

SKRIPSI

**PERHITUNGAN HARGA PREMI ASURANSI PERTANIAN
KOMODITAS BAWANG MERAH BERBASIS INDEKS
CURAH HUJAN DENGAN METODE *BLACK-SCHOLES***



**HASRA
E0120509**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
TAHUN 2024**

SKRIPSI

**PERHITUNGAN HARGA PREMI ASURANSI PERTANIAN
KOMODITAS BAWANG MERAH BERBASIS INDEKS
CURAH HUJAN DENGAN METODE *BLACK-SCHOLES***



**HASRA
E0120509**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
TAHUN 2024**

SKRIPSI

**PERHITUNGAN HARGA PREMI ASURANSI PERTANIAN
KOMODITAS BAWANG MERAH BERBASIS INDEKS
CURAH HUJAN DENGAN METODE *BLACK-SCHOLES***



**HASRA
E0120509**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi
Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sulawesi Barat

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
TAHUN 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

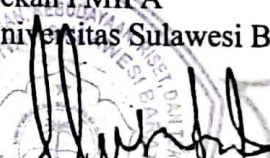
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Hasra
NIM : E0120509
Judul : Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian Komoditas
Bawang Merah Berbasis Indeks Curah Hujan Dengan
Metode *Black-Scholes*

Telah berhasil di pertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji (SK Nomor 61/UN55.7/HK.04/2024,28/08/2024) dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sulawesi Barat.

Disahkan oleh:

Dekan FMIPA
Universitas Sulawesi Barat


MUSAFIRA, S.Si., M.Sc.
NIP. 197709112006042002

Tim Penguji:

Ketua Penguji : Musafira, S.Si., M.Sc

Sekretaris : Ahmad Ansar, S.Pd., M.Sc

Pembimbing 1 : Rahma Abubakar, S.Pd., M.Si

Pembimbing 2 : Andi Seppewali, S.Kom., M.Kom

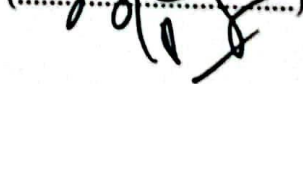
Penguji 1 : Rahmawati, S.Si., M.Si

Penguji 2 : Darma Ekawati, S.Pd., M.Sc

Penguji 3 : Fardinah, S.Si., M.Sc


(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

ABSTRAK

Tanaman bawang merah merupakan salah satu komoditas utama dalam sektor pertanian hortikultura. Curah hujan menjadi faktor penting yang dapat memengaruhi hasil pertanian, termasuk pada komoditas bawang merah. Pada penelitian ini, yang di diasuransikan adalah indeks curah hujan, bukan tanaman itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai indeks curah hujan pada asuransi pertanian komoditas bawang merah berbasis indeks curah hujan serta menghitung nilai kontrak premi asuransi menggunakan metode Black-Scholes. Data yang digunakan adalah data produksi bawang merah bulanan dan data curah hujan bulanan di Provinsi Jawa Tengah pada periode 2018–2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Caturwulan III dipilih sebagai indeks dalam perhitungan harga premi asuransi. Dari perhitungan premi berdasarkan indeks curah hujan, diperoleh bahwa jika nilai curah hujan sebesar 875 mm, maka premi yang harus dibayarkan adalah sebesar Rp 20.674.848.

Kata kunci: Asuransi Pertanian, Indeks Curah Hujan, Metode *Black-Scholes*, Premi Asuransi.

ABSTRACT

Red onion is one of the main commodities in the horticultural agriculture sector. Rainfall is a crucial factor that can affect agricultural yields, including for red onions. In the context of agricultural insurance, the insured element is the rainfall index, not the crops themselves. This study aims to determine the value of the rainfall index for agricultural insurance of red onion commodities based on the rainfall index and to calculate the insurance premium contract value using the Black-Scholes method. The data used includes monthly red onion production data and monthly rainfall data from Central Java Province during the period of 2018–2023, obtained from the Central Statistics Agency (BPS). The results show that the third quarter Caturwulan III was selected as the index for calculating the insurance premium. Based on the calculation of the premium using the rainfall index, it was found that if the rainfall value is 875 mm, the premium to be paid is Rp 20,674,848.

Keywords: Agricultural Insurance, Rainfall Index, Black-Scholes Method, Insurance Premium.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman horikultural yang memiliki peranan penting karena hampir semua penduduk mengonsumsi tanpa memandang status sosial dan ekonominya. Tanaman horikultural yang mempunyai kontribusi besar terhadap tingkat inflasi di Indonesia adalah tanaman bawang merah (Kementan RI, 2020). Jumlah Produksi bawang merah di Indonesia pada tahun 2022 mencapai sebanyak 2 (juta ton) jumlah ini meningkat 10,42% dibanding Tahun 2021 sebelumnya mencapai sebanyak 1,81 (juta ton). Provinsi Jawa Tengah berada pada urutan pertama dengan jumlah produksi bawang merah terbesar kemudian dilanjutkan oleh Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Sumatera Barat dan Sulawesi Selatan (Badan pusat Statistik, 2023). Kabupaten dengan produksi bawang merah tertinggi di Provinsi Jawa Tengah yaitu Brebes.

Sektor pertanian menawarkan peluang pertumbuhan ekonomi, namun potensi risiko ketidakpastian seperti risiko gagal panen, tetap menjadi tantangan yang signifikan. Risiko yang terjadi dapat diakibatkan beberapa faktor salah satunya yang menjadi faktor utama adalah faktor alam seperti curah hujan (Putri, dkk., 2017). Curah hujan merupakan salah satu faktor alam yang dapat mengganggu keadaan pertanian. Keadaan curah hujan yang tidak stabil dapat mempengaruhi hasil panen dari tanaman yang dihasilkan (Hidayati, 2023). Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan lahan bawang merah tergenang, sehingga umbi bawang merah mudah membusuk dan kualitas panen menurun.

Keadaan yang tidak terduga dapat dihindari oleh masyarakat dengan mencari pihak yang menanggung risiko kerugian terhadap ancaman, yaitu lembaga asuransi. Asuransi merupakan suatu kontrak antara dua pihak, pihak pertama disebut penanggung atau perusahaan asuransi dan pihak kedua disebut tertanggung atau pemegang polis. Pada asuransi pertanian terdapat premi yang harus dibayarkan setiap musim panen atas keikutsertaannya dalam program

asuransi dan untuk memperoleh santunan. Dalam asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan perhitungan premi hanya didasarkan pada satu penyebab yaitu curah hujan. Metode ini di perkenalkan sebagai metode dalam menentukan harga opsi. Opsi yang digunakan dalam metode ini adalah opsi tipe Eropa (*Europion Option*) yang dapat digunakan pada saat jatuh tempo saja. Metode ini memiliki asumsi dimana suku bunga yang digunakan adalah suku bunga bebas risiko, tidak memberikan dividen, tidak terdapat biaya transaksi. Hal inilah yang membuat metode ini dapat digunakan pada asuransi terutama dalam asuransi berbasis indeks (Togatorop, dkk. 2022).

Penelitian mengenai perhitungan premi asuransi pertanian menggunakan metode *Black-Scholes* bukan merupakan hal yang baru, tetapi sudah pernah dilakukan sebelumnya untuk beberapa data yang berbeda. Metode ini mempunyai kelebihan dalam menentukan premi asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan yaitu dapat membantu dalam pengelolaan risiko, terutama di bawah dampak curah hujan yang semakin meningkat. (Togatorop, dkk. 2022) membahas tentang perhitungan harga premi asuransi pertanian pada komoditas cabai rawit berbasis indeks curah hujan dengan metode *Black-Scholes*. (Azzahra, dkk. 2022) meneliti tentang analisis terhadap besar premi pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan untuk komoditas jagung menggunakan metode *Burn Analysis* dengan menggunakan persamaan *Black-Scholes*.

Berdasarkan penjelasan diatas, penulis tertarik melakukan penelitian “Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian Komoditas Bawang Merah Berbasis Indeks Curah Hujan dengan Metode *Black-Scholes*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana nilai indeks curah hujan pada asuransi pertanian komoditas bawang merah?

2. Berapa nilai kontrak premi asuransi pertanian yang harus dibayarkan pada asuransi pertanian komoditas bawang merah yang berbasis indeks curah hujan menggunakan metode *Black-Scholes*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai indeks curah hujan pada asuransi pertanian komoditas bawang merah berbasis indeks curah hujan.
2. Menghitung nilai kontrak premi asuransi pertanian komoditas bawang merah yang harus dibayarkan pada asuransi pertanian yang berbasis indeks menggunakan metode *Black-Scholes*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi penulis, sebagai sarana mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang penggunaan metode *Black-Scholes* dalam konteks asuransi pertanian dan pengelolaan risiko kerugian finansial.
2. Bagi pembaca, sebagai referensi untuk mempelajari lebih lanjut tentang perhitungan harga premi asuransi pertanian dengan metode *Black-Scholes*.
3. Bagi Perusahaan Asuransi, sebagai bahan referensi dalam merumuskan serta penempatan standar harga asuransi pertanian tanaman bawang merah.
4. Bagi petani, sebagai referensi pemilihan produk asuransi yang sesuai dengan kebutuhan.

