
**EXPECTED SHORTFALL DENGAN SIMULASI MONTE-CARLO
UNTUK MENGUKUR RISIKO KERUGIAN PETANI JAGUNG**

Rita Rahmawati, Agus Rusgiyono, Abdul Hoyyi, Di Asih I Maruddani
Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

e-mail: ritarahmawati@gmail.com

DOI: 10.14710/medstat.12.1.117-128

Article Info:

Received: 25 May 2019

Accepted: 21 July 2019

Available Online: 24 July 2019

Keywords:

*Corn, Expected Shortfall,
Monte-Carlo, Value at Risk*

Abstract: In risk management, risk measurement plays an important role in allocating capital as well as in controlling (and avoiding) worse risk. Estimating the risk value can be done by using a risk measure. The most popular method for evaluating risk is Value at Risk (VaR). But VaR does not fulfill the coherency as a measure of risk effectiveness. In this paper, we propose Expected Shortfall (ES) which has coherency nature. ES is defined as the conditional expectation of losses beyond VaR of the same confidence level over the same holding period. For measuring ES, we use Monte-Carlo Simulation Method. This method is applied for measuring risk that will be faced by corn's farmers due to the changes in corn prices in Pemalang city. The results show that the ES value is 0.085472 at 95% confidence level and one-month holding period. This number means that a farmer will face 8.5472% of investment as maximum loss exceeding of VaR.

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays ssp. mays*) adalah salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia, selain gandum dan padi. Bagi penduduk Amerika Tengah dan Selatan, bulir jagung adalah pangan pokok, sebagaimana bagi sebagian penduduk Afrika dan beberapa daerah di Indonesia. Pada masa kini, jagung juga sudah menjadi komponen penting pakan ternak. Penggunaan lainnya adalah sebagai sumber minyak pangan dan dasar tepung maizena. Berbagai produk turunan hasil jagung menjadi bahan baku berbagai produk industri farmasi, kosmetika, dan kimia (Wikipedia, 2018).

Di Indonesia, selain sebagai makanan pokok sebagian masyarakat di beberapa daerah, jagung juga digunakan untuk pakan ternak. Selama ini, Indonesia masih mengimpor sebagian kebutuhan jagung yang cukup tinggi, karena dirasa belum tercukupi dari produksi jagung dalam negeri. Namun pada tahun 2017, pemerintah sempat menghentikan impor jagung agar petani jagung dapat lebih menikmati hasil kerasnya dengan harga jual jagung yang lebih tinggi. Dikutip dari industri.kontan.co.id (2017), Sudirman, Penasihat Gabungan Pengusaha Makanan Ternak (GPMT) mengungkapkan, akibat

dihentikannya impor jagung untuk ternak tahun ini, memungkinkan peternak untuk mencari alternatif lain sebagai pengganti jagung. Menurut Sudirman, adanya upaya peternak mencari pengganti jagung diakibatkan tidak cukupnya produksi jagung nasional dalam memenuhi kebutuhan pakan ternak. Sementara dalam setahun, kebutuhan pakan ternak berkisar 8 juta - 9 juta ton. Sudirman juga menyatakan, supaya peternak dan petani dapat saling terlindungi, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menaikkan harga jagung bagi petani.

Pada awal tahun 2018 ini, perubahan harga jagung kembali terjadi dengan cukup signifikan. Menurut Kompas (2018), harga jual jagung di tingkat petani mulai turun seiring dengan meluasnya area panen musim ini. Kondisi cuaca serta keterbatasan sarana pascapanen membuat harga jual jagung dari petani menjadi tidak optimal. Pemerintah melalui rapat koordinasi terbatas di Kementerian Koordinator Perekonomian pekan lalu memutuskan untuk menugaskan Perum Bulog menyerap padi, jagung, dan bawang merah hasil panen petani. Tujuannya adalah untuk menstabilkan harga di tingkat produsen sekaligus memastikan keuntungan atau insentif atas usaha tani. Khusus jagung, Kementerian Pertanian berharap Gabungan Perusahaan Makanan Ternak (GPMT) menyerap hasil panen petani. Namun, seperti halnya Perum Bulog, kapasitas gudang pabrik terbatas.

