

**ANALISIS TERHADAP BESAR PREMI PADA ASURANSI PERTANIAN
BERBASIS INDEKS CURAH HUJAN UNTUK KOMODITAS JAGUNG**

Astrid Sulistya Azzahra

Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman
astrid.sulistya16@gmail.com

Agung Prabowo

Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman
agung.prabowo@mhs.unsoed.ac.id

Ari Wardayani*

Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman
ariwardayani@yahoo.co.id

Sukono

Jurusan Matematika, Universitas Padjadjaran
fsukono@yahoo.com

ABSTRACT. *Agriculture has an important part in the community life, especially for farmers as their occupation. However, farmers often suffer a loss due to crop failure. Crop failure can be caused by rainfall. One of the ways to reduce losses is the availability of an agricultural insurance program. Agricultural insurance that used in this study is the agricultural insurance that based on rainfall index. In agricultural insurance insures the rainfall index, not the plants. This article analyzes the amount of insurance premium on agricultural insurance for corn commodities in Kabupaten Tasikmalaya. The method used in determining the rainfall index is the burn analysis and the equation used to calculate the insurance premium is the Black-Scholes equation. Based on this study results, the rainfall index in Kabupaten Tasikmalaya has exit value of 24,1000 and several trigger values are in accordance with the percentile. In addition, this study also concluded that the greater the percentile value, the greater the insurance premium that must be paid.*

Keywords: *Black-Scholes equation, burn analysis, rainfall index, insurance premium*

ABSTRAK. Pertanian mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat khususnya petani dalam mencari mata pencaharian. Namun, sering kali petani mengalami kerugian akibat kegagalan panen. Kegagalan panen dapat disebabkan oleh curah hujan. Salah satu upaya untuk memperkecil adanya kerugian adalah dengan adanya program asuransi pertanian. Asuransi pertanian yang digunakan dalam penelitian ini adalah asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. Dalam asuransi pertanian yang diasuransikan adalah indeks curah hujan bukan tanaman. Pada artikel ini dianalisis besar

premi pada asuransi pertanian untuk komoditas jagung di Kabupaten Tasikmalaya. Metode yang digunakan dalam menentukan indeks curah hujan adalah metode *burn analysis* dan persamaan yang digunakan untuk menghitung premi adalah persamaan Black-Scholes. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh indeks curah hujan di Kabupaten Tasikmalaya yaitu nilai *exit* sebesar 24,1000 dan beberapa nilai *trigger* sesuai dengan persentilnya. Selain itu, diperoleh juga kesimpulan bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar premi yang harus dibayarkan.

Kata Kunci: persamaan Black-Scholes, *burn analysis*, indeks curah hujan, premi

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara agraris artinya sektor pertanian mempunyai peranan penting untuk perekonomian nasional. Namun, dalam usahanya petani sering mengalami kerugian yang menyebabkan penurunan hasil produksi akibat dari kegagalan panen (Putri dkk., 2017). Kegagalan panen tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah curah hujan.

Sehubungan dengan adanya kerugian, maka perlu upaya untuk memperkecil risiko kerugian tersebut yaitu dengan adanya program asuransi di bidang pertanian. Asuransi pertanian yang digunakan adalah asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan. Sistem dalam asuransi ini yang diasuransikan bukanlah tanaman tetapi indeks curah hujan. Apabila terjadi kondisi curah hujan yang tidak diharapkan maka santunan dapat diberikan. Salah satu cara untuk menentukan indeks curah hujan pada asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan adalah dengan menggunakan metode *burn analysis*.

Pada asuransi pertanian terdapat premi yang harus dibayarkan setiap musim panen atas keikutsertaannya dalam asuransi dan untuk dapat memperoleh santunan. Dalam asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan, perhitungan premi hanya didasarkan pada satu penyebab yaitu curah hujan. Selain itu, dapat juga dipengaruhi dengan nilai pertanggungan, suku bunga dan periode waktu. Salah satu cara untuk menghitung premi dapat menggunakan persamaan Black-Scholes.

Penelitian terkait dengan asuransi pertanian telah dilakukan oleh Lestari dkk. (2017) yang menghitung premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan model *mean reversion* dengan

lompatan dan persamaan Black-Scholes. Hasil penelitian Lestari dkk. (2017) diperoleh besar premi dengan nilai *trigger* yang berbeda-beda dan ditawarkan lima pilihan premi asuransi. Sementara itu, penelitian dengan metode *burn analysis* dalam penentuan indeks iklim telah dilakukan oleh Anggraeni dkk. (2018) yang juga menggunakan persamaan Black-Scholes dalam perhitungan premi asuransi pertanian. Penelitian dilakukan dengan menggunakan indeks suhu permukaan pada komoditas kakao di Kabupaten Jembrana, Bali dengan hasil penelitian ada lima pilihan premi asuransi dan disimpulkan bahwa semakin besar nilai *trigger* maka semakin besar juga premi yang harus dibayarkan.

Berdasarkan uraian di atas, maka artikel ini akan membahas mengenai penentuan indeks curah hujan menggunakan metode *burn analysis* dan besar premi pada asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan menggunakan persamaan Black-Scholes. Penelitian dilakukan pada komoditas jagung di Kabupaten Tasikmalaya.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi kasus dan studi literatur. Data yang digunakan adalah biaya tanam jagung, data produksi jagung bulanan dan data curah hujan harian Kabupaten Tasikmalaya tahun 2016-2020. Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel 2019* dan *Minitab 19*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan nilai pertanggung tanaman jagung Kabupaten Tasikmalaya;
2. membagi data produksi jagung bulanan dan data curah hujan harian menjadi data caturwulan;
3. membuat plot data produksi jagung dan curah hujan caturwulan Kabupaten Tasikmalaya tahun 2016 – 2020;
4. menentukan indeks curah hujan menggunakan metode *burn analysis*;

5. menghitung premi menggunakan persamaan Black-Scholes. Pada penelitian ini, persamaan Black-Scholes yang digunakan untuk menghitung premi dengan opsi jual *cash-or-nothing* adalah sebagai berikut (Azzahra dkk., 2022):

$$Premi = Me^{-rT}N(-d_2) \quad (1)$$

dengan

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{R_n}{G}\right) + \tilde{\mu}}{\tilde{\sigma}} \quad (2)$$

dan

M : nilai pertanggungan,

r : suku bunga bebas risiko,

T : waktu pada saat jatuh tempo,

$N(-d_2)$: fungsi distribusi kumulatif normal standar dari $(-d_2)$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Nilai Pertanggungan Tanaman Jagung Kabupaten Tasikmalaya

Penentuan nilai pertanggungan pada tanaman jagung di Kabupaten Tasikmalaya ditentukan oleh biaya variabel dan biaya tetap dari awal petani menanam hingga panen yang diperoleh dari Dinas Pertanian Pangan Kabupaten Tasikmalaya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Pertanggungan Tanaman Jagung Kabupaten Tasikmalaya

No.	Komponen Biaya	Jumlah (Kg)	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
Biaya Variabel				
1.	Benih	15	50.000	750.000
2.	Pupuk NPK	300	2.300	690.000
3.	Pupuk Urea	100	1.800	180.000
4.	Insektisida	3	100.000	300.000
5.	Pupuk Kandang	3.000	500	1.500.000
6.	Tenaga Kerja			7.550.000
Total Biaya Variabel				10.970.000
Biaya Tetap				
1.	Pajak Bumi dan Bangunan			61.000
2.	Penyusutan Alat			99.000
Total Biaya Tetap				159.500
Total Biaya Keseluruhan				11.130.000