1.5 Batasan Masalah

Penulis membatasi permasalahan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Penulis membatasi permasalahan dengan memfokuskan pada perhitungan harga premi asuransi pertanian komoditas bawang merah dengan hasil produksi berdasarkan harga opsi jual dengan curah hujan sebagai indeks kumulatif.

2. Penelitian ini menggunakan metode *Black-Scholes* untuk menghitung premi asuransi pertanian komoditas bawang merah yang berbasis indeks curah hujan.
3. Data yang digunakan adalah data produksi bawang merah bulanan dan data curah hujan bulanan pada Provinsi Jawa tengah tahun 2018 sampai dengan tahun 2023.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini diberikan definisi dan teorema serta konsep materi yang mendukung untuk mempermudah memahami Bab IV. Konsep yang disajikan diantaranya tanaman bawang merah, asuransi pertanian, curah hujan, koefisien korelasi pearson, distribusi Lognormal, *return*, opsi, dan *Black-Scholes*.

2.1 Tanaman Bawang Merah

Bawang merah atau Brambang (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai bumbu masakan. Bawang merah adalah tanaman musiman dan memiliki umbi yang berlapis. Tanaman ini mempunyai akar serabut dengan daun berbentuk silinder berongga. Umbi terbentuk dari pangkal daun yang bersatu dan berbentuk batang yang berubah bentuk dan fungsi, membesar dan membentuk umbi berlapis. Umbi bawang merah terbentuk dari lapisan-lapisan daun yang membesar dan bersatu. Tanaman bawang merah tumbuh tersebar di seluruh negara termasuk Indonesia yang merupakan daerah tropis, menjadi salah satu tanaman perkebunan yang sangat penting bagi perekonomian nasional (Permana, dkk. 2021).

2.2 Asuransi Pertanian

Asuransi berasal dari kata *assurance* yang berarti manjamin atau pertanggungan. Menurut Kitab Undang-Undang Hukum Dasar Dagang (2016), Undang-Undang Pasal 1 Nomor 2 Tahun 1992 tentang usaha peransuransian menyatakan bahwa, “Asuransi adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih dimana pihak penanggung mengikat diri kepada tertanggung dengan menerima premi asuransi untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti atau untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan.” Hal ini dapat disimpulkan bahwa asuransi bertujuan untuk

memberikan perlindungan atas kerugian yang diakibatkan oleh perubahan cuaca yang tidak terduga.

Dasar dan unsur asuransi yaitu mengelakkan suatu resiko dengan menyerahkannya atau membebankannya kepada orang lain (Subagiyo & Salviana, 2016). Adapun unsur - unsur asuransi yaitu :

- a. Pihak tertanggung, yang berjanji untuk membayar uang premi kepada pihak penanggung, sekaligus atau secara berangsur-angsur.
- b. Pihak penanggung, merupakan pihak yang berjanji akan membayar sejumlah uang kepada pihak tertanggung apabila terjadi sesuatu yang mengandung unsur tak tentu.
- c. Suatu peristiwa yang tak tentu atau tidak diketahui sebelumnya.
- d. Kepentingan yang tak mungkin akan mengalami kerugian karena peristiwa yang tak tertentu.

Asuransi pertanian adalah mekanisme finansial yang akan membantu mengelola kerugian pertanian akibat bencana alam atau perubahan iklim yang tidak mendukung diluar kemampuan petani untuk mengendalikannya (Siregar, dkk. 2022). Manajemen risiko dibidang pertanian adalah masalah yang sangat penting dalam investasi dan keputusan finansial petani. Program asuransi sangat bergantung pada rasio cost/ benefit bagi petani, pengusaha pertanian dan penyedia jasa asuransi dan yang tidak kalah pentingnya adalah asuransi yang diberikan didasarkan pada pertimbangan apakah biaya asuransi tersebut cukup efektif dalam menanggung sebuah risiko.

Secara umum tujuan asuransi untuk sektor pertanian adalah untuk memberikan proteksi atau penggantian terhadap risiko gagal panen akibat serangan hama, penyakit, ataupun bencana alam (Sulaiman, 2017). Asuransi pertanian ini diharapkan dapat memberikan keuntungan bagi para petani menyangkut tingkat produksi bahkan sampai perbaikan situasi ekonomi maupun perusahaan penyedia jasa asuransi. Maka dari itu dianjurkan kepada petani untuk mengikuti program asuransi pada lahan pertanian yang dimiliki.

2.3 Asuransi Berbasis Indeks

Asuransi berbasis indeks merupakan asuransi parametrik dimana pihak tertanggung membayar premi ketika mengalami kerugian. Pembayaran bulanan yang di perlukan oleh tertanggung untuk mempertahankan asuransi dikenal sebagai premi. Faktor terpenting dalam menentukan nilai kontrak adalah menentukan nilai premi yang sesuai. Oleh karena itu, indeks yang diasuransikan dapat berbeda-beda untuk setiap petani. Premi merupakan pembayaran yang diberikan tertanggung kepada penanggung sebagai jaminan untuk pengalihan risiko ataupun penggantian kerugian yang mungkin diderita tertanggung kepada penanggung. Premi asuransi adalah dimana penanggung akan mengumpulkan dana dari tertanggung dengan jumlah yang telah disepakati dalam kurun waktu tertentu. Dana ini kemudian digunakan untuk mengganti kerugian yang dialami oleh tertanggung akibat kejadian yang tidak terduga sehingga tertanggung dapat kembali ke kondisi semula (Feriliani, dkk. 2021).

2.4 Curah Hujan

Hujan merupakan sebuah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan tiba di permukaan. Hujan terjadi akibat pendinginan suhu udara atau penambahan uap air ke udara. Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama masa periode tertentu yang diukur dalam satuan milimeter di atas permukaan laut. Jumlah intensitas air hujan yang turun dalam waktu tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan) di permukaan dasar disebut curah hujan (Siregar, dkk . 2022).

Tabel 2.1. Karakteristik intensitas curah hujan (mm)

Kriteria Hujan	Intensitas per jam	Intensitas per hari
Sangat ringan	<0,1	<5.0
Ringan	0,1- 5,0	5,0-20
Sedang/Normal	5,1-10	20,1-50
Lebat	10,1-20	50,1-100
Sangat lebat	>20	>100

Sumber: Badan Meterologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG)

Curah hujan yang cocok untuk tanaman bawang merah adalah 200-2.500 mm/th. Disamping itu, tanaman bawang merah membutuhkan suhu udara 25-32°C, dengan kelembaban antara 50-70% (Akira Tabuni, 2017). Curah hujan berlebihan dapat berakibat buruk pada tanaman bawang merah, meskipun bawang merah membutuhkan air yang cukup banyak tetapi tanaman yang sudah berbulir dan menua lebat dapat berangsur cukup sering sehingga mengakibatkan tanaman bawang merah terendam air, mudah membusuk dan kualitas bawang merah menurun.

2.5 Koefisien Korelasi Pearson

Korelasi merupakan suatu istilah yang digunakan dalam mengukur hubungan antar variabel. Analisis korelasi merupakan metode asosiasi yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan dan tingkat keeratan hubungan diantara dua variabel tanpa memperhatikan variabel dependen maupun variabel independen (Dwi, 2010). Analisis korelasi juga dapat digunakan untuk melihat arah hubungan, arah positif (searah) atau negatif (tidak searah). Arah korelasi dapat dilihat melalui koefisien korelasi. Korelasi bernilai positif apabila perubahan pada satu variabel diikuti oleh perubahan pada variabel yang lain dengan arah yang sama dengan kata lain semakin tinggi variabel x maka semakin tinggi variabel y (Bisma, dkk. 2020).

Korelasi pearson (*Product Moment*) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan diantara dua variabel yang berskala interval atau rasio. Untuk mengetahui keeratan hubungan diantara dua variabel yaitu dengan melihat angka koefisien korelasinya dengan kriteria sebagai berikut (Margin, 2022).

Tabel 2.2. Interpretasi terhadap koefisien korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0-0,05	Tidak ada korelasi
0,05-0,25	Korelasi Sangat lemah
0,25-0,50	Korelasi cukup kuat
0,50-0,75	Korelasi kuat
0,75-0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Koefisien korelasi pearson dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) \cdot (n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \quad (2.1)$$

Dimana:

r_{xy} = koefisien korelasi

n = banyaknya nilai

$\sum x_i y_i$ = jumlah perkalian variabel x dan y

x_i = nilai x_i ke- i

y_i = nilai y_i ke- i

Contoh 2.1

Diberikan dua variabel, yaitu nilai matematika $X = 80, 90, 76, 92, 85$ dan nilai fisika $Y = 78, 88, 85, 90, 82$. Hitunglah koefisien korelasi Pearson antara nilai matematika dan nilai fisika.

