SKEWNESS
Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data
Volume 3, No. 1, April 2026

Penentuan Harga Premi Menggunakan Model *Black-Scholes* dan Ganti Rugi dengan Model *Historical Burn Analysis* pada Asuransi Usaha Tani Bawang Merah

Rahayu Nur Rahmawati[1*]
[1]*Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia*
E-mail Koresponden: *rhynurrahma@gmail.com*

Abstrak. Artikel ini membahas mengenai penggunaan model *Black-Scholes* dan model *Historical Burn Analysis*. Metode penelitian yang dilakukan adalah mencari sumber data sekunder serta mempelajari teori buku dan jurnal matematika. Data yang digunakan adalah data curah hujan dan data produksi bawang merah di Kabupaten Brebes periode April 2018 hingga Maret 2022. Berdasarkan hasil dan pembahasan, untuk model *Black-Scholes* dilakukan pengolahan data curah hujan caturwulan yang berkorelasi kuat yaitu pada caturwulan dua (Agustus–November) yang kemudian diolah dalam formulasi model. Dengan ukuran acuan curah hujan yang berbeda, diperoleh premi yang berbeda juga. Untuk model *Historical Burn Analysis*, diperoleh pengolahan data curah hujan dasarian yang merepresentasikan indeks grafik dalam nilai *exit* dan *trigger* sebagai penentu jumlah ganti rugi yang diberikan.

Kata kunci: *asuransi pertanian, bawang merah, Black-Scholes, historical burn analysis*

1 Pendahuluan

Usaha tani merupakan salah satu mata pencaharian dari mayoritas masyarakat Indonesia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk Indonesia, sektor pertanian dituntut menyediakan kebutuhan pangan yang lebih besar. Usaha tani memiliki beberapa jenis, yakni usaha tani padi, usaha tani jagung, usaha tani bawang, dan sebagainya. Setiap usaha memiliki risiko yang dapat membuat usaha tidak berjalan seperti yang diinginkan. Demikian pula pada usaha tani, sehingga Indonesia menyediakan asuransi pada bidang pertanian untuk mengurangi kerugian apabila terjadi gagal panen. Pada dasarnya, terdapat beberapa jenis asuransi pertanian jika dilihat dari perhitungan besar premi maupun santunannya. Terdapat asuransi pertanian berbasis gagal panen, seperti AUTP (Asuransi Usaha Tani Padi) [1], serta asuransi pertanian berbasis indeks, yaitu indeks curah hujan [2], indeks suhu [3], indeks iklim [4], indeks kelembapan, indeks perubahan harga, dan sebagainya.

Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 40/Permentan/SR.230/7/2015 Bab 1, Pasal 1, No. 5 menjelaskan bahwa premi asuransi pertanian adalah sejumlah nilai uang yang ditetapkan oleh perusahaan asuransi selaku penanggung dan dibayar oleh petani selaku tertanggung sebagai syarat sahnya perjanjian

asuransi dan memberikan hak kepada petani untuk menuntut kerugian [1]. Secara sederhana, premi adalah harga yang harus dibayarkan oleh petani agar dapat memperoleh klaim. Terdapat beberapa model perhitungan untuk menentukan harga premi dan santunan, yakni berdasarkan luas lahan, curah hujan, hingga model *Black-Scholes* dan *Historical Burn Analysis* [5]. Penentuan besar premi dapat dilakukan dengan mencari korelasi kuat antara data curah hujan dan produksi bawang merah [6]. Data curah hujan dengan korelasi kuat dipilih sebagai indeks curah hujan, sehingga skema asuransi ini disebut asuransi berbasis indeks curah hujan [2].

Penelitian yang relevan dengan topik artikel ini telah dilakukan oleh Putri dkk. dalam [7] yang menghitung premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan menggunakan model *Black-Scholes* dengan data produksi padi Kota Denpasar. Perbedaannya, penelitian ini menggunakan data produksi bawang merah dan curah hujan Kabupaten Brebes periode April 2018 hingga Maret 2022, serta tidak hanya menggunakan model *Black-Scholes* untuk menentukan premi, tetapi juga model *Historical Burn Analysis* untuk menentukan ganti rugi. Anggraeni dkk. dalam [3] melakukan penelitian penentuan nilai premi asuransi usaha tani kakao di Kabupaten Jembrana berbasis indeks suhu permukaan menggunakan metode *Burn Analysis*. Qosim dkk. dalam [8] melakukan penelitian serupa menggunakan metode pembangkit distribusi eksponensial campuran dengan data produksi jagung Kabupaten Karangasem tahun 1997 hingga 2016. Selanjutnya, Roji dalam [4] menentukan nilai premi usaha tani padi berbasis indeks iklim di Kabupaten Bogor dengan rentang data lima tahun, yaitu 2016 hingga 2020. Selain itu, Prabowo dkk. dalam [9] telah meneliti penentuan premi dan ganti rugi asuransi usaha tani bawang merah di wilayah Brebes dengan data periode Maret 2018 sampai Februari 2021, sedangkan artikel ini menggunakan data periode April 2018 sampai Maret 2022.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghitung harga premi Asuransi Usaha Tani Bawang Merah berbasis indeks curah hujan menggunakan model *Black-Scholes* dan menentukan besar ganti rugi menggunakan model *Historical Burn Analysis*, dengan data sekunder wilayah Kabupaten Brebes.

2 Metodologi

2.1 Sumber Data

Penelitian ini dilakukan melalui studi literatur dan studi kasus. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi tahunan *Kabupaten Brebes Dalam Angka* edisi 2018 hingga 2022 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes [10, 11, 12, 13, 14]. Data tersebut berupa data produksi bawang merah dan data curah hujan Kabupaten Brebes yang kemudian disusun ke dalam bentuk caturwulan dan dasarian untuk periode 1 April 2018 hingga 31 Maret 2022.

2.2 Pengolahan Data Model *Black-Scholes*

Langkah-langkah untuk mencari premi dengan menggunakan model *Black-Scholes*, antara lain sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data produksi bawang merah dan data curah hujan periode April 2018 hingga Maret 2022;
2. Mengubah data curah hujan dan produksi bawang merah tahunan menjadi data caturwulan dan dasarian;
3. Membuat *plotting* data caturwulan curah hujan dan data produksi bawang merah Kabupaten Brebes periode April 2018 hingga Maret 2022;
4. Melakukan uji koefisien korelasi untuk menentukan indeks curah hujan;
5. Menguji kenormalan data untuk logaritma natural dari data caturwulan dengan curah hujan yang berkorelasi paling kuat terhadap produksi bawang merah; dan
6. Menghitung harga premi asuransi yang harus dibayarkan berdasar pada data yang didapatkan.

2.3 Pengolahan Data Model *Historical Burn Analysis*

Langkah-langkah untuk menentukan ganti rugi dengan menggunakan model *Historical Burn Analysis* antara lain sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data curah hujan periode April 2018 hingga Maret 2022;
2. Mengubah data curah hujan menjadi data dasarian (sepuluh harian) dengan rincian sebagai berikut:

   Dasarian 1 = jumlah curah hujan hari ke-1 hingga ke-10;

   Dasarian 2 = jumlah curah hujan hari ke-11 hingga ke-20;

Dasarian 3 = jumlah curah hujan hari ke-21 hingga akhir bulan.

3. Menghitung *cap*, yaitu jumlah maksimum curah hujan yang diperhitungkan untuk setiap periode sepuluh hari [15]. Penentuan nilai *cap* menggunakan nilai evapotranspirasi potensial (Etp) harian. Dengan asumsi nilai Etp sebesar 5 mm/hari [16], nilai *cap* dasarian dihitung sebagai berikut:

$$cap\ dasarian = 5\ mm \times 10\ hari = 50. \quad (1)$$

4. Menghitung nilai curah hujan yang disesuaikan dengan nilai *cap*. Jika curah hujan total untuk dekade 1 kurang dari *cap* maka digunakan curah hujan total untuk periode tersebut. Namun, jika lebih dari *cap* maka nilai *cap* yang akan digunakan.
5. Menghitung jumlah curah hujan dasarian yang telah disesuaikan untuk setiap tahun. Cara yang digunakan adalah menghitung jumlah curah hujan yang telah disesuaikan setiap dekade.
6. Menyusun data curah hujan yang telah disesuaikan (setiap tahunnya) mulai dari curah hujan yang tertinggi hingga terendah.
7. Menentukan nilai *exit*, yaitu nilai curah hujan terendah yang menyebabkan ganti rugi diberikan sepenuhnya. Nilai *exit* diperoleh dari jumlah curah hujan disesuaikan yang terkecil.
8. Menentukan nilai *trigger*, yaitu batas curah hujan yang mulai memicu pembayaran ganti rugi, berdasarkan periode ulang yang dipilih, dengan ketentuan:
   a. Jika curah hujan lebih rendah dari *exit* maka ganti rugi akan diberikan maksimal;
   b. Jika curah hujan berada antara *exit* dan *trigger* maka ganti rugi akan diberikan secara parsial dengan rumus perhitungan:

$$Y = \frac{trigger - curah\ hujan}{trigger - exit} \times nilai\ maksimal \quad (2)$$

