

PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS INDEKS CURAH HUJAN PADA KOMODITAS CABAI MERAH MENGGUNAKAN METODE *BLACK-SCHOLES*

CALCULATION OF AGRICULTURAL INSURANCE PREMIUMS BASED ON RAINFALL INDEX FOR RED CHILI COMMODITY USING THE BLACK-SCHOLES METHOD

Eko Musfawarman¹, Silvia Rosita², Sari Arsita³

^{1,2,3}Aktuaria; Fakultas Sains, Teknologi, dan Pendidikan; Universitas Tamansiswa Padang.

Eko.musfa@gmail.com¹, ¹silvia.rosita.sr@gmail.com², sari.arsita@gmail.com³

²silvia.rosita.sr@gmail.com*

Abstract

Agriculture is a sector that plays an important role in supporting the Indonesian economy. In this sector there is a risk of crop failure caused by unfavorable rainfall. One of the agricultural commodities whose production is influenced by rainfall is red chili. Rainfall index-based agricultural insurance is a solution that can protect red chili farmers from the risk of crop failure where the premium to be paid can be calculated using the Black-Scholes. The purpose of this study was to calculate the premium paid on agricultural insurance based on the rainfall index on red chili commodities using the Black-Scholes method. Assumptions in the Black-Scholes such as not paying dividends, the type of option used is the European type option, there are no transaction costs, risk-free interest, and the operated data meets the assumption of a lognormal distribution to support this research in determining agricultural insurance premiums based on the rainfall index. This study has the result that the amount of premium to be paid when the trigger (rainfall) is 611.13 mm is Rp.434.228.97 and when the trigger is 720.1 mm, the premium to be paid is Rp.1.917.972.34. The increase in rainfall affects the amount of premium that must be paid.

Keywords: Agricultural Insurance, Rainfall Index, Black-Scholes Method, Premiums

Abstrak

Pertanian menjadi salah satu sektor yang berperan penting dalam menopang perekonomian negara Indonesia. Pada sektor tersebut terdapat risiko gagal panen yang disebabkan oleh curah hujan yang tidak kondusif. Salah satu komoditas pertanian yang jumlah produksinya dipengaruhi oleh curah hujan yaitu komoditas cabai merah. Asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan merupakan solusi yang dapat melindungi petani cabai merah dari risiko gagal panen dimana besar premi yang harus dibayarkan dapat dihitung dengan metode *Black-Scholes*. Tujuan penelitian ini adalah menghitung besar premi dibayarkan pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan pada komoditas cabai merah dengan menggunakan metode *Black-Scholes*. Asumsi pada metode *Black-Scholes* seperti tidak memberikan pembayaran dividen, tipe opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa, tidak ada biaya transaksi, bunga bebas risiko, dan data yang dioperasikan memenuhi asumsi distribusi lognormal mendukung penelitian ini dalam menentukan premi asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan. Penelitian ini memiliki hasil yaitu besar premi yang harus dibayarkan ketika nilai *trigger* (curah hujan) 611,13 mm sebesar Rp434.228,97 dan ketika nilai *trigger* 720,1 mm maka premi yang harus dibayarkan sebesar Rp1.917.972,34. Kenaikan curah hujan mempengaruhi besar premi yang harus dibayarkan.

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

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang mana sektor pertanian memegang peranan penting dalam menopang perekonomian nasional. Sebagian besar masyarakat menjadikan sektor pertanian sebagai sumber pendapatan dalam pemenuhan kebutuhan akan pangan. Selain itu sektor pertanian juga dijadikan sebagai investasi negara, dan membuka kesempatan kerja.

Walau pun sektor pertanian memiliki peran yang sangat besar, namun sektor tersebut memiliki risiko kerugian yang cukup tinggi. Salah satu tantangan yang dihadapi oleh petani secara eksternal adalah perilaku iklim seperti hujan yang tidak dapat dikendalikan oleh petani. Selain penyebab pemicu terjadinya bencana seperti kekeringan, banjir dan longsor, Sulaiman et al. (2017)

menyatakan curah hujan yang kurang kondusif dapat meningkatkan peluang munculnya eksplosif serangan hama dan penyakit tanaman.

Salah satu komoditas yang hasil produksinya sangat dipengaruhi oleh curah hujan yaitu cabai merah (*Capsicum annum L.*). Suwandi (2009) menyatakan bahwa cabai merah akan mengalami pertumbuhan secara optimal pada curah hujan 100-200 mm/bulan (1200-2400 mm/tahun). Salah satu daerah yang memiliki kondisi curah hujan yang cocok untuk pertumbuhan komoditas cabai merah yaitu Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Kabupaten Solok merupakan daerah yang memiliki kontribusi pada sektor pertanian dalam memproduksi tanaman hortikultura, termasuk cabai merah.

Walaupun Kabupaten Solok memiliki kondisi curah hujan yang cocok untuk memproduksi cabai merah, tidak menutup kemungkinan di daerah tersebut dapat mengalami perubahan kondisi yang tidak sesuai bagi pertumbuhan komoditas cabai merah itu sendiri. Cabai merah akan mengalami risiko gagal panen ketika kondisi curah hujan melebihi atau kurang dari yang dibutuhkan komoditas tersebut. Jika risiko gagal panen sering terjadi dapat mengakibatkan produksi cabai merah menjadi terhambat dan akan berdampak buruk bagi perekonomian nasional.

Pemerintah memberikan perlindungan secara tradisional maupun perlindungan dengan skema asuransi pertanian kepada para petani dalam mengatasi risiko yang berakibatkan gagal panen yang dihadapi petani. Perlindungan secara tradisional, pemerintah menyediakan anggaran khusus untuk bencana alam untuk sektor pertanian. Namun perlindungan secara tradisional ini kelemahan berupa tingginya biaya operasional untuk menaksir kerugian, dan harus ada bukti gagal panen, serta dana yang dicairkan lebih besar dari APBN yang disiapkan. Dengan adanya kekurangan-kekurangan tersebut, pemerintah memberikan perlindungan dengan skema asuransi pertanian dengan cara memberikan subsidi premi asuransi kepada petani yang sudah terdaftar sebagai peserta asuransi (Insyafiah & Wardhani, 2014).

Asuransi pertanian merupakan salah satu strategi bagi petani dalam menghadapi risiko pertanian. Asuransi ini dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk mengurangi risiko seperti gagal panen. Asuransi pertanian ditawarkan sebagai salah satu solusi untuk membantu petani Indonesia untuk mengatasi kerugian yang disebabkan oleh bencana alam, cuaca yang buruk, dan kondisi di luar kendali petani.

Asuransi pertanian memiliki beberapa jenis produk yang terdiri dari asuransi pertanian berbasis ganti rugi, asuransi pertanian berbasis indeks, dan asuransi lainnya (asuransi perikanan, asuransi ternak, asuransi perkebunan, dan asuransi rumah kaca) (Insyafiah & Wardhani, 2014). Dari beberapa jenis produk tersebut, asuransi berbasis indeks dipilih sebagai asuransi yang dapat diterapkan di negara-negara berkembang dan sesuai diterapkan untuk petani berskala kecil. Selain itu pada asuransi pertanian berbasis indeks memiliki biaya administrasi yang rendah dalam penaksiran kerugian serta terjadinya risiko anti seleksi pada asuransi tersebut cenderung lebih kecil. Prinsip dasar dalam asuransi pertanian berbasis indeks iklim adalah klaim dilakukan apabila cuaca yang tidak diharapkan terpenuhi, dan tidak memerlukan bukti gagal panen (Boer, 2012). Namun klaim tidak dapat dibayarkan apabila risiko gagal panen tidak disebabkan oleh bencana sesuai yang tertera dalam polis.

Premi asuransi indeks dibayarkan oleh tertanggung atas keikutsertaannya dalam program asuransi indeks. Menurut Subagyo (dalam Budiarjo, 2015) premi asuransi merupakan uang yang dibayarkan tertanggung

kepada perusahaan asuransi yang dapat ditentukan dengan cara tertentu. Menurut Okine (2014), premi pada asuransi pertanian berbasis indeks dapat ditentukan ketika hasil produksi mengalami penurunan di bawah standar karena dipengaruhi oleh curah hujan dengan metode Black-Scholes. Metode Black-Scholes merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan nilai opsi yang diperkenalkan oleh Black & Scholes pada tahun 1973.

Metode Black-Scholes dapat diterapkan untuk menentukan premi asuransi pada komoditas yang rentan mengalami gagal panen karena perubahan iklim seperti cabai merah. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode Black-Scholes akan digunakan dalam perhitungan premi asuransi berbasis indeks curah hujan pada komoditas cabai merah dengan menggunakan data curah hujan dan data hasil produksi cabai merah di daerah Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Asuransi Pertanian berbasis Indeks Iklim

Asuransi pertanian dapat digolongkan sebagai "Asuransi Umum". Usaha asuransi umum, dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 40 tahun 2014 tentang perasuransian, merupakan usaha jasa pertanggungansian risiko yang memberikan penggantian kepada tertanggung (pemegang polis), karena kerugian, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita oleh tertanggung akibat terjadinya suatu peristiwa yang sifatnya tidak pasti.

Menurut Pasaribu (2014) tujuan dari program asuransi pertanian bagi petani adalah menyadarkan petani terhadap risiko gagal panen, mendorong petani meningkatkan keterampilan dan memperbaiki manajemen usaha pertanian, mengurangi ketergantungan pada permodalan dari pihak lain dan membantu petani menyediakan biaya produksi usahatani, dan meningkatkan pendapatan petani dari keberhasilan usahatani yang berkelanjutan.