Penyelesaian:

Diketahui

X = nilai matematika

Y = nilai fisika

$$\sum x_i = 85 + 90 + 76 + 92 + 85 = 428$$

$$\sum y_i = 78 + 88 + 85 + 90 + 82 = 423$$

$$\sum x_i^2 = 7.225 + 8.100 + 5.776 + 8.464 + 7.225 = 36.790$$

$$\sum y_i^2 = 6.084 + 7.744 + 7.225 + 8.100 + 6.724 = 35.877$$

$$\sum x_i y_i = 6.630 + 7.920 + 6.460 + 8.280 + 6.970 = 36.260$$

Sehingga nilai r yaitu:

Dimana $n = 5$ (jumlah siswa)

$$\begin{aligned}
r_{xy} &= \frac{5(36260) - (428)(423)}{\sqrt{5(36790) - (428)^2 \times 5(35877) - (423)^2}} \\
&= \frac{181300 - 181004}{\sqrt{183950 - 183184 \times 179385 - 178929}} \\
&= \frac{256}{\sqrt{766 \times 456}} \\
&= \frac{256}{\sqrt{349896}} \\
&= \frac{256}{592.34} = 0,432
\end{aligned}$$

Jadi, nilai koefisien korelasi pearson antara nilai matematika dan fisika adalah 0,432.

2.6 Distribusi Log Normal

Distribusi lognormal adalah distribusi probabilitas peubah (variabel) acak yang logaritmatnya tersebar secara normal dan mengasumsi nilai positif. Distribusi lognormal berkaitan dengan distribusi normal. Dalam teori-teori probabilitas, distribusinormal adalah distribusi probabilitas peubah acak yang berdistribusi Lognormal didefinisikan sebagai berikut:

Definisi 1: (Bain L J & Engelhardt M., 1992)

Peubah acak x berdistribusi lognormal jika logaritma naturalnya, $Y = \ln X$ merupakan distribusi normal.

$$\begin{aligned}
Y &= \ln X \\
X &= e^Y
\end{aligned} \tag{2.2}$$

Fungsi densitas probabilitas dari distribusi log normal adalah sebagai berikut:

Definisi 2: (Bain L J & Engelhardt M., 1992)

Peubah acak x berdistribusi lognormal dengan parameter μ dan σ^2 , dinotasikan $X - LOGN(\mu, \sigma^2)$, mempunyai fungsi densitas probabilitas

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(\frac{-(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)} & , x > 0 \\ 0 & , x \text{ lainnya} \end{cases} \tag{2.3}$$

Uji lognormal adalah bentuk pengujian tentang kenormalan distribusi data. Uji log normal bertujuan untuk mengetahui apakah yang diperoleh merupakan data terdistribusi normal atau tidak. Jika distribusi data normal, maka rumus hipotesis

yang akan digunakan adalah jenis uji yang termasuk ke dalam statistik parametrik, dan jika tidak berdistribusi normal, maka menggunakan statistik non parametrik. Dengan melihat hasil dari uji log normal, maka rumus yang tepat untuk digunakan dengan menguji hipotesis adalah jika nilai signifikan $< 0,05$ data tidak normal dan sebaliknya jika nilai signifikan $> 0,05$ data dikatakan normal.

2.7 Return

Return adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. *Return* dapat bernilai positif dan juga bernilai negatif, artinya tingkat keuntungan atau pengembalian yang diterima sesuai dengan kondisi *real* dari aset yang dijadikan investasi (Nissa, dkk. 2020). *Return* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$R_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (2.4)$$

dengan R_t menyatakan *return* harga aset pada saat t , S_t menyatakan harga aset saat t , dan S_{t-1} menyatakan harga aset saat $t-1$ (Nissa, dkk. 2020).

Contoh 2.2

Kadi membeli aset satu tahun yang lalu dengan harga sebesar Rp 150.000.000. Saat ini, harga aset tersebut turun menjadi Rp 140.000.000. hitunglah *return* yang diperoleh.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} R_t &= \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \\ &= \ln \left(\frac{140.000.000}{150.000.000} \right) \\ &= \ln(0,9333) = -0,0691 \end{aligned}$$

2.8 Opsi

Opsi adalah suatu kontrak atau persetujuan yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegang kontrak untuk menjual atau membeli suatu aset induk (*underlying asset*) dengan indeks yang telah disepakati pada saat atau sebelum jatuh tempo (Nani, dkk. 2021). Opsi dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

- a. Opsi jual (*Put Option*) adalah kontrak yang memberikan kepada para pembeli opsi untuk menjual kepada penjual opsi pada waktu dan harga ditentukan.
- b. Opsi beli (*Call Option*) adalah kontrak yang memberikan kepada para pembeli opsi untuk membeli suatu aset.

