

**PENERAPAN MODEL *BLACK SCHOLES* DALAM
PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS
INDEKS IKLIM PADA KOMODITI PADI KABUPATEN
MAROS PERIODE 2018-2022**

SKRIPSI



ANNISA UTAMI ISLAMI

H081201018

PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

MARET 2024

**PENERAPAN MODEL *BLACK SCHOLES* DALAM
PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS
INDEKS IKLIM PADA KOMODITI PADI KABUPATEN
MAROS PERIODE 2018-2022**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Aktuaria pada Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

ANNISA UTAMI ISLAMI

H081201018

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

MARET 2024

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul

PENERAPAN MODEL *BLACK SCHOLES* DALAM PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS INDEKS IKLIM PADA KOMODITI PADI KABUPATEN MAROS PERIODE 2018-2022

adalah karya tulisan saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar, 15 Maret 2024



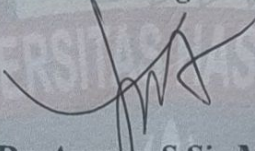
Annisa Utami Islami

H081201018

**PENERAPAN MODEL *BLACK SCHOLES* DALAM
PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS
INDEKS IKLIM PADA KOMODITI PADI KABUPATEN
MAROS PERIODE 2018-2022**

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Amran, S.Si., M.Si.
NIP. 197011011998021001

Pada 15 Maret 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : ANNISA UTAMI ISLAMI

NIM : H081201018

Program Studi : Ilmu Aktuaria

Judul Skripsi : Penerapan Model *Black Scholes* Dalam Perhitungan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim Pada Komoditi Padi Kabupaten Maros Periode 2018-2022

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Aktuaria pada Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

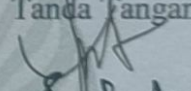
DEWAN PENGUJI

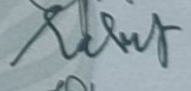
Ketua : Dr. Amran, S.Si., M.Si.

Anggota : Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.

Anggota : Illuminata Wynnica, S.Si., M.Si.

Tanda Tangan

()

()

()

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 15 Maret 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENERAPAN MODEL *BLACK SCHOLES* DALAM PERHITUNGAN
PREMI ASURANSI PERTANIAN BERBASIS INDEKS IKLIM PADA
KOMODITI PADI KABUPATEN MAROS PERIODE 2018-2022**

Disusun dan diajukan oleh

ANNISA UTAMI ISLAMI

H081201018

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal, 15 Maret 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Kepala Program Studi

Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.
NIP.196412311990032007

Pembimbing Utama

Dr. Amran, S.Si., M.Si.
NIP. 197011011998021001



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan atas berkah, rahmat dan hidayah Allah SWT, atas kesempatan, kesehatan dan keselamatan, serta kemampuan untuk dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Penerapan Model *Black Scholes* dalam Perhitungan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim Pada Komoditi Padi Kabupaten Maros Periode 2018-2022”**. Adapun penulis skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) Sarjana Ilmu Aktuaria di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini adalah karya penulis sebagai manusia biasa, dan mustahil dapat terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua penulis, Gelar dan karya ini penulis persembahkan kepada Ayahanda tercinta **Ridwan** dan Ibunda tersayang **Fatmawati Basri** atas kasih sayang, perhatian, doa-doa yang selalu dipanjatkan, terimakasih karena selalu memberikan semangat, mengerti, dan selalu memperhatikan apa yang dibutuhkan oleh anaknya. Terimakasih juga kepada saudara kandung penulis kakak **Annisa Nurul**, adik tersayang **Alif Muhammad**, **Annisa Hanun**, dan **Abqori Muhammad** yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Pembuatan skripsi ini tentunya tidak luput dari bantuan berbagai pihak yang diberikan secara langsung ataupun tidak langsung kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku rektor Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Bapak **Dr. Eng Amiruddin, M.Si.**, selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
3. Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.**, selaku Ketua Program Studi Ilmu Aktuaria.
5. Bapak **Dr. Amran, S.Si., M.Si.**, selaku dosen Penasehat Akademik dan

Pembimbing Utama penulis yang senantiasa membantu dan ikhlas meluangkan waktu dalam memberikan arahan sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Ibu **Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.**, selaku dosen penulis yang telah membantu dan memberikan arahan dan penyusunan skripsi.
7. Dosen Penguji, Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.**, dan Ibu **Illuminata Wynn timer, S.Si., M.Si.**, yang telah meluangkan waktunya sejak seminar hasil hingga sidang skripsi untuk memberikan saran dan masukan dalam proses penulisan skripsi penulis.
8. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Aktuaria yang telah mendidik dan memberikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan, serta kepada staf dan pegawai Departemen Matematika yang telah membantu dalam proses administrasi.
9. Keluarga dari Ibunda dan Ayahanda yang memberikan doa, dukungan, nasehat dan semangat selama masa perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi.
10. Sahabat Kampus yang telah setia menemani (**Naje, Caca, Desril, Tilla, Yesa, Farah, Rifqah, Zhafira, Hana, Rojil, Gary, Cindy, Brill, Taim, Priska**) yang selalu kebersamai dari 4 tahun yang lalu yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan tawa di masa kuliah.
11. **Aqilah Salsabila Jamal** yang merupakan sahabat sejak SMA yang selalu menjadi pendengar terbaik dan mendengarkan keluh kesahku. **Najwah Gogot** sebagai menjadi sahabat disaat saling membutuhkan dan menjadi teman diskusi dalam penyusunan skripsi.
12. Seluruh teman-teman program studi Ilmu Aktuaria Angkatan 2020 yang senantiasa memberikan bantuan, semangat dan dukungan selama perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi.
13. Diri penulis sendiri, yang telah bertahan sampai sejauh ini, terimakasih telah berjuang melewati banyak hal dalam proses perkuliahan, penyusunan, hingga selesainya skripsi ini.

Penulis mengakui bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna karena terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisannya, serta siap menerima kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap agar Allah SWT. membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah memberikan bantuan, dan semoga skripsi ini bermanfaat untuk pengembangan ilmu.

Makassar, 15 Maret 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Annisa Utami Islami', with a large, stylized initial 'A'.

Annisa Utami Islami

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Utami Islami
Nim : H081201018
Program Studi : Ilmu Aktuaria
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya saya yang berjudul:

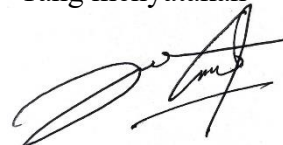
**Penerapan Model *Black Scholes* dalam Perhitungan Premi Asuransi
Pertanian Berbasis Indeks Iklim Pada Komoditi Padi Kabupaten Maros
Periode 2018-2022**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak Universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar
Pada Tanggal 15 Maret 2024

Yang menyatakan



Annisa Utami Islami

ABSTRAK

Perubahan iklim yang terjadi saat ini dapat meningkatkan risiko gagal panen bagi petani. Asuransi pertanian berbasis indeks iklim yang terkait dengan risiko gagal panen, perlu menyesuaikan tarif premi seiring dengan terjadinya peningkatan risiko akibat perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan model *Black Scholes* dalam perhitungan premi asuransi pertanian berbasis iklim pada komoditi padi Kabupaten Maros periode 2018-2022. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data sekunder berupa data curah hujan kabupaten Maros bulan April-Juli dengan pengambilan data sekunder melalui teknik dokumentasi. Indeks iklim ditentukan menggunakan metode *Historical Burn Analysis*. Penentuan besarnya premi menggunakan metode *Black Scholes* dengan input indeks iklim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa premi minimum tercatat pada *trigger* 20,18 mm dengan nilai sebesar Rp.71.750,04, sementara premi maksimum terlihat pada *trigger* 33,96 mm mencapai Rp.2.776.510,76. Adanya kenaikan nilai premi berkorelasi dengan peningkatan besaran *trigger* yang ditetapkan. Semakin besar nilai *trigger* yang dipilih maka premi yang dibayarkan juga akan semakin besar.

Kata Kunci: Asuransi Pertanian, *Black Scholes*, Indeks Iklim, Premi

Judul : Penerapan Model *Black Scholes* Dalam Perhitungan Premi
Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim Pada Komoditi
Padi Kabupaten Maros Periode 2018-2022

Nama : Annisa Utami Islami

NIM : H081201018

Program Studi : Ilmu Aktuaria

ABSTRACT

The current climate change can increase the risk of crop failure for farmers. Agricultural insurance based on climate index, which is linked to the risk of crop failure, needs to adjust premium rates as the risk increases due to climate change. This study aims to determine the application of the Black-Scholes model in calculating the premiums of agricultural insurance based on climate index for rice commodities in Maros Regency, Indonesia, from 2018 to 2022. The research method used a quantitative approach. The study used secondary data in the form of rainfall data for Maros Regency from April to July, collected through documentation techniques. The climate index was determined using the Historical Burn Analysis method. The premium amount was determined using the Black-Scholes method with the climate index as input. The results showed that the minimum premium was recorded at a trigger of 20.18 mm with a value of Rp. 71,750.04, while the maximum premium was observed at a trigger of 33.96 mm, reaching Rp.2.776.510,76. The increase in premium value is correlated with the increase in the trigger value set. The higher the trigger value chosen, the higher the premium paid.

Keywords: *Agricultural Insurance, Black Scholes, Climate Index, Premium*

Title : *Application of the Black Scholes Model in Determining Premiums Agricultural Insurance Based Climate Index on Rice Commodity in Maros Regency period 2018-2022*

Name : *Annisa Utami Islami*

Student ID : *H081201018*

Study Program : *Actuarial Science*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Asuransi Pertanian.....	6
2.2 Premi	7
2.3 Opsi	8
2.4 Model <i>Black Scholes</i>	9
2.5 <i>Historical Burn Analysis</i>	13
2.6 Uji Lognormal.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian	17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.3 Objek Penelitian.....	17
3.4 Jenis dan Sumber Data.....	17

3.5	Metode Pengumpulan Data	18
3.6	Teknik Analisis Data	18
3.7	Alur Kerja	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1	Hasil	20
4.2	Pembahasan Hasil Analisis Data	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....		30
LAMPIRAN.....		33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rata-Rata Nilai Evapotranspirasi Potensial (mm/hari) untuk Berbagai Wilayah Agroklimat.....	14
Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif Curah Hujan Harian 2018-2022.....	20
Tabel 4. 2 Statistik Deskriptif Curah Hujan Harian Periode Terpilih.....	21
Tabel 4. 3 Curah Hujan Dasarian Setiap Tahun	22
Tabel 4. 4 Nilai <i>Adjusted Rainfall</i> Total Setiap Tahun	23
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata <i>Total Adjusted Rainfall</i> yang telah diurutkan	23
Tabel 4. 6 Nilai <i>Trigger</i> dan <i>Exit</i>	24
Tabel 4. 7 Nilai <i>Return</i> dan Standar Deviasi Indeks.....	25
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Nilai Premi Asuransi Pertanian.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Konsep Pembayaran Asuransi Indeks Iklim	7
Gambar 3. 1 Alur Kerja	19
Gambar 4. 1 Grafik Curah Hujan Harian 2018-2022	20
Gambar 4. 2 Grafik Curah Hujan Harian Periode Terpilih	21

DAFTAR NOTASI

<u>Notasi</u>	<u>Keterangan</u>
Q	: Jumlah pembayaran
S_T	: Harga saham terkini
K	: Harga kesepakatan (<i>strike price</i>)
r	: Suku bunga
T	: Waktu jatuh tempo
R_t	: Indeks iklim terbaru (tahun terakhir)
M	: Nilai maksimum pertanggungan
H	: Nilai <i>trigger</i>
d_2	: Probabilitas nilai <i>payoff</i>
$N(-d_2)$: Fungsi densitas kumulatif distribusi normal dari d_2
σ	: Standar deviasi
P_i	: Nilai <i>return</i> indeks iklim ke- i
\bar{P}	: Nilai rata-rata <i>return</i> indeks iklim
μ	: Nilai rata-rata
W	: Nilai statistik uji <i>Shapiro-Wilk</i>
a	: Koefisien <i>Shapiro-Wilk</i>
y	: Data terurut
\bar{y}	: Nilai rata-rata data terurut
n	: Jumlah data
X	: Data variabel pertama
Y	: Data variabel kedua

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian	33
Lampiran 2. Hasil Uji Normalitas	37
Lampiran 3. Tabel Distribusi Normal Standar	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris memiliki penduduk dengan mayoritas mata pencaharian sebagai petani. Selain berperan penting terhadap perekonomian negara Indonesia dan jutaan penduduknya yang berprofesi sebagai petani, sektor pertanian juga mengambil peran utama dalam ketahanan pangan masyarakat. Beras sebagai bahan pokok pangan masyarakat sangat penting untuk dipertahankan nilai produksinya agar selalu mengalami surplus. Akan tetapi, petani selalu dihadapkan oleh berbagai jenis risiko yang dapat menghambat produksi padi. Risiko yang sering dihadapi petani diantaranya adalah serangan hama dan penyakit, kebijakan pemerintah, akses pasar, harga yang tidak stabil, serta perubahan iklim.

Kekeringan, El Nino, maupun banjir sebagai akibat dari perubahan iklim merupakan salah satu jenis risiko yang mustahil untuk dikontrol manusia, sehingga tingkat kemungkinan kejadiannya lebih tinggi terjadi pada tiap tahun dibandingkan dengan jenis risiko lainnya. Perubahan iklim adalah salah satu dari banyak tekanan yang dihadapi manusia dan sistem alam, serta telah menjadi isu sejak beberapa dekade dan diperkirakan akan terus menjadi isu yang penting dalam beberapa dekade mendatang. Lembaga NASA (2018) mendefinisikan iklim sebagai kondisi cuaca rata-rata yang mencakup berbagai parameter, seperti suhu, curah hujan, arah angin, dan kelembapan pada suatu wilayah geografis dalam jangka waktu yang panjang. Selain berdampak bagi sektor dengan mata pencaharian yang masih sangat bergantung terhadap cuaca seperti petani, dampak perubahan iklim juga dapat mempengaruhi prospek pembangunan berkelanjutan dengan menurunkan kapasitas produksi pangan dan serat, kuantitas dan kualitas air, serta kesehatan manusia.

Publikasi Statistik Daerah Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2023 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan menyebutkan bahwa Sulawesi Selatan merupakan satu dari 10 Provinsi yang dinobatkan sebagai lumbung padi nasional, dimana sekitar 25 persen beras dari Sulawesi Selatan mensuplai beras nasional. Kabupaten Maros sebagai bagian dari Sulawesi Selatan

juga turut menyumbang dengan perolehan hasil produksi terbesar ke-11 di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2022. Namun sayangnya, perubahan iklim mengakibatkan Kabupaten Maros beberapa kali mengalami gagal panen. Ratusan hektar lahan persawahan Kabupaten Maros mengalami gagal panen pada musim tanam kedua tahun 2019 (Yusuf, 2019), dan pada awal tahun 2023 juga terdapat 136 hektar sawah yang mengalami gagal panen (Hidayah, 2023). Kurangnya intensitas curah hujan ataupun intensitas curah hujan yang melebihi batas maksimum pada wilayah tanam pertanian memberikan konsekuensi yang cukup serius terhadap luas panen dan produksi pertanian. Oleh karena itu, asuransi pertanian hadir sebagai bentuk manajemen pengalihan risiko yang dapat memberikan ganti rugi apabila terjadi kegagalan panen.

Asuransi pertanian tradisional yang diterapkan di Indonesia saat ini, yaitu Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP), memiliki konsep pembayaran klaim berupa penggantian risiko kerugian atas kerusakan tanaman padi. Asuransi pertanian ini memiliki kekurangan berupa adanya syarat minimal total kerusakan padi dan risiko manipulasi agar mendapat pembayaran asuransi sehingga pihak asuransi perlu melakukan verifikasi langsung ke lapangan. Akibatnya, biaya operasional estimasi kerugian menjadi jauh lebih besar. Asuransi Berbasis Indeks Iklim kemudian hadir sebagai opsi lain dengan biaya operasional yang lebih terjangkau dan sistem yang lebih efisien (Boer, 2012).

Asuransi berbasis indeks iklim adalah metode lindung nilai terhadap perubahan iklim yang telah digunakan secara luas sejak tahun 1990-an, khususnya di negara-negara berkembang dimana pertanian sebagian besar bergantung pada iklim. Asuransi Berbasis Indeks Iklim (ABII) merupakan sebuah asuransi yang akan membayar kerugian yang disebabkan oleh kondisi cuaca sebenarnya. Pendekatan ABII memiliki kelebihan dari sisi ekonomi berupa pemrosesan klaim ganti rugi yang lebih mudah serta biaya administrasi yang lebih rendah, karena dapat mengatasi moral hazard atau adanya potensi kesengajaan merusak tanaman agar mendapatkan pembayaran asuransi (Tadesse dkk., 2015). Metode ABII mempunyai keuntungan karena evaluasi dampak didasarkan pada data meteorologi aktual dan bukan berdasarkan penilaian kerusakan produksi, sehingga pihak asuransi tidak perlu melakukan verifikasi langsung ke lapangan. Program ABII

menggunakan data cuaca historis untuk menganalisis dan merancang asuransi sebagai opsi beli atau opsi jual (Sinnarong dkk., 2022). Asuransi berbasis indeks memiliki konsep yang sama dengan opsi *cash or nothing*, yaitu memberikan pembayaran ketika harga aset memenuhi syarat pemberian pembayaran, baik itu melebihi atau kurang dari harga kesepakatan, dan tidak memberikan pembayaran sama sekali jika tidak memenuhi syarat. Perhitungan premi dalam asuransi berbasis indeks dapat menggunakan model *Black Scholes* karena model tersebut terkait dengan opsi.

Penelitian terkait asuransi pertanian berbasis indeks dengan menggunakan model *Black Scholes* sebagai rumus penentuan premi telah banyak dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah penelitian oleh Lestari dkk. (2017), Togatorop dkk. (2017), dan Ariyanti dkk. (2020). Penelitian oleh Lestari dkk. (2017) menghitung premi pada asuransi berbasis indeks harga internasional menggunakan simulasi Monte Carlo *mean reversion* dengan lompatan sebagai metode penentuan indeks iklimnya. Adapun Togatorop dkk. (2017) dan Ariyanti dkk. (2020) perhitungan premi yang dilakukan berbasis indeks curah hujan, akan tetapi terdapat perbedaan diantara keduanya dalam penentuan indeks *window* yang digunakan. Ariyanti menggunakan musim penghujan dalam penentuan indeks *window*-nya, sedangkan Togatorop menggunakan indeks *window* yang berdasarkan nilai korelasi terkuat antara jumlah curah hujan terhadap data produksi padi.

Berdasarkan kondisi perubahan iklim yang terjadi di Kabupaten Maros yang dapat menyebabkan seringnya terjadi gagal panen serta perhitungan premi asuransi yang masih menggunakan metode lama, perlu diteliti penyesuaian perhitungan harga premi terkini terkait dengan perubahan iklim. Hal tersebut yang membuat penulis tertarik melakukan penelitian premi asuransi pertanian berbasis iklim dengan judul **“Penerapan Model *Black Scholes* dalam Perhitungan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim Pada Komoditi Padi Kabupaten Maros Periode 2018-2022.”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan model *Black Scholes* dalam perhitungan premi

asuransi pertanian berbasis iklim pada komoditi padi Kabupaten Maros periode 2018-2022?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penerapan model *Black Scholes* dalam perhitungan premi asuransi pertanian berbasis iklim pada komoditi padi Kabupaten Maros periode 2018-2022.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, seperti :

1. Bagi perusahaan asuransi khususnya yang memiliki produk asuransi pertanian dapat menjadi masukan untuk membantu mengoptimalkan kebijakan penentuan premi dalam menghadapi perubahan iklim sehingga dapat menghindari terjadinya kerugian maupun gagal bayar.
2. Bagi calon pemegang polis dapat mengetahui transparansi penentuan premi yang sesuai dengan situasi dan kondisi yang sebenarnya terjadi.
3. Bagi penulis dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran dalam bidang ilmu Aktuaria.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Parameter indeks iklim yang digunakan adalah curah hujan.
2. Periode asuransi yang digunakan adalah bulan April-Juli
3. Indeks curah hujan ditentukan melalui metode *Historical Burn Analysis*.
4. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa suku bunga konstan sebesar 6%.
5. Nilai pertanggungan atau maksimum *cover* pembayaran manfaat klaim yang digunakan mengikuti pedoman penentuan premi Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP) dari Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian (2022), yaitu sebesar Rp 6.000.000,-/hektar/musim tanam.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan tentang definisi dan konsep menurut para ahli yang menjadi dasar dari penelitian, meliputi paparan teori.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian penjelasan tentang Pendekatan dan Jenis Penelitian, Waktu dan Tempat Penelitian, Objek Penelitian, Jenis dan Sumber Data, Metode Pengumpulan Data dan Alur Kerja.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan tentang hasil penelitian setelah proses penelitian dilakukan. Bagian ini mencakup gambaran umum tentang objek penelitian, hasil analisis data, hasil perhitungan statistik, dan proses pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi penjelasan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Kesimpulan tersebut akan disusun berdasarkan analisis data, tinjauan pustaka, dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

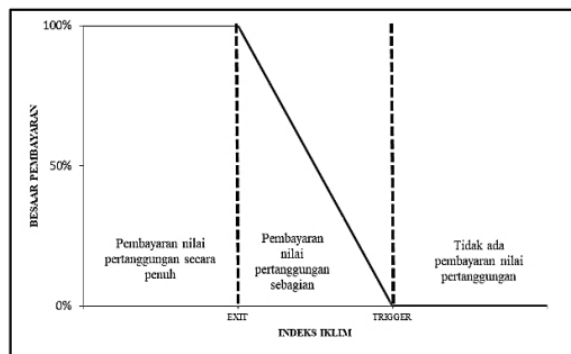
2.1 Asuransi Pertanian

Asuransi (*insurance*) berasal dari kata *assurance* yang berarti jaminan atau perlindungan. Asuransi adalah suatu perikatan antara dua pihak yaitu penanggung (perusahaan asuransi) dan tertanggung (pemegang polis). Otoritas Jasa Keuangan (2016) mendefinisikan asuransi sebagai sebuah produk jasa keuangan yang merupakan alternatif pengalihan risiko dengan cara membeli polis asuransi dan membayar sejumlah premi. Penanggung mengikatkan diri untuk memberikan ganti rugi kepada tertanggung apabila terjadi peristiwa atau musibah yang dijamin dalam polis, dan pihak tertanggung membayar sejumlah uang kepada penanggung yang disebut dengan premi sebagai imbal jasa atas pengalihan risiko kepada perusahaan asuransi.

Asuransi pertanian sebagai salah satu produk dari asuransi merupakan suatu perlindungan finansial bagi petani yang mengalami kerugian akibat gagal panen atau kekurangan produksi hasil panen karena kerusakan lahan tanam. Terdapat dua jenis asuransi pertanian, yaitu asuransi yang menggantikan rugi secara langsung dan asuransi yang didasarkan pada indeks iklim. Dalam asuransi ganti rugi, petani akan memperoleh penggantian ketika produktivitas lahan atau pendapatan mereka turun di bawah ambang batas yang ditentukan. Salah satu contoh asuransi pertanian di Indonesia adalah AUTP, yang diselenggarakan oleh Kementerian Pertanian dengan menggandeng PT. Jasindo sebagai pihak penyelenggara asuransi. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian (2022) dalam pedoman bantuan premi AUTP tahun anggaran 2022 menyebutkan bahwa jaminan ganti rugi akan diberikan kepada pemegang polis apabila banjir, kekeringan, ataupun serangan hama dan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) menyebabkan kerusakan tanaman padi dengan intensitas kerusakan harus melampaui atau sama dengan 75%.

Pada asuransi pertanian berbasis indeks iklim, pembayaran klaim asuransi yang didapatkan oleh petani tidak terikat pada hasil panen, tetapi berdasarkan

waktu dan parameter iklim (Nurjannah & Safril, 2020). Parameter iklim yang paling sering digunakan dalam menyusun indeks adalah curah hujan, disebabkan karena kegagalan panen pada umumnya berkaitan dengan intensitas curah hujan. Perusahaan asuransi cukup memonitor kondisi iklim yang dicatat di stasiun cuaca acuan tempat pelaksanaan indeks asuransi (Boer, 2012). Ilustrasi konsep pembayaran asuransi berbasis indeks dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1 berikut (Nurjannah & Safril, 2020) :



Gambar 2.1 Ilustrasi Konsep Pembayaran Asuransi Indeks Iklim

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pembayaran nilai penuh dapat dibayarkan jika nilai indeks iklim kurang dari nilai exit. Nilai exit adalah nilai batas tertinggi dimana pembayaran sepenuhnya akan diberikan. Apabila curah hujan berada di antara nilai *exit* dan *trigger* maka pembayaran pertanggungan hanya sebagian. *Trigger* merupakan batas nilai tertinggi atau patokan terjadinya pembayaran klaim asuransi indeks, dimana jika nilai indeks iklim melebihi nilai *trigger* maka tidak akan terjadi pembayaran.

2.2 Premi

Premi adalah imbalan jasa pengalihan risiko yang wajib diberikan kepada perusahaan asuransi yang dibayarkan secara bertahap dengan cara pengangsuran yang berbeda-beda, serta disesuaikan oleh jenis produk asuransinya dan kesepakatan antara kedua belah pihak. Premi adalah salah satu unsur penting dalam asuransi karena merupakan kewajiban utama yang harus dipenuhi oleh tertanggung kepada penanggung. Menurut Navisa (2020), dalam konteks hukum asuransi, penanggung mengambil alih resiko dari tertanggung dan sebagai imbalannya tertanggung diharuskan membayar premi. Asuransi akan berlaku ketika tertanggung telah memenuhi kewajibannya. Apabila premi tidak dibayar,

maka asuransi dapat dibatalkan atau minimalnya manfaat asuransi tidak akan berlaku. Kriteria dari premi adalah bahwa premi berbentuk sejumlah uang yang harus dibayar terlebih dahulu oleh tertanggung karena tertanggung merupakan pihak yang berkepentingan (Navisa, 2020).

2.3 Opsi

2.3.1 Pengertian Opsi

Opsi merupakan bagian dari suatu instrumen keuangan yang disebut derivatif. Nilai derivatif bergantung pada nilai suatu instrumen keuangan lain mendasarinya. Nilai sebuah produk opsi juga bergantung dari nilai instrumen atau produk lain yang mendasari opsi tersebut, karena opsi termasuk dari bagian instrumen derivatif. Misalkan opsi untuk suatu saham akan bergantung pada nilai saham tersebut, dan opsi untuk suatu *currency* tertentu nilainya ditentukan oleh nilai dari *currency* tersebut (Djou dkk., 2021). Opsi juga dapat diartikan sebagai suatu hak yang dimiliki oleh seseorang maupun lembaga agar dapat menjual atau membeli sebuah instrumen investasi pada harga tertentu dalam suatu periode tertentu (Judokusumo, 2007). Instrumen investasi yang dimaksud dapat berupa saham, obligasi, valuta asing, properti, dan lain sebagainya sesuai dengan perjanjian yang telah disepakati. Hak untuk membeli dikenal dengan sebutan opsi *call* (*call option*) dan hak untuk menjual disebut opsi *put* (*put option*). Harga yang ditetapkan dalam kontrak disebut sebagai harga pelaksanaan, dan periode waktu hingga akhir kontrak disebut sebagai tanggal jatuh tempo.

2.3.2 Tipe Opsi

Berdasarkan waktu pelaksanaannya, opsi dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu opsi amerika dan opsi eropa. Menurut Hull (2018), perbedaan antara kedua opsi tersebut tidak berkaitan dengan lokasi geografis. Definisi kedua opsi tersebut adalah sebagai berikut :

1) Opsi Amerika

Opsi Amerika adalah opsi yang dapat digunakan kapan saja sampai tanggal jatuh tempo terjadi.

2) Opsi Eropa

Opsi Eropa adalah opsi yang hanya dapat digunakan pada saat mencapai tanggal jatuh tempo.

2.3.3 Opsi *Cash-Or-Nothing*

Chicago Board Options Exchange menawarkan sebuah opsi di mana para pedagang menyetujui persyaratan yang tidak standar. Ketentuan yang tidak standar ini dapat melibatkan harga kesepakatan atau tanggal kedaluwarsa yang berbeda dari yang biasanya ditawarkan oleh bursa. Opsi tersebut juga dapat dilaksanakan secara kapan saja (tipe Amerika), ataupun pada saat tanggal kadaluwarsa, yakni tipe Eropa. Salah satu contoh dari opsi dengan ketentuan yang tidak standar tersebut adalah opsi *cash-or-nothing* (Hull, 2018). Opsi *cash-or-nothing* akan memberikan pembayaran dalam bentuk uang tunai (*cash*). Hull (2018) memaparkan bahwa pada opsi *cash-or-nothing* tipe *call* pembayaran diberikan jika harga aset mencapai atau melebihi harga kesepakatan (K) selama periode kontrak, namun tidak memberikan pembayaran sama sekali jika harga aset kurang dari harga kesepakatan. Sebaliknya, pada opsi *cash-or-nothing* tipe *put* pembayaran diberikan jika harga aset berada di bawah harga kesepakatan (K) selama periode kontrak, namun tidak memberikan pembayaran sama sekali jika harga aset melebihi dari harga kesepakatan.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah opsi *put cash-or-nothing* dengan tipe eropa. Secara matematis, pembayaran atau *payoff* tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

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

Dengan harga opsi jual (*put*) secara umum dituliskan sebagai berikut

$$P = e^{-rt} E(\text{maks}(0, K - S_T)) \quad (2.1)$$

2.4 Model *Black Scholes*

Model *Black Scholes* adalah salah satu metode yang telah banyak digunakan dalam penentuan harga opsi. Model ini dikembangkan pertama kali oleh Fisher Black dan Myron Scholes pada tahun 1973 yang kemudian dikembangkan oleh Robert Merton. Model tersebut memiliki pengaruh besar terhadap cara penentuan harga dan lindung nilai atas derivatif, yang kemudian membuat Scholes dan Merton mendapatkan pengakuan dengan menerima penghargaan nobel ekonomi pada tahun 1977. Black dan Scholes (1973) menggunakan menggunakan model penetapan harga aset modal untuk menentukan hubungan antara tingkat pengembalian yang

dibutuhkan pasar atas opsi dan tingkat pengembalian yang dibutuhkan atas saham. Harga saham ditentukan oleh waktu dan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang tidak dapat ditentukan secara pasti (Widyawati, 2013). Oleh karena itu, perubahan harga saham yang diasumsikan oleh *Black Scholes* dapat dipandang sebagai persamaan diferensial stokastik dan mengikuti gerak Brownian yang dituliskan sebagai berikut:

$$dS_T = \mu S_T dt + \sigma S_T dw$$

Model *Black Scholes* menggunakan beberapa asumsi yakni (Mooy et al., 2017):

- 1) Opsi yang digunakan adalah opsi yang dapat digunakan hanya pada saat jatuh tempo saja, yaitu opsi tipe Eropa
- 2) Suku bunga bebas risiko
- 3) Opsi tidak memberikan dividen
- 4) Tidak terdapat pajak atau biaya transaksi
- 5) Harga saham mengikuti pola acak dan berdistribusi lognormal

Fungsi densitas dari harga saham S_T yang berdistribusi lognormal adalah sebagai berikut :

$$f(S_T) = \frac{1}{S_T \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln S_T - \mu}{\sigma} \right)^2} \quad 0 < S_T < \infty \quad (2.2)$$

dimana $\mu = \ln S_t + \left(r - \frac{\sigma^2}{2} \right) T$ dan $\sigma^2 = \sigma^2 \sqrt{T}$ (Mooy et al., 2017).

Menurut Black & Scholes, persamaan harga opsi jual tipe eropa dari persamaan (2.1) adalah sebagai berikut:

$$P = e^{-rT} \int_{-\infty}^K (K - S_T) f(S_T) dS_T$$

$$P = e^{-rT} \left[K \int_{-\infty}^K f(S_T) dS_T - \int_{-\infty}^K S_T f(S_T) dS_T \right] \quad (2.3)$$

Substitusi persamaan (2.2) ke dalam persamaan (2.3).

Penyelesaian integral pertama $K \int_{-\infty}^K f(S_T) dS_T$ dari persamaan (2.3) adalah:

$$K \int_{-\infty}^K f(S_T) dS_T = K \int_{-\infty}^K \frac{1}{S_T \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln S_T - \mu}{\sigma} \right)^2} dS_T$$

Misalkan $z = \frac{\ln S_T - \mu}{\sigma}$ dan $dz = \frac{1}{S_T \sigma} dS_T$, diperoleh

$$= K \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz$$

$$K \int_K^{\infty} f(S_T) dS_T = KN \left(-\frac{\ln \frac{S_t}{K} + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \right) \quad (2.4)$$

Selanjutnya, diperoleh penyelesaian untuk integral kedua $\int_K^{\infty} S_T f(S_T) dS_T$ dari persamaan (2.3) adalah

$$\begin{aligned} \int_K^{\infty} S_T f(S_T) dS_T &= \int_{-\infty}^K S_T \frac{1}{S_t \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln S_t - \mu}{\sigma}\right)^2} dS_T \\ &= \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln S_t - \mu}{\sigma}\right)^2} dS_T \end{aligned}$$

misalkan $x = \ln S_T$ maka $e^x = e^{\ln S_T}$, dan $dS_T = e^x dx$. Diperoleh

$$\begin{aligned} &= \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2} e^x dx \\ &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - (\mu + \sigma^2)}{\sigma}\right)^2} dx \end{aligned}$$

kemudian, dengan menggunakan transformasi $y = \frac{x - (\mu + \sigma^2)}{\sigma}$ dan $dx = \sigma dy$, diperoleh

$$\begin{aligned} &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(y)^2} dy \\ &= e^{\ln S_t + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \frac{1}{2}\sigma^2 T} \int_{-\infty}^K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(y)^2} dy \end{aligned}$$

$$\int_K^{\infty} S_T f(S_T) dS_T = S_t e^{rT} N \left(-\frac{\ln \frac{S_t}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \right) \quad (2.5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.4) dan (2.5) ke dalam persamaan (2.3) diperoleh harga opsi *put* menggunakan model *Black Scholes* adalah sebagai berikut

$$P = e^{-rT} \left[KN \left(-\frac{\ln \frac{S_t}{K} + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \right) - S_t e^{rT} N \left(-\frac{\ln \frac{S_t}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \right) \right]$$

$$P = K e^{-rT} N(-d_2) - S_t N(-d_1) \quad (2.6)$$

Dengan

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

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.7)$$

2.4.1 Penerapan Model *Black Scholes* pada Asuransi Berbasis Indeks

Penerapan model *Black Scholes* pada asuransi berbasis indeks telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Okine (2014) menyatakan bahwa terdapat persamaan kondisi antara opsi *put cash-or-nothing* dengan asuransi indeks iklim. diantaranya yaitu :

- 1) Opsi *put cash-or-nothing* dikategorikan sebagai *conditional payoff* karena akan memberikan imbalan jika harga saham (S_0) kurang dari atau sama dengan *strike price* (K), sedangkan pada asuransi indeks iklim, dalam hal ini parameter yang digunakan adalah curah hujan, akan memberikan imbalan jika curah hujan yang turun (R_0) kurang dari atau sama dengan nilai *trigger* curah hujan (H). Jadi K sebagai nilai *trigger* dalam *cash-or-nothing* akan disubstitusi sebagai H dalam asuransi indeks iklim.
- 2) Data curah hujan mengikuti distribusi lognormal.
- 3) *Payoff* dari opsi *put cash-or-nothing* dan asuransi indeks iklim bersifat pembayaran tetap.

Oleh karena itu, rumus *Black Scholes* yang digunakan sebagai rumus penetapan nilai opsi *put cash-or-nothing* juga dapat digunakan dalam perhitungan premi asuransi berbasis indeks iklim.

Pada persamaan (2.6), Nilai $N(-d_1)$ dianggap 0 ketika $H < R_t$ (Togatorop dkk., 2022), dan $R_t = S_T$ serta $K = H$ disubstitusi ke persamaan (2.7). Oleh karena itu, diperoleh premi dari asuransi indeks iklim menggunakan model *Black Scholes* adalah sebagai berikut.

$$Premi = M e^{-rT} N(-d_2) \quad (2.8)$$

Dengan

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{R_t}{H}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.9)$$

Keterangan :

- M : Nilai maksimum pertanggungan / pembayaran klaim
 r : Tingkat suku bunga bebas risiko
 T : Waktu sampai dengan jatuh tempo
 $N(-d_2)$: Fungsi densitas kumulatif distribusi normal dari d_2
 R_t : Nilai indeks iklim tahun terakhir
 H : Nilai *trigger*
 σ : Standar deviasi indeks iklim

Volatilitas dari *return* suatu saham dapat didefinisikan sebagai standar deviasi suatu harga saham (Hull, 2018). Dalam konteks ini, karena harga saham didefinisikan sebagai indeks iklim, maka standar deviasi dari indeks iklim dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}{n - 1}} \quad (2.10)$$

Dengan

$$u_i = \ln\left(\frac{R_i}{R_{i-1}}\right) \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.11)$$

Keterangan:

- σ : Standar deviasi indeks iklim
 u_i : Nilai *return* ndeks ke-i
 \bar{u} : Rata-rata indeks
 n : Banyak data
 R_i : Indeks iklim tahun ke-i

2.5 *Historical Burn Analysis*

Jewson & Brix (2005) berpendapat bahwa *Burn Analysis* adalah metode aktuaria yang paling sederhana dalam penetapan harga dari derivatif cuaca tunggal. Metode ini didasarkan pada gagasan mengevaluasi bagaimana kinerja kontrak di tahun-tahun sebelumnya, atau dengan kata lain, metode ini

menggunakan data historis dalam penentuan harga kontrak dan menganalisis risiko yang mungkin terjadi di masa depan. *IRI Columbia University* kemudian mengembangkan metode *Historical Burn Analysis* yang digunakan apabila hanya tersedia salah satu data iklim (Nurjannah & Safril., 2020). Lebih lanjut, Nurjannah memaparkan langkah-langkah penggunaan metode *Historical Burn Analysis* dalam penentuan indeks curah hujan sebagai berikut.

- 1) Menentukan periode asuransi (indeks *window*).
- 2) Menentukan besaran nilai dasarian curah hujan (10 hari) pada data indeks *window*. Karena dalam sebulan terdapat 30 hari, maka per bulannya terdapat 3 nilai dasarian. Rumus nilai dasarian adalah

$$Dasarian_{1+i} = \sum_{x=1+10i}^{10+10i} hari_x \quad \text{dengan } i = 0,1,2 \quad (2.12)$$

- 3) Menentukan nilai *cap* dasarian. Nilai *cap* direpresentasikan oleh nilai evapotranspirasi potensial harian wilayah agroklimat yang disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Rata-Rata Nilai Evapotranspirasi Potensial (mm/hari) Untuk Berbagai Wilayah Agroklimat

Wilayah	Rata - Rata Suhu Harian		
	Dingin ~10°C	Sedang 20°C	Hangat > 30°C
Tropis dan subtropis			
-Lembab dan sub lembab	2 – 3	3 – 5	5 – 7
-Kering dan semi kering	2 – 4	4 – 6	6 – 8
Wilayah iklim sedang			
-Lembab dan sub lembab	1 – 2	2 – 4	4 – 7
-Kering dan semi kering	1 – 3	4 – 7	6 – 9

Sumber: Allen *et al.*, 1998

Potensi evapotranspirasi merupakan ukuran potensial dari jumlah air yang dapat hilang dari permukaan tanah karena evaporasi dari tanah dan transpirasi dari tanaman yang tumbuh di atasnya dalam kondisi ideal. Di sisi lain, kebutuhan air tanaman mengacu pada jumlah air yang seharusnya disediakan untuk mengkompensasi kehilangan tersebut agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mencapai hasil yang maksimal (Todorovic, 2004). Oleh karena itu, nilai evapotranspirasi potensial memberikan

indikasi tentang jumlah air minimum yang diperlukan untuk mencukupi kebutuhan tanaman dalam kondisi optimal.

- 4) Menentukan nilai total *adjusted rainfall* (curah hujan yang disesuaikan) untuk setiap dasarian yang didapatkan nilai *cap* dasarian. Apabila nilai curah hujan dasarian kurang dari nilai *cap* dasarian, maka yang digunakan adalah nilai curah hujan dasarian tersebut. Sebaliknya, jika nilai curah hujan dasarian melebihi nilai *cap* dasarian, maka nilai *cap* dasarian yang akan digunakan untuk dasarian tersebut.
- 5) Menentukan nilai rata-rata total *adjusted rainfall*.
- 6) Menentukan nilai *trigger* dan *exit*. Penentuan nilai *trigger* ditentukan dari nilai persentil data rata-rata total *adjusted rainfall* yang telah diurutkan dari nilai terendah sampai nilai tertinggi, dengan nilai yang terendah merupakan nilai *exit*. Rumus persentil ke-*i* untuk data tunggal adalah

$$P_i = \text{data ke } - \frac{i(n+1)}{100} \quad (2.13)$$

2.6 Uji Lognormal

Perhitungan premi dengan metode *Black Scholes* mengasumsikan bahwa indeks yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan premi asuransi telah teruji berdistribusi lognormal. Menurut Pratiwi dkk. (2020), dalam teori peluang, distribusi lognormal dapat didefinisikan sebagai suatu distribusi peluang kontinu dari suatu variabel acak yang logaritmanya terdistribusi normal. Variabel acak X dikatakan memenuhi distribusi lognormal apabila $Y = \log(X)$ merupakan distribusi normal. Fungsi kepadatan peluang dari indeks curah hujan R_t yang berdistribusi lognormal adalah

$$g(R_t) = \frac{1}{R_t \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln R_t - \mu}{\sigma} \right)^2} \quad 0 \leq R_t < \infty$$

Keterangan :

σ : Standar deviasi

μ : Rata-rata

Menurut Nasrum (2018), uji normalitas data dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square,

Lilliefors, Shapiro-Wilk, Cramer Von Mises, QQ-Plot dan PP-Plot. Pada penelitian ini, akan digunakan uji Shapiro-Wilk dalam menguji apakah populasi data berdistribusi normal atau tidak.

2.6.1 Uji Shapiro-Wilk

Uji Shapiro-Wilk merupakan sebuah metode pengujian normalitas data yang diperkenalkan oleh S.S. Shapiro dan M.B. Wilk pada tahun 1965. Statistik uji Shapiro-Wilk disimbolkan dengan huruf W , dengan pendefinisian sebagai berikut (Nasrum, 2018) :

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i (y_{n+1-i} - y_i))^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dengan,

W : Nilai statistik uji Shapiro-Wilk

n : Jumlah data

a : Koefisien Shapiro-Wilk

y : Data terurut

\bar{y} : Rata-rata nilai data terurut

Nilai p -value yang dihasilkan akan dibandingkan dengan taraf signifikansi α yang digunakan. Data yang diuji dikatakan berdistribusi normal jika nilai p -value lebih besar dari α yang digunakan (H_0 diterima). Sebaliknya, jika nilai p -value kurang dari α yang digunakan, maka data yang diuji tidak berdistribusi normal (H_0 ditolak).