

# Penentuan Premi dan Santunan pada Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan untuk Komoditas Cabai di Kabupaten Cilacap

Sevia Tri Khairunisyah<sup>1)</sup>, Agung Prabowo<sup>2\*)</sup>, Agustini Tripena<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Jenderal Soedirman.  
Corresponding Author: agung.prabowo@unsoed.ac.id<sup>\*)</sup>

## ABSTRAK

Sektor pertanian memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi serta pembangunan nasional. Namun, usaha pada sektor pertanian mempunyai risiko ketidakpastian yang cukup tinggi dari berbagai macam kejadian misalnya perubahan iklim. Perubahan iklim sangat mempengaruhi hasil produksi di sektor pertanian terutama ketika terjadi hujan. Salah satu upaya untuk memperkecil adanya kerugian adalah dengan adanya program asuransi pertanian. Permasalahan dalam asuransi pertanian adalah menghitung besar premi dan besar santunan. Metode yang digunakan dalam menghitung premi adalah persamaan Black-Scholes dan digunakan metode HBA untuk menentukan besar santunan. Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu produksi komoditas cabai di Kabupaten Cilacap dan curah hujan di wilayah yang sama pada periode waktu yang sama. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai *exit* sebesar 31,1500 mm dan dipilih beberapa nilai *trigger* sesuai dengan persentilnya. Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar premi yang harus dibayarkan. Selain itu, diperoleh juga bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar peluang untuk mendapatkan santunan.

**Kata kunci:** asuransi pertanian, besar premi, besar santunan, Black-Scholes, metode HBA.

## ABSTRACT

*The agricultural sector has an important role in supporting economic growth and national development. However, businesses in the agricultural sector have a fairly high risk of uncertainty from various events, for example climate change. Climate change greatly affects production results in the agricultural sector, especially when it rains. One effort to minimize losses is with an agricultural insurance program. The problem in agricultural insurance is calculating the premium and compensation amount. The method used to calculate the premium is the Black-Scholes equation and the HBA method is used to determine the amount of compensation. The research uses secondary data, namely the production of chili commodities in Cilacap Regency and rainfall in the same area in the same time period. Based on the research results, an exit value of 31.1500 mm was obtained and several trigger values were selected according to the percentile. From this research, it was concluded that the greater the percentile value, the greater the premium that must be paid. Apart from that, it was also found that the greater the percentile value, the greater the opportunity to receive compensation.*

**Keywords:** agricultural insurance, premium, compensation, Black-Scholes, HBA method.

## 1. PENDAHULUAN

Usaha pada sektor pertanian mempunyai risiko ketidakpastian yang cukup tinggi. Perubahan iklim yang menyebabkan terjadinya anomali curah hujan menjadi salah satu penyebab yang perlu diwaspadai sebagai penyebab terjadinya gagal panen.

Salah satu tanaman di sektor pertanian yang hasil produksinya sangat dipengaruhi oleh curah hujan adalah tanaman cabai. Berdasarkan publikasi Badan Pusat Statistik, Jawa Tengah berkontribusi menghasilkan produksi cabai sebesar 14,17%. Salah satu kabupaten di Jawa

Tengah dengan kondisi wilayah yang mendukung pengembangan sektor pertanian cabai adalah Kabupaten Cilacap.

Kegagalan panen yang sering terjadi dan tidak ada perlindungan kepada petani maka akan mengecilkan niat dan minat petani untuk melakukan usaha taninya termasuk pertanian pada komoditas cabai. Salah satu bentuk perlindungan terhadap pendapatan atau kesejahteraan petani yaitu melalui asuransi pertanian.

Asuransi pertanian memiliki beberapa tipe asuransi berdasarkan jenisnya seperti asuransi pertanian yang bersifat tradisional dan asuransi berbasis indeks (indeks hasil panen, indeks cuaca/iklim). Pada asuransi pertanian berbasis indeks iklim, perhitungan santunan dilakukan dengan metode HBA.

Penelitian terkait asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan telah dikaji sebelumnya, diantaranya Wati dkk. (2016), Azzahra (2022), Azzahra dkk. (2022a), dan Togatorop dkk. (2022). Dalam penelitiannya, Wati dkk. (2016) menghitung premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan menggunakan metode HBA dengan mengambil komoditas padi di wilayah Kabupaten Cirebon. Selanjutnya, Azzahra (2022) dan Azzahra dkk. (2022a) menghitung besar santunan dan premi pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan untuk komoditas jagung. Sementara itu, Togatorop dkk. (2022) menghitung harga premi asuransi pertanian komoditas cabai rawit berbasis indeks curah hujan dengan menggunakan metode Black-Scholes. Riset-riset sejenis dapat ditemukan pada Widyawati dkk. (2013), Sugiarto dkk. (2017), Sunny dkk. (2020), Nurjannah dan Safril (2020), Sholiha dkk. (2021), Widi dkk. (2021), Roji (2022), dan Zahra dkk. (2023). Riset-riset serupa juga sudah dipublikasikan pada jurnal internasional, misalnya Prabowo dkk. (2020), Prabowo dkk. (2023a), Prabowo dkk. (2023b).

Berdasarkan uraian tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang membahas mengenai perhitungan besar premi dan besar santunan pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. Penentuan besar premi menggunakan persamaan Black-Scholes. Sementara itu, perhitungan santunan menggunakan metode *historical burn analysis* (HBA). Penelitian dilakukan pada komoditas cabai di Kabupaten Cilacap.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Dalam hal ini, persamaan Black-Scholes digunakan untuk menentukan premi dan metode HBA digunakan untuk menentukan besar santunan pada kasus dalam asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan.

### **2.2 Data Penelitian**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data produksi cabai (cabai besar dan cabai rawit) dan data curah hujan Kabupaten Cilacap dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2019. Data produksi cabai diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Cilacap (Tabel 1). Sementara itu, data curah hujan harian diperoleh dari Badan Meteorologi, Geofisika, dan Klimatologi Kabupaten Cilacap. Cuplikan data curah hujan disediakan pada Tabel 2.

### **2.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung data caturwulan produksi cabai di Kabupaten Cilacap berdasarkan data bulanan produksi cabai tahun 2011-2019;
2. Menghitung data caturwulan curah hujan di Kabupaten Cilacap berdasarkan data harian curah hujan tahun 2011-2019;
3. Menentukan *window index* (periode masa tanam yang akan diasuransikan);
4. Melakukan uji normalitas data ln curah hujan *window index*;

5. Menentukan nilai pertanggungan ( $G$ ) asuransi pertanian berdasarkan biaya variabel dan biaya tetap cabai;
6. Menentukan nilai *exit* dan *trigger* menggunakan metode HBA;
7. Menghitung besar premi asuransi pertanian dengan formula Black-Scholes;
8. Menghitung besar santunan berdasarkan indeks curah hujan dengan metode *historical burn analysis* (HBA).

**Tabel 1.** Data Produksi Cabai Bulanan Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2019 (ton)

Periode	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	-	323	508	855	574	1.021	1.461	1.734	8.989
Februari	-	505	694	1481	949	1.464	1.253	2.240	9.948
Maret	-	707	475	1286	849	2.096	1.420	2.102	10.290
April	-	650	538	1275	740	1.796	1.200	1.971	10.001
Mei	-	543	493	942	806	2.266	2.293	2.439	9.325
June	-	530	482	878	695	1.973	3.690	6.059	12.231
Juli	-	526	665	688	543	1.735	3.625	6.428	10.517
Agustus	-	378	459	781	476	1.365	4.043	6.572	9.707
September	-	395	388	569	425	1.073	3.489	7.391	10.174
Oktober	348	348	953	597	1562	1.167	2.835	8.226	-
November	196	213	519	607	643	808	2.552	7.656	-
Desember	223	178	471	469	474	1.306	2.293	9.506	-

**Tabel 2.** Data Curah Hujan Harian Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2019 (mm)

Tanggal	Curah Hujan (mm)
1 Oktober 2011	0
2 Oktober 2011	0
3 Oktober 2011	0
4 Oktober 2011	0
.	.
.	.
26 September 2019	0
27 September 2019	0
28 September 2019	0
29 September 2019	0
30 September 2019	0

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Besar Premi pada Asuransi Berbasis Indeks Curah Hujan

Perhitungan premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan dengan menggunakan rumus harga opsi jual *cash-or-nothing* tipe Eropa memiliki rumus sebagai berikut (Azzahra dkk., 2022b):

$$Premi = Ge^{-rT}N(-d_2), \quad (1)$$

dengan

- $r$  : suku bunga bebas risiko  
 $T$  : waktu pada saat jatuh tempo

$N(-d_2)$  : peluang kumulatif  $P(X \leq -d_2)$

$G$  : nilai pertanggungan atau biaya yang dikeluarkan petani sebagai pihak tertanggung dari awal penanaman hingga panen.