Berbagai permasalahan yang terjadi tersebut membuat petani jagung harus selalu siap dengan harga jual yang akan berlaku setiap menjelang panen. Saat harga cukup baik, mereka bisa menutup semua biaya operasional yang telah dikeluarkan dan mendapat keuntungan yang besar. Namun saat harga turun, mereka juga harus siap untuk menderita kerugian. Karena harga jagung yang cukup fluktuatif ini, umumnya petani menanam jagung bukan sebagai tanaman utama, namun hanya untuk masa penggantian tanaman lain.

Fluktuasi produktivitas dan harga dapat mempengaruhi penerimaan petani. Usaha di sektor pertanian dihadapkan pada risiko ketidakpastian (*uncertainty*) yang cukup tinggi dan petani selama ini menanggung sendiri risiko tersebut. Indikasi risiko pada produksi dan penerimaan menyebabkan perlunya suatu manajemen dalam menghadapi kerugian yang akan ditimbulkan. Mengelola risiko adalah suatu keharusan agar terhindar dari kerugian. Dengan manajemen risiko, sebuah usaha yang dijalankan diharapkan lebih *survive* dimana potensi risiko yang akan terjadi sudah diperhitungkan. Sehingga perlu dikaji bagaimana petani dapat mengendalikan risiko produksi maupun penerimaan. Perubahan harga komoditas di sektor pertanian sangat berpengaruh terhadap risiko yang ditimbulkan.

Bedasarkan uraian di atas, peneliti merasa harga jagung perlu untuk diperhatikan agar petani tidak memperoleh kerugian. Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, umumnya melihat harga komoditas pertanian dari hal-hal yang mempengaruhinya dan tidak memperhatikan pendekatan dari sifat data itu sendiri. Pada kenyataannya, terlalu banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingkat harga jual jagung, sehingga penelitian yang telah dilakukan masih sangat mungkin belum memasukkan semua faktor yang dimaksud. Pada penelitian ini, akan digunakan metode pengukuran risiko kuantitatif yang menganalisa suatu data dengan sifat-sifatnya sehingga dapat diukur data perkiraan di masa-masa selanjutnya.

Dalam ilmu manajemen risiko kuantitatif, risiko adalah suatu peubah acak yang mana para manajer risiko berusaha mengkuantifikasi risiko menjadi suatu bilangan tertentu dengan menggunakan ukuran risiko. Pengukuran risiko yang paling lazim diterapkan adalah *Value at Risk* (VaR) yang diperkenalkan oleh Jorion (2002). VaR biasa digunakan

dalam pasar saham untuk mengukur risiko kerugian terbesar yang dapat diderita oleh pemegang saham maupun portofolio tertentu.

Bagaimanapun, selalu ada kemungkinan bahwa kerugian yang terjadi lebih besar dari VaR yang sudah ditetapkan. Para manajer risiko mengamati dan menghitung rata-rata dari nilai kerugian yang lebih dari VaR tersebut. Rata-rata ini disebut ukuran risiko *Conditional Tail Expectation* (CTE) atau dikenal juga dengan istilah *Expected Shortfall* (ES) oleh Artzner dkk. (1999). Berdasarkan kedua ukuran ini, para manajer risiko dapat menentukan cadangan modal untuk mencegah kerugian yang lebih besar atau menentukan harga jual yang lebih baik. Penelitian ini mengukur risiko kerugian petani akibat perubahan harga jagung yang terjadi. menggunakan VaR dan ES.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jorion (2002) telah mendefinisikan *Value at Risk* (VaR) sebagai kerugian maksimum yang akan diperoleh akibat perubahan harga aset yang berdistribusi Normal. Pemodelan VaR kemudian berkembang demikian pesat dengan menyesuaikan sifat data yang tersedia, antara lain Selanjutnya berdasarkan pola datanya, dikembangkan ukuran risiko VaR dengan metode simulasi historis, metode *variance-covariance*, metode simulasi Monte-Carlo, maupun VaR untuk data yang mempunyai nilai skewness dan kurtosis (Maruddani, 2019).

Penerapan VaR pada permasalahan data pertanian dipublikasikan oleh Manfredo & Leuthold (2016) yang melakukan penelitian mengenai penerapan dan potensi metode *Value at Risk* pada permasalahan pertanian dengan data berdistribusi Normal. Cotter, Dowd, dan Morgan (2012) menentukan risiko harga pertanian dengan *Value at Risk* pada data yang memuat data ekstrim. Metode yang digunakan adalah metode *Expected Shortfall* dan *Extreme Value*. Capitani & Mattos (2012) serta Oordt, dkk (2013) juga menerapkan data *extreme value* untuk pengukuran risiko petani dengan *Conditional Value at Risk* (CVaR).

Beberapa penelitian di Indonesia telah memberikan kontribusi terhadap pengukuran risiko secara kuantitatif untuk data-data pertanian. Lubis (2009) yang melakukan penelitian mengenai manajemen risiko produksi padi semi organik dengan analisis kualitatif. Suharyanto, dkk (2015) meneliti risiko usaha tani padi di Bali dengan mencari faktor-faktor yang mempengaruhi risiko produksi padi dengan menggunakan regresi variabel dummy. Hidayati, dkk (2015) melakukan analisis preferensi risiko pada usaha tani kubis organik dengan model fungsional. Sumaryanto (2009) telah menganalisis keberadaan volatilitas harga komoditas pangan dengan model ARCH/GARCH. Sedangkan Santoso (2011) memodelkan data inflasi bahan makanan dengan GARCH. Rahmawati et.al (2019a) telah mengukur risiko perubahan harga jagung dengan memperhatikan sifat distribusi data, yaitu metode Cornish-Fisher yang memperhatikan sifat *skewness* dan kurtosis pada data historis *return* jagung. Selanjutnya di tahun yang sama Rahmawati et.al. (2019b) juga melakukan penelitian mengenai risiko perubahan harga gandum di Indonesia berdasarkan model volatilitas dari harga gandum. Pendekatan yang digunakan adalah pemodelan VaR-GARCH.

Value at Risk (VaR) adalah nilai maksimum kerugian sedemikian hingga peluang kerugian melebihi VaR tidak akan lebih besar dari tingkat signifikansi yang telah ditentukan. (Tse, 2009) Menurut Artzner dkk (1999), ukuran risiko dikatakan baik dan efektif jika memenuhi aksoma ukuran risiko koheren, yaitu:

1. *translational invariance*, yaitu peningkatan dan penurunan kerugian sebesar a akan meningkatkan dan menurunkan risiko sebesar a . Untuk setiap variabel random risiko X , dan konstanta tak negatif a , berlaku

$$\rho(X + a) = \rho(X) + a$$

2. *positive homogeneity*, yaitu perkalian kerugian dengan suatu konstanta a akan membuat risiko menjadi a kali dari risiko sebelumnya. Untuk setiap variabel random risiko X dan konstanta tak negatif a , berlaku

$$\rho(aX) = a\rho(X)$$

3. *monotonicity*, yaitu jika terdapat dua variabel random risiko, dan salah satu variabel random risiko tersebut lebih kecil dari yang lainnya, maka ukuran risikonya tidak akan melebihi ukuran risiko dengan kerugian yang lebih besar. Untuk setiap variabel random risiko X_1 dan X_2 , jika $X_1 \leq X_2$, berlaku

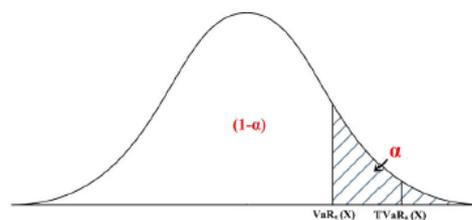
$$\rho(X_1) \leq \rho(X_2)$$

4. *subadditivity*, yaitu risiko tidak bisa diperkecil dengan cara memisahkan kerugian-kerugian yang ada. Dengan kata lain diversifikasi kerugian akan mengurangi risiko. Untuk setiap variabel random risiko X_1 dan X_2 berlaku

$$\rho(X_1 + X_2) \leq \rho(X_1) + \rho(X_2)$$

Klugman dkk (2011) menyatakan bahwa VaR bukan merupakan ukuran risiko yang memenuhi sifat koheren, karena memenuhi sifat *translational invariance*, *positive homogeneity*, dan *monotonicity*, tetapi tidak memenuhi sifat *subadditivity*. Sehingga diperkenalkan ukuran risiko *Tail-Value at Risk* (T-VaR) atau dikenal juga dengan nama *Expected Shortfall* (ES) yang memenuhi sifat koherensi.

