

Analisis Hujan Ekstrem di Kabupaten Banyumas Tahun 2016–2021

Ryan Andri Wijaya¹, Sekar Gading Hermawan¹, Aniworo Nuladani¹, Nanda Fuji Lestari¹, Adhelia Widha Alfareta¹, Safira Bitanisa Adnia Amanitya¹, Anindya Hias Bestari¹, Naashiruddin Fikri Qushoyyi¹, dan Emilya Nurjani^{1*}

¹Prodi Sarjana Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada; e-mail: emilya.nurjani@ugm.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Banyumas memiliki variasi topografi yang dapat memicu hujan ekstrem, menyebabkan daerah ini rawan bencana hidrometeorologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intensitas, pola, dan faktor yang memengaruhi hujan ekstrem (IOD, ENSO, siklon) di Kabupaten Banyumas pada tahun 2016 - 2021 serta korelasinya dengan kejadian bencana hidrometeorologis. Data yang digunakan yaitu data hujan harian dari BBWS Serayu Opak dan Pusdataru Jawa Tengah, data historis siklon dari BMKG, data ONI dan DMI dari PSL NOAA, serta data kejadian bencana dari BPBD Banyumas dan Jawa Tengah. Analisis intensitas dilakukan dengan metode persentil. Pola distribusi jumlah kejadian hujan ekstrem dianalisis menggunakan data tabular dan grafik. Analisis pengaruh siklon dilakukan dengan grafis sedangkan analisis pengaruh ENSO dan IOD dilakukan dengan komparasi tabular. Selanjutnya, dihitung koefisien phi (ϕ) antara kejadian hujan ekstrem dan bencana hidrometeorologis. Intensitas R90p, R95p, dan R99p di Kabupaten Banyumas berkisar pada 33 mm, 52 mm, dan 92 mm. Distribusi hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas merata secara spasial. IOD dan ENSO memiliki dampak signifikan pada kejadian hujan ekstrem sehingga diduga menjadi faktor penyebab pola temporal tersebut. Kejadian siklon memiliki pengaruh terhadap kejadian hujan ekstrem. Korelasi antara kejadian hujan ekstrem dan bencana umumnya lemah, karena keterbatasan jumlah pos hujan dan tingginya variasi lokal hujan.

Kata kunci: Kabupaten Banyumas, Hujan Ekstrem, Intensitas, Pola, Bencana Hidrometeorologis

ABSTRACT

Banyumas Regency has topography that could cause extreme precipitation and is prone to hydrometeorological hazards. This study aims to identify and analyze the intensity, pattern and influencing factors of extreme precipitation in Banyumas Regency in 2016 - 2021 and their correlation with hydrometeorological hazard events. The data used in the analysis are daily rainfall data from BBWS Serayu Opak and Pusdataru Central Java, historical cyclone data from BMKG, ONI and DMI data from PSL NOAA, as well as hazard event data from BPBD Banyumas and Central Java. Intensity analysis was performed using the 90th (R90p), 95th (R95p), and 99th (R99p) percentile method. Tabular comparison between rain stations was carried out to analyze the spatial pattern and graphical analysis was done to analyze temporal pattern of the number of extreme precipitation events. Analysis of the effects of cyclones was carried out graphically while analysis of the effects of ENSO and IOD was carried out using tabular comparisons. Next, the phi coefficient (ϕ) is calculated between extreme precipitation events and hydrometeorological hazards. The average intensities of p90, p95, and p99 is 33 mm, 52 mm, and 92 mm. Extreme precipitation in Banyumas is evenly distributed. The temporal pattern in the period 2016 - 2018 is decreasing and stagnant then increasing in 2019 - 2021. IOD and ENSO factors are significant, so they are thought to be a factor causing this temporal pattern. Cyclone events are shown to influence extreme precipitation events. The correlation between extreme rainfall events and hazards is generally weak, due to the limited number of rain stations and high local variations in rainfall.

Keywords: Banyumas Regency, Extreme Precipitation, Intensity, Pattern, Hydrometeorological Hazards

Citation: Wijaya, R. A., Hermawan, S. G., Nuladani, A., Lestari, N. F., Alfareta, A. W., Amanitya, S. B. A., Bestari, A. H., Qushoyyi, N. F., dan Nurjani, E. (2024). Analisis Hujan Ekstrem di Kabupaten Banyumas Tahun 2016–2021. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1041-1053, doi:10.14710/jil.22.4.1041-1053

1. PENDAHULUAN

Hujan ekstrem adalah peristiwa ketika jumlah curah hujan yang turun lebih besar dari ambang normal pada waktu tertentu (Yin dkk., 2022).

Berdasarkan penelitian Sun dkk. (2021), intensifikasi curah hujan ekstrem teridentifikasi secara jelas di seluruh wilayah daratan global yang data stasiunnya tersedia dan tersebar luas pada skala benua, terutama

Benua Eropa, Asia, dan Amerika Utara. Tren intensifikasi curah hujan ekstrem dalam skala benua ini muncul konsisten bersama dengan pemanasan global yang telah diamati selama periode yang sama. Tren tersebut juga teridentifikasi dalam skala regional di negara-negara tropis seperti Indonesia (Hermawan dkk., 2019).

Kabupaten Banyumas yang terletak di Provinsi Jawa Tengah bagian barat daya. Banyumas dibatasi Gunung Slamet di bagian utara dan Samudra Hindia di bagian selatan dengan koordinat antara 108° 39' 17" sampai 109° 27' 15" BT dan 7° 15' 05" sampai 7° 37' 10" LS. Iklim Kabupaten Banyumas adalah tropis basah dengan intensitas curah hujan tinggi. Pola curah hujan di Kabupaten Banyumas adalah monsoon dengan siklus yang terbagi menjadi bulan kering dan bulan basah (Sofan, 2013).

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyumas, rata-rata kejadian bencana di Kabupaten Banyumas pada rentang tahun 2016–2021 tercatat sebanyak 142 kali dengan jumlah korban lebih dari 780 orang tiap tahunnya. Adanya fenomena tersebut menyebabkan timbulnya kerugian yang berkisar antara dua hingga lebih dari sepuluh miliar di tiap tahunnya. Sebesar 83% kejadian bencana tersebut merupakan bencana hidrometeorologis. Kecepatan angin dan uap air lebih besar terjadi saat hujan ekstrem (Fitriyawita, dkk., 2020). Hal ini memicu terjadinya bencana angin kencang serta bencana hidrometeorologis seperti tanah longsor dan banjir.

Terdapat banyak proses yang memengaruhi intensitas curah hujan di Kabupaten Banyumas. Kekuatan angin muson mempengaruhi curah hