa falls below the agreed trigger value. This study aims to calculate the fair premium value for agricultural insurance based on international prices for cocoa in the Tabanan Regency, Bali, which was simulated using a mean reversion model with seasonality. To perform the simulation, the first step is to estimate the parameters of the seasonal model and the mean reversion model. Next, simulate the international price of cocoa. Then, determine the trigger value based on the percentile of the simulation data. Finally, calculate the premium value using the cash-or-nothing put option with the Black-Scholes model. The results show that the premium value which is considered fair lies between 5,77% to 11,08% of the insured value.

Keywords: *Agricultural insurance, Black-Scholes, cash-or-nothing put option, mean reversion with seasonality*

1. PENDAHULUAN

Kakao adalah komoditas unggulan nasional yang memiliki peran penting dalam mendorong perekonomian nasional. Alasan tersebut karena kakao tergolong salah satu komoditas utama di perdagangan internasional dengan nilai jualnya yang tinggi. Tingginya angka permintaan kakao di pasar internasional menjadikan komoditas ini sangat menjanjikan bagi petani.

Perkembangan harga kakao internasional bergerak fluktuatif secara musiman (*seasonal*). Hal tersebut disebabkan karena pasokan kakao di pasar internasional bergantung pada siklus panen dan adanya perubahan konsumsi akibat faktor cuaca. Adanya pengaruh musiman dapat menyebabkan tingkat harga maupun volatilitas harga lebih tinggi saat sebelum panen dan lebih rendah saat musim panen tiba (Geman & Sarfo, 2012).

Fluktuasi musiman tersebut mengakibatkan ketidakpastian pada harga kakao dalam negeri,

terutama harga tingkat produsen. Hal tersebut dapat terjadi karena petani hampir sepenuhnya bergantung terhadap harga kakao internasional (Tsowou & Gayi, 2019). Untuk itu, diperlukan instrumen manajemen risiko untuk melindungi petani kakao dari fluktuasi harga internasional, yaitu dengan asuransi pertanian berbasis harga internasional.

Asuransi pertanian pada dasarnya bertujuan untuk memberikan proteksi usaha tani terhadap risiko, salah satunya risiko penurunan harga komoditas di pasar modal (Lestari *et al.*, 2017). Dalam hal ini, ketidakpastian harga kakao pada pasar internasional dapat diminimalisir dengan mengalihkan risiko melalui asuransi pertanian berbasis harga internasional. Asuransi tersebut termasuk asuransi pertanian berbasis indeks. Petani akan memperoleh kompensasi jika harga kakao tingkat produsen pada waktu jatuh tempo berada di bawah indeks yang sudah ditentukan,

dalam hal ini harga kakao internasional acuan. Menurut Dharmawan *et al.* (2016), penerapan asuransi pertanian berbasis indeks perlu untuk dikembangkan lebih lanjut, mengingat terdapat tantangan dalam menentukan nilai premi yang wajar (*fair*).

Penentuan indeks harga internasional kakao dilakukan dengan mensimulasikan harga untuk satu tahun ke depan menggunakan model *mean reversion* dengan musiman. Model ini mampu mendeskripsikan dinamika musiman sekaligus proses *mean reversion* dalam harga komoditas pertanian, yang dirumuskan (Geman, 2005):

$$\ln(S_t) = f(t) + X_t. \quad (1)$$

Fungsi $\ln(S_t)$ adalah logaritma harga aset pada waktu ke- t . Fungsi $f(t)$ adalah fungsi musiman sebagai komponen deterministik (Seifert & Homburg, 2007):

$$f(t) = s_1 \sin\left(\frac{2\pi}{12}t\right) + s_2 \cos\left(\frac{2\pi}{12}t\right) + s_3 \cos\left(\frac{4\pi}{12}t\right) + s_4 \sin\left(\frac{4\pi}{12}t\right) + s_5 \quad (2)$$

dengan $s_1, s_2, s_3, s_4,$ dan s_5 sebagai parameter konstan dan t merupakan faktor waktu tahunan. Selanjutnya, fungsi X_t adalah model *mean reversion* tipe geometrik sebagai komponen stokastik (Ewald & Yang, 2011):

$$dX_t = \kappa(\mu - X_t)X_t dt + \sigma X_t dW_t \quad (3)$$

dengan κ adalah kecepatan penyesuaian, μ adalah rata-rata jangka panjang, σ adalah volatilitas, dan W_t adalah proses Wiener.

Sehubungan dengan komoditas kakao, Kabupaten Tabanan merupakan sentra produksi sekaligus pengembangan kakao terbesar kedua di Provinsi Bali. Kabupaten Tabanan memiliki potensi dalam hal produksi maupun pemasaran biji kakao hingga ke luar wilayah.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian kali ini bertujuan untuk menghitung nilai premi wajar (*fair*) dalam asuransi pertanian berbasis harga internasional pada komoditas kakao di Kabupaten Tabanan, Bali, yang disimulasikan menggunakan model *mean reversion* dengan musiman.

2. METODE PENELITIAN

Objek penelitian terfokus pada komoditas kakao, yaitu biji kakao fermentasi. Adapun data yang digunakan berupa data sekunder, meliputi harga internasional kakao periode bulan Januari 2000 sampai Desember 2021 yang tercatat pada *website* www.icco.org dari *International Cocoa Organization* (ICCO), harga tingkat produsen kakao di Kabupaten Tabanan, Bali periode bulan

Januari 2017 sampai Desember 2021 diperoleh pada Dinas Pertanian dan Ketahanan Provinsi Bali, dan biaya produksi kakao tahun 2021 di Kabupaten Tabanan, Bali diperoleh pada Dinas Pertanian Kabupaten Tabanan. Data sekunder lainnya, yaitu suku bunga bebas risiko per tahun diasumsikan konstan berdasarkan acuan dari Bank Indonesia dan nilai tukar USD terhadap Rupiah yang diperoleh pada *website* satudata.kemendag.go.id dari Kemendag Republik Indonesia.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software* Matlab 2021. Adapun tahapan-tahapan analisis penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data historis harga internasional dan harga tingkat produsen kakao.
2. Menghitung tingkat pengembalian (*return*) pada harga internasional kakao

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right). \quad (4)$$

3. Melakukan analisis statistik deskriptif pada harga internasional kakao.
4. Melakukan analisis korelasi antara harga internasional terhadap harga tingkat produsen kakao.
5. Melakukan estimasi parameter model musiman, yaitu $s_1, s_2, s_3, s_4,$ dan s_5 pada harga internasional kakao dengan metode kuadrat terkecil

$$\min \sum_{t=1}^N (\ln(S_t) - f(t))^2. \quad (5)$$

6. Melakukan estimasi parameter model *mean reversion*, yaitu $\kappa, \mu,$ dan σ pada harga internasional kakao dengan metode kuadrat terkecil

$$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \kappa\mu\Delta t - \kappa\Delta t X_{t-1} + \sigma\Delta W_t. \quad (6)$$

7. Mensimulasikan harga internasional kakao dengan simulasi Monte Carlo menggunakan model *mean reversion* dengan musiman.
8. Melakukan uji lognormalitas terhadap data simulasi harga internasional kakao dengan uji Jarque-Bera.
9. Menentukan nilai *trigger* (K) pada harga internasional kakao.
10. Menentukan nilai pertanggung (P) pada komoditas kakao.
11. Menghitung nilai premi asuransi pertanian menggunakan opsi *put cash-or-nothing*

$$\text{Premi} = P e^{-rT} N(-d_2) \quad (7)$$

dengan d_2 dirumuskan:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (8)$$

Variabel P adalah nilai pertanggungan, r adalah suku bunga bebas risiko per tahun, T adalah jangka waktu kontrak, S_0 adalah harga aset pada waktu ke-0, K adalah nilai *trigger*, dan σ adalah volatilitas.

12. Melakukan interpretasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perkembangan Harga Internasional

Harga internasional kakao periode bulan Januari 2000 sampai Desember 2021 memiliki pergerakan yang berfluktuasi dan beragam dari waktu ke waktu. Di samping itu, sebagian besar pergerakan harga menunjukkan tren cenderung meningkat. Berfluktuasinya harga internasional kakao dapat disebabkan oleh faktor musiman. Grafik harga internasional kakao disajikan pada Gambar 1a.