ES memiliki makna besarnya nilai kerugian yang akan ditanggung, apabila terjadi kerugian yang nilainya melebihi VaR. Berikut ini adalah ilustrasi ES untuk suatu tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$.



Gambar 1. ES untuk suatu tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

ES dapat ditulis dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$ES_{1-\alpha}(X) = \frac{1}{\alpha} \int_{VaR_{1-\alpha}}^{\infty} xf(x)dx = \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X)d\mu$$

Pembuktian sifat koherensi pada ES diberikan sebagai berikut.

1. *translation-invariance*

Untuk suatu variabel random risiko X , $\alpha(0,1)$, dan sembarang $a \in \mathbb{R}^+$, nilai $ES_{1-\alpha}(X + a)$ didefinisikan dengan: (Klugmann dkk, 2011)

$$\begin{aligned} ES_{1-\alpha}(X + a) &= \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X + a) d\mu \\ &= \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 (VaR_{\mu}(X) + a) d\mu \\ &= \left(\frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X) d\mu \right) + a \\ &= ES_{1-\alpha}(X) + a \end{aligned}$$

2. *positive-homogeneity*

Untuk suatu variabel random risiko X , $\alpha(0,1)$, dan sembarang $a \in \mathbb{R}^+$, nilai $ES_{1-\alpha}(aX)$ didefinisikan dengan: (Klugmann dkk, 2011)

$$\begin{aligned} ES_{1-\alpha}(aX) &= \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(aX) d\mu \\ &= a \left(\frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X) d\mu \right) \\ &= a ES_{1-\alpha}(X) \end{aligned}$$

3. *monotonicity*

Untuk dua variabel random risiko X_1 dan X_2 , dengan $X_1 \leq X_2$, $\alpha(0,1)$, dan sembarang $a \in \mathbb{R}^+$, maka (Klugmann dkk, 2004)

$$ES_{1-\alpha}(X_1) = \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X_1) d\mu$$

Berdasarkan sifat *monotonicity* dari VaR, maka

$$\begin{aligned} &\leq \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_{\mu}(X_2) d\mu \\ &= ES_{1-\alpha}(X_2) \end{aligned}$$

4. subadditivity

Menurut Denuit dkk (2005), didefinisikan

$$ES_{1-\alpha}(X_1) = \frac{1}{\alpha} E \left[(X - VaR_{1-\alpha}(X))_+ \right]$$

Untuk setiap $0 < \lambda < 1$, dua variabel random risiko X_1 dan X_2 dan $a = \lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2$ dipunyai

$$\begin{aligned} ES_{1-\alpha}(a) &= VaR_{1-\alpha}(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2) \\ &+ \frac{1}{\alpha} E [(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2) - VaR_{1-\alpha}(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2)] \\ &\leq \lambda VaR_{1-\alpha}(X_1) + (1 - \lambda) VaR_{1-\alpha}(X_2) \\ &+ \frac{1}{\alpha} E [(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2) - VaR_{1-\alpha}(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2)] \\ &\leq \lambda VaR_{1-\alpha}(X_1) + (1 - \lambda) VaR_{1-\alpha}(X_2) \\ &+ \frac{\lambda}{\alpha} E \left[(X_1 - VaR_{1-\alpha}(X_1))_+ \right] + \frac{1 - \lambda}{\alpha} E \left[(X_2 - VaR_{1-\alpha}(X_2))_+ \right] \\ &\leq \lambda ES_{1-\alpha}(X_1) + (1 - \lambda) ES_{1-\alpha}(X_2) \end{aligned}$$

Dengan mengambil $\lambda = \frac{1}{2}$

$$\frac{1}{2} ES_{1-\alpha}(X_1 + X_2) \leq \frac{1}{2} (ES_{1-\alpha}(X_1) + ES_{1-\alpha}(X_2))$$

Sehingga

$$ES_{1-\alpha}(X_1 + X_2) \leq ES_{1-\alpha}(X_1) + ES_{1-\alpha}(X_2)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu 37 data harga jagung panen bulanan di Kabupaten Pemalang periode Juli 2015 sampai dengan Juli 2018. Harga yang digunakan adalah harga di tingkat produsen atau petani. Data tersebut diperoleh dari Informasi Harga Komoditas Pertanian Kabupaten (2018) pada *website* <http://aplikasi.pertanian.go.id/>.