Kontrak opsi adalah suatu perjanjian yang memberikan hak kepada *holder* untuk membeli suatu *underlying asset* pada tingkat harga tertentu (*strike price*) pada saat jatuh tempo untuk membeli kepada penjual opsi pada waktu dan harga ditentukan K (*strike price*). Seorang *holder* harus membuat suatu keputusan apa yang harus dia lakukan terhadap tenggungan kontrak opsi tersebut, keputusannya akan ditentukan berdasarkan kondisi pasar (Larasati, 2018). Secara matematis harga opsi jual dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = \max(K - S_t, 0) \quad (2.5)$$

Keterangan:

P = *payoff* atau keuntungan

K = harga pelaksanaan (*strike price*)

S_t = harga aset pada saat jatuh tempo

Jika S_t lebih rendah dari K , pemegang opsi akan mendapatkan keuntungan sebesar $K - S_t$. Jika S_t lebih tinggi atau sama dengan K , *payoff* adalah 0.

Contoh 2.3

Misalkan harga pelaksanaan $K = 100.000$ dan harga aset pada saat jatuh tempo $S_t = 80.000$.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} P &= \max(100.000 - 80.000, 0) \\ &= 20.000 \end{aligned}$$

Jika harga aset pada saat jatuh tempo $S_t = 120.000$, maka:

$$\begin{aligned} P &= \max(100.000 - 120.000, 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Berdasarkan tipe opsi dan waktunya, opsi dibedakan menjadi dua yaitu:

- a) Opsi Eropa adalah opsi yang memungkinkan waktu pelaksanaan hanya pada tanggal jatuh tempo.
- b) Opsi Amerika adalah opsi yang memungkinkan waktu pelaksanaannya opsi hanya sebelum atau tanggal jatuh tempo.

2.9 Metode *Black-Scholes*

Metode *Black-Scholes* pertama kali dikembangkan pada tahun 1973 oleh Ficher Black dan Myron Scholes. Metode *Black-Scholes* merupakan metode yang digunakan dalam menentukan harga opsi. Dalam hal ini metode digunakan untuk menentukan harga nilai opsi dalam suatu kontrak harga saham. Terdapat beberapa asumsi yang digunakan dengan metode *Black-Scholes* yaitu:

1. Opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa (*Europion Option*), karena metode ini hanya dapat digunakan pada saat jatuh tempo saja.
2. Suku bunga bebas risiko,
3. Tidak ada dividen yang dapat dibagikan selama masa opsi
4. Tidak ada biaya transaksi dalam membeli opsi.

Metode *Black-Scholes* akan digunakan untuk menentukan atau menghitung premi asuransi ketika hasil produksi mengalami penurunan dibawah standar dipengaruhi oleh curah hujan. Berdasarkan persamaan *Black* dan *Scholes* (1973) dan Merton (1974) diperoleh harga *put option* tipe Eropa pada waktu ke- t sebagai berikut:

1. Opsi jual (*Call option*)

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2) \quad (2.6)$$

Penurunan rumus metode *Black-Scholes* untuk opsi jual (*call option*) dengan menggunakan pendekatan ∂ dengan menggabungkan konsep distribusi kumulatif normal standar $N(d_1)$ dan $N(d_2)$ dengan faktor-faktor seperti harga aset, harga *strike*, suku bunga bebas risiko, waktu saat jatuh tempo, dan volatilitas.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial C}{\partial S} &= N(d_1) \\
\frac{\partial^2 C}{\partial^2 S} &= \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{t}} \\
\frac{\partial C}{\partial \sigma} &= S\sqrt{t}N'(d_1) \\
\frac{\partial C}{\partial t} &= -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{t}} - rKe^{-rt}N(d_2) \\
\frac{\partial C}{\partial r} &= K(t)e^{-rt}N(d_2)
\end{aligned} \tag{2.6}$$