3.2 Menghitung Tingkat Pengembalian (*Return*) dan Statistik Deskriptif

Perhitungan *return* pada harga internasional kakao dilakukan dengan persamaan *logaritmik*

return pada persamaan (4). Contoh perhitungan *return* untuk R_t , dengan $t = 1$ sebagai berikut:

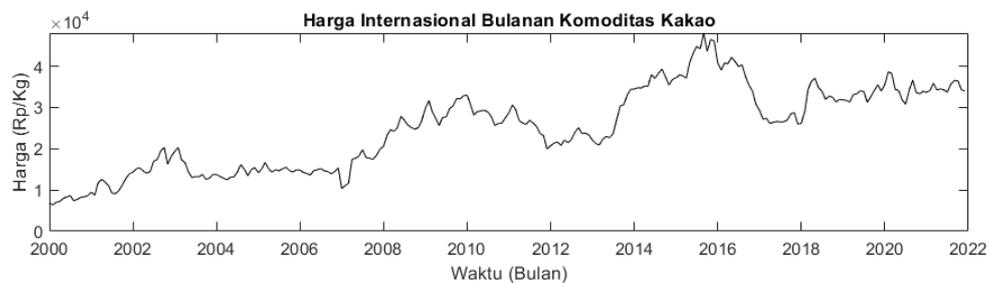
$$R_1 = \ln\left(\frac{6.394,10}{6.849,40}\right) = -0,0688.$$

dan seterusnya hingga R_{263} . Hasil perhitungan *return* secara grafis disajikan pada Gambar 1b. Selanjutnya, hasil *return* yang telah diperoleh digunakan untuk analisis statistik deskriptif.

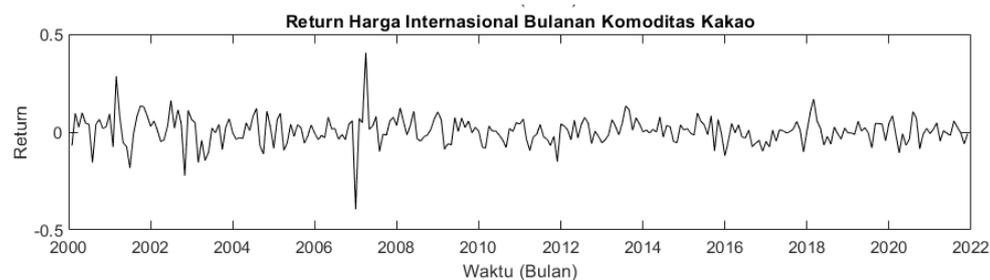
Tabel 1. Nilai Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif	Nilai
<i>Mean</i>	0,0061
<i>Variance</i>	0,0053
<i>Standard Deviation</i>	0,0726
<i>Skewness</i>	-0,0260
<i>Kurtosis</i>	9,7298

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai *mean return* harga internasional kakao bernilai positif yang artinya terdapat pengembalian, meskipun tidak begitu besar. Di samping itu, data harga internasional kakao tidak berdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan pada nilai *skewness* bernilai negatif ($-0,026 < 0$), artinya data harga tidak simetris (menceng ke kiri) dan nilai kurtosis lebih besar dari tiga ($9,7298 > 3$), artinya pada data harga terdapat ekor gemuk (*fat tails*).



Gambar 1a. Grafik Harga Internasional Kakao Periode Bulan Januari 2000 – Desember 2021



Gambar 1b. Grafik *Return* Harga Internasional Kakao Periode Bulan Januari 2000 – Desember 2021

3.3 Melakukan Analisis Korelasi

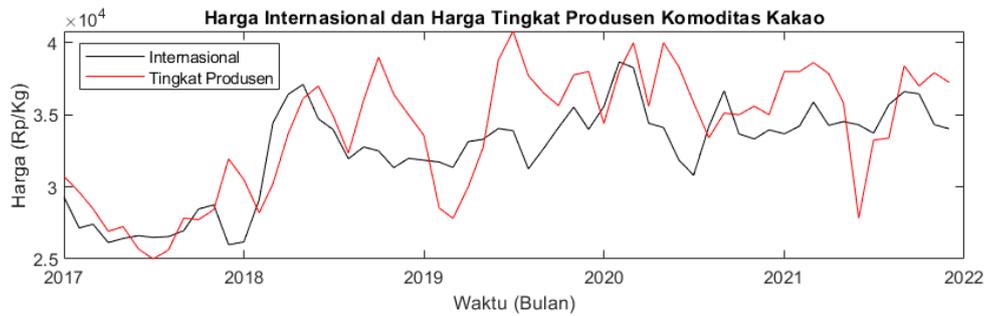
Analisis korelasi dilakukan dengan tujuan untuk memberikan jaminan kepada penanggung

untuk mengasuransikan fluktuasi harga kakao internasional. Gambar 2 menunjukkan bahwa perkembangan harga kakao tingkat produsen di

Kabupaten Tabanan, Bali cenderung berada di atas harga kakao internasional, meskipun pada bulan Maret 2019 dan Juni 2021 harga tingkat produsen berada di bawah harga internasional secara signifikan. Di samping itu, harga kakao tingkat produsen bergerak fluktuasi mengikuti harga internasional. Untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara harga kakao tingkat produsen terhadap harga kakao internasional,

maka perlu untuk dilakukan pengujian korelasi Pearson.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa harga kakao internasional terhadap harga kakao di tingkat produsen menunjukkan korelasi yang positif, dimana korelasi tertinggi terjadi pada bulan November, yaitu sebesar 0,8844 dengan interpretasi korelasi sangat kuat.



Gambar 2. Grafik Harga Internasional dengan Harga Tingkat Produsen Komoditas Kakao Periode Bulan Januari 2017 – Desember 2021

Tabel 2. Hasil Analisis Korelasi

Bulan	Nilai	Interpretasi
Januari	0,7838	Kuat
Feburari	0,8355	Sangat Kuat
Maret	0,8441	Sangat Kuat
April	0,7729	Kuat
Mei	0,8176	Sangat Kuat
Juni	0,5769	Sedang
Juli	0,8156	Sangat Kuat
Agustus	0,6370	Kuat
September	0,8593	Sangat Kuat
Oktober	0,7691	Kuat
November	0,8844	Sangat Kuat
Desember	0,8810	Sangat Kuat

3.4 Melakukan Estimasi Parameter Model Musiman (*Seasonality*)

Parameter dari model musiman pada harga internasional kakao diestimasi menggunakan persamaan (2) dengan metode kuadrat terkecil. Dengan demikian, bentuk persamaan (5) untuk meminimumkan galat error sehingga diperoleh nilai parameter musiman, yaitu $\hat{s}_1, \hat{s}_2, \hat{s}_3, \hat{s}_4,$ dan \hat{s}_5 disajikan pada Tabel 3.

Selanjutnya, untuk memodelkan pergerakan musiman pada harga internasional kakao, maka nilai parameter yang diperoleh disubstitusikan ke dalam persamaan (2) sehingga diperoleh grafik musiman sebagaimana ditunjukkan pada

Gambar 3a. Berdasarkan Gambar 3a, dapat dilihat bahwa logaritma harga internasional komoditas kakao menunjukkan grafik musiman dengan tren yang cenderung meningkat setiap tahunnya.

Tabel 3. Estimasi Parameter Model Musiman

Parameter Estimasi	Nilai
\hat{s}_1	0,0252
\hat{s}_2	0,0272
\hat{s}_3	-0,0851
\hat{s}_4	-0,1698
\hat{s}_5	0,0620

Apabila komponen musiman dihilangkan (*de-seasonalized*), diperoleh logaritma harga internasional kakao tanpa komponen musiman. Hal tersebut menghasilkan komponen stokastik *mean reversion* yang sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3b.

3.5 Melakukan Estimasi Parameter Model *Mean Reversion*

Estimasi parameter model *mean reversion* tipe geometrik dilakukan menggunakan metode kuadrat terkecil. Untuk itu, bentuk persamaan (6) mengikuti bentuk persamaan model regresi linier sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \tag{9}$$

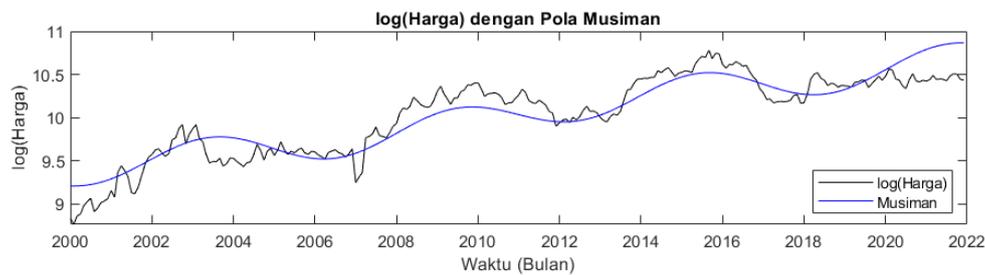
Berdasarkan persamaan (9), *return* harga internasional kakao sebagai variabel prediktor,

Y , sedangkan logaritma dari harga internasional kakao tanpa musiman sebagai variabel bebas, X sehingga diperoleh estimasi perhitungan regresi linier, terdiri dari $\hat{\beta}_0$ sebesar 0,0062, $\hat{\beta}_1$ sebesar $-0,0752$, dan $std(\varepsilon)$ sebesar 0,0715. Dengan hasil regresi linier yang telah diperoleh, maka diperoleh nilai estimasi parameter model *mean reversion*, yaitu $\hat{\kappa}$, $\hat{\mu}$, dan $\hat{\sigma}$ seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Pada Tabel 4, ditunjukkan bahwa semua parameter *mean reversion* memiliki nilai

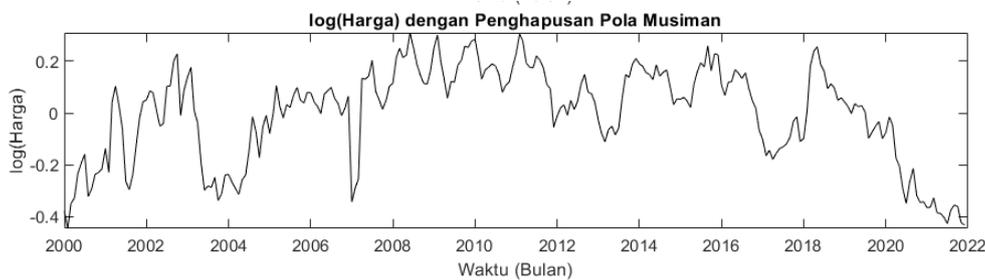
yang positif. Selanjutnya, ketiga parameter ini akan digunakan untuk simulasi pada komponen stokastik.

Tabel 4. Estimasi Parameter *Mean Reversion*

Parameter Estimasi	Nilai
$\hat{\kappa}$	0,9026
$\hat{\mu}$	0,0827
$\hat{\sigma}$	0,2476



Gambar 3a. Grafik Logaritma Harga Internasional Kakao dengan Komponen Musiman

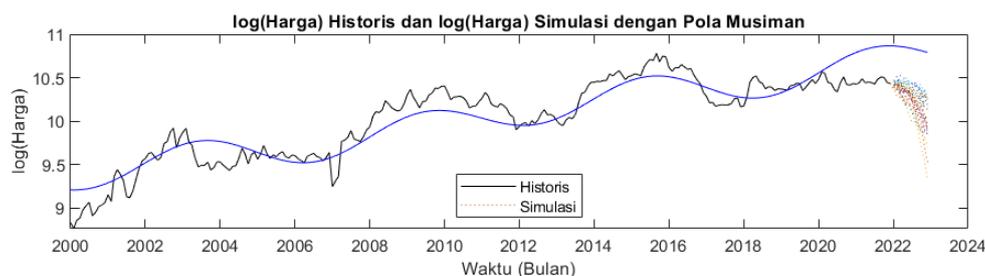


Gambar 3b. Grafik Logaritma Harga Internasional Kakao Tanpa Komponen Musiman (*De-seasonalized*)

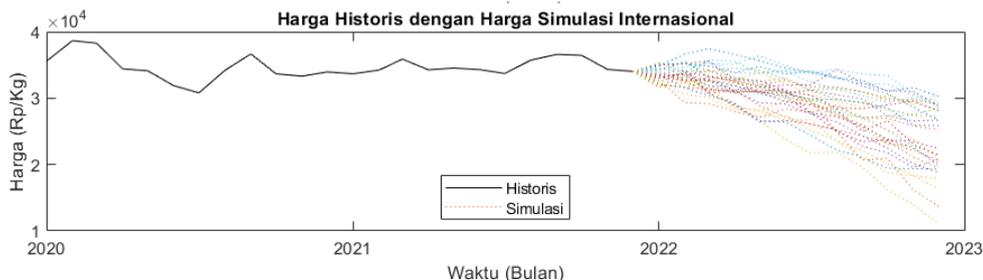
3.6 Simulasi Model *Mean Reversion* dengan Musiman

Simulasi harga internasional kakao untuk satu tahun ke depan dilakukan dengan simulasi Monte Carlo, yang dimodelkan menggunakan model *mean reversion* dengan musiman. Tahap simulasi *mean reversion* dapat dilakukan pada data logaritma harga internasional kakao tanpa komponen musiman ditunjukkan pada Gambar

3b sebagai komponen stokastik, X_t . Simulasi ini dilakukan sebanyak $N = 30.000.000$ kali dengan persamaan (3) dan mensubstitusikan parameter pada Tabel 4. Setelah simulasi *mean reversion* selesai, menambahkan kembali (*add back*) komponen musiman, $f(t)$ pada logaritma harga historis dan harga simulasi menggunakan persamaan (2) dan mensubstitusikan parameter pada Tabel 3.



Gambar 4a. Grafik Logaritma Harga Historis dan Logaritma Harga Simulasi dengan Komponen Musiman



Gambar 4b. Grafik Harga Historis dan Harga Simulasi Selama Satu Tahun ke Depan

Berdasarkan Gambar 4a dan 4b, pergerakan 30 lintasan simulasi dari harga internasional kakao menggunakan model *mean reversion* dengan musiman berfluktuatif dan beragam serta cenderung menurun setiap bulannya. Hasil dari simulasi harga internasional kakao akan dicari simulasi rata-ratanya untuk digunakan dalam perhitungan premi asuransi pertanian menggunakan opsi *put cash-or-nothing* dengan metode Black-Scholes.

3.6 Menentukan Nilai Trigger (K)

Sebelum ke tahapan selanjutnya, pengujian lognormalitas pada data simulasi rata-rata harga internasional kakao dilakukan untuk memenuhi asumsi lognormal pada metode Black-Scholes. Uji lognormalitas dilakukan dengan uji Jarque-Bera menggunakan taraf signifikansi, $\alpha = 5\%$ dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Data simulasi berdistribusi lognormal
 H_1 : Data simulasi tidak berdistribusi lognormal
 Hasil pengujian lognormalitas menggunakan uji Jarque-Bera dengan *software* Matlab, diperoleh bahwa sebanyak $N = 13$ data menghasilkan *p-value* hitung sebesar 0,3513. Karena *p-value* > $\alpha = 0,05$, maka tidak cukup bukti untuk menolak H_0 , artinya data simulasi rata-rata dari harga internasional kakao selama satu tahun ke depan berdistribusi lognormal.

Tabel 5. Nilai Trigger (K)

Persentil ke-	Nilai Trigger (Rp/Kg)
3	23.097,86
6	23.430,33
9	23.893,42
12	24.354,42
15	24.803,93
18	25.253,44

Selanjutnya, menentukan nilai *trigger* pada harga internasional kakao berdasarkan persentil simulasi rata-rata harga internasional kakao.

Nilai *trigger* yang terpilih adalah persentil ke-3, 6, 9, 12, 15, dan 18. Berdasarkan Tabel 5, semakin besar persentil data, maka semakin besar juga nilai *trigger* yang diperoleh. Keenam nilai *trigger* digunakan sebagai harga patokan dalam perhitungan premi asuransi pertanian.

3.7 Menghitung Premi Asuransi Pertanian dengan Opsi Put Cash-or-Nothing

Besarnya premi asuransi pertanian dihitung menggunakan persamaan (7). Perhitungan nilai premi terlebih dahulu dilakukan perhitungan d_2 sebagai fungsi densitas kumulatif menggunakan persamaan (8). Adapun parameter harga kakao saat ini (S_0) adalah Rp. 34.031,28, suku bunga bebas risiko per tahun (r) adalah 0,035 yang diasumsikan konstan, jangka waktu kontrak (T) adalah 1, volatilitas (σ) adalah 0,2512, dan nilai *trigger* (K) terlampir pada Tabel 5.

Selanjutnya, terdapat nilai pertanggungan (P) sebagai akumulasi dari biaya produksi yang dikeluarkan oleh petani selama masa pra panen (*on farm*) sampai pasca panen (*off farm*) pada komoditas kakao di Kabupaten Tabanan, Bali. Besarnya nilai pertanggungan tersebut adalah Rp. 19.376.267,00/Ha/tahun.