3.2 Metode Analisis

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Input data bulanan harga jagung
2. Menghitung nilai *return* dengan persamaan

$$r_t = \ln\left(\frac{h_t}{h_{t-1}}\right)$$

dengan r_t adalah nilai log *return* periode ke- t , dan h_t adalah harga jagung periode ke- t

- Melakukan uji normalitas terhadap data nilai *return* menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, dengan hipotesis sebagai berikut:

Data terdiri dari dari sampel random X_1, X_2, \dots, X_n yang belum diketahui fungsi distribusi kumulatifnya, dinotasikan dengan $F(x)$. $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan.

Hipotesis

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ untuk } -\infty < x < \infty$$

(Data berdistribusi yang dihipotesiskan)

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ untuk sekurang-kurangnya sebuah nilai } x$$

(Data tidak berdistribusi yang dihipotesiskan)

Tingkat signifikansi: α

Statistik Uji

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)|$$

dengan

D : nilai supremum untuk semua x dari nilai mutlak beda $S(x) - F_0(x)$

$S(x)$: fungsi distribusi kumulatif data sampel

Kriteria Uji

H_0 ditolak jika $D > D^*(n, \alpha)$. $D^*(\alpha)$ merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov atau H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$.

- Jika data *return* berdistribusi normal maka langkah selanjutnya mencari nilai parameter rata-rata dan standar deviasi atau nilai variansi data nilai *return*. Jika *return* tidak berdistribusi normal, maka dilakukan perhitungan *VaR* dengan metode lain yang tidak dibahas dalam penulisan ini.
- Mensimulasi nilai *return* dengan membangkitkan data secara random menggunakan nilai estimasi parameter yang diperoleh dari langkah (4) sebanyak 36 data *return* dan diulang sebanyak 500 kali sehingga diperoleh distribusi empiris dari *return* hasil simulasi sebanyak 500 kali.
- Mengestimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dengan mencari nilai kuantil ke- $(1-\alpha) = 0.99; 0.95; \text{ dan } 0.90$ dari nilai simulasi *return* yang diperoleh langkah (5), dinotasikan R^* Sehingga diperoleh R^* sebanyak 500 kali untuk masing-masing tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$.
- Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu 1 hari dengan investasi awal sebesar V_0 menggunakan rumus sebagai berikut

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = R^* \sqrt{t}$$

dengan

VaR : Potensi kerugian maksimal

α : tingkat kesalahan

t : *holding period*

Sehingga diperoleh nilai *VaR* sebanyak 500 kali untuk masing-masing tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$.

8. Menghitung rata-rata VaR untuk masing-masing tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ yang diperoleh dari langkah (8) untuk menstabilkan nilai VaR karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.
9. Menghitung nilai *Expected Shortfall* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t hari. Menurut Mc Neil dan Embrechts (2005), jika X adalah variabel random yang saling bebas dan berdistribusi Normal dengan rata-rata μ dan variansi σ^2 , maka peluang nilai *return* akan kurang dari atau sama dengan VaR adalah

$$P(X_{t+1} \leq VaR_{(1-\alpha)}) = 1 - \alpha$$

VaR untuk $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ dengan $\alpha \in (0,1)$ adalah

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} \leq VaR_{(1-\alpha)}) &= 1 - \alpha \\ \Leftrightarrow P\left(\frac{X_{t+1} - \mu}{\sigma} \leq \frac{VaR_{(1-\alpha)} - \mu}{\sigma}\right) &= 1 - \alpha \\ \Leftrightarrow \Phi\left(\frac{VaR_{(1-\alpha)} - \mu}{\sigma}\right) &= 1 - \alpha \\ \Leftrightarrow \frac{VaR_{(1-\alpha)} - \mu}{\sigma} &= \Phi^{-1}(1 - \alpha) \\ \Leftrightarrow VaR_{(1-\alpha)} &= \mu + \Phi^{-1}(1 - \alpha)\sigma \end{aligned}$$

Selanjutnya *Expected Shortfall* untuk distribusi Normal dengan rata-rata μ dan variansi σ^2 adalah

$$\begin{aligned} ES_{(1-\alpha)}(t) &= \mu + \sigma \left(\frac{1}{\alpha} \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} xf(x) dx \right) \\ &= \mu + \sigma \left(\frac{1}{\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right) x dx \right) \end{aligned}$$

