

PENENTUAN NILAI PREMI ASURANSI PERTANIAN PADA KOMODITAS KOPI BERBASIS HARGA INTERNASIONAL MENGGUNAKAN MODEL *MEAN REVERSION* DENGAN LOMPATAN

Intan Lestari¹§, Komang Dharmawan², Desak Putu Eka Nilakusmawati³

¹Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: intanlestari666@gmail.com]

²Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: k.dharmawan@gmail.com]

³Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: nilakusmawati@unud.ac.id]

§Corresponding Author

ABSTRACT

Agricultural insurance with the international price is new insurance in Indonesia. The international insurance premium is given if the international prices lower than the determined trigger value. The purpose of this study is to presents the steps needed to determine the premium value of the agricultural insurance. The steps are to search data of the international prices and local prices commodity coffee, calculate the return of both data, calculate descriptive statistic, calculate correlation between international prices of commodity coffee and local prices commodity coffee, estimate the parameter by using Maksimum Likelihood Estimasi(MLE), to do the Monte Carlo simulation by using Mean Reversion with Jump Diffusion, to determine the production cost, normality log test, to determine the trigger indexs, and to count the premium value with put cash-or-nothing option. On this study if international prices lower than the determined trigger value, trigger payments as much as Rp 20.248.282,4/Ha based on trigger index as many Rp 24.900/kg, so amount of premium payment equals Rp 334.000.

Keywords: *Agricultural Insurance, International commodity coffee price, Mean Reversion with Jump Diffusion, Put Cash-or-Nothing Option*

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia komoditas kopi menjadi salah satu komoditas ekspor unggulan di dunia yang telah berhasil meraih peringkat ketiga setelah Brazil dan Vietnam. Pada periode 1980-2013 neraca perdagangan kopi Indonesia mengalami *surplus*. Gejala harga yang dialami oleh komoditas kopi berpengaruh terhadap harga pada tingkat produsen (petani). Hal ini berdampak bagi petani kopi berupa risiko ancaman kerugian saat gagal panen. Menurut Zorilla (2002) risiko usaha tani dipengaruhi oleh faktor iklim, faktor sanitasi, faktor geologi, faktor pasar dan faktor risiko yang dibuat oleh manusia itu sendiri. Faktor pasar tersebut berpengaruh terhadap risiko harga yang dikarenakan oleh harga komoditas kopi ditentukan oleh harga internasional yang

fluktuasinya dipengaruhi oleh *supply* dan *demand* dari negara-negara produsen kopi dunia. Selain itu fluktuasi harga juga mengandung unsur risiko jika harga internasional mengalami lompatan. Lompatan adalah suatu kejadian saat harga pasar tiba-tiba melonjak naik atau anjlok dalam rentang waktu yang singkat (Tankov, 2008). Menurut Sedana et al. (2016) model *Mean Reversion* menyatakan bahwa harga akan cenderung kembali ke tingkat nilai rata-rata. Jika harga naik atau menurun, yang artinya menjauh dari nilai rata-rata, maka pada saatnya nanti akan berbalik arah, kembali ke tingkat rata-rata. Sehingga penulis menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan untuk melihat lompatannya.

Menurut Dharmawan et al., (2016) Asuransi diberikan pada usaha tani untuk

melindungi petani dari risiko penurunan harga di pasar, khususnya untuk komoditas pertanian yang dijual di pasar modal seperti kopi, kedelai, kelapa sawit, cengkeh, dan lainnya. Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani Pasal 30 ayat (1), "Pemerintah dan Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya berkewajiban melindungi usaha tani yang dilakukan oleh petani dalam bentuk asuransi pertanian".

Salah satu tantangan yang sering dihadapi oleh praktisi maupun peneliti dalam menentukan nilai premi asuransi pertanian ialah mendapatkan nilai premi yang adil bagi petani (tertanggung). Untuk mengetahui besarnya nilai premi yang harus dibayarkan oleh tertanggung, pada penelitian ini nilai opsi *put* tipe *cash-or-nothing* digunakan sebagai penentu nilai premi karena memberikan hak untuk menjual produksi pertanian yang dimiliki oleh petani itu sendiri.

Menurut Wardhani dan Insafiah (2014) Asuransi pertanian berbasis harga internasional merupakan asuransi parametrik yaitu jenis asuransi dimana penanggung akan memberikan ganti rugi kepada tertanggung apabila terjadi peristiwa pemicu (*trigger*) yang telah disepakati antara kedua belah pihak dalam polis. Dalam hal ini pihak tertanggung akan memperoleh pertanggungan jika harga internasional jatuh dibawah nilai *trigger* yang ditentukan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis tertarik untuk menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan *model Mean Reversion* dengan lompatan.