Menurut Insyafiah et. al. (2014), salah satu produk dari asuransi pertanian yaitu asuransi pertanian berbasis indeks iklim. Pada asuransi ini unsur pada iklim seperti cuaca atau suhu yang mempengaruhi risiko kegagalan panen dijadikan sebagai indeks dalam menentukan premi yang dibayarkan. Kegagalan panen suatu komoditas pertanian tidak digunakan sebagai pemicu (*trigger*) klaim pembayaran pertanggungansian, tetapi dilihat dari iklim yang mempengaruhi kegagalan panen tersebut.

Asuransi berbasis indeks iklim merupakan sistem asuransi yang relatif baru yang dikembangkan untuk membantu petani dalam mengelola risiko iklim. Asuransi berbasis indeks iklim dapat mengatasi beberapa persoalan mendasar yang ditemui pada sistem asuransi pertanian sebelumnya, seperti biaya operasional yang cenderung mahal dan kerumitan

dalam menyurvei risiko yang terjadi di lapangan. Boer (2012) menyatakan adanya asuransi pertanian berbasis indeks iklim, perusahaan asuransi tidak perlu mengunjungi lapangan untuk mengecek atau memverifikasi apakah tanaman rusak atau gagal panen, tetapi cukup dengan memantau kondisi iklim yang diukur pada stasiun cuaca acuan tempat pelaksanaan asuransi indeks. Dengan demikian biaya operasional asuransi akan jauh lebih murah sehingga harga preminya juga bisa lebih rendah dari sistem asuransi pertanian.

2.2 Korelasi Komoditas Cabai Merah dengan Curah Hujan

Komoditas cabai merah (*Capsicum annum L.*) termasuk ke dalam keluarga Solanaceae (Setiadi, 2008). Tanaman ini mempunyai daya adaptasi yang cukup luas dan dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi hingga ketinggian 1400 m di atas permukaan laut, tetapi pertumbuhannya di dataran tinggi lebih lambat (Swastika et al., 2017). Kemudian komoditas ini dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, dengan syarat tanah tersebut memiliki drainase dan aerasi yang cukup baik, serta air yang tersedia tercukupi selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Curah hujan sangat berpengaruh cukup signifikan terhadap produksi tanaman hortikultura, termasuk cabai merah. Menurut Anwar, et al. (2015), jumlah curah hujan secara keseluruhan sangat penting dalam menentukan hasil tanaman. Menurut Suwandi (2009), untuk pertumbuhan tanaman cabai merah, curah hujan yang baik adalah sekitar 1200-2400 mm/tahun.

Hubungan curah hujan dan produksi cabai merah dapat ditentukan dengan menggunakan analisis korelasi. Analisis korelasi adalah alat statistik yang dapat digunakan dalam mengetahui derajat hubungan linier antar variabel. Salah satu jenis korelasi yang sering dipakai dalam penelitian yaitu korelasi pearson product-moment. Menurut Purba dkk (2022) korelasi ini dikemukakan oleh Karl Pearson pada tahun 1900 yang digunakan untuk mengetahui derajat hubungan dan kontribusi variabel bebas (independen) dengan variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini curah hujan sebagai variabel bebas (X) dan produksi cabai merah sebagai variabel terikat (Y). Teknik analisis korelasi pearson product-moment termasuk teknik statistika parametrik yang menggunakan data interval dan ratio dengan persyaratan tertentu. Rumus yang digunakan korelasi pearson product-moment sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}} \quad (1)$$

dimana :

r_{xy} = korelasi antara variabel X dan Y

X_i = variabel bebas (curah hujan)

Y_i = variabel terikat (produksi cabai merah)

2.3 Uji Lognormalan

Untuk mengetahui apakah suatu data mengikuti distribusi normal atau log normal, maka dilakukan uji normalitas terhadap data tersebut. Suatu data yang telah ditentukan normalitasnya dapat melakukan operasi korelasi *product moment pearson* (Purba & Purba, 2022). Menurut Okine (2014) Untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Black-Scholes* dalam penetapan harga, indeks memiliki asumsi bahwa data yang digunakan sebagai indeks dalam perhitungan premi asuransi telah teruji asumsi lognormal. Dalam hal ini tentu saja data curah hujan dijadikan sebagai indeks perhitungan premi pada penelitian ini.

Adapun dasar pengambilan keputusan data tersebut berdistribusi lognormal sebagai berikut:

H_0 : data berdistribusi lognormal

H_1 : data tidak berdistribusi lognormal

2.4 Opsi Cash or Nothing dan Model Black-Scholes

Opsi adalah sebuah kontrak antara dua pihak, dimana pihak pemegang kontrak (taker) mempunyai hak, untuk memperjualbelikan saham dengan jumlah, harga dan waktu tertentu. Menurut Halim (dalam Suharyanti, 2014) Fungsi utama opsi adalah sebagai sarana untuk melakukan hedging atau suatu tindakan untuk mengurangi risiko akibat naik turunnya harga suatu aset dasar. Aset dasar dapat berupa saham, kurs. indeks, komoditas dan lainnya.