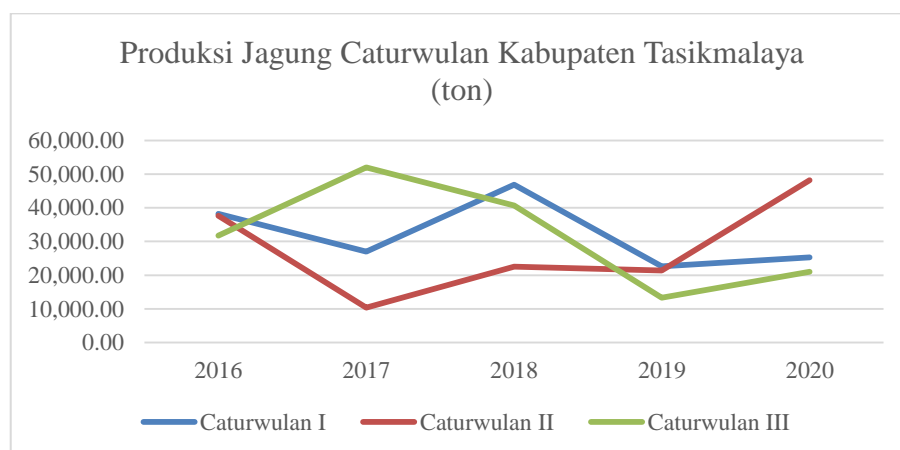
3.2 Plot Data Produksi Jagung

Data produksi jagung bulanan akan diplot menjadi data produksi jagung caturwulan. Pembagian data produksi jagung caturwulan dilakukan berdasarkan musim tanam jagung yaitu bulan Januari sampai dengan bulan April, bulan Mei sampai dengan bulan Agustus dan bulan September sampai dengan bulan Desember. Hasil perhitungan data produksi jagung caturwulan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Produksi Jagung Caturwulan Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2016-2020 (ton)

	2016	2017	2018	2019	2020
Caturwulan I (Januari-April)	38.224,33	27.032,93	46.886,57	22.592,43	25.273,74
Caturwulan II (Mei-Agustus)	37.620,49	10.402,79	22.485,71	21.365,81	48.144,17
Caturwulan III (September-Desember)	31.733,05	51.949,46	40.693,74	13.346,48	20.969,97

Adapun plot data produksi jagung caturwulan Kabupaten Tasikmalaya tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Data Produksi Jagung Caturwulan Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2016-2020

Berdasarkan Gambar 1, data produksi jagung masing-masing caturwulan mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bencana alam, serangan organisme pengganggu tanaman, wabah penyakit hewan menular dan dampak perubahan iklim (suhu dan curah hujan).

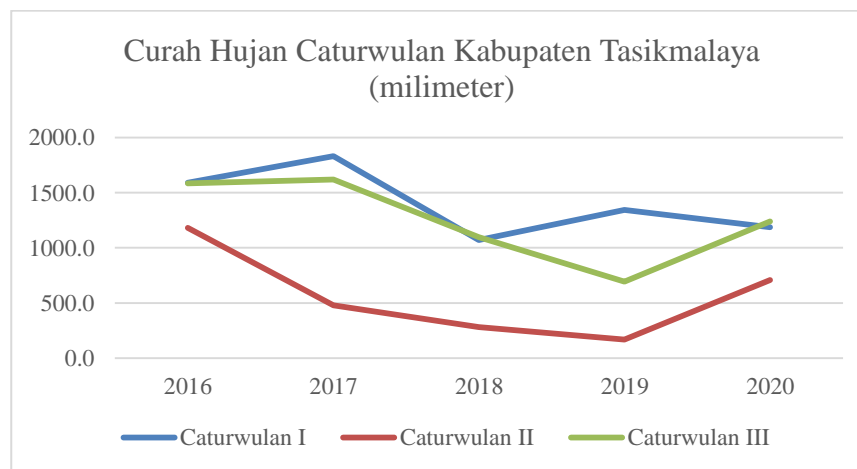
3.3 Plot Data Curah Hujan

Data curah hujan harian juga diplot menjadi data curah hujan caturwulan. Pembagian data curah hujan caturwulan sama dengan data produksi jagung caturwulan yaitu bulan Januari sampai dengan bulan April, bulan Mei sampai dengan bulan Agustus dan bulan September sampai dengan bulan Desember. Hasil perhitungan data curah hujan caturwulan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Curah Hujan Caturwulan Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2016-2020 (mm)

	2016	2017	2018	2019	2020
Caturwulan I (Januari-April)	1.589	1.830	1.069,3	1.343,2	1.188
Caturwulan II (Mei-Agustus)	1.181	478	282,2	168,8	708,6
Caturwulan III (September-Desember)	1.583	1.619,4	1.098	694,2	1.237,9

Adapun plot data curah hujan caturwulan Kabupaten Tasikmalaya tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Data Curah Hujan Caturwulan Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2016-2020

Berdasarkan Gambar 2, caturwulan II curah hujan cenderung rendah sedangkan pada caturwulan I dan caturwulan III curah hujan cenderung tinggi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti musim kemarau yang secara umum dimulai pada bulan Maret sampai dengan bulan September dan musim penghujan yang secara umum dimulai pada bulan Oktober sampai dengan bulan Februari.

3.4 Penentuan Indeks Curah Hujan Menggunakan Metode *Burn Analysis*

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan indeks *window* atau dilakukan berdasarkan data yang berkorelasi paling kuat. Hasil perhitungan nilai korelasi dengan bantuan *Microsoft Excel 2019* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Korelasi Curah Hujan dan Produksi Jagung

Curah Hujan	Produksi Jagung		
	Caturwulan I	Caturwulan II	Caturwulan III
Caturwulan I	-0,31	-0,43	0,48
Caturwulan II	0,17	0,61	0,06
Caturwulan III	0,21	0,04	0,70

Berdasarkan Tabel 4, nilai korelasi data curah hujan caturwulan III terhadap data produksi jagung caturwulan III memperoleh nilai korelasi yang paling kuat yaitu 0,70. Dengan demikian, caturwulan III yaitu bulan September sampai dengan bulan Desember dipilih sebagai indeks *window*.

Selanjutnya, menentukan nilai *cap*. Nilai *cap* ini berhubungan dengan nilai evapotranspirasi potensial harian. Indonesia terletak pada wilayah tropis, sehingga yang digunakan adalah nilai evapotranspirasi potensial harian wilayah tropis. Menurut Wati dkk. (2019), rata-rata nilai evapotranspirasi potensial pada pulau Jawa dan Bali, Indonesia adalah 5 mm/hari, sehingga nilai *cap* untuk periode dasarian adalah

$$Cap = 5 \text{ mm/hari} \times 10 = 50 \text{ mm/dasarian}$$

Data curah hujan pada indeks *window* yang telah dipilih dihitung secara dasarian (per sepuluh hari) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Curah Hujan Dasarian Setiap Tahun

	2016	2017	2018	2019	2020
September	99	1	81	1,8	37,7
	150	1	11	2,2	1
	120	181	77	2,4	152,8
Oktober	180	251	5	2,8	186,8
	77	223	13	3,2	130,2
	151	28	67	0	101,5
November	65	174	294	114,6	185,6
	249	467	104	50,4	113,2
	293	42,4	199	26,8	99,8
Desember	116	39	140	162,2	114,3
	83	197	61	179,6	115
	0	15	46	148,2	0

Data curah hujan pada Tabel 5 akan disesuaikan dengan nilai *cap* dengan asumsi bahwa jika jumlah curah hujan dasarian kurang atau sama dengan nilai *cap*, maka nilai yang disesuaikan menggunakan nilai jumlah curah hujan dasarian tersebut. Sedangkan, jika jumlah curah hujan dasarian lebih dari nilai *cap*, maka nilai yang disesuaikan sama dengan nilai *cap*.