Menurut Dharmawan *et al.* (2016) opsi merupakan suatu kontrak atau perjanjian yang memberikan hak bukan kewajiban kepada pemegang kontrak untuk membeli atau menjual suatu asset induk (*underlying asset*) dengan indeks yang telah disepakati pada saat atau sebelum jatuh tempo (*expiration date*). Perhitungan premi asuransi pertanian yang menggunakan kontrak opsi berkaitan dengan istilah opsi *put cash-or-nothing*. Pemilik kontrak

opsi *put cash-or-nothing* akan menerima sejumlah γ rupiah saat kontrak jatuh tempo saat nilai $S_t < K$, atau akan menerima 0 rupiah (tidak menerima apapun) saat $S_t \geq K$. Pada opsi *put cash-or-nothing* fungsi *payoff* atau *reward* dari kontrak opsi yang didefinisikan dalam persamaan berikut:

$$\gamma = e^{-r(T-t)} \max(K - S_t, 0)$$

dimana S_t adalah harga komoditas pada waktu ke- t , K adalah *trigger*, r adalah suku bunga majemuk pada interval $(T-t)$.

Nilai *trigger* pada penelitian ini dihitung berdasarkan hasil simulasi harga internasional bulanan komoditas kopi selama satu tahun. Misalkan pembayaran sekaligus dari kontrak asuransi pertanian adalah P , maka nilai premi asuransi pertanian berbasis harga internasional dapat dihitung dengan formula:

$$\text{Premi} = e^{-r(T-t)} N(-d_2)$$

Simulasi harga komoditas kopi pada model *mean reversion* dengan lompatan dimisalkan sebagai:

$$S_t = e^{X_t}$$

(<http://www.mathworks.com/help/fininst/simulating-electricity-prices-wirh-mean-reverting-and-jump-diffusion.html>):

dimana S_t adalah harga pada waktu ke t . Logaritma dari harga dimodelkan dengan komponen X_t . Komponen stokastik dimodelkan sebagai proses *Ornstein Uhlenbeck (mean reverting)* dengan lompatan yaitu (Dixit and Pindyck, 1994.p.74):

$$dX_t = (\alpha - \kappa X_t)dt + \sigma dW_t + J(\mu_j, \sigma_j)d\Pi(\lambda_t)$$

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data harga internasional komoditas kopi yang tercatat pada *Internasional Coffee Organization (ICO)* periode Januari 2001 sampai Desember 2015 dan data harga lokal (tingkat produsen) komoditas kopi periode Januari 2004 sampai Desember 2015 diperoleh dari Dinas Perkebunan Provinsi Bali. Selain itu, biaya produksi kopi lokal (tingkat produsen) Kintamani terdiri dari biaya Prapanen yang

diperoleh dari penelitian oleh Suarjana (2017), sementara biaya Pascapanen kopi Kintamani diperoleh dari Dinas Perkebunan Provinsi Bali. Nilai Kurs USD terhadap IDR, suku bunga, dan inflasi dikeluarkan oleh Bank Indonesia (BI). Langkah-langkah penelitian meliputi:

- Mencari data harga internasional komoditas kopi pada *International Coffee Organization* (ICO) dan harga lokal (tingkat produsen) pada Dinas Perkebunan Provinsi Bali komoditas kopi
- Menghitung tingkat pengembalian (*return*).
- Menghitung nilai statistik deskriptif.
- Menghitung korelasi harga internasional terhadap harga lokal komoditas kopi.
- Mengestimasi parameter menggunakan metode *Maksimum Likelihood Estimasi* (MLE).
- Melakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan pada komoditas kopi berbasis harga internasional.
- Menentukan total biaya Produksi (P) berdasarkan biaya Prapanen dan Pascapanen.
- Melakukan uji lognormalitas data hasil simulasi.
- Menentukan *trigger* (K) yang didapat dari persentil data hasil simulasi.
- Menghitung nilai premi asuransi pertanian menggunakan opsi *put cash-or-nothing* dengan nilai *trigger* yang berbeda-beda.