Menurut Filiapuspa dkk. (2019), langkah-langkah dalam menghitung  $d_2$  adalah sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{\bar{R}_n}{E}\right) + \tilde{\mu}}{\tilde{\sigma}} \quad (2)$$

dengan  $\tilde{\mu}$  dan  $\tilde{\sigma}$  masing-masing adalah mean dan standar deviasi dari distribusi lognormal. Langkah-langkah menentukan parameter  $\tilde{\mu}$  dan  $\tilde{\sigma}$  pada distribusi lognormal adalah sebagai berikut:

$$\tilde{\mu} = \frac{1}{n-1} \ln\left(\frac{\bar{R}_n}{\bar{R}_1}\right) T, \quad (3)$$

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left( \sum_{k=2}^n (\mu_k - \bar{\mu})^2 \right) \sqrt{T}} \quad (4)$$

dengan,

$$\mu_k = \ln\left(\frac{\bar{R}_k}{\bar{R}_{k-1}}\right); k = 2, 3, \dots, n, \quad (5)$$

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{k=2}^n \mu_k}{n-1} \quad (6)$$

dengan

$\bar{R}_n$  : data terakhir dari rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan

$\bar{R}_1$  : data pertama dari rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan

$\bar{R}_k$  : data rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan ke- $k$

$\bar{R}_{k-1}$  : data rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan ke- $k - 1$

$n$  : ukuran sampel.

### 3.2 Besar Santunan pada Asuransi Berbasis Indeks Curah Hujan

Konsep pemberian santunan pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan dilakukan dengan menggunakan nilai *trigger* dan nilai *exit*. Santunan mulai diberikan apabila indeks curah hujan berada di bawah nilai *trigger*. Sementara itu, santunan tidak diberikan apabila indeks curah hujan berada di atas nilai *trigger*. Apabila indeks curah hujan berada di antara nilai *trigger* ( $E$ ) dan nilai *exit* maka besar santunan yang akan diberikan oleh pihak penanggung kepada pihak tertanggung sebagian yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Y = \left(1 - \frac{\text{Indeks Curah Hujan} - \text{Exit}}{\text{Trigger} - \text{Exit}}\right) \times G, \quad (7)$$

dengan  $Y$  menyatakan besar santunan sebagian yang akan diberikan pihak penanggung kepada pihak tertanggung.

### 3.3 Data dan Plot Data Produksi Cabai

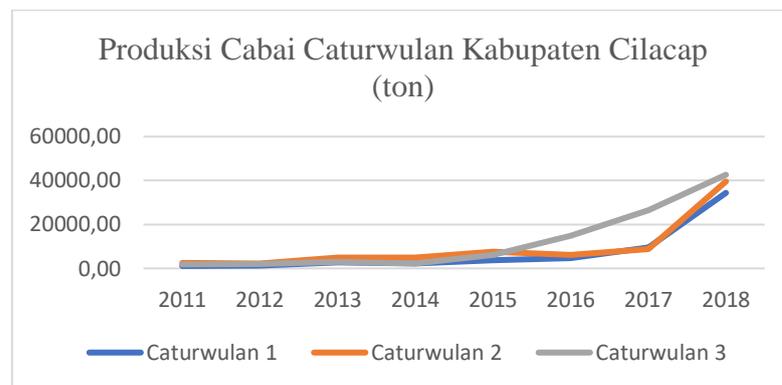
Data produksi cabai bulanan Kabupaten Cilacap tahun 2011 sampai dengan tahun 2019 diplot menjadi data produksi cabai caturwulan (Tabel 3). Pembagian data produksi per caturwulan diperoleh berdasarkan musim tanam tanaman cabai di Kabupaten Cilacap. Caturwulan pertama yaitu akumulasi data produksi cabai bulan Oktober – Januari. Caturwulan dua yaitu akumulasi data produksi cabai bulan Februari – Mei. Caturwulan ketiga yaitu akumulasi data produksi cabai bulan Juni – September.

Perhitungan data produksi cabai caturwulan diperoleh dengan menjumlahkan data produksi cabai bulanan. Berikut adalah contoh perhitungan untuk Caturwulan I tahun 2011, yaitu  $348 + 196 + 223 + 323 = 1.090$  ton. Demikian untuk data-data lainnya.

**Tabel 3.** Produksi Cabai Caturwulan Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2018 (Ton)

Periode	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Caturwulan I	1.090	1.247	2.798	2.247	3.700	4.742	9.414	34.377
Caturwulan II	2.405	2.200	4.984	3.344	7.622	6.166	8.752	39.564
Caturwulan III	1.829	1.994	2.916	2.139	6.146	14.847	26.450	42.629

Plot data hasil produksi cabai Kabupaten Cilacap tahun 2011 sampai dengan tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Plot Produksi Cabai Caturwulan Kabupaten Cilacap 2011-2018

Gambar 1 menunjukkan bahwa tinggi dan rendahnya produksi cabai dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perubahan iklim, bencana iklim, dan serangan OPT. Caturwulan III yang merupakan musim kemarau secara umum merupakan masa-masa yang menghasilkan produksi cabai paling tinggi. Sementara itu, pada musim penghujan, produksi cabai justru menghasilkan paling rendah. Hal ini dimungkinkan volume curah hujan yang berlebih.

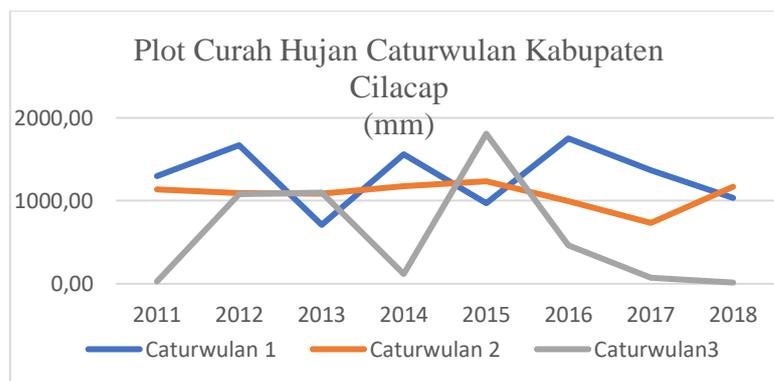
### 3.4 Data dan Plot Data Curah Hujan

Sama halnya dengan produksi cabai juga diplot menjadi data curah hujan caturwulan Kabupaten Cilacap. Tabel 4 menyajikan perhitungan data curah hujan caturwulan diperoleh dengan menjumlahkan data curah hujan harian.

**Tabel 4.** Curah Hujan Caturwulan Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2018 (mm)

Periode	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Caturwulan I	1.300,6	1.667,8	710	1.562,9	968,9	1.752,7	1.366,7	1.036,7
Caturwulan II	1.139	1.093,1	1.084,9	1.179,1	1.235,6	996,8	733,7	1.172,1
Caturwulan III	26	1.078,5	1.098,7	118,6	1.808,8	463,2	75	14,6

Plot data hasil curah hujan caturwulan Kabupaten Cilacap tahun 2011 sampai dengan tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Plot Curah Hujan Caturwulan Kabupaten Cilacap 2011-2018

Gambar 2 menunjukkan bahwa dari curah hujan untuk masing-masing caturwulan mengalami fluktuasi yang berbeda-beda. Fluktuasi pada Caturwulan 3 cenderung mengalami naik turun dibandingkan Caturwulan lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti musim kemarau, musim penghujan dan musim pancaroba.

### 3.5 Penentuan *Window Index*

Penentuan indeks *window* dilakukan berdasarkan dari caturwulan curah hujan yang paling berkorelasi kuat terhadap produksi cabai.

**Tabel 5.** Nilai Koefisien Korelasi Curah Hujan dan Produksi Cabai

Curah Hujan	Produksi Cabai		
	Caturwulan I	Caturwulan II	Caturwulan III
Caturwulan I	-0,273	-0,318	-0,124
Caturwulan II	0,036	0,150	-0,308
Caturwulan III	-0,383	-0,320	-0,451

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa nilai harga mutlak koefisien korelasi yang tertinggi pada diagonal utama adalah curah hujan caturwulan tiga dengan nilai koefisien korelasi -0,451. Oleh karena itu, data curah hujan caturwulan tiga dipilih sebagai indeks *window*. Data curah hujan caturwulan tiga berturut-turut adalah 42,7550; 44,5917; 31,1500; 37,9083; 34,5333; 49,3250; 42,9917; 35,7917. Penggunaan metode HBA membatasi curah hujan maksimal adalah 50,0000 mm. Hal ini disebabkan penggunaan curah hujan sepuluh harian (dasarian) dengan ketentuan apabila curah hujan dasarian kurang atau sama dengan 50,0000 mm maka dipilih curah hujan tersebut dan jika curah hujan dasarian lebih dari 50,0000 mm, maka dipilih curah hujan yang disesuaikan sebesar 50,0000 mm.