   (diperoleh dari interpolasi linear antara nilai trigger dan exit).
   c. Jika curah hujan lebih dari *trigger* maka petani tidak akan mendapatkan ganti rugi.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Harga Premi dengan Model *Black-Scholes*

Data curah hujan dan produksi bawang merah per caturwulan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Kedua kelompok data merupakan akumulasi per empat bulan, dengan

rincian caturwulan 1 adalah data bulan 1 April−31 Juli, caturwulan 2 adalah data bulan 1 Agustus−30 November, dan caturwulan 3 adalah data bulan 1 Desember−31 Maret tahun berikutnya. Kolom tahun pada tabel menunjukkan tahun awal periode tersebut.

Tabel 1 Curah hujan Kabupaten Brebes per caturwulan (mm).

Periode	2018	2019	2020	2021
Caturwulan 1	926,66	956	1.312	445
Caturwulan 2	374,66	384	1.060	595
Caturwulan 3	1.322	1.491	1.521	1.140,477

Tabel 2 Produksi bawang merah Kabupaten Brebes per caturwulan (kuintal).

Periode	2018	2019	2020	2021
Caturwulan 1	1.146.181	933.622	746.148	1.175.684
Caturwulan 2	773.509	663.269	1.154.455	1.407.970
Caturwulan 3	366.705	363.088	1.064.876	734.215

Untuk menghitung premi asuransi digunakan model *Black-Scholes cash-or-nothing* tipe Eropa. Langkah awalnya adalah menghitung koefisien korelasi *Pearson product moment* antara curah hujan dan produksi bawang merah [17] menggunakan Persamaan (3) berikut.

$$r_{xy} = \frac{n\sum x_i y_i - \left(\sum x_i\right)\cdot\left(\sum y_i\right)}{\sqrt{\left(n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2\right)\cdot\left(n\sum y_i^2 - \left(\sum y_i\right)^2\right)}} \quad (3)$$

Hasil perhitungan koefisien korelasi dengan variabel bebas curah hujan dan variabel terikat produksi bawang merah untuk setiap caturwulan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan koefisien korelasi.

Curah Hujan	Produksi Bawang Merah		
	Caturwulan 1	Caturwulan 2	Caturwulan 3
Caturwulan 1	-0,859	-0,400	0,305
Caturwulan 2	-0,704	0,582	0,976
Caturwulan 3	-0,886	-0,553	0,125

Berdasarkan Tabel 3, nilai korelasi tertinggi, yaitu 0,976, diperoleh antara curah hujan caturwulan 2 (Agustus–November) dan produksi bawang merah caturwulan 3. Oleh karena itu, curah hujan caturwulan 2 dipilih sebagai indeks curah hujan.

Selanjutnya, dilakukan uji normalitas terhadap logaritma natural data curah hujan caturwulan 2 pada Tabel 1 menggunakan uji Jarque-Bera dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dan derajat bebas 2. Pengujian memberikan nilai statistik uji sebesar 1,398, lebih kecil daripada nilai kritis *Chi-Square* pada taraf tersebut, yaitu 5,99. Dengan demikian, data logaritma natural curah hujan caturwulan 2 dapat dianggap berdistribusi normal.

Nilai *trigger* ditentukan dari curah hujan caturwulan 2 berdasarkan persentil ke-0 hingga ke-100. Premi asuransi berbasis indeks curah hujan dapat dimodelkan menggunakan formula opsi jual *Black-Scholes cash-or-nothing* tipe Eropa sebagai berikut.

$$Premi = K \cdot e - rt \cdot N(-d2) \tag{4}$$

Variabel K adalah besar santunan jika terjadi klaim, yang ditetapkan sebesar Rp46.110.735,00 berdasarkan penelitian Prabowo dkk. dalam [9]. Untuk variabel r sebagai tingkat bunga per tahun ditetapkan sebesar 0,063, sedangkan t sebagai jangka waktu kontrak adalah 0,33 tahun (satu caturwulan). Untuk mencari distribusi normal kumulatif atau $N(-d_2)$, diperlukan formula untuk mencari d_2.