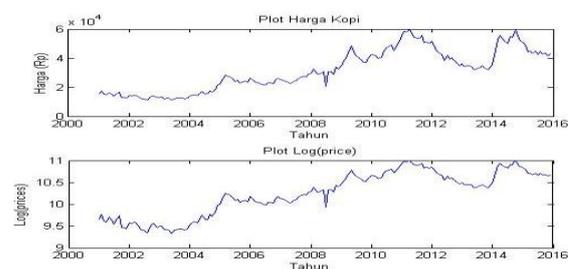
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Historis Bulanan

Data harga internasional komoditas kopi diperoleh dari *International Coffee Organization* (ICO) periode Januari 2001 sampai dengan Desember 2015 yang disajikan dalam bentuk plot harga dan plot log harga pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat diamati plot harga dan plot log harga komoditas kopi internasional. Plot harga komoditas kopi internasional menunjukkan bahwa awal Tahun 2001 sampai Tahun 2011 dan Tahun 2014 sampai Tahun 2015 cenderung memiliki tren harga yang menaik. Tahun 2011 sampai Tahun 2014 harga

komoditas kopi kembali mengalami penurunan atau harga cenderung menurun. Selain itu itu, plot log harga komoditas kopi internasional menunjukkan bahwa Tahun 2003 sampai Tahun 2011 dan Tahun 2014 sampai 2015 cenderung memiliki tren harga yang menaik. Sedangkan Plot log harga pada Tahun 2001 sampai Tahun 2003, Tahun 2011 sampai Tahun 2014 harga komoditas kopi kembali mengalami penurunan atau harga cenderung menurun. Dapat diamati pula pada Tahun 2001 sampai Tahun 2015 plot harga dan log harga cenderung memiliki data kenaikan ataupun penurunan harga pada tahun yang sama. Terlihat juga nilai data ekstrim dari data harga dan log harga komoditas kopi internasional selama Januari 2001 sampai Desember 2015.



Gambar 1. Plot Harga dan Log Harga Internasional Komoditas Kopi Periode Januari 2001 sampai Desember 2015

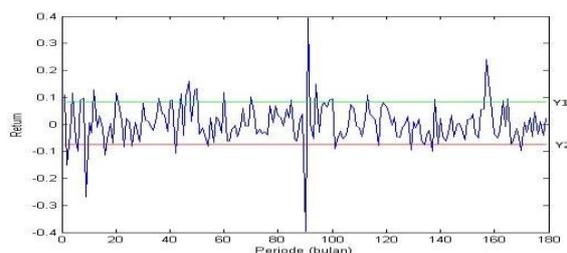
Menghitung Nilai Return

Menentukan nilai *return* (r_t) pada waktu t pada harga internasional bulanan komoditas kopi didapat digunakan persamaan berikut:

$$r_t = \ln\left(\frac{S_{t+1}}{S_t}\right)$$

maka diperoleh hasil yang tersaji pada Gambar 2. Pada Gambar 2. dapat diamati data lompatan atau data ekstrim dari harga komoditas kopi internasional periode Januari 2001 sampai Desember 2015 dengan data sebanyak 168 data bulanan. Pada Gambar 2 Garis Y1 merupakan batas atas terjadinya lompatan atau nilai data ekstrim bersifat positif, maka semua nilai *return* yang berada diatas garis Y1 merupakan lompatan atau data ekstrim. Begitu pula untuk garis Y2 merupakan batas bawah terjadinya

lompatan atau nilai data ekstrim bersifat negatif. Maka semua nilai data *return* yang berada dibawah garis Y2 merupakan data lompatan atau data ekstrim



Gambar 2. Plot Return Harga Internasional Komoditas Kopi Periode Januari 2001 sampai Desember 2015

Menentukan Nilai *Mean*, *Variance*, *Skewness* dan *Kurtosis*

Nilai statistik deskriptif dicari dengan memanfaatkan data return harga internasional dan harga lokal komoditas kopi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif	Komoditas Kopi	
	Internasional	Lokal
Mean	0,0056	0,0157
Varian	0,0062	0,0147
Standar Deviasi	0,0785	0,1214
Skwenes	-0,0165	1,7777
Kurtosis	9,5291	9,9936

Sumber: data diolah, 2017

Tabel 1 nilai statistik deskriptif harga internasional komoditas kopi dan komoditas kopi lokal jelas berbeda, dilihat dari nilai *skwenes* harga internasional bulanan komoditas kopi memiliki nilai sebesar -0,0165 (bernilai negatif) yang menandakan data harga komoditas kopi internasional mengalami kemencengan ke kiri. Sedangkan *skwenes* harga komoditas kopi lokal bernilai sebesar 1,777672 (bernilai positif) yang menandakan data harga komoditas kopi lokal mengalami kemencengan ke kanan. Kedua *kurtosis* harga komoditas kopi baik internasional maupun lokal bernilai lebih dari 3 yaitu berturut-turut 9,5291 dan 9,993645 yang menandakan

pada kedua data tersebut terdapat ekor gemuk (*fat tail*).