ES untuk $X \sim N(0,1)$ dengan $\alpha \in (0,1)$ adalah

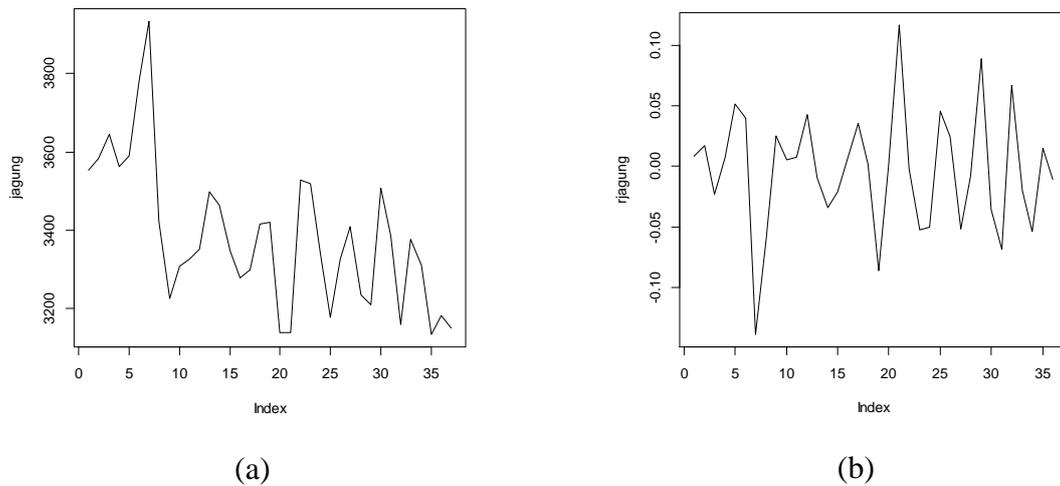
$$\begin{aligned} ES_{(1-\alpha)} &= \mu + \sigma \left(\frac{1}{\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) x dx \right) \\ &= \mu + \sigma \left(\frac{1}{\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \frac{1}{2} dx^2 \right) \\ &= \mu + \sigma \left(\frac{1}{\alpha} \left[-\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \right]_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} \right) \\ &= \mu + \sigma \frac{\Phi(VaR_{(1-\alpha)})}{\alpha} \end{aligned}$$

ES pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu 1 periode ke depan dengan investasi awal sebesar V_0 adalah sebagai berikut

$$ES_{(1-\alpha)} = \left(\mu + \sigma \frac{\Phi(VaR_{(1-\alpha)})}{\alpha} \right) \times \sqrt{t}$$

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan yaitu data harga jagung bulanan di Pemalang periode Juli 2015 sampai dengan Juli 2018. Plot data harga jagung dan plot data *return* harga jagung diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1 (a) Plot Data Harga Jagung (b) Plot Data *Return* Harga Jagung

Selanjutnya dilakukan uji normalitas dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas untuk data harga jagung dan data *return* harga jagung diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Uji Normalitas

Data	Statistik D	p-value
Data Harga Jagung	0.093901	0.9000
Data <i>Return</i> Harga Jagung	0.082471	0.9503

Berdasarkan Tabel 1, karena nilai p-value lebih besar dari nilai tingkat signifikansi α yang digunakan, yaitu 0.05, maka dapat disimpulkan data harga jagung dan data *return* harga jagung berdistribusi Normal. Sedangkan statistik deskriptif untuk kedua data tersebut diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Statistik Deskriptif

Data	Data Harga Jagung	Data <i>Return</i> Harga Jagung
Jumlah data	37	36
Rata-rata	3384.757	-0.003344163
Variansi	34319.13	0.002487924
Standar Deviasi	185.2542	0.049879090

Berdasarkan kesimpulan bahwa data *return* berdistribusi Normal, maka akan dilakukan perhitungan VaR berdasarkan simulasi Monte-Carlo pada data *return* yang

dibangkitkan dari distribusi Normal dengan mean -0.003344163 dan standar deviasi 0.04987909 dengan ulangan sebanyak 500 kali. Nilai VaR selalu berbeda pada masing-masing simulasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan data random yang dihasilkan. Akan tetapi pada dasarnya memberikan hasil yang tidak berbeda jauh antara satu dengan yang lainnya karena *return* dibangkitkan dengan parameter yang sama. Salah satu cara untuk mengurangi masalah tersebut yaitu dengan menjalankan banyak simulasi kemudian mengambil nilai rata-ratanya. Pada perhitungan ini, nilai VaR diulang sebanyak 500 kali. Nilai VaR pada beberapa tingkat kepercayaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 VaR untuk Berbagai Tingkat Kepercayaan