2. Opsi beli (*put option*)

$$P = Ke^{-rt}N(-d_2) - S_0N(-d_1) \tag{2.8}$$

Penurunan rumus metode *Black-Scholes* untuk opsi beli (*put option*) dengan menggunakan pendekatan $\hat{\partial}$ dengan menggabungkan konsep distribusi kumulatif normal standar $N(-d_1)$ dan $N(-d_2)$ dengan faktor-faktor seperti harga aset, harga *strike*, suku bunga bebas risiko, waktu saat jatuh tempo, dan volatilitas.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial C}{\partial S} &= N(d_1) - 1 \\
\frac{\partial^2 C}{\partial^2 S} &= \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{t}} \\
\frac{\partial C}{\partial \sigma} &= S\sqrt{t}N'(d_1) \\
\frac{\partial C}{\partial t} &= -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{t}} + rKe^{-rt}N(-d_2) \\
\frac{\partial C}{\partial r} &= -K(t)e^{-rt}N(d_2)
\end{aligned} \tag{2.9}$$

dengan:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \tag{2.10}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.11)$$

$$= d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

keterangan:

C = harga opsi beli

P = harga opsi jual

S_0 = harga aset terkini (curah hujan terkini)

K = harga sepakatan opsi

r = tingkat suku bunga bebas risiko

σ = simpangan baku dari harga aset

t = waktu sampai dengan jatuh tempo

$N(-d_1)$ = distribusi kumulatif normal dari d_1

$N(-d_2)$ = distribusi kumulatif normal dari d_2

Terdapat beberapa kesamaan antara harga opsi dan asuransi berbasis indeks dapat dirumuskan sama seperti harga opsi. Dalam menentukan harga asuransi indeks menggunakan metode *Black-Scholes* dapat dipertimbangkan nilai Patokan pada asuransi indeks adalah R_t dan sruktur pembayaran pada asuransi berbasis indeks curah hujan adalah sekaligus. Nilai premi asuransi pertanian berbasis indeks dapat dihitung dengan mencari nilai distribusi kumulatif d_2 terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{R_0}{R_t}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (2.12)$$

Setelah didapat nilai d_2 , hitung distribusi kumulatif normal dari $-d_2$ yang ditulis sebagai $N(-d_2)$ dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N(-d_2) = \int_{-\infty}^{-d_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2.13)$$

keterangan:

R_0 = nilai curah hujan terbaru

R_T = nilai curah hujan yang dipilih sebagai indeks

r = tingkat suku bunga bebas risiko

σ = simpangan baku dari harga aset

t = waktu sampai dengan jatuh tempo

Untuk asuransi berbasis indeks curah hujan, nilai pertanggungan bergantung pada realisasi curah hujan dan dirancang sebagai opsi put, dapat definisikan sebagai berikut:

$$payout = \begin{cases} p, & \text{jika } R < R_t \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.14)$$

Dengan p merupakan harga pertanggungan asuransi terhadap petani akibat dari perubahan curah hujan, dan R_t adalah nilai patokan yang didefinisikan sebagai rata-rata dari curah hujan bulanan yang berkorelasi paling kuat terhadap hasil panen atau produksi selama puluhan tahun. Dengan demikian, nilai premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$premi = pe^{-rt} N(-d_2) \quad (2.15)$$

keterangan:

p = nilai pertanggungan

$N(-d_2)$ = distribusi kumulatif normal dari d_2

r = tingkat suku bunga bebas risiko

t = waktu

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pembahasan yang dilakukan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Curah hujan Caturwulan III dipilih sebagai indeks dalam perhitungan harga premi asuransi karena memiliki korelasi yang cukup kuat mempengaruhi produksi bawang merah dibandingkan dengan Caturwulan I dan Caturwulan II.
2. Nilai premi asuransi pertanian di Provinsi Jawa Tengah yang dipengaruhi oleh indeks curah hujan pada Caturwulan III mempunyai nilai yang bervariasi pada setiap persentil dan memiliki suku bunga bebas risiko. Semakin tinggi nilai persentil dari curah hujan maka semakin besar premi yang harus dibayarkan oleh tertanggung. Untuk kisaran curah hujan pada persentil ke-10 sampai dengan persentil ke- 80 dengan tingkat suku bunga bebas risiko 6% dan harga pertanggungan Rp 47.552.912 premi yang dibayarkan pada saat curah curah hujan 875 mm sebesar Rp 20.674.848.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan data curah hujan dan produksi bawang merah dengan rentang waktu yang lebih lama yaitu lebih dari 6 tahun serta dapat menentukan besar santunan asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. Selain itu, untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lainnya seperti *burn analysis*, simulasi monte carlo dan distribusi eksponensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Akira Tabuni. (2017). *budidaya tanaman bawang merah*. 2–4.
- Azzahra, asrtid sulistya, Prabowo, A., Wardayani, A., & Sukono. (2022). analisis terhadap besar premi pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan untuk komoditas jagung. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3, 237–248.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. 2018-2023. Tanaman Bawang Merah <https://drive.google.com/drive/folders/1GbhuD8OQoXYvBGWiZ53iipr-dIPXE9v?usp=sharing>. Diakses pada tanggal 20 April 2024
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2018). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2019: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/publication/2019/08/16/fcb9efa7796cd91325688/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2019.html>. Diakses pada tanggal 20 April 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2019). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2020: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah <https://jateng.bps.go.id/publication/2020/02/28/559a322191209c070f623e91/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2020--penyediaan-data-untuk-perencanaan-pembangunan.html>. Diakses pada tanggal 20 April 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2020). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2021: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/publication/2021/02/26/c5709cd0419788a55827d58f/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2021.html>. Diakses pada tanggal 20 April 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2021). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2022: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/publication/2022/02/25/431f4f4bbe02b47866b357cc/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2022.html>. Diakses Pada tanggal 20 April 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2022). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2023: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/publication/2023/02/28/754e4785496c09ab1f787570/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2023.html>. Diakses pada tanggal 20 April 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2023). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2024: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/publication.html?Publikasi%5BtahunJudul%5D=&Publikasi%5BkataKunci%5D=Dalam+angka+2024&Publikasi%5BcekJudul%5D=0&yt0=Tampilkan>. Diakses pada tanggal 20 April 2024