Menghitung Korelasi Harga Internasional Terhadap Harga Lokal Komoditas Kopi

Menentukan korelasi harga internasional terhadap harga lokal komoditas kopi periode Januari 2004 sampai Desember 2015 dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Korelasi. Pengujian koefisien korelasi Pearson bertujuan untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel yang diirumuskan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 \cdot (x_i)^2) \cdot (n \sum y_i^2 \cdot (y_i)^2)}}$$

maka diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi Harga Internasional Terhadap Harga Lokal Komoditas Kopi

Bulan	Koefisien Korelasi	Interprestasi
Januari	0,5445	Sedang
Februari	0,2231	Rendah
Maret	0,4647	Sedang
April	0,4560	Sedang
Mei	0,3385	Rendah
Juni	0,3343	Rendah
Juli	0,5801	Sedang
Agustus	0,7239	Kuat
September	0,7915	Kuat
Oktober	0,8122	Sangat Kuat
November	0,8662	Sangat Kuat
Desember	0,6413	Kuat

Sumber: data diolah, 2017

Pada Tabel 2 dapat diamati hasil interpretasi dari pengujian koefisien korelasi Pearson menurut pedoman oleh Sugiyono (2012). Dengan hasil yang menunjukkan derajat hubungan mulai dari sedang, kuat, sampai sangat kuat. Korelasi tertinggi terletak pada bulan November sebesar 0,8662 yang

derajat hubungannya sangat kuat berada pada interval 0,80 sampai dengan 1,000.

Estimasi Parameter Menggunakan MLE

Untuk memperoleh hasil nilai parameter α , ϕ , μ_j , σ^2 , σ_j^2 , λ digunakan *Maksimum Likelihood Estimasi* (MLE) dengan bantuan program Matlab 2013 dengan diperoleh hasil yaitu $\hat{\phi} = 1 - \kappa\Delta t = 0,0868$, $\widehat{\sigma^2} = (0,2380)^2 = 0,057$, $\widehat{\sigma_j^2} = (0,7995)^2 = 0,6392$, $\hat{\lambda} = 0,3498$.

Penentuan Biaya Produksi (P)

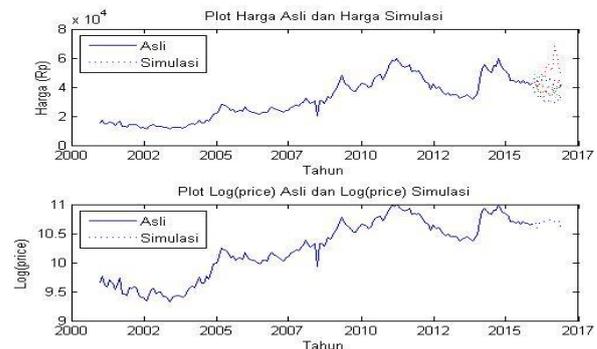
Biaya produksi pada asuransi pertanian akibat harga internasional jatuh dibawah nilai *trigger* yang ditentukan berdasarkan data sekunder biaya Prapanen yang diperoleh dari penelitian oleh Suarjana (2017) sebesar Rp 15.222.813 yang berdasarkan luas lahan kopi Kintamani yang diolah sebesar 1,01 Hektar dengan hasil produksi mencapai 5,04 ton, sementara biaya Pascapanen kopi Kintamani diperoleh dari Dinas Perkebunan Provinsi Bali sebesar Rp 5.025.469,4 yang disesuaikan dengan inflasi tahun 2016 yaitu sebesar 3,53%.

Simulasi Monte Carlo Menggunakan Model Mean Reversion dengan Lompatan

Simulasi *Monte Carlo* menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan yaitu memperkirakan nilai harga internasional komoditas kopi pada waktu mendatang. Pada proses simulasi selama satu tahun dengan parameter yang digunakan diantaranya $\hat{\phi} = 1 - \kappa\Delta t = 0,0868$, $\widehat{\sigma^2} = (0,2380)^2 = 0,057$, $\widehat{\sigma_j^2} = (0,7995)^2 = 0,6392$, $\hat{\lambda} = 0,3498$ dimasukkan ke dalam perintah program Matlab 2013 yang hasilnya berupa plot simulasi dan rataan simulasi harga internasional pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat plot simulasi dan plot rataan simulasi *Monte Carlo* menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan. Plot simulasi dan plot rataan simulasi menunjukkan bahwa data hasil simulasi selama satu tahun terlihat beragam dan fluktuatif. Hasil simulasi kemudian dicari plot rataannya untuk memudahkan dalam mencari sebaran hasil

simulasi. Dengan membandingkan plot simulasi dan plot rataan simulasi maka terlihat beberapa lompatan naik maupun turun pada beberapa hasil simulasi.



Gambar 3. Plot Simulasi dan Rataan Simulasi Harga Internasional Komoditas Kopi

Uji Lognormalitas

Uji lognormalitas digunakan untuk mengetahui populasi data berdistribusi lognormal atau tidak. Dalam penelitian ini menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05 dengan Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut :

- H_0 : Data X berdistribusi lognormal
- H_1 : Data X tidak berdistribusi lognormal

Tabel 3. Hasil Uji Lognormalitas dengan *Kolmonogov-Smirnov*.

N	St-Dev	p-value
100	15185	0,1308

Tabel 3 memperlihatkan hasil uji lognormalitas menggunakan *Kolmonogov-Smirnov* untuk 100 kali simulasi harga internasional komoditas kopi dengan standar deviasi 15185 dan nilai *p-value* sebesar 0,1308. Karena nilai *p-value* > α sehingga data yang diuji berdistribusi lognormal pada taraf signifikansi 0,05.

Penentuan Trigger (K)

Penentuan *trigger* dilakukan dengan mencari persentil data hasil simulasi selama satu tahun. Persentil merupakan nilai yang membagi data menjadi seratus bagian sama besar.

Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian

Tahapan selanjutnya ialah menentukan nilai premi asuransi pertanian menggunakan opsi *put cash-or-nothing*. Implementasi perhitungan premi dengan penyesuaian diantaranya C_0 adalah harga yang diperoleh dari hasil simulasi *Monte Carlo* harga internasional komoditas kopi *Mean Reversion* dengan lompatan pada saat $t = 0$, C_t adalah nilai *trigger* (K) diperoleh dari persentil data hasil simulasi komoditas kopi berbasis harga Internasional selama 1 tahun. Suku bunga bebas risiko pada penelitian ini diasumsikan konstan 6,5% dan δ adalah *dividen* yang diasumsikan 0.

Dalam penentuan nilai premi asuransi pertanian, dihitung untuk persentil 5 sampai dengan persentil 25 disajikan dalam Tabel 3. Sebagai contoh perhitungan yang dilakukan yaitu menghitung nilai premi asuransi pertanian untuk persentil 5 diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Premi} &= 20.248.282,4 \cdot e^{-rT} \cdot N(-d_2) \\ &= 20.248.282,4 \cdot e^{-0,065 \times 1} \cdot 0,01796 \\ &= 334.000 \end{aligned}$$

perhitungan d_2 diperoleh:

$$\begin{aligned} d_2 &= \frac{\ln\left(\frac{C_0}{C_T}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}} \\ &= \frac{\ln\left(\frac{42.728}{24.900}\right) + \left(0,065 - \frac{(0,2713)^2}{2}\right) \cdot 1}{0,2713 \cdot \sqrt{1}} \\ &= 2,0942 \\ &= 2,1(\text{dibulatkan}) \end{aligned}$$

Tabel 4. Nilai Premi Untuk *Trigger* yang Berbeda-beda

Persentil	<i>Trigger</i> (Rp/kg)	Produksi (Rp/Ha)	Premi (Rp)	%
5	24.900	20.248.282,4	344.000	1,64
10	26.660	20.248.282,4	620.000	3,1
15	29.000	20.248.282,4	1.189.000	5,9
20	30.260	20.248.282,4	1.603.000	7,9
25	31.680	20.248.282,4	2.160.000	10,7

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional berdasarkan nilai *trigger* yang berbeda-beda. Dalam Penelitian ini ditawarkan lima pilihan premi asuransi. Ketika harga internasional jatuh dibawah nilai *trigger* yang ditentukan. Pembayaran sebesar Rp20.248.282,4/Ha dengan berpatokan pada *trigger* sebesar Rp. 24.900/kg maka premi yang harus dibayarkan sebesar Rp344.000. Tabel 4 juga menunjukkan semakin besar nilai *trigger* maka semakin besar nilai premi yang harus dibayarkan.

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suarjana 2017, harga premi yang jatuh pada persentil 5 sampai persentil 25 bernilai lebih besar dikarenakan pada penelitian ini digunakan simulasi *Monte Carlo* menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan untuk mensimulasi harga komoditas kopi internasional pada waktu mendatang sesuai dengan periode yang ditentukan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model Mean Reversion dengan lompatan dapat dipakai untuk menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional dengan langkah awal yaitu mencari data harga internasional bulanan dan harga lokal bulanan komoditas kopi, dilanjutkan dengan menghitung *return* harga internasional dan harga lokal bulanan komoditas kopi, menghitung nilai masukan statistik deskriptif, menghitung korelasi harga internasional komoditas kopi terhadap harga lokal, memplot masing-masing data, mengestimasi parameter, menentukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan *Mean Reversion* dengan lompatan, menentukan total biaya produksi (P), menentukan uji lognormalitas, menentukan *trigger* (K) menggunakan persentil data hasil simulasi selama 1 tahun, dan langkah terakhir ialah menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan opsi *put cash-or-nothing* untuk nilai *trigger* yang berbeda-beda.

Perubahan harga internasional pada komoditas kopi berpengaruh terhadap harga lokal (tingkat produsen) yang ditunjukkan dari korelasi yang tinggi pada bulan November sebesar 0,8662. Tinggi ataupun rendahnya korelasi dipengaruhi oleh *supply* dan *demand* serta pasokan komoditas kopi di pasar internasional yang berfluktuasi.

Hasil perhitungan premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional diperoleh besaran premi dengan nilai *trigger* yang berbeda-beda. Dalam Penelitian ini ditawarkan lima pilihan premi asuransi.

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suarjana 2017, harga premi yang jatuh pada persentil 5 sampai persentil 25 bernilai lebih besar dikarenakan pada penelitian ini digunakan simulasi *Monte Carlo* menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan untuk mensimulasi harga komoditas kopi internasional pada waktu mendatang sesuai dengan periode yang ditentukan.

Saran

Dalam penelitian ini masih belum sempurna sehingga penulis menyarankan pada penelitian berikutnya untuk menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan model *Mean Reversion* dengan lompatan perlu diikutsertakan suku bunga yang tidak konstan dan komoditas yang dipilih memiliki pola musiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawan, K., Widia, I W. dan Eswaryanti L.P.K.Y. 2016. Penerapan Metode Penilaian Kontrak Opsi dalam Penentuan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan. Makalah Invited Speaker Pada *Seminar Nasional Matematika XVIII* Pekanbaru, Riau, 2-3 November 2016.
- Dixit and Pindyck. 1994. *Investment under Uncertainty*. : Princeton University Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey 08540.
- Sedana, Wiryana., Dharmawan, K dan Asih, N. M., 2016. Penentuan Harga Kontrak

Berjangka Komoditas Kedelai Menggunakan Model Mean Reversion. *E-Jurnal Matematika* Vol. 5 (4), November pp. 170-175.

- Simulating Electricity Prices with Mean Reverting and Jump Diffusion. (<http://www.mathworks.com/help/fininst/simulating-electricity-prices-wirh-mean-reverting-and-jump-diffusion.html>).
- Suarjana, I.W., Widia, I.W dan Dharmawan, K., 2017. Penentuan Nilai Kontrak Asuransi Usaha Tani Tanaman Kopi Arabika Berbasis Indeks Harga Internasional. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)* Vol.5. no.2, pp.1-8
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Tankov, P. 2003. *Financial Modelling with Jump Processes* CRC Press.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2013 Tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani.
- Wardhani, I dan Insafiah. 2014. *Kajian Persiapan Implementasi Asuransi Pertanian Secara Nasional*. Jakarta: Kementerian Keuangan Republik Indonesia Badan Kebijakan Fisikal Pusat Pengelolaan Risiko Fisikal.
- Zorilla, Jose Luis. 2002. "Ekstensive Herbaceous Cultivation and Cattle Risk: Possibilities that Agricultural Insurance Offers for their Management." International Conference: Agricultural and Income Guarantee. Madrid.