Tingkat Kepercayaan	VaR
99%	-0.101249
95%	-0.078145
90%	-0.063753

Pada tingkat kepercayaan 95% dengan lima ratus kali ulangan, menghasilkan rata-rata nilai VaR yang sebesar -0.078145 (tanda (-) menunjukkan kerugian). Hal ini dapat diartikan ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang akan terjadi tidak melebihi 7.8145% dari investasi produksi jagung dalam jangka waktu satu bulan kemudian.

Dari ketiga tingkat kepercayaan yang digunakan, tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai VaR paling tinggi diantara nilai VaR pada tingkat kepercayaan yang lain. Hal ini berarti semakin besar tingkat kepercayaan yang diambil, maka semakin besar pula risiko yang harus ditanggung dan alokasi modal yang digunakan untuk menutupi kerugian tersebut.

Untuk mengukur besarnya kerugian yang mungkin terjadi melebihi VaR, digunakan nilai *Expected Shortfall* (ES). Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, nilai ES pada beberapa tingkat kepercayaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 ES untuk Berbagai Tingkat Kepercayaan

Tingkat Kepercayaan	<i>Expected Shortfall</i>
99%	0.127353
95%	0.085472
90%	0.073648

Pada tingkat kepercayaan 95% dengan nilai VaR yang sebesar 0.0781451 diperoleh nilai ES sebesar 0.085472 . Hal ini dapat diartikan dengan keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang akan terjadi melebihi nilai VaR adalah sebesar 8.5472% dari investasi produksi jagung selama periode satu bulan ke depan.

Berdasarkan ukuran dengan ES, maka nilai risiko adalah sebesar 8.5472% melebihi nilai VaR sebesar 7.81451%. Sehingga dapat dikatakan kondisi terburuk adalah kerugian sebesar 7.81451%, dan masih memungkinkan jika terjadi kejadian yang lebih buruk, seperti serangan hama, penyakit, gagal panen, banjir, kekeringan, dan lain-lain, maka risiko yang mungkin terjadi adalah dengan kerugian maksimal sebesar 8.5472% akan dihadapi oleh petani jagung di Brebes. Penelitian sebelumnya mengukur risiko investasi jagung di Kabupaten Grobogan Jawa Tengah, menghasilkan risiko VaR sebesar 2.2439%. Atau pada periode yang sama risiko yang mungkin dihadapi petani jagung di Grobogan lebih kecil dibandingkan petani jagung di Brebes.

5. KESIMPULAN

Value at Risk (VaR) mengukur maksimum kerugian yang akan terjadi pada tingkat kepercayaan tertentu pada *holding period* tertentu. Secara matematis, VaR tidak memenuhi sifat koherensi yang merupakan ukuran kebaikan dari risiko. Selain itu banyak kondisi alam yang mengakibatkan risiko yang terjadi mungkin melebihi nilai VaR. *Expected Shortfall* (ES) merupakan ukuran risiko yang mengukur besarnya risiko yang mungkin terjadi melebihi nilai VaR. Berdasarkan pembuktian yang dilakukan, ES memenuhi sifat koherensi. Berdasarkan permasalahan pada data harga jagung di Kabupaten Pemalang periode Juli 2015 – Juli 2018, diperoleh nilai risiko yang dilakukan petani dengan kemungkinan risiko melebihi nilai VaR adalah sebesar 8.5472% dari investasi produksi jagung selama periode satu bulan ke depan