Tabel 6. Curah Hujan Dasarian yang telah Disesuaikan

	2016	2017	2018	2019	2020
September	50	1	50	1,8	37,7
	50	1	11	2,2	1
	50	50	50	2,4	50
Oktober	50	50	5	2,8	50
	50	50	13	3,2	50
	50	28	50	0	50
November	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50
	50	42,4	50	26,8	50
Desember	50	39	50	50	50
	50	50	50	50	50
	0	15	46	50	0

Kemudian, data curah hujan dasarian yang telah disesuaikan pada Tabel 6 dicari rata-rata untuk setiap tahunnya dan disusun dari nilai rata-rata terkecil sampai dengan terbesar. Hasil penyusunan rata-rata total curah hujan yang telah disesuaikan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Susunan Menaik Rata-rata Total Curah Hujan Setiap Tahun

Tahun	Rata-rata (mm)
2019	24,1000
2017	35,5333
2018	39,5833
2020	40,7250
2016	45,8333

Selanjutnya, akan ditentukan nilai *exit* dan nilai *trigger*. Nilai *exit* merupakan data rata-rata total curah hujan terendah yaitu 24,1000. Sedangkan, nilai *trigger* diperoleh sesuai dengan persentilnya. Nilai *exit* dan nilai *trigger* pada persentil lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai *Trigger* dan *Exit*

Persentil	<i>Trigger (G)</i>	<i>Exit</i>
0%		24,1000
5%	26,3867	
10%	28,6733	
15%	30,9600	
20%	33,2467	

3.5 Uji Normalitas

Menurut Dharmawan dkk. (2016), uji normalitas digunakan sebagai syarat untuk menggunakan persamaan Black-Scholes dalam menghitung premi. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Anderson-Darling dengan bantuan *Minitab 19*.

H_0 : Data \ln curah hujan caturwulan III berdistribusi normal

H_1 : Data \ln curah hujan caturwulan III tidak berdistribusi normal.

Taraf Signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 5\%$ dengan kriteria keputusan jika $p\text{-value} \geq 0,05$, maka H_0 tidak ditolak. Artinya data \ln curah hujan caturwulan III berdistribusi normal.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan *Minitab 19* diperoleh $p\text{-value}$ sebesar 0,199. Karena $p\text{-value} = 0,199 \geq 0,05$ maka H_0 tidak ditolak artinya data \ln curah hujan caturwulan III berdistribusi normal. Hal ini berarti data curah hujan caturwulan III berdistribusi lognormal.

3.6 Perhitungan Premi dengan Persamaan Black-Scholes

Perhitungan premi dilakukan dengan persamaan Black-Scholes tipe Eropa opsi jual *cash-or-nothing* menggunakan persamaan (1). Sebelum menghitung premi, terlebih dahulu menentukan nilai $\tilde{\mu}$ dan $\tilde{\sigma}$ yaitu mean dan standar deviasi dari distribusi lognormal dengan \overline{R}_n yang dipilih dari data terakhir rata-rata total curah hujan dasarian yang telah disesuaikan yaitu pada tahun 2020 sebesar 40,7250 sedangkan \overline{R}_1 dipilih dari data pertama yaitu pada tahun 2016 sebesar 45,8333. Data lain yang diperlukan adalah $T = \frac{4}{12} = 0,3333$ karena data dibentuk menjadi caturwulan. Menurut Filiapuspa (2019), rumus untuk menentukan nilai $\tilde{\mu}$ dan $\tilde{\sigma}$ adalah sebagai berikut:

$$\tilde{\mu} = \frac{1}{n-1} \ln\left(\frac{R_n}{R_1}\right) T = \frac{1}{5-1} \ln\left(\frac{40,7250}{45,8333}\right) (0,3333) = -0,00984745$$

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{k=2}^n (u_k - \bar{u})^2 \right)} \sqrt{T} = \sqrt{\frac{1}{5-2} (0,594397875)} \sqrt{0,3333} \\ &= 0,256990678. \end{aligned}$$

