

Perhitungan Premi Asuransi Padi Berbasis Indeks Curah Hujan Di Kabupaten Aceh Utara

Dara Irsalina¹, Ahmad Hadra Zuhri^{2*}, Rini Oktavia³, Komang Nonik Afsari⁴, Farhani⁵

^{1,2,3,5}Departemen Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala

⁴Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

Email: ahadrazuhri@usk.ac.id²

*Penulis Korespondensi

ABSTRACT

Northern Aceh stands as a crucial pillar of Aceh's economy, particularly in the agricultural sector. However, since 2019, agricultural production in Northern Aceh has been declining due to climate change, resulting in significant losses for many farmers in the region. This study aims to calculate the rice crop insurance premium against the rainfall index in Northern Aceh using the Black-Scholes model, assuming no transaction costs and a constant interest rate. By using rainfall and rice productivity data from 2020 to 2023, the results show that the premium to be paid by farmers is IDR 3,615,559 when the rainfall trigger value is 42.01mm. Conversely, when the trigger value is 44.40mm, the premium increases to IDR 3,710,713. This indicates that as the rainfall value increases, the premium that must be paid also rises.

Keywords: Agricultural Insurance; Agricultural Insurance Premi; Black-Scholes; Burn Analysis.

ABSTRAK

Aceh Utara menjadi salah satu pilar penting dalam perekonomian Aceh, khususnya pada sektor pertanian. Namun, sejak tahun 2019, produksi pertanian di Aceh Utara mengalami penurunan akibat perubahan iklim. Hal ini mengakibatkan banyak petani di Kabupaten Aceh Utara merugi. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung premi asuransi pertanian padi terhadap indeks curah hujan di Kabupaten Aceh Utara menggunakan metode Black-Scholes dengan mengasumsikan tidak adanya biaya transaksi dan suku bunga bernilai konstan. Melalui data curah hujan dan produktivitas padi dari tahun 2020 hingga 2023, diperoleh hasil bahwa premi yang harus dibayarkan oleh petani ketika nilai trigger 42.01mm sejumlah Rp.3.615.559, sedangkan Ketika nilai trigger 44.40 mm nilai premi yang harus dibayarkan Adalah Rp.3.710.713. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai curah hujan. Maka nilai premi yang harus dibayarkan juga semakin meningkat.

Kata Kunci: Asuransi Pertanian; Black-Scholes; Burn Analysis; Premi Asuransi Pertanian.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonComercial 4.0 International License. Copyright © 2025 by the Author(s).

I. Pendahuluan

Aceh Utara, salah satu kabupaten di Provinsi Aceh, memiliki posisi strategis sebagai sentra produksi pertanian dengan mayoritas dari total penduduknya bekerja di sektor ini [10]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, kontribusi sektor pertanian Aceh Utara terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Aceh mencapai 29.27% [4]. Hal tersebut menegaskan peran Aceh Utara sebagai pilar utama perekonomian daerah sekaligus penopang ketahanan pangan provinsi Aceh.

Namun, sejak tahun 2019, produksi padi di Aceh Utara terus menurun, terutama akibat perubahan iklim dalam hal ini ditandai oleh curah hujan ekstrem. Kondisi ini meningkatkan risiko gagal panen karena genangan ketika intensitas curah hujan tinggi dan gangguan

pertumbuhan tanaman ketika kekeringan melanda. Misalnya peristiwa banjir pada tahun 2022 menyebabkan penurunan produksi padi hingga 7,66% dibandingkan tahun sebelumnya [10], sehingga berdampak pada kesejahteraan petani dan stabilitas ekonomi daerah.