ACKNOWLEDGMENTS

Artikel ini merupakan hasil program Riset Pengembangan dan Penerapan (RPP) Tahun 2018 yang didanai oleh Universitas Diponegoro Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J., dan Heath, D. 1999. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*. 9, 203-228.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pemalang. 2018. *Perkembangan Harga Indeks Konsumen/Inflasi di Kabupaten Pemalang*.
- Capitani, D.H.D. dan Mattos, F. 2012. *Risk Measurement in Commodities Markets: How Much Price Risk Do Agricultural Producers Really Face? Selected Paper at the Agricultural & Applied Economics Association's AAEA 2012 Annual Meeting*. Seattle, Washington, August 12-14.
- Cotter, J. Dowd, K., dan Morgan, W. 2012. Extreme Measures of Agricultural Financial Risk. *Journal of Agriculture Economics*. 63(1), 65-82.
- Denuit, M., Dhaene, J., Goovaerts, M.J., and Kaas, R. 2005. *Actuarial Theory for Dependent Risks Measures, Orders and Models*. England: John Wiley and Sons Ltd.
- Gujarati, D. N. 2003. *Basic Econometrics*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Hidayati, R., Fariyanti, A., dan Kusnadi, N. 2015. Analisis Preferensi Risiko Petani di Kecamatan Baso, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Agribisnis Indonesia*. 3(1), 25-38.
- Informasi Harga Komoditas Pertanian Kabupaten. 2018. Kementerian Pertanian. URL: <http://aplikasi.pertanian.go.id/> (diakses Maret 2018).
- Jorion, P. 2002. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Second Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Klugmann, S. Panjer, H., dan Willmot, G. 2011. *Loss Models: From Data to Decision*. New York: Wiley and Sons Inc Publication.

- Kompas. 2018. Harga Jagung Mulai Turun. <https://www.pressreader.com/indonesia/kompas/20180206/282041917579624> (6 Februari 2018)
- Larasati, E.N., Hendikawati, P., Zaenuri. 2016. Analisis Volatility Forecasting Sembilan Bahan Pokok Menggunakan Metode GARCH dengan Program R. *Unnes Journal of Mathematics*. 5(1), 90-99.
- Lubis, A.N. 2009. *Manajemen Risiko Produksi Padi dan Penerimaan Padi Semi Organik (Studi: Petani Gabungan Kelompok Tani Silih Asih di Desa Ciburuy, Kec. Cigombong, Kab. Bogor*. Skripsi. Departemen Agribisnis Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Manfredo, M. R. dan R. M. Leuthold. 2016. Agricultural Applications of Value-at-Risk Analysis: A Perspective. *Review of Agriculture Economics*. 21(1), 99-111.
- Maruddani, D.A.I. 2019. *Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham: Aplikasi dengan Program R*. Ponorogo: WADE Group.
- Morgan, J.P. 1996. *RiskMetricsTM – Technical Document Fourth Edition*. New York: Morgan Guaranty Trust Company of New York.
- Oordt, M.R.C., Storcks, P.A., Vries, C.G. 2013. *On Agriculture Commodities Extreme Price Risk*. De Nederlandsche Bank NV Working Paper No. 403.
- Rahmawati, R., Rusgiyono, A., Hoyyi, A., dan Maruddani, D.A.I. 2019a. GARCH-Family for Measuring Price Fluctuation Risk of Harvested Dry Grain in Pemalang District. *Journal of Physics: Conference Series* Vol 1217.
- Rahmawati, R., Tarno, Maruddani, D.A.I., dan Hoyyi, A. 2019b. Valuing Risk of Changes on Corn (*Zea Mays*) Prices by Considering Skewness and Kurtosis Parameters. *Journal of Physics: Conference Series* Vol 1217.
- Tse, Y. 2009. *Nonlife Actuarial Models Theory, Methods, and Evaluation*. England: Cambridge University Press.
- Santoso, T. 2011. Aplikasi Model GARCH pada Data Inflasi Bahan Makanan Indonesia. *Aset*. 13(1), 65-76.
- Sofyan, R., Harianto, dan Aji, A. 2014. Analisis Komoditas Unggulan Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Pemalang. *Journal Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*. Universitas Negeri Semarang.
- Suharyanto, S., Ronalydi, J., dan Arya, N.N. 2015. Analisis Risiko Produksi Usahatani Padi Sawah di Provinsi Bali. *Jurnal Agraris*. 1(2), 70-77.
- Sumaryanto. 2009. Analisis Volatilitas Harga Eceran Beberapa Komoditas Pangan Utama dengan Model ARCH/GARCH. *Jurnal Agro Ekonomi*. 27(2), 135 – 163.
- Wikipedia. 2018. *Jawa Tengah*. URL: https://id.wikipedia.org/wiki/Jawa_Tengah (diakses Maret 2018).