- Dwi, A. S. (2010). Analisis korelasi. *Pdf*, 1–8.
- Feriliani, M., Nani, N., & Satyahadewi, Y. (2021). penentuan nilai premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan dengan metode burn analysis. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 10(1), 25–32.
- Hidayati, ismulia lailatul. (2023). Analisis nilai premi asuransi pertanian tanaman padi berdasarkan indeks curah hujan. *Jurnal Riset Matematika*, 91–100. <https://doi.org/10.29313/jrm.v3i2.2785>.
- Jabnabillah, F., & Margina, N. (2022). Analisis korelasi pearson dalam menentukan hubungan antara motivasi belajar dengan kemandirian belajar pada pembelajaran daring. *Jurnal Sintak*, 1(1), 14–18.
- Kementan RI. (2020). Outlook Bawang Merah Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura. In *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian (Issues 1907–1507, pp. 1–94)*.
- Larasati. (2018). penentuan harga opsi eropa menggunakan metode trinomial dengan volatilitas menggunakan maximun likelihood estimation (mle). *Skripsi*.
- Nissa, Q., Satyahadewi, N., & Perdana, H. (2020). Penentuan harga opsi beli bipe eropa menggunakan metode trinomial. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 09(3), 379–386.
- Permana, D. F. W., Mustofa, A. H., Nuryani, L., Krisputra, P. S., & Alamudin, Y. (2021). budidaya bawang merah di Kabupaten Brebes. *Jurnal Bina Desa*, 3(2), 125–132.
- Putri, ida ayu gde khasman, Dharmanwan, K., & Tastrawati, ni ketut tari. (2017). perhitungan harga premi asuransi pertanian yang berbasis indeks curah hujan menggunakan metode black-scholes. *Jurnal Matematika*, vol 6(2), 161–167.
- Siregar, S. R., Marliyah, & Rahmi. (2022). Persepsi petani dalam pelaksanaan program asuransi asaha tani padi di Kelurahan AEK Kecamatan Rantau Utara Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi Dan Manajemen (JIKEM)*, 1(1), 129–138.
- Subagiyo, D. T., & Salviana, F. M. (2016). Buku Hukum Asuransi. In *Surabaya : PT Revka Petra Media*. [https://erepository.uwks.ac.id/5191/1/Buku Hukum Asuransi.pdf](https://erepository.uwks.ac.id/5191/1/Buku%20Hukum%20Asuransi.pdf).
- Sulaiman, A. A. S. S. I. I. (2017). *Asuransi pengayom Petani: pembelajaran dan arah pengembangan* (Issue 19).
- Togatorop, R. F., Maruddani, D. A. I., & Tarno, T. (2022). Perhitungan harga premi asuransi pertanian komoditas cabai rawit berbasis indeks curah hujan dengan metode Black-Scholes. *Jurnal Gaussian*, 11(1), 77–85. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v11i1.33997>.

Wijayanti, sintya dewi, Subantoro, R., Marwanti, S., & Wibowo, H. (2023). *Analisis kelayakan usaha tani bawang merah (allium ascalonicum l.) di kelompok tani jaya desa pasir kecamatan mijen kabupaten demak. 1.*