Selanjutnya, menentukan nilai $N(-d_2)$ dengan rumus untuk nilai d_2 menggunakan persamaan (2). Contoh perhitungan nilai d_2 dilakukan pada persentil ke-5 dengan nilai trigger (G) sebesar 26,3867 yaitu sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{40,7250}{26,3867}\right) + (-0,00984745)}{(0,256990678)}$$

$$= 1,650389082$$

$$N(-d_2) = 0,049431691$$

Dengan besar nilai pertanggungan (M) sebesar Rp 11.130.000, suku bunga bebas risiko (r) sebesar 1,79964433% dan periode waktu (T) sebesar 0,3333 maka besar premi untuk persentil ke-5 menggunakan persamaan (1) diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Premi} &= \text{Rp } 11.130.000 e^{-(0,0179964433)(0,3333)} (0,049431691) \\ &= \text{Rp } 546.884,21 \end{aligned}$$

Jadi, premi yang harus dibayarkan pada persentil ke-5 saat nilai trigger (G) sebesar 26,3867 adalah Rp 546.884,21.

Untuk besar premi pada persentil lainnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan

Persentil	Trigger (G)	d_2	$N(-d_2)$	Premi (Rp)
5%	26,3867	1,650389082	0,049431691	546.884,21
10%	28,6733	1,327006610	0,092253248	1.020.637,64
15%	30,9600	1,028436743	0,151872216	1.680.228,10
20%	33,2467	0,751152501	0,226280441	2.503.438,52

Tabel 9 menunjukkan besar premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan pada komoditas jagung di Kabupaten Tasikmalaya, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar nilai *trigger* curah hujan.

Semakin besar nilai *trigger* curah hujan maka semakin besar premi yang harus dibayarkan oleh para petani.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. dengan menggunakan metode *burn analysis* didapatkan indeks *window* yaitu caturwulan III yaitu bulan September sampai dengan Desember, indeks curah hujan yaitu nilai *exit* sebesar 24,1000 dan beberapa nilai *trigger* sesuai dengan persentilnya;
2. dengan menggunakan persamaan Black-Scholes pada opsi jual *cash-or-nothing* tipe Eropa dapat dihitung premi asuransi pertanian pada komoditas jagung di Kabupaten Tasikmalaya untuk setiap persentil yang dipilih. Berdasarkan hasil perhitungan premi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai persentil maka semakin besar premi yang harus dibayarkan oleh petani.

4.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah diharapkan dalam penentuan indeks *window* dapat menggunakan analisis regresi dan penentuan premi dapat menggunakan opsi beli *cash-or-nothing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, A. D., Dharmawan, K., dan Nilakusmawati, D. P., *Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Suhu Permukaan Menggunakan Metode Burn Analysis*, E-Jurnal Matematika, **7**(4) (2018), 322-329.
- Azzahra, A. S., Prabowo, A., Wardayani, A., Supriyanto, dan Riyadi, S., *Penurunan Persamaan Opsi Jual Cash-or-Nothing dan Contoh*

- Aplikasinya, Satu Windu FMIPA UNSOED: Unggul dan Berkarya*, UNSOED Press, Purwokerto, 2022, 136-150.
- Dharmawan, K., Widia, W., dan Yuni, L., *Penerapan Metode Penilaian Kontrak Opsi dalam Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian Berbasis Indeks Curah Hujan*, Prosiding Konferensi Nasional Matematika XVIII, 2016, 4-9.
- Putri, I. A., Dharmawan, K., dan Tastra, N. K., *Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian yang Berbasis Indeks Curah Hujan Menggunakan Metode Black-Scholes*, E-Jurnal Matematika, **6**(2) (2017), 161-167.
- Filiapuspa, M. H., Sari, S. F., dan Mardiyati, S., *Applying Black-Scholes Method for Crop Insurance Pricing*, AIP Conference Proceeding 2168, 020042, 2019, 020042-1 - 020042-7.
- Lestari, I., Dharmawan, K., dan Nilakusmawati, D. P. E., *Penentuan Nilai Premi Asuransi Pertanian pada Komoditas Kopi Berbasis Harga Internasional Menggunakan Model Mean Reversion dengan Lompatan*, E-Jurnal Matematika, **6**(4) (2017), 253-259.
- Wati, T., Kusumaningtyas, S., dan Aldrian, E., *Study of Season Onset Based on Water Requirement Assessment*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 299, 2019, 1-6.