Menurut Prabowo *et al.* (2023), program asuransi dapat dibuat jika terdapat hubungan yang cukup kuat antara curah hujan dengan produksi hasil pertanian. Nilai mutlak koefisien korelasi yang terkecil sehingga program asuransi berbasis indeks curah hujan adalah 0,60. Merujuk pada Tabel 5, secara praktik program asuransi ini belum layak dipasarkan atau dijual, namun secara matematis tetap dapat ditentukan besar premi dan santunan pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan.

### 3.6 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk melihat data yang digunakan berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel 2019* dan *R Studio*. Berikut ini hipotesis pada uji normalitas:

$H_0$  : Data  $\ln$  (curah hujan caturwulan tiga) berdistribusi normal.

$H_1$  : Data  $\ln$  (curah hujan caturwulan tiga) tidak berdistribusi normal

Taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha = 5\%$  dengan pedoman keputusan jika nilai Statistik Uji Jarque-Bera  $JB \leq \chi^2_{(0,05,2)}$  dan  $p\text{-value} \geq 0,05$  maka  $H_0$  tidak ditolak. Karena  $JB = 0,9867 \leq \chi^2_{(0,05,2)} = 5,9912$  dan  $p\text{-value} = 0,6106 \geq 0,05$  maka  $H_0$  tidak ditolak artinya data  $\ln$  curah hujan caturwulan III yaitu bulan Oktober sampai dengan bulan Januari berdistribusi normal. Dipenuhinya uji normalitas menjamin bahwa perhitungan premi dapat menggunakan formula Black-Scholes.

### 3.7 Besar Pertanggungans Maksimal

Nilai pertanggungans maksimal pada asuransi pertanian ditentukan berdasarkan total biaya sejak penanaman sampai panen. Biaya total tersebut meliputi biaya variabel dan biaya tetap untuk penanaman cabai.

Biaya variabel meliputi biaya benih cabai dan pupuk (pupuk organik dan pupuk NPK). Sementara itu, biaya tetap produksi cabai meliputi biaya tenaga kerja, alat-alat pertanian dan operasional lainnya. Rincian nilai pertanggungans dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Nilai Pertanggungans Tanaman Cabai Kabupaten Cilacap

No.	Komponen Biaya	Jumlah (Kg)	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
Biaya Variabel				
1.	Benih	15	50.000	1.452.300
2.	Pupuk	250	2.300	4.482.400
3.	Pestisida	3	100.000	1.665.300
4.	Tenaga Kerja			7.391.400
Total Biaya Variabel				14.991.400
Biaya Tetap Variabel				
1.	Pajak Bumi dan Bangunan			51.000
2.	Penyusutan Alat			378.000
Total Biaya Tetap Produksi				429.000
Total Biaya Keseluruhan				15.420.400

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

### 3.8 Nilai *Exit* dan *Trigger*

Nilai *exit* dan *trigger* ditentukan berdasarkan data curah hujan caturwulan tiga yang dipilih sebagai *window index*. Data tersebut diurutkan dari yang terkecil. Data curah hujan terkecil dijadikan sebagai nilai *exit* yaitu 31,15 mm, sedangkan nilai-nilai *trigger* dihitung berdasarkan persentil. Hasilnya tersedia pada Tabel 7.

### 3.9 Perhitungan Premi dengan Persamaan Black-Scholes

Data yang digunakan pada penelitian ini caturwulan (per empat bulan), maka dalam satu tahun terdapat tiga kelompok data sehingga  $T = \frac{1}{3} = 0,3333$ . Suku bunga bebas risiko ( $r$ ) yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rate* Bank Indonesia dimulai dari tahun 2011-2019 adalah sebesar 1,92% yang diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \ln(i + 1),$$

dengan asumsi  $i$  merupakan *rate* Bank Indonesia (BI).