Formula yang digunakan untuk nilai d_2 yaitu sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{R_0}{R_r}\right) + \mu \cdot t}{\sigma\sqrt{t}} \tag{5}$$

Dengan R_0 adalah *trigger* pada persentil ke-100 dan R_r adalah *trigger* pada masing-masing persentil. Nilai d_2 dapat diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung variabel nilai yang lain sebagai berikut.

a. Rata-rata *return* data curah hujan [18]

$$\mu = \frac{1}{n-1}\ln\left(\frac{R_n}{R_1}\right) \tag{6}$$

b. Nilai-nilai *return* curah hujan

$$u_i = \ln\left(\frac{R_i}{R_{i-1}}\right) dengan\, i = 2,3,4\,. \tag{7}$$

c. Nilai *mean return*

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=2}^{4} u_i}{n-1} \tag{8}$$

d. Standar deviasi tak bias tahunan untuk data kecil

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-2}\sum_{i=1}^{3}\left(u_i-\bar{u}\right)^2} \tag{9}$$

Dengan demikian, diperoleh rentang nilai premi yang direkomendasikan sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan premi *Black-Scholes cash-or-nothing* tipe Eropa.

Persentil (%)	Trigger	d_2	$N(-d_2)$	K	r	t	Premi (Rupiah)
0	374,66	1,15	0,12	46.110.735,00	0,063	0,33	5.640.966,60
1	374,94	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.647.915,70
2	375,22	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.654.865,59
3	375,50	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.661.816,24
4	375,78	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.668.767,67
5	376,06	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.675.719,87
6	376,34	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.682.672,82
7	376,62	1,15	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.689.626,53
8	376,90	1,14	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.696.581,00
9	377,18	1,14	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.703.536,21
10	377,46	1,14	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.710.492,17
15	378,86	1,14	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.745.282,96
20	380,26	1,14	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.780.091,71
25	381,67	1,13	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.814.917,89
30	383,07	1,13	0,13	46.110.735,00	0,063	0,33	5.849.760,96
35	394,55	1,10	0,14	46.110.735,00	0,063	0,33	6.135.941,09
40	426,20	1,02	0,15	46.110.735,00	0,063	0,33	6.928.177,10
45	457,85	0,95	0,17	46.110.735,00	0,063	0,33	7.721.778,26
50	489,50	0,88	0,19	46.110.735,00	0,063	0,33	8.512.714,22
55	521,15	0,82	0,21	46.110.735,00	0,063	0,33	9.297.756,29
60	552,80	0,76	0,22	46.110.735,00	0,063	0,33	10.074.335,12
65	584,45	0,71	0,24	46.110.735,00	0,063	0,33	10.840.423,24
70	641,50	0,61	0,27	46.110.735,00	0,063	0,33	12.189.991,60
75	711,25	0,51	0,31	46.110.735,00	0,063	0,33	13.777.776,37
80	781,00	0,42	0,34	46.110.735,00	0,063	0,33	15.291.291,51
85	850,75	0,33	0,37	46.110.735,00	0,063	0,33	16.728.084,84
90	920,50	0,25	0,40	46.110.735,00	0,063	0,33	18.088.265,49
95	990,25	0,18	0,43	46.110.735,00	0,063	0,33	19.373.554,80
100	1.060,00	0,11	0,46	46.110.735,00	0,063	0,33	20.586.657,44

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai premi meningkat seiring dengan meningkatnya persentil *trigger*. Hal ini sesuai dengan sifat opsi jual *cash-or-nothing*: semakin tinggi nilai *trigger*, semakin besar peluang curah hujan aktual berada di bawah *trigger*, sehingga peluang pembayaran santunan yang dicerminkan oleh nilai $N(-d_2)$ juga semakin besar. Secara aktuaria, premi pada Persamaan (4) merupakan nilai sekarang dari santunan K yang dibobot dengan peluang terjadinya klaim, sehingga rasio premi terhadap santunan, yaitu $e^{-*rt*}N(-d_2)$, dapat ditafsirkan sebagai tingkat premi (*rate on line*) kontrak tersebut. Pada persentil ke-0, premi sebesar Rp5.640.966,60 setara dengan sekitar 12,2% dari santunan, sedangkan pada persentil ke-100 premi sebesar Rp20.586.657,44 setara dengan sekitar 44,6% dari santunan. Dengan demikian, pemilihan persentil *trigger* merupakan kompromi antara tingkat perlindungan yang diterima petani dan keterjangkauan premi yang harus dibayarkan.