Sebagai upaya mengurangi risiko gagal panen, pemerintah menjalankan program Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP) yang memberi perlindungan terhadap kerugian akibat banjir, kekeringan, serta serangan hama dan penyakit [15]. Skema yang berlaku saat ini masih berbasis kerugian aktual (indemnity-based), sehingga verifikasi klaim memerlukan survei lapangan dan sering menimbulkan keterlambatan. Di Aceh Utara yang memiliki variabilitas curah hujan tinggi, asuransi berbasis indeks menjadi alternatif yang lebih cepat dan objektif karena pembayaran ditentukan oleh nilai indeks curah hujan yang terukur.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas perhitungan premi AUTP berbasis indeks iklim di berbagai daerah di Indonesia. Misalnya, [2], [3], [7], [13] menerapkan metode Black–Scholes untuk menentukan premi asuransi padi berdasarkan indeks curah hujan secara berturut-turut di Gorontalo, Kota Magelang, Kabupaten Kapuas Hulu, serta Kabupaten Bone. [9] menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi pilihan petani terhadap rencana asuransi tanaman menggunakan metode Bayesian Best–Worst, sedangkan [6] mempelajari perhitungan premi asuransi komoditas cabai merah di Kabupaten Solok, [11] mempelajari perhitungan premi berbasis indeks curah hujan pada komoditas kedelai di Kabupaten Jembrana, serta [14] mempelajari perhitungan premi asuransi pada komoditas cabai rawit menggunakan metode Black–Scholes di kota Salatiga.

Meskipun demikian, kajian serupa masih jarang dilakukan di Provinsi Aceh, khususnya di Kabupaten Aceh Utara yang memiliki peran strategis dalam sektor pertanian, dan belum mempertimbangkan karakteristik curah hujan Aceh Utara yang memiliki fluktuasi tajam antar musim. Selain itu, beberapa studi belum menggabungkan Historical Burn Analysis dan metode Black–Scholes dalam satu kerangka analisis. Kelemahan ini menjadi celah penelitian yang akan disempurnakan dalam studi ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis tertarik untuk mengkaji perhitungan premi asuransi pertanian padi berdasarkan indeks curah hujan di kabupaten Aceh Utara menggunakan metode Black Scholes. Metode Black–Scholes dipilih karena memberikan estimasi premi berbasis asumsi probabilistik, serta telah banyak digunakan dalam perhitungan premi asuransi berbasis indeks pada penelitian sebelumnya.

II. Metode Penelitian

2.1 Metode Historical Burn Analysis

Historical Burn Analysis (HBA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan dan mengevaluasi suatu kontrak asuransi berdasarkan historis data masa lalu. Historis data masa lalu digunakan untuk menentukan *exit index* dan *trigger index*. *Exit index* merupakan titik terendah di mana tidak ada pembayaran yang akan dilakukan. Sedangkan *trigger index* merupakan persentil dari sejumlah data yang telah disesuaikan. Berikut langkah-langkah untuk mendapatkan *exit* dan *trigger index*.

1. Menghitung nilai korelasi dari setiap periode yang diamati.

Dalam hal ini, nilai *window index* akan ditentukan. *Window index* merupakan periode yang memiliki nilai korelasi tertinggi. korelasi untuk setiap periode pengamatan dapat dihitung dengan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* sebagai berikut:

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

di mana x_i dan y_i merupakan data individu yang diobservasi dan n merupakan jumlah pengamatan.

2. Menentukan nilai *Cap*.

Nilai *Cap* menjelaskan nilai maksimum yang ditetapkan untuk menentukan nilai rata-rata setiap periode dalam dekade tertentu. Perhitungan nilai *Cap* pada asuransi berdasarkan indeks curah hujan dapat ditentukan melalui nilai ETp (Nilai evaporasi dan transpirasi potensial harian) dengan menggunakan indikator pada Tabel 1 [6], [7].

Tabel 1. Rata-rata nilai ETp (mm/hari)

Wilayah	Rata-rata suhu harian (Celcius)		
	Dingin (~10°C)	Sedang (~20°C)	Hangat (>30°C)
Lembab dan sub lembab	2-3	3-5	5-7
Kering dan sub kering	2-4	4-6	6-8

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dengan menggunakan nilai *Cap* per dasarian, maka

$$C_d = E\bar{T}p \times 10 \quad (2)$$

di mana C_d merupakan *Cap* dasarian dan $E\bar{T}p$ merupakan rata-rata nilai ETp.

Nilai *Cap* dasarian pada persamaan (2) digunakan sebagai nilai acuan terhadap nilai dasarian curah hujan yang akan dihitung menggunakan formula berikut:

$$\begin{aligned} dasarian_1 &= \sum_{i=1}^{n=10} Cap_i \\ dasarian_2 &= \sum_{i=11}^{n=20} Cap_i \\ dasarian_3 &= \sum_{i=21}^{n=31} Cap_i \end{aligned} \quad (3)$$

Jumlah nilai curah hujan 10 harian yang didapatkan pada persamaan (3) dan *Cap* dasarian pada persamaan (2) digunakan untuk menentukan nilai jumlah curah hujan yang disesuaikan (*adjusted rainfall*) dengan kriteria berikut:

$$adjusted rainfall = \begin{cases} cap, & \text{jika } dasarian_i \geq Cap \\ dasarian_i, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

Nilai rata-rata dari *adjusted rainfall* pada setiap tahun digunakan untuk menentukan nilai *exit* dan *trigger*. Rata-rata nilai *adjusted rainfall* setiap tahunnya dapat dihitung menggunakan formula berikut:

$$\bar{R}_t = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (5)$$

di mana n merupakan jumlah periode dasarian dan R_t merupakan *adjusted rainfall* periode ke- i .

3. Menentukan nilai *exit*.

Nilai *exit* didapatkan berdasarkan nilai terendah dari rata-rata *adjusted rainfall*.

4. Menentukan nilai *trigger*.

Nilai *trigger* diperoleh melalui persentil dari rata-rata *adjusted rainfall* yang telah diperoleh. Persentil merupakan ukuran data yang dibagi menjadi 100 bagian sama besar.

2.2 Metode Black-Scholes

Black-Scholes merupakan model yang dikemukakan oleh Fisher Black Mayor Scholes pada tahun 1973. Model ini digunakan untuk menghitung nilai opsi, khususnya opsi tipe Eropa dengan asumsi kontrak berlaku saat jatuh tempo, suku bunga bebas resiko bernilai konstan, tanpa dividen, tanpa pajak, dan tanpa biaya transaksi [9].

Terdapat dua tipe opsi, yaitu Opsi Eropa dan Opsi Amerika. Kedua tipe tersebut dibedakan berdasarkan eksekusinya. Opsi dengan tipe Eropa hanya akan dieksekusi pada hari kontrak opsi berakhir atau saat kontrak asuransi jatuh masa tempo. Sedangkan opsi dengan tipe Amerika memungkinkan eksekusi kapan saja di antara tanggal eksekusi opsi dan waktu jatuh temponya [9].

Opsi terbagi menjadi dua, yaitu opsi *call* dan opsi *put*. Opsi *call* adalah kontrak yang memberikan pemegang kontrak hak untuk membeli asset dengan harga dan waktu yang telah disepakati. Sedangkan opsi *put* merupakan kontrak yang memberikan hak kepada pemegang kontrak untuk menjual asset dengan harga dan waktu yang telah disepakati [9]. Dalam hal asuransi, premi asuransi dapat didekatkan dengan menggunakan opsi *put*, sebab terdapat kesamaan antara asuransi dan opsi *put* dalam hal perlindungan terhadap kerugian dengan memberikan hak kepada pemegang asuransi untuk menjual aset pada harga dan waktu tertentu yang telah disepakati [8].

[8] Pada penelitian ini, premi asuransi akan dihitung mengikuti opsi *put* tipe Eropa menggunakan metode Black-Scholes yang diformulasikan sebagai berikut:

$$P = Ke^{-rt}N(-d_2) - S_0N(-d_1) \quad (6)$$

dengan,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (7)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

di mana:

1. P merupakan harga premi.
2. S_0 merupakan harga saat ini.
3. K merupakan harga eksekusi (*trigger value*).
4. r merupakan suku bebas risiko.
5. σ merupakan standar deviasi.
6. T merupakan waktu jatuh tempo.
7. $N(-d_1)$ merupakan fungsi kepekatan komulatif dari distribusi normal d_1 .
8. $N(-d_2)$ merupakan fungsi kepekatan komulatif dari distribusi normal d_2 .

[8] Pembayaran klaim terhadap asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan dapat dimodelkan menggunakan model matematika berikut:

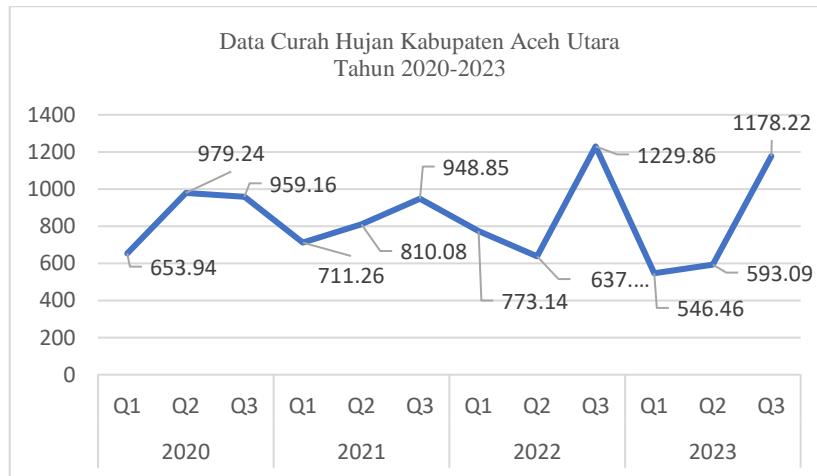
$$\text{Payoff} = \begin{cases} P, & \text{jika } R \leq R_T \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (8)$$

Sebagai pembayaran bersyarat dari opsi *put cash-or-nothing*, artinya, pembayaran klaim (P) akan dilakukan jika indeks curah hujan (R) kurang dari atau sama dengan nilai *trigger*-nya (R_T). Sehingga perhitungan premi asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan dapat diformulasikan sebagai berikut:

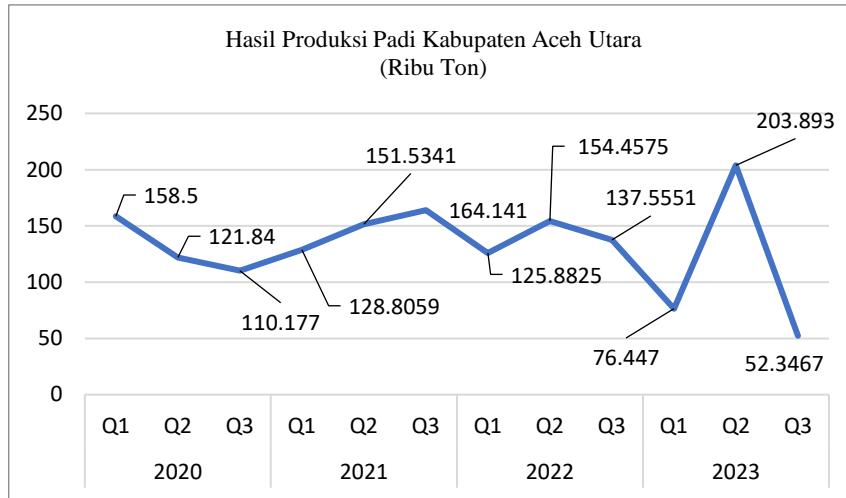
$$\text{Premi} = Pe^{-rt}N(-d_2) \quad (9)$$

III. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengkaji premi asuransi pertanian khususnya pertanian padi di Kabupaten Aceh Utara berdasarkan intensitas curah hujan. Data yang digunakan berupa data curah hujan dan data jumlah produksi padi kabupaten tersebut. Data harian curah hujan periode tahun 2020 hingga 2023 dikumpulkan melalui *NASA POWER - Data Access Viewer* (DAV) [12] yang diakses pada tanggal 11 Juli 2025 dengan menggunakan koordinat Aceh Utara yaitu $4^{\circ}55'00''\text{N}$ $97^{\circ}00'00''\text{E}$ [1]. Di lain pihak, data hasil produksi padi Kabupaten Aceh Utara periode tahun 2020-2023 diperoleh melalui Badan Pusat Statistik Aceh [5]. Secara berturut-turut, data curah hujan dan hasil produksi padi Kabupaten Aceh Utara tahun 2020 hingga 2023 direpresentasikan dalam grafik berikut:



Gambar 1. Data curah hujan Kabupaten Aceh Utara tahun 2020-2023



Gambar 2. Data produksi padi Kabupaten Aceh Utara tahun 2020-2023

Gambar 1 menunjukkan jumlah curah hujan per triwulan (Q1-Q3) selama empat tahun terakhir di Kabupaten Aceh Utara. Pembagian periode curah hujan per triwulan mengikuti data hasil panen padi yang tersedia di BPS [5]. Q1 merupakan periode bulan Januari-April, Q2 merupakan periode bulan Mei-Agustus, serta Q3 merupakan periode bulan September-Desember. Berdasarkan Gambar 1, data jumlah curah hujan di kabupaten tersebut menunjukkan terdapat fluktuasi cukup tajam antar tahun, terutama di tahun 2022. Di samping itu, Gambar 1 menunjukkan tren yang sama dari tahun 2022 dan 2023 yaitu Q3 memiliki lonjakan curah hujan yang tinggi.

Gambar 2 menggambarkan jumlah produktivitas padi kabupaten Aceh Utara per triwulan dari tahun 2020 hingga 2023. Berdasarkan gambar 2, terdapat fluktuasi pada produktivitas padi dari tahun ke tahun. Produktivitas padi terendah pada kuartal ke tiga pada tahun 2022 dan 2023.

3.1 Menentukan Indeks Curah Hujan menggunakan Metode *Historical Burn Analysis*

Indeks perubahan iklim sangat baik digunakan terhadap asuransi pertanian jika terdapat korelasi antara data curah hujan dan kerugian. Korelasi tertinggi antara curah hujan dan hasil produktivitas padi dapat digunakan dalam menentukan *window index*. Tabel 2 menunjukkan korelasi antara jumlah curah hujan dan produktivitas padi per triwulan dari tahun 2020 hingga 2023 yang dihitung berdasarkan persamaan (1) menggunakan *software Python*.

Tabel 2. Korelasi antara Curah Hujan dan Produktivitas Padi dari tahun 2020-2023

Q1 (Januari–April)	Q2 (Mei–Agustus)	Q3 (September–Desember)
0.582	-0.86	-0.412

Berdasarkan Tabel 2, terdapat korelasi jumlah curah hujan dan produktivitas padi di kabupaten Aceh Utara. Korelasi bernilai negatif menunjukkan indikasi bahwa semakin tinggi curah hujan menyebabkan produktifitas padi menurun. Nilai korelasi tertinggi ditunjukkan pada kuartal ke dua (Mei–Agustus) yaitu -0.86. Sehingga periode tersebut merupakan *window index* yang akan digunakan dalam menentukan nilai *Cap*.

Perhitungan nilai Cap pada asuransi berdasarkan indeks curah hujan dapat ditentukan berdasarkan nilai ETp. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Stasiun Malikussaleh, Aceh Utara, kondisi rata-rata suhu dan kelembapan udara di Kabupaten Aceh Utara di tahun 2020 hingga 2023 secara berturut-turut adalah 26-27 derajat Celsius dan 85-86 persen. Sehingga, nilai ETp yang digunakan untuk wilayah ini adalah 5 mm/hari dan berdasarkan persamaan (2), nilai Cap intensitas iklim di Kabupaten Aceh Utara adalah 50.

Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (3) ditentukan index curah hujan per 10 harian (dasarian) untuk kuartal ke-2 pada tahun 2020 hingga 2023. Dasarian 1 menyatakan jumlah indeks curah hujan 10 hari pertama. Dasarian 2 menyatakan jumlah indeks curah hujan di hari ke 11 hingga hari ke-20. Dasarian 3 menyatakan jumlah indeks curah hujan 10 hari terakhir. Tabel 3 menunjukkan data hasil perhitungan dasarian indeks curah hujan kuartal ke-2 tahun 2020-2023.

Tabel 3. Data Dasarian Curah Hujan yang telah Disesuaikan (mm) 2020–2023

Dasarian ₁				
Tahun	Mei	Juni	Juli	Agustus
2020	60	35,77	49,13	8,14
2021	26,93	60	60	60
2022	60	60	28,24	32,03
2023	60	33,51	60	60

Dasarian ₂				
Tahun	Mei	Juni	Juli	Agustus
2020	60	60	35,91	3,29
2021	26,38	15,51	20,35	60
2022	4,57	60	6,13	60
2023	60	30,35	42,44	20,31

Dasarian ₃				
Tahun	Mei	Juni	Juli	Agustus
2020	56,9	57,49	60	60
2021	60	43,88	24,65	60
2022	17,42	45,43	50,03	60
2023	25,24	60	11,68	60

Rata-rata indeks curah hujan yang disesuaikan (*adjusted rainfall*) kuartal ke 2 tahun 2020 hingga 2023 ditentukan dengan mencari rata-rata nilai curah hujan dasarian mengikuti formula pada persamaan 5.

Tabel 4. Rata-rata indeks curah hujan 2020–2023

Tahun	Rata-rata curah hujan (mm)
2020	45,5525
2021	43,1417
2022	40,3208
2023	43,6275

Tabel 4 menunjukkan rata-rata nilai *adjusted rainfall* (curah hujan yang telah disesuaikan) untuk periode keuartal ke-2 (Mei-Agustus) pada tahun 2020, 2021, 2022, dan 2023. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2020 dan terendah berada di tahun 2022. Kemudian, nilai *trigger* ditentukan berdasarkan persentil dari rata-rata indeks curah hujan yang telah disesuaikan pertahun. Nilai *exit* dan *trigger* direpresentasikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Nilai Trigger dan Exit

Percentil	Trigger (mm)	Exit (mm)
20	42,01334	
30	42,85959	
40	43,23884	
50	43,38459	40,3208
60	43,53033	
70	43,82	
80	44,3975	

Nilai *trigger* dan *exit* pada Tabel 5 kemudian digunakan sebagai parameter utama dalam model Black–Scholes. Nilai indeks yang telah distandardisasi ini merepresentasikan tingkat risiko curah hujan pada setiap periode tanam dan menjadi dasar dalam menghitung probabilitas kejadian gagal panen. Dengan demikian, output HBA berfungsi sebagai input langsung bagi model Black–Scholes dalam penentuan premi asuransi berbasis indeks.

3.2 Menentukan Premi Asuransi menggunakan Metode Black-Scholes

Metode Black-Scholes merupakan metode yang digunakan untuk menentukan nilai opsi dengan menggunakan asumsi return saham berdistribusi normal. Pada kasus ini, metode Black-Scholes digunakan untuk menentukan nilai premi asuransi dengan mengasumsikan data curah hujan berdistribusi normal. Dengan menggunakan *Shapiro Wilk Test*, data pada Tabel 5 di atas di uji pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Setelah diuji coba, diperoleh bahwa *p-value* bernilai 0.9382, artinya nilai $p - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan data berdistribusi normal dan dapat diaplikasikan pada metode Black-Scholes [15].

Selanjutnya, nilai premi dihitung menggunakan persamaan (10) dan (8) dengan asumsi tidak adanya biaya pajak dan biaya transaksi. Nilai S_0 , K , pada persamaan (8) secara berturut-turut merupakan rata-rata nilai indeks curah hujan tertinggi yang telah disesuaikan dan nilai *trigger* untuk setiap persentil, suku bunga (r) mengikuti suku bunga Bank Indonesia (BI 7-Day Repo Rate) Januari 2020 yaitu 5%, $T = \frac{3}{12}$, dan simpangan baku (σ) 0.748831. Selanjutnya, nilai P pada persamaan (10) merupakan nilai pertanggungan yang diberikan kepada pemegang polis ketika gagal panen terjadi. Nilai pertanggungan yang digunakan pada penelitian ini mengikuti Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia tentang pendoman Asuransi. Usaha Tani Padi (AUTP), yaitu Rp. 6.000.000/hektar/musim. Maka nilai premi untuk setiap nilai *trigger* yang dimiliki adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai Premi untuk Trigger yang Berbeda

Percentil	Trigger mm	Pertanggungan (Rp)	d_2	$N(-d_2)$	Premi (Rp.)
20	42.01334	6.000.000	-0.28618	0.612618	3.615.559
30	42.85959	6.000.000	-0.301459	0.618468	3.650.080
40	43.23884	6.000.000	-0.308221	0.621043	3.665.280
50	43.38459	6.000.000	-0.310805	0.622025	3.671.077
60	43.53033	6.000.000	-0.313379	0.623004	3.676.851
70	43.82	6.000.000	-0.318471	0.624936	3.688.255
80	44.3975	6.000.000	-0.328521	0.628741	3.710.713

Tabel 6 menunjukkan nilai premi asuransi yang perlu dibayar oleh pemegang polis pada tiap periode masa tanam padi per hektar. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa nilai premi terendah terdapat pada persentil ke 20 dari nilai *trigger* yang dipilih. Sedangkan nilai premi tertinggi pada persentil ke 80 dari nilai *trigger* yang dipilih. Hasil perhitungan

premi ini dapat digunakan oleh petani untuk memilih tingkat perlindungan yang sesuai dengan kemampuan bayar mereka, karena setiap tingkat *trigger* menghasilkan premi dan tingkat risiko yang berbeda. Disisi lain, pemerintah dapat memanfaatkan informasi ini untuk merancang kebijakan subsidi premi yang lebih tepat sasaran, menentukan *trigger* yang realistik untuk kondisi iklim lokal, serta menyesuaikan besaran perlindungan agar tetap terjangkau namun efektif dalam menjaga pendapatan petani. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan memberikan dasar kuantitatif yang jelas untuk pengambilan keputusan dalam perancangan skema AUTP yang lebih adaptif terhadap risiko iklim khususnya pada pertanian padi di Aceh Utara.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini mengkaji penetapan premi asuransi pertanian padi berbasis indeks curah hujan di Kabupaten Aceh Utara menggunakan pendekatan Black–Scholes. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk nilai pertanggungan Rp6.000.000 per hektar, besaran premi meningkat seiring dengan kenaikan persentil pada nilai *trigger*, meskipun selisih antar persentil relatif kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa model Black–Scholes dengan asumsi tanpa biaya transaksi dan suku bunga konstan masih memberikan estimasi premi yang stabil dan dapat diterapkan untuk kondisi curah hujan di Aceh Utara.

Dari sisi implementasi, hasil ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan petani dalam menentukan premi yang adil sekaligus menjaga keberlanjutan perlindungan. Persentil 50 (median) direkomendasikan sebagai acuan berdasarkan hasil perhitungan nilai premi untuk *trigger* yang berbeda pada Tabel 6 karena menghasilkan premi yang seimbang, yaitu Rp3.671.077 per hektar per musim, sehingga memberikan proteksi yang memadai dengan beban biaya yang masih terjangkau. Secara ilmiah, penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan model opsi untuk penetapan premi berdasarkan indeks curah hujan, sementara secara praktis memberikan dasar estimasi premi yang dapat dijadikan rujukan bagi perumusan kebijakan asuransi pertanian di Aceh Utara

Daftar Pustaka

- [1] A. Hardiyanto, Nurisah, V. Madina, and R. Triandicki, Statistik Daerah Kabupaten Aceh Utara 2023. Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara, 2023.
- [2] A. Nadiyyah, E. Rahmi, S. K. Nasib, A. R. Nuha, N. I. Yahya, and L. O. Nashar, Determination of Premium Price for Rice Crop Insurance in Gorontalo Province Based on Rainfall Index with Black Scholes Method, Pattimura International Journal of Mathematics, 2024.
- [3] A. Raharjanti and S. Riaman., Calculation of Rice Farming Insurance Premium Price in Magelang Based on Rainfall Index with Black-Scholes Method, International Journal of Business, Economics and Social Development, 2024.
- [4] B. K. A. Utara, Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Aceh Utara Menurut Lapangan Usaha 2020-2024. BPS Kabupaten Aceh Utara, 2025.
- [5] Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh, Website Resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh, 2025, [Online]. Available: <https://aceh.bps.go.id/id>, diakses pada 10 Juli 2025.
- [6] E. Musfawarman, S. Rosita, and S. Arsita, Perhitungan Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan Pada Komoditas Cabai Merah Menggunakan Metode Black-Scholes, Aktuaria: Jurnal Matematika Terapan, Statistika, Ekonomi, dan Manajemen Risiko, 2024.
- [7] F. M. Nani, N. Satyahadewi, and Yudhi, Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Curah Hujan Dengan Metode Burn Analysis, BIMASTER: Buletin Ilmiah Matematika, Statisitika dan Terapannya, 2021.
- [8] Filiapuspa, M.H., Sari, S.F., Mardiyati, S, Applying Black Scholes Method for Crop Insurance Pricing, AIP Conference Proceeding, 2019.

- [9] J. C. Hull, Options, Futures, and other Derivatives, University of Toronto, 2015.
- [10] M. I. Rachman, N. Nuryartono, B. Arifin, and T. Bakhtiar, Investigating Farmers Preferences for Crop Insurance Product Attributes in Indonesia Using the Bayesian Best-Worst Method, Journal of Management and Agribusiness, 2024.
- [11] N. Ismail, O. Santifa, M. Alimudin, and A. R. R. Maulana, Aceh dalam Angka, BPS Provinsi Aceh, 2022.
- [12] N. P. A. S. Dewi, K. Dharmawan, and K. Sari, Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan Pada Komoditas Kedelai yang Disimulasi Menggunakan Distribusi Weibull, E-Jurnal Matematika, 2020.
- [13] NASA POWER Project, Data Access Viewer (dav)– Nasa Power, <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, 2025, diakses pada 11 Juli 2025.
- [14] R. Abubakar, R. W. Yanti, and M. F. Fatimah, Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan Menggunakan Burn Analysis di Kabupaten Bone, Jurnal Sains Matematika dan Statistika, 2024.
- [15] R. F. Togatorop, D. A. Maruddani, and Tarno, Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian Komoditas Cabai Rawit Berbasis Indeks Curah Hujan dengan Metode Black-Scholes, Jurnal Gaussian, 2022.
- [16] S. Gitosaputro, I. Nurmayasari, and K. K. Rangga, Persepsi Petani Terhadap Program Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP) di Kabupaten Lampung Selatan,” Jurnal Penyuluhan, 2023.