Berikut ini ditunjukkan contoh perhitungan nilai premi asuransi untuk persentil ke-3:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{34.031,28}{23.097,86}\right) + \left(0,035 - \frac{(0,2512)^2}{2}\right) 1}{0,2512\sqrt{1}}$$

$$= 1,5567$$

sehingga $N(-d_2) = 0,0598$. Artinya, peluang sesungguhnya bahwa harga internasional kakao jatuh di bawah nilai *trigger* sebesar 0,0598. Selanjutnya, premi asuransi untuk persentil ke-3 dapat dihitung menggunakan persamaan (7) sebagai berikut:

$$\text{Premi} = 19.376.267,00 \times e^{-(0,035 \times 1)} \times 0,0598$$

$$= 1.118.376,30.$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan nilai premi untuk persentil ke-6, 9, 12, 15, dan 18

secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Harga Internasional

Persentil	Trigger (Rp/Kg)	Pertanggung (Rp/Ha/Tahun)	Premi (Rp)	Persentase (%)
3	23.097,86	19.376.267,00	1.118.376,30	5,77%
6	23.430,33	19.376.267,00	1.250.512,72	6,45%
9	23.893,42	19.376.267,00	1.450.670,08	7,49%
12	24.354,42	19.376.267,00	1.668.714,12	8,61%
15	24.803,93	19.376.267,00	1.899.375,63	9,80%
18	25.253,44	19.376.267,00	2.147.681,42	11,08%

Berdasarkan Tabel 6, nilai dan persentase premi yang diperoleh berbanding lurus dengan nilai *trigger*. Semakin besar nilai *trigger*, maka semakin besar juga nilai dan persentase premi yang dibayarkan oleh pihak tertanggung. Dengan demikian, besarnya premi yang dinilai wajar (*fair*) dalam asuransi pertanian berbasis harga internasional pada komoditas kakao di Kabupaten Tabanan, Bali, yang disimulasikan menggunakan model *mean reversion* dengan musiman terletak di antara persentase 5,77% hingga 11,08% terhadap nilai pertanggung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Besarnya premi dinilai wajar (*fair*) dalam asuransi pertanian berbasis harga internasional pada komoditas kakao di Kabupaten Tabanan, Bali, yang disimulasikan menggunakan model *mean reversion* dengan musiman terletak di antara 5,77% hingga 11,08% terhadap nilai pertanggung.

Pengestimasi parameter dari model *mean reversion* pada penelitian ini dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*least squares method*). Namun, terdapat beberapa metode estimasi lain, seperti metode momen hingga *maximum likelihood estimation* (MLE). Oleh karena itu, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya terkait pengestimasi parameter dari model *mean reversion* dapat menggunakan metode momen maupun *maximum likelihood estimation* (MLE).

DAFTAR PUSTAKA

Dharmawan, K., Widia, I. W., & Eswaryanti, L. P. K. Y. (2016). Penerapan metode penilaian kontrak opsi dalam penentuan premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. *Seminar Nasional Matematika XVIII Pekanbaru, Riau, 2-3 November 2016* (pp. 4–9). Indonesian Mathematical Society (IndoMS).

Ewald, C.-O., & Yang, Z. (2011). Geometric mean reversion: Formulas for the equilibrium density and analytic moment matching. *SSRN Electronic Journal*, 1-25. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.999561>.

Geman, H. (2005). *Commodities and commodity derivatives: Modeling and pricing for agriculturals, metals and energy*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Geman, H., & Sarfo, S. (2012). Seasonality in cocoa spot and forward markets: Empirical evidence. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 4(8), 164-180. <https://doi.org/10.5897/JAERD11.123>.

Lestari, I., Dharmawan, K., & Nilakusmawati, D. P. E. (2017). Penentuan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan model mean reversion dengan lompatan. *E-Jurnal Matematika*, 6(4), 253-259. <https://doi.org/10.24843/MTK.2017.v06.i04.p175>.

Seifert, J., & Uhrig-Homburg, M. (2007). Modelling jumps in electricity prices: Theory and empirical evidence. *Review of Derivatives Research*, 10(1), 59-85. <https://doi.org/10.1007/s11147-007-9011-9>.

Tsowou, K., & Gayi, S. K. (2019). Trade reforms and integration of cocoa farmers into world markets: Evidence from african and non-african countries. *Journal of African Trade*, 6(1–2), 16-29. <https://dx.doi.org/10.2991/jat.k.190916.001>.