Data curah hujan caturwulan tiga berturut-turut adalah 42,7550; 44,5917; 31,1500; 37,9083; 34,5333; 49,3250; 42,9917; 35,7917. Dari data tersebut perhitungan nilai  $\tilde{\mu}$  menggunakan persamaan (4) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{\mu} &= \frac{1}{n-1} \ln \left( \frac{(\bar{R}_n)}{(\bar{R}_1)} \right) T \\ &= \frac{1}{8-1} \ln \left( \frac{35,7917}{42,7750} \right) (0,3333) \\ &= -0,008486705.\end{aligned}$$

Sebelum melakukan perhitungan nilai  $\tilde{\sigma}$ , akan dihitung terlebih dahulu  $\mu_k$ . Berikut adalah contoh perhitungan  $\mu_k$  dengan persamaan (6) untuk  $k = 2$  menggunakan  $(\bar{R}_2)$  tahun 2011 sebesar 44,5917 dan  $(\bar{R}_1)$  tahun 2011 sebesar 42,7750.

$$\begin{aligned}\mu_2 &= \ln \left( \frac{(\bar{R}_2)}{(\bar{R}_1)} \right) \\ &= \ln \left( \frac{44,5917}{42,7750} \right) \\ &= 0,0415932505\end{aligned}$$

Perhitungan nilai  $\tilde{\sigma}$  menggunakan persamaan (5) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma} &= \sqrt{\frac{1}{n-2} (\sum_{k=2}^n (u_k - \bar{u})^2) \sqrt{T}} \\ &= \sqrt{\frac{1}{8} (0,352709346)(0,3333)} \\ &= 0,139975013.\end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan nilai  $d_2$  pada persentil ke-5. Perhitungan nilai  $d_2$  pada persentil ke-5, dilakukan untuk nilai  $E = 32,3342$  yaitu sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln \left( \frac{35,7917}{32,3342} \right) + (-0,008486705)}{0,139975013} = 0,66514767.$$

Berikut adalah contoh perhitungan premi dengan persentil ke-5 dengan menggunakan besar nilai pertanggungan ( $G$ ) pada tanaman cabai di Kabupaten Cilacap sebesar Rp. 15.420.400. Perhitungan premi pada persentil ke -5, dilakukan untuk  $d_2 = 0,66514767$  dan  $N(-d_2) = 0,25297802$  yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Premi} &= \text{Rp}15.420.400 \times (0,993611616) \times (0,25297802) \\ &= \text{Rp}3.876.101,108.\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan premi asuransi pada beberapa persentil diberikan pada Tabel 7. Pada Tabel 7, dengan hasil perhitungan premi dapat dilihat bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar nilai *trigger* curah hujan. Semakin besar nilai *trigger* curah hujan maka semakin besar premi yang harus dibayarkan oleh para petani. Hal ini dapat dipengaruhi oleh data terakhir dari rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan  $(\bar{R}_n)$  karena jika dihitung dengan indeks *window* yang berbeda maka data terakhir dari rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan  $(\bar{R}_n)$  akan berbeda juga sehingga dapat mengakibatkan perbedaan besar premi.

**Tabel 7.** Besar Premi Asuransi Pertanian Kabupaten Cilacap tahun 2011-2018

Persentil	Trigger ( <i>E</i> ) (mm)	$d_2$	$N(-d_2)$	Premi (Rp)
1%	31,3868	0,87758522	0,19008443	2.912.452,393
2%	31,6237	0,82388068	0,20500368	3.141.043,526
3%	31,8605	0,77057684	0,22047890	3.378.153,068
4%	32,0973	0,71766777	0,23648108	3.623.336,743
5%	32,3342	0,66514767	0,25297802	3.876.101,108
6%	32,5710	0,61301084	0,26993458	4.135.907,628
7%	32,8078	0,56125175	0,28731296	4.402.177,205
8%	33,0447	0,50986496	0,30507304	4.674.295,051
9%	33,2815	0,45884515	0,32317268	4.951.615,863
10%	33,5183	0,40818711	0,34156815	5.233.469,192
15%	34,5962	0,18205586	0,42776944	6.554.235,736
20%	35,0367	0,09168327	0,46347485	7.101.309,939
25%	35,4771	0,00243961	0,49902674	7.646.032,051
30%	36,0033	-0,10275492	0,54092126	8.287.935,225
35%	36,7442	-0,24826583	0,59803563	9.163.035,292
40%	37,4850	-0,39087205	0,65205409	9.990.700,128
45%	38,6383	-0,60736785	0,72819659	11.157.346,990
50%	40,3417	-0,91556574	0,82005265	12.564.755,250
55%	42,0450	-1,21101601	0,88705537	13.591.363,460
60%	42,8183	-1,34122435	0,91007619	13.944.085,940
65%	42,8942	-1,35386595	0,91211043	13.975.254,310
70%	42,9700	-1,36648523	0,91410664	14.005.840,120
75%	43,3917	-1,43624925	0,92453429	14.165.611,290
80%	43,9517	-1,52785941	0,93672628	14.352.415,620
85%	44,5117	-1,61830971	0,94720207	14.512.924,490
90%	46,0117	-1,85509223	0,96820847	14.834.782,300
95%	47,6683	-2,10779656	0,98247570	15.053.383,260
100%	49,3250	-2,35186670	0,99066027	15.178.786,200