Salah satu bentuk pembagian dari opsi adalah opsi *cash-or-noting*. Menurut Sidarto et al. (2019), opsi *cash-or-noting* merupakan opsi yang memiliki dua pilihan, yaitu membayar dalam jumlah tetap jika harga saham berada pada nilai yang telah ditentukan, atau tidak membayar sama sekali jika harga saham berada diluar ketentuan. Adapun opsi *put cash-or-nothing* merupakan opsi beli yang akan dilakukan jika harga yang telah disepakati (K) lebih besar dari harga saham di pasar (S_T). fungsi keuntungan (*payoff*) dari opsi *put cash-or-nothing* sebagai berikut:

$$payoff = \begin{cases} P & \text{jika } S_T < K \\ 0 & \text{jika } S_T \geq K \end{cases}$$

P di sini adalah nilai keuntungan dari opsi *put cash-or-nothing* dan merupakan selisih harga yang telah disepakati (K) dengan harga saham di pasar (S_T).

Harga suatu opsi dapat ditentukan dengan metode *Black-Scholes*. Menurut Andriyanto (dalam Suharyanti, 2014), model *Black-Scholes* pertama kali dikembangkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes pada, tahun 1973. Model *Black-Scholes* bertujuan untuk menentukan harga opsi. Beberapa asumsi yang

terdapat pada model *Black-Scholes* adalah sebagai berikut :

1. Tidak memberikan pembayaran dividen

Model *Black-Scholes* digunakan bagi saham yang tidak memberikan dividen selama usia opsi. Apabila saham tersebut membayar dividen, maka akan mengurangi harga opsi sehingga model akan berubah.

2. Tidak ada biaya transaksi

Pada model *Black-Scholes* tidak terdapat pajak dan biaya transaksi. Model *Black-Scholes* dapat dimodifikasi sehingga turut memperhitungkan pajak dan biaya transaksi, namun masalahnya yaitu tingkat pajak dan biaya transaksi memiliki variasi yang meliputi komisi dan penyebaran permintaan dan penawaran pada saham dan opsi, serta biaya lain yang berkaitan dengan opsi.

3. Suku bunga bebas risiko

Model *Black-Scholes* memiliki beberapa asumsi yang berkaitan dengan tingkat suku bunga bebas risiko. Asumsi pertama yaitu suku bunga pinjaman sama dengan pemberian pinjaman. Kemudian asumsi kedua yaitu suku bunga bersifat konstan (tetap) dan dapat diketahui sepanjang periode lamanya kontrak opsi. Asumsi pertama cenderung tidak berlaku karena suku bunga pinjaman umumnya nilainya lebih besar daripada suku bunga pemberian pinjaman. Maka dari itu, asumsi yang dapat digunakan adalah asumsi suku bunga bebas risiko.

4. Opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa

Opsi tipe Eropa merupakan opsi yang hanya dapat dilakukan pada waktu jatuh tempo. Pada opsi tipe Eropa ini dapat diterapkan model *Black-Scholes*. Sedangkan pada opsi tipe Amerika tidak dapat menerapkan model ini karena opsi tipe Amerika dijalankan setiap saat hingga waktu jatuh tempo. Hal tersebut mengakibatkan tidak akan menimbulkan keuntungan karena tindakan untuk melaksanakan opsi akan menyebabkan pemegang opsi kehilangan premi pada waktu yang telah ditentukan.

5. Perubahan harga saham mengikuti pola acak

Dalam menetapkan model harga saham, diperlukan suatu asumsi mengenai pola pergerakan harga saham di pasar. Asumsi bahwa harga saham di pasar didasarkan pada suatu proses acak yang disebut proses difusi. Dalam proses difusi, harga saham mengalami perubahan yang bergerak dari satu harga ke harga lain yaitu harga yang tidak bergerak melalui proses berkesimbangan, akan tetapi melewati dari satu harga ke harga yang lainnya dengan melewati serangkaian harga.

Menurut Rahman (2010) dan Widyawati et al. (2013), formula *Black-Scholes* yang dijadikan sebagai penentuan harga opsi yaitu:

$$C(S, t) = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(-d_2) \quad (2)$$

$$P(S, t) = Ke^{-rt}N(-d_2) - S \mp N(d_1) \quad (3)$$

sedangkan untuk persamaan opsi *cash-or-nothing* sebagai berikut:

$$C(S, t) = SN(d_1) \quad (4)$$

$$P(S, t) = Ke^{-rt}N(-d_2) \quad (5)$$

dengan :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{Ke^{-rt}}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{Ke^{-rt}}\right) - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

dimana :

- $C(S, t)$: harga opsi *call*
- $P(S, t)$: harga opsi *put*
- S : harga saham
- K : harga yang disepakati (*strike price*)
- r : tingkat bunga bebas risiko
- σ : standar deviasi pengembalian saham
- t : waktu (tahun)
- $N(x)$: fungsi distribusi kumulatif normal standar (CSN)