3.2 Perhitungan Ganti Rugi dengan Model *Historical Burn Analysis*

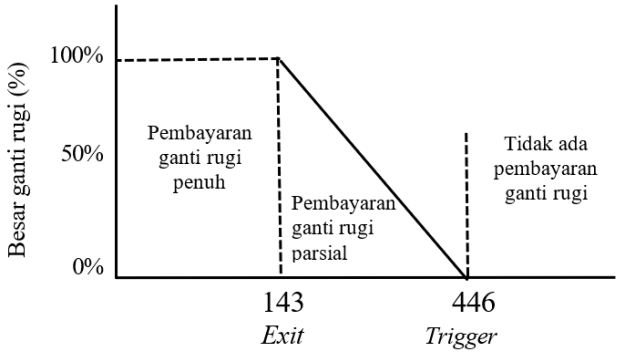
Selanjutnya, nilai ganti rugi dihitung menggunakan model *Historical Burn Analysis*. Dengan menggunakan data April 2018 hingga Maret 2022, periode yang diasuransikan ditetapkan sama dengan periode pada model sebelumnya, yaitu caturwulan 2 (1 Agustus−30 November). Data curah hujan dasarian caturwulan 2 untuk setiap tahun disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Data curah hujan dasarian caturwulan 2 periode 2018–2021 (mm).

Periode 2018	**Agustus**	**September**	**Oktober**	**November**
Dasa-1	0,00	17,60	6,78	47,70
Dasa-2	0,00	0,00	6,87	107,04
Dasa-3	0,00	0,00	32,88	155,79
Periode 2019	**Agustus**	**September**	**Oktober**	**November**
Dasa-1	0,00	0,00	30,00	0,00
Dasa-2	0,00	0,00	13,00	160,00
Dasa-3	0,00	0,00	0,00	181,00
Periode 2020	**Agustus**	**September**	**Oktober**	**November**
Dasa-1	19,00	18,00	47,00	234,00
Dasa-2	16,00	29,00	49,00	116,00
Dasa-3	14,00	84,00	236,00	198,00
Periode 2021	**Agustus**	**September**	**Oktober**	**November**
Dasa-1	16,00	41,00	29,00	115,00
Dasa-2	35,00	55,00	43,00	84,00
Dasa-3	11,00	55,00	21,00	90,00

Berdasarkan data pada Tabel 5, setiap nilai curah hujan dasarian disesuaikan dengan nilai *cap*, yaitu 50 mm. Setelah diperoleh data yang disesuaikan, nilai *exit* ditentukan sebagai jumlah curah hujan disesuaikan yang terkecil, yaitu pada tahun 2019 sebesar 143 mm.

Penentuan nilai *trigger* dilatarbelakangi oleh peluang kejadian kekeringan di Kabupaten Brebes. Nilai *trigger* ditetapkan sebagai jumlah curah hujan disesuaikan yang tertinggi, yaitu pada tahun 2021 sebesar 446 mm. Grafik konsep pembayaran ganti rugi asuransi indeks iklim dengan nilai *exit* sebesar 143 mm dan *trigger* sebesar 446 mm disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik besar ganti rugi asuransi pertanian.

Curah hujan sebesar 143 mm pada Gambar 1 merupakan nilai *exit*, sehingga jika curah hujan yang terjadi lebih rendah daripada *exit*, ganti rugi dibayarkan secara penuh. Curah hujan sebesar 446 mm merupakan nilai *trigger*, sehingga jika curah hujan yang terjadi lebih tinggi daripada *trigger*, tidak dilakukan pembayaran ganti rugi. Apabila curah hujan pada musim kemarau berada di antara 143 mm dan 446 mm, ganti rugi dibayarkan sebagian, sebanding dengan selisih antara *trigger* dan curah hujan yang terjadi sesuai Persamaan (2).

4 Kesimpulan dan Saran

Risiko kekeringan pada musim kemarau merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam usaha tani bawang merah karena berpotensi menurunkan produksi dan menimbulkan kerugian bagi petani. Perhitungan premi berbasis indeks curah hujan di Kabupaten Brebes dengan model *Black-Scholes* menghasilkan rekomendasi premi sesuai persentil ke-0 hingga ke-100, yaitu mulai Rp5.640.966,60 hingga Rp20.586.657,44 untuk santunan sebesar Rp46.110.735,00. Perhitungan model *Historical Burn Analysis* menghasilkan nilai *exit* sebesar 143 mm dan nilai *trigger* sebesar 446 mm, yang menjadi batas pembayaran ganti rugi secara penuh, parsial, dan nol.

Hasil ini diperoleh dari data publik dengan periode yang relatif pendek (empat periode tahunan), sehingga rekomendasi yang dihasilkan perlu dimaknai sebagai gambaran awal. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data dengan periode yang lebih panjang dan lebih mutakhir agar estimasi parameter lebih stabil. Dengan adanya perhitungan asuransi pertanian, petani dapat lebih mudah melakukan perencanaan jangka panjang untuk menjaga stabilitas produksi pada kondisi cuaca yang berubah-ubah.

Asuransi pertanian berbasis indeks iklim memerlukan dukungan pemerintah, baik berupa kebijakan maupun pembiayaan, agar dapat bermanfaat bagi keberhasilan pertanian Indonesia.

5 Penghormatan

Dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan penghargaan serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan kontribusi berharga dalam proses penyusunan karya ini.

6 Referensi

[1] Menteri Pertanian Republik Indonesia, *Pedoman Bantuan Premi Asuransi Usahatani Padi*, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta, 2018.

[2] Erfiana, D., Prabowo, A., Tripena, A. & Riyadi, S., *Penentuan Harga Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indek Curah Hujan dengan Model Black-Scholes*, in Prosiding Seminar Nasional LPPM Universitas Jenderal Soedirman, 10(1), pp. 95-97, 2020.

[3] Anggraeni, A.A.D.M., Dharmawan, K. & Nilakusmawati, D.P.E., *Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Suhu Permukaan Menggunakan Metode Burn Analysis*, E-Jurnal Matematika, 7(4), pp. 322-329, 2018. https://doi.org/10.24843/MTK.2018.v07.i04.p221

[4] Roji, I.F., *Penentuan Nilai Premi pada Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Iklim di Kabupaten Bogor*, Jurnal Riset Statistika, 2(1), pp. 67-74, 2022. https://doi.org/10.29313/jrs.vi.908

[5] Ariyanti, D., Riaman & Irianingsih, I., *Application of Historical Burn Analysis Method in Determining Agricultural Premium Based on Climate Index Using Black Scholes Method*, JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika), 4(1), pp. 28-38, 2020. https://doi.org/10.31764/jtam.v4i1.1799

[6] Andi, H., *Analisis Pendapatan Usaha Tani Bawang Merah*, Skripsi, Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2022.

[7] Putri, I.A.G.K., Dharmawan, K. & Tastrawati, N.K.T., *Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian yang Berbasis Indeks Curah Hujan Menggunakan Metode Black Scholes*, E-Jurnal Matematika, 6(2), pp. 161-167, 2017. https://doi.org/10.24843/MTK.2017.v06.i02.p161

[8] Qosim, S., Dharmawan, K. & Harini, L.P.I., *Penentuan Harga Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan dengan Menggunakan Metode Pembangkit Distribusi Eksponensial Campuran*, E-Jurnal Matematika, 7(2), pp. 141-147, 2018. https://doi.org/10.24843/MTK.2018.v07.i02.p196

[9] Prabowo, A., Sukono & Mamat, M., *Determination of the Amount of Premium and Indemnity in Shallot Farming Insurance*, Universal Journal of Agricultural Research, 11(2), pp. 322-335, 2023. https://doi.org/10.13189/ujar.2023.110210
[10] Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes, *Kabupaten Brebes Dalam Angka 2018*, BPS Kabupaten Brebes, Brebes, 2018.
[11] Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes, *Kabupaten Brebes Dalam Angka 2019*, BPS Kabupaten Brebes, Brebes, 2019.
[12] Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes, *Kabupaten Brebes Dalam Angka 2020*, BPS Kabupaten Brebes, Brebes, 2020.
[13] Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes, *Kabupaten Brebes Dalam Angka 2021*, BPS Kabupaten Brebes, Brebes, 2021.
[14] Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes, *Kabupaten Brebes Dalam Angka 2022*, BPS Kabupaten Brebes, Brebes, 2022.
[15] Sugiarto, Y., Estiningtyas, W. & Dewi, W.S., *Analisis Indeks Iklim dengan Metode Historical Burn Analysis untuk Adaptasi Perubahan Iklim (Studi Kasus di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur)*, Agromet, 31(1), pp. 1-10, 2017. https://doi.org/10.29244/j.agromet.31.1.1-10
[16] Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M., *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998.
[17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung, 2012.
[18] Filiapuspa, M.H., Sari, S.F. & Mardiyati, S., *Applying Black-Scholes Method for Crop Insurance Pricing*, AIP Conference Proceedings, 2168, 020042, 2019.