### 3.10 Perhitungan Santunan Berdasarkan Indeks Curah Hujan

Pada penelitian ini, santunan diberikan penuh apabila indeks curah hujan sama dengan atau kurang dari nilai *exit* yaitu sebesar 31,1500 dan tidak diberikan santunan apabila indeks curah hujan sama dengan atau lebih nilai *trigger* yang dipilih sesuai dengan persentilnya.

Selanjutnya akan dihitung besar santunan diberikan sebagian (*Y*) apabila indeks curah hujan berada di antara nilai *trigger* dan nilai *exit* dengan menggunakan persamaan (1). berikut adalah contoh perhitungan santunan diberikan sebagian pada persentil ke-5. Perhitungan besar santunan sebagian pada persentil ke-5 dengan nilai *trigger* sebesar 32,3342 dan nilai *exit* sebesar 31,1500 untuk indeks curah hujan sebesar 31,3000 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y &= \left(1 - \frac{(31,3000 - 31,1500)}{(32,3342 - 31,1500)}\right) \times \text{Rp } 15.420.400 \\
 &= (1 - 0,1266677926) \times \text{Rp } 15.420.400 \\
 &= \text{Rp } 13.467.131,97.
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan santunan asuransi dengan nilai *exit* 31,1500 mm dan beberapa nilai *trigger* (*E*) sesuai dengan persentilnya diberikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Besar Santunan Pada Asuransi Pertanian Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2018

Persentil	Premi (Rp)	Exit (mm)	Trigger (mm)	Indeks Curah Hujan (mm)	Santunan (Rp)
5%	2.392.517,247	31,1500	32,3342	≤ 31,1500	15.420.400,00
				31,3000	13.467.131,97
				31,4500	11.513.863,94
				31,6000	9.560.595,91
				31,8500	6.305.149,20
				32,2500	1.096.434,45
				32,3000	445.345,11
				≥ 32,3342	0,00
10%	3.456.479,942	31,1500	33,5183	≤ 31,1500	15.420.400,00
				31,3000	14.443.724,75
				31,4500	13.467.049,50
				31,6000	12.490.374,24
				31,8500	10.862.582,16
				32,2500	8.258.114,82
				32,3000	7.932.556,40
				32,5500	6.304.764,31
				32,7000	5.328.089,06
				32,8500	4.351.413,81
				33,1000	2.723.621,72
				33,2500	1.746.946,47
33,4000	770.271,22				
33,5000	119.154,38				
≥ 33,5183	0,00				

Pada Tabel 8 terlihat bahwa hasil perhitungan didapatkan nilai *exit* untuk setiap persentil bernilai sama yaitu sebesar 31,15 mm sehingga pada persentil berapapun apabila indeks curah hujan sama dengan atau kurang dari 31,15 mm maka santunan yang diberikan penuh yaitu sebesar Rp 15.420.400. Pada santunan yang diberikan sebagian, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai persentil maka santunan yang akan diberikan kepada petani sebagai pihak tertanggung akan semakin besar.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan persamaan Black-Scholes dapat dihitung premi asuransi pertanian pada komoditas cabai di Kabupaten Cilacap yaitu semakin besar nilai persentil maka semakin besar premi yang harus dibayarkan oleh petani. Sementara itu, dengan menggunakan metode HBA didapatkan indeks *window* dan indeks curah hujan. Indeks *window* yang digunakan dalam penelitian ini adalah caturwulan III yaitu bulan Oktober sampai dengan bulan Januari sedangkan indeks curah hujan digunakan adalah nilai *exit* sebesar 31,1500 mm dan beberapa nilai *trigger* sesuai dengan persentilnya.