2.5 Premi Asuransi Indeks Curah Hujan Menggunakan Metode *Black-Scholes*

Menurut Okine (2014) dan Putri et al. (2017), metode *Black-Scholes* juga dapat digunakan untuk menentukan atau menghitung premi asuransi ketika hasil produksi mengalami penurunan di bawah standar karena dipengaruhi oleh curah hujan. Opsi *put cash-or-nothing* dengan asuransi pertanian berbasis indeks memiliki kesamaan karakteristik, sehingga persamaan (5) dapat diterapkan untuk menentukan biaya asuransi pertanian berbasis indeks. Okine (2014) menyatakan bahwa karakteristik yang sama tersebut didasarkan atas beberapa pertimbangan untuk menentukan harga asuransi indeks menggunakan *Black-Scholes*, yaitu *trigger* (pemicu) dalam asuransi indeks secara *lump sum* (sekaligus), dan indeks (curah hujan) mengikuti distribusi lognormal.

Dengan adanya pertimbangan tersebut, besarnya premi pada asuransi indeks curah hujan dapat ditentukan dengan :

$$Premi = Pe^{-rt}N(-d_2) \quad (6)$$

dengan :

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

dimana :

- P : harga pertanggungan
- r : tingkat bunga
- t : periode waktu per tahun
- R_0 : nilai indeks terakhir dari data

- R_t : nilai *trigger*
 σ : standar deviasi
 $N(-d_2)$: fungsi distribusi kumulatif normal standar dari $(-d_2)$

Pada persamaan 6, P merupakan harga pertanggungan yang dihitung berdasarkan besar biaya variable dan biaya tetap untuk produksi

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan merupakan kuantitatif dengan analisis pengolahan data kuantitatif inferensial. Pada penelitian ini akan mengumpulkan dan mengolah data-data sekunder, yaitu data historis curah hujan dengan data historis produksi cabai merah yang digunakan untuk menentukan besar premi. Curah hujan sebagai variable bebas dan produksi cabai merah sebagai variable terikat akan ditentukan korelasinya dengan menggunakan analisis korelasi pearson product-moment. Selain itu curah hujan sebagai indeks penentu besar premi juga akan diuji apakah data tersebut meemnuhi asumsi lognormal.

Untuk memperoleh data histori curah hujan Kabupaten Solok pada penelitian ini yaitu BMKG Padang-Pariaman, dan untuk data histori produksi cabai merah Kabupaten Solok dapat diperoleh dari Dinas Perkebunan Tanaman Pangan dan Hortikultura Sumatera Barat.

Pada penelitian ini menggunakan prosedur sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data histori bulanan hasil produksi cabai merah Kabupaten Solok dari tahun 2009 hingga tahun 2021 dan data histori curah hujan di Kabupaten Solok dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2021.
2. Memplot data histori curah hujan di Kabupaten Solok dari tahun 2009 sampai tahun 2021 dan memplot data histori produksi cabai merah Kabupaten Solok mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2021 dengan bantuan *software* SPSS.
3. Melakukan analisis korelasi data historis dari curah hujan yang dirubah menjadi data per caturwulan terhadap rata-rata produksi hasil panen cabai merah Kabupaten Solok per caturwulan selama tiga belas tahun, mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2021.
4. Penentuan indeks menggunakan kombinasi dari variabel curah hujan (volume curah hujan atau intensitas curah hujan) yang terukur selama tiga belas tahun yang paling representatif yang menyebabkan terjadinya risiko gagal panen komoditas cabai merah di Kabupaten Solok.
5. Setelah data terkumpul penentuan indeks dilakukan berdasarkan caturwulan yang paling berkorelasi kuat terhadap penurunan hasil panen maka pada

caturwulan tersebut yang dipilih dalam penentuan indeks.

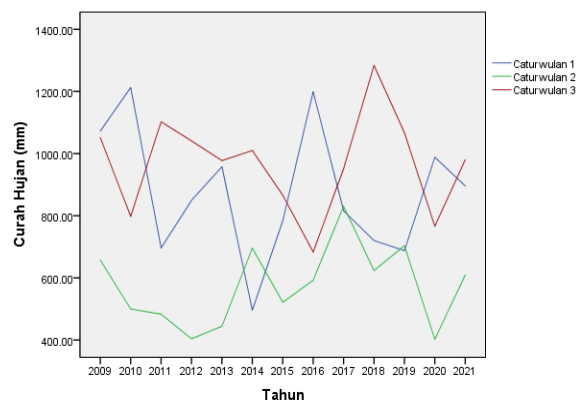
6. Menentukan harga pertanggungan asuransi pertanian berdasarkan pada biaya variable dan biaya tetap produksi cabai merah.
7. Menghitung premi asuransi yang harus dibayarkan menggunakan persamaan (6), yaitu:

$$Premi = Pe^{-rt}N(-d_2)$$

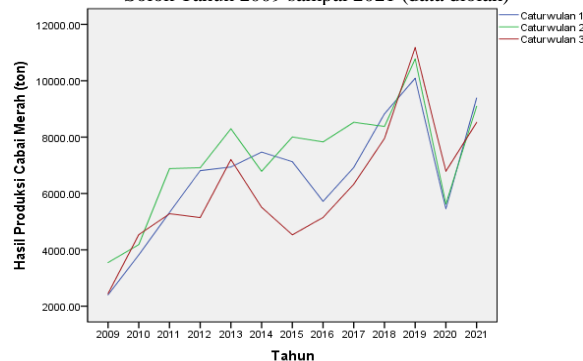
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan dua macam data sekunder, yaitu data curah hujan yang digunakan yaitu data curah hujan bulanan dan data bulanan hasil produksi cabai merah Kabupaten Solok dari tahun 2009 hingga 2021. Data-data tersebut diolah menjadi data per caturwulan kumulatif sehingga terdapat tiga kelompok data dari tiap-tiap macam data, baik dari data curah hujan, maupun data hasil produksi cabai merah. Kelompok data tersebut terdiri dari data caturwulan 1 (dari bulan Januari sampai bulan April), caturwulan 2 (dari bulan Mei sampai bulan Agustus), dan caturwulan 3 (dari bulan September sampai bulan Desember). Untuk melihat bagaimana fluktuasi hasil produksi dari tahun ketahun dan perbandingan antara kelompok data caturwulan yang satu dengan kelompok data caturwulan yang lain maka plot data curah hujan dan hasil produksi cabai merah di Kabupaten Solok yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Plot Data Per Caturwulan Curah Hujan di Kabupaten Solok Tahun 2009 sampai 2021 (data diolah)



Gambar 4.2 Plot Data Per Caturwulan Hasil Produksi Cabai Merah Kabupaten Solok Tahun 2009 sampai 2021 (data diolah)

4.2 Analisis Korelasi *Pearson Product Moment* dan Penentuan Data Indeks dalam Perhitungan Premi

Setelah data curah hujan dan data hasil produksi cabai merah diplotkan, data yang telah diolah menjadi data per caturwulan akan ditentukan koefisien korelasi dari data tiap caturwulan antara data curah hujan dengan data hasil produksi cabai merah. Pada tahap ini akan dilakukan analisis korelasi untuk menentukan koefisien korelasi dari data tiap caturwulan antara data curah hujan dengan data hasil produksi cabai merah dengan menggunakan persamaan (1). Data-data yang diperoleh merupakan data berdistribusi normal dan data curah hujan dengan data hasil produksi cabai merah pada tiap kelompok caturwulan memiliki hubungan linier secara signifikan sehingga data-data tersebut dapat ditentukan koefisien korelasinya. Dari penentuan koefisien korelasi dari tiap caturwulan, data curah hujan dari nilai koefisien yang paling besar diambil sebagai data trigger untuk dijadikan indeks dalam perhitungan premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. Hasil analisis korelasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1 Koefisien Korelasi r Antara Data Curah Hujan dengan Data Hasil Produksi Cabai Merah Tiap Caturwulan

Produksi	Curah Hujan		
	Caturwulan 1	Caturwulan 2	Caturwulan 3
Caturwulan 1	-0,607	-	-
Caturwulan 2	-	0,310	-
Caturwulan 3	-	-	0,280

sumber: data diolah

Pada tabel 1 diperoleh koefisien korelasi r yang mana korelasi yang terkuat terdapat di kelompok caturwulan 1 dengan koefisien korelasi $r = -0,607$ yang berarti data curah hujan berbanding terbalik dengan data hasil produksi cabai merah. koefisien korelasi r . Dari segi kekuatan korelasi, korelasi kelompok caturwulan 1 lebih kuat dari pada korelasi kelompok caturwulan lainnya. Oleh karena itu data curah hujan pada caturwulan 1 dipilih sebagai data *trigger* dalam perhitungan premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan

4.3 Uji Lognormalitas Data *Trigger*

Data curah hujan yang telah dipilih sebagai *trigger* akan diuji apakah data tersebut memenuhi asumsi lognormal atau bukan. Uji lognormalitas dilakukan berdasarkan asumsi yang terdapat dalam metode *Black-Scholes*, yang mana menurut Okine (2014) mengatakan bahwa data yang dijadikan sebagai *trigger* dalam menggunakan metode *Black-Scholes* harus memenuhi asumsi lognormal. Uji ini memiliki dasar pengambilan keputusan dengan memakai taraf signifikan $\alpha = 0,05$ sebagai berikut:

- H_0 : data *trigger* mengikuti distribusi lognormal, jika signifikansi $\geq 0,05$
- H_1 : data *trigger* tidak mengikuti distribusi lognormal, jika signifikansi $\leq 0,05$

Uji lognormalitas pada data *trigger* dilakukan dengan menggunakan uji kenormalan data log *trigger* pada *software* SPSS. Uji tersebut jika dioperasikan maka hasilnya pada gambar berikut:

Tabel 2 Uji Normalitas Data Log Trigger Menggunakan SPSS

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data Log <i>Trigger</i>	.120	13	.200 [*]	.963	13	.798

^{*}. This is a lower bound of the true significance.
 a. Lilliefors Significance Correction

Dari tabel 2 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,798 dari uji normalitas data log *trigger*. Dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 0,05$ maka dasar keputusan yang diambil yaitu terima H_0 karena nilai signifikansi 0,798 lebih besar dari nilai α sehingga data *trigger* dinyatakan berdistribusi lognormal.

4.4 Penentuan Harga Pertanggungan

Harga pertanggungan asuransi pertanian pada penelitian ini merupakan biaya produksi yang dapat dimanfaatkan sebagai modal usaha produksi bagi petani komoditas cabai merah setelah mengalami risiko gagal panen. Pada penelitian ini menggunakan data studi kasus yang mana data biaya produksi diperoleh berdasarkan wawancara dengan seorang petani cabai merah di Kabupaten Solok. Diketahui petani tersebut merupakan seorang calon nasabah asuransi pertanian yang memiliki lahan tani cabai merah dengan luas sebesar 714 m². Pada luas lahan tersebut diperoleh rincian biaya produksi yang dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Rincian Biaya Produksi Cabai Merah di Kabupaten Solok pada Lahan Seluas 714 m²

Komponen Biaya	Jumlah Unit	Jenis Unit	Harga per Unit (Rp)	Jumlah Biaya Komponen (Rp)
Biaya Variabel				
Bibit Cabai Merah	3000	Batang	400	1.200.000
Tenaga Kerja				
Pengolahan Tanah	7	Orang	100.000	700.000
Pemupukan sampai Penanaman Bibit	3	Orang	100.000	300.000
Pupuk Kompos/kandang	20	Karung	17.000	340.000
Pupuk Kimia				
Dasar	100	Kg		740.000
Pengulangan	50x5	Kg		3.800.000
Kapur	10	Karung	28.000	280.000
Pestisida				
Fungisida				2.085.000
Insektisida				2.620.000
Perekat	1	Botol	150.000	150.000
Tali Rafia	3	Gulung	25.000	75.000
Ajir	900	Batang	150	135.000
Plastik Mulsa	1	Roll	350.000	350.000
Total				12.775.000

sumber: data diolah

Penentuan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan dengan Metode *Black-Scholes*

1. Penentuan Nilai Standar Normal Kumulatif Dari Data Indeks

Penentuan harga premi dengan metode *Black-Scholes* dimulai dengan menentukan fungsi distribusi kumulatif d_2 dan standar normal distribusi kumulatif $N(-d_2)$. Penentuan premi asuransi akan dihitung untuk nilai *trigger* R_5 pada persentil 5, R_{10} pada persentil 10, R_{15} pada persentil 15, R_{20} pada persentil 20, dan R_{25} pada persentil 25. Untuk menentukan fungsi distribusi kumulatif pada $R_5 = 611,13$ dapat ditentukan dapat dilakukan sebagai berikut:

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

$$= \frac{\ln\left(\frac{895,74}{611,13}\right) + \left(0,065 - \frac{0,369750074^2}{2}\right)0,33}{0,369750074\sqrt{0,33}}$$

$$= \frac{0,382340 + (-0,00335756)0,33}{0,21241}$$

$$= 0,1795$$

Diasumsikan suku bunga $r = 6,5\% = 0,065$ dan nilai standar deviasi $\sigma = 0,369750074$, periode waktu

dalam tahun $t = 0,33$, $R_0 = 895,74$ (data terakhir *trigger* caturwulan 1). Dengan cara yang sama untuk menentukan nilai d_2 dan $N(-d_2)$ dapat dilakukan pada nilai *trigger* $R_5 = 611,13$; $R_{10} = 689,4$; $R_{15} = 694,35$; $R_{20} = 705,64$; dan $R_{25} = 720,1$.

2. Penentuan Harga Premi Dengan Metode *Black-Scholes*

Diketahui untuk nilai pertanggungan $P = \text{Rp}12.775.000,00$; tingkat suku bunga yang digunakan $r = 6,5\% = 0,065$; periode pertanggungan dalam tahun yang digunakan $t = 0,33$ tahun, $R_5 = 611,13$ mm, dan $R_0 = 895,74$ diperoleh perhitungan premi dengan persamaan 6 sebagai berikut:

$$\text{Premi} = Pe^{-rt}N(-d_2)$$

$$= 12.775.000 \times e^{-0,065(0,33)}$$

$$\times N(-0,1795)$$

$$= 12.775.000 \times 0,97878$$

$$\times 0,03632685$$

$$= \text{Rp}454.227,10$$

Untuk harga premi pada nilai *trigger* $R_5=611,13$; $R_{10}=689,4$; $R_{15}=694,35$; $R_{20}=705,64$; dan $R_{25}=720,1$ dapat disajikan dengan tabel 4 berikut:

Tabel 4 Penentuan Harga Premi

R_T	<i>trigger</i>	d_2	$N(-d_2)$	Premi (Rp)	Persentase (%)
5	611,13	1,795	0,036327	454.228,97	4
10	689,4	1,2275	0,109817	1.250.389,43	10
15	694,35	1,1938	0,116278	1.453.927,82	11
20	705,64	1,118	0,131783	1.647.800,70	13
25	720,1	1,022	0,15339	1.917.972,34	15

sumber: diolah dari perhitungan premi

Premi yang diperoleh dipengaruhi oleh curah hujan sebagai nilai *trigger*. Kenaikan curah hujan berbanding lurus dengan besar premi. Semakin tinggi curah hujan, maka semakin besar premi yang dibayarkan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat peneliti sampaikan yaitu

1. Dari data yang telah diubah menjadi per caturwulan, korelasi antara data curah hujan dan data cabai merah yang paling besar terjadi pada kelompok data caturwulan 1 dengan koefisien $r = -0,607$. Oleh karena itu data curah hujan pada caturwulan 1 digunakan sebagai data *trigger* untuk nilai indeks perhitungan premi dengan metode *Black-Scholes*.
2. Nilai pertanggung pada penelitian ini merupakan biaya produksi cabai merah di daerah Kabupaten Solok. Sehingga didapat nilai pertanggung $P = \text{Rp}12.775.000,00$.
3. Besar premi yang harus dibayarkan ketika nilai *trigger* (curah hujan) 403,28 mm sebesar $\text{Rp}454.228,97$ dan ketika nilai *trigger* 483,20 mm maka premi yang harus dibayarkan sebesar $\text{Rp}1.917.972,34$. Kenaikan curah hujan mempengaruhi besar premi yang harus dibayarkan.

6. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, saran yang dapat peneliti sampaikan yaitu sebagai berikut:

1. Untuk Penelitian yang akan datang:
 - a. Komoditas yang dipakai untuk perhitungan premi pada penelitian ini merupakan komoditas cabai merah. Diharapkan komoditas yang digunakan untuk penelitian selanjutnya merupakan komoditas yang berbeda dari penelitian ini, seperti palawija, tanaman hortikultura selain cabai merah dan sebagainya.
 - b. Pada penelitian ini peneliti memakai curah hujan sebagai parameter untuk perhitungan premi. Peneliti menyarankan agar memakai

parameter dari unsur iklim lain seperti suhu, dan kelembapan udara.

- c. Metode perhitungan premi asuransi pertanian menggunakan perhitungan opsi lainnya seperti metode distribusi binomial dan metode distribusi *Weibull*. Oleh karena itu disarankan dapat menggunakan metode tersebut untuk penelitian selanjutnya.
2. Untuk perusahaan penyelenggara asuransi pertanian:
 - a. Mengembangkan produk asuransi pertanian untuk komoditas tanaman hortikultura, khususnya cabai merah.
 - b. Memakai metode *Black-Scholes* dengan indeks curah hujan untuk penentuan besar premi yang dibebankan kepada tertanggung pada produk asuransi pertanian.

7. Daftar Rujukan

- [1] Boer, R. (2012). *Asuransi Iklim Sebagai Jaminan Perlindungan Ketahanan Petani Terhadap Perubahan Iklim*. January 2012.
- [2] Kurniawan, D. (2007). *Implementasi Perawatan Preventive Dalam Mesin Produksi Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin*. Universitas Islam Indonesia.
- [3] Okine, A. N. (2014). *Pricing Of Index Insurance Using Black-Scholes Framework : A Case Study Of Ghana*. Illinois State University.
- [4] Pasaribu, S. M. (2014). Penerapan Asuransi Pertanian Di Indonesia. In *Pendekatan Pembangunan dan Pengelolaan Sumber Daya Pertanian* (pp. 491–514).
- [5] Presiden Republik Indonesia. (2014). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2014 (UU/2014/40) (2014) tentang Perasuransian*.
- [6] Purba, D., & Purba, M. (2022). *Aplikasi Analisis Korelasi dan Regresi menggunakan Pearson Product Moment dan Simple Linear Regression*. *Citra Sains Teknologi*, 1(2), 97–103.
- [7] Rahman, A. (2010). *Model Black-Scholes Put-Call Parity Harga Opsi Tipe Eropa Dengan Pembagian Dividen*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- [8] Sidarto, K. A., Syamsuddin, M., & Sumarti, N. (2019). *Matematika Keuangan* (E. Warsidi (ed.); 1st ed.). ITB Press.
- [9] Suharyanti, D. F. H. (2014). *Penerapan Model Black Scholes untuk Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa*. Universitas Brawijaya.
- [10] Widyawati, Satyahadewi, N., & Sulistianingsih, E. (2013). *Penggunaan Model Black Scholes Untuk Penentuan Harga Opsi Jual Tipe Eropa*. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 02(1), 13–20.
<http://www.finance.yahoo.com>