Santunan sebagian akan diberikan sebagian apabila indeks curah hujan berada di antara nilai *exit* dan *trigger*. Berdasarkan hasil perhitungan santunan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar peluang petani untuk mendapatkan santunan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azahra, A. S. (2022). Analisis Terhadap Besar Santunan dan Premi Pada Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan untuk Komoditas Jagung. *Skripsi*. Sekolah Sarjana. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman, 2022.
- Azzahra A. S., Prabowo A., Wardayani A., dan Sukono. (2022a). Analisis terhadap Besar Premi pada Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan untuk Komoditas Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapannya (SENAMANTRA) FMIPA UNSOED*, 21 Desember 2022, 3(2022): 237-248.
- Azzahra A. S., Prabowo A., Wardayani A., Supriyanto, & Riyadi S., (2022b). Penurunan Persamaan Opsi Jual Cash-Or-Nothing dan Contoh Aplikasinya. Dalam "*Satu Windu FMIPA Unsoed*", pp. 136-149. Purwokerto: Penerbit Universitas Jenderal Soedirman.
- Filiapuspa, M. H., Sari, S. F., & Mardiyati, S. (2019). Applying Black-Scholes Method for Crop Insurance Pricing. *AIP Conference Proceeding* 2168, 020042, pp. 1-9, 2019. DOI: 10.1063.1.5132469.
- Nurjannah, H., & Safril, A. (2020). Penentuan Indeks Iklim Menggunakan Metode Historical Burn Analysis untuk Asuransi Pertanian di Kabupaten Brebes. *Jurnal Meteorolgi, Klimatologi dan Geofisika*, 7(1): 30-37. DOI: 10.36754/jmkg.v7i1.213.
- Prabowo, A. Amitarwati, D. P. Supriyanto, Sugandha, A., dan Riyadi, S. (2023b). Determination of Agricultural Insurance Premium Prices Based on Rainfall Index with the Black-Scholes Model. *PESHUM*, 2(5): 895-903.
- Prabowo, A., Mamat, M., and Sukono. (2023a). Determination of the Amount of Premium and Indemnity in Shallot Farming Insurance. *Universal Journal of Agricultural Research*, 11(2): 322-335, 2023.
- Prabowo, A., Zakaria, Z.A., Mamat, M., Sukono, Riyadi, S. & Bon, A.T. (2020). Determination of Agricultural Premium Prices Based on Rainfall Index with Formula Cash-or-Nothing Put Option. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> African International Conference on Industrial and Operations Management*, December 7-10, 2020, Harare, Zimbabwe, 1775-1783.
- Roji, I. F. (2022). Penentuan Nilai Premi Pada Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim di Kabupaten Bogor. *Jurnal Riset Statistika*, 2(1): 67-74. <https://doi.org/10.29313/jrs.vi.908>.
- Sholiha, A., Fatekurohman, M., & Tina, I. M. (2021). Application of Black-Scholes Method in Determining Agricultural Insurance Premium Based on Climate Change Index Using Historical Burn Analysis Method. *Berkala Saintek*, 9(3): 103-108. doi: 10.19184/bst.v9i3.22920.
- Sugiarto Y., Estiningtyas W., & Dewi W. S. (2017). Analisis Indeks Iklim dengan Metode *Historical Burn Analysis* untuk Adaptasi Perubahan Iklim (Studi Kasus di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur). *Agromet*, 31(1): 1-10. DOI: 10.29244/j.agromet.31.1.1-10.
- Sunny, R., Ayu, S. F., & Rahmanta. (2020). Coffee Export Insurance Premium Estimates from Sumatera Utara Province in International Market. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 454(012014): 1-8. <https://doi:10.1088/1755-1315/454/1/012014>.
- Togatorop, R. F., Maruddani, D. A., dan Tarno. (2022). Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian Komoditas Cabai Rawit Berbasis Indeks Curah Hujan Dengan Metode Black-Scholes. *Jurnal Gaussian*, 11(1), 77-85.

- Wati T., Estiningtyas W., & Fatkhuroyan. (2016). Analisis Indeks Iklim untuk Asuransi Pertanian Tanaman Padi di Kabupaten Cirebon dalam Rangka Adaptasi Perubahan Iklim. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 17(2): 129-137. DOI: 10.31172/jmg.v17i2.439.
- Widi, H., Lani, D. N. R., & Hasanah, F. (2021). Determining Agricultural Insurance in Malang City using Black-Scholes Model. *International Journal of Global Operations Research*, 2(2): 80-87.
- Widyawati, Satyahadewi, N., & Sulistianingsih, E. (2013). Penggunaan Model Black-Scholes untuk Penentuan Harga Opsi Jual Tipe Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya*, 2(1), 13-20.
- Zahra, A. E. P., Riaman, & Sukono. (2023). Application of Black-Scholes method for Determining Agricultural Insurance Premium Based on the Rainfall Index Using the Historical Burn Analysis Method. *International Journal of Global Operations Research*, 4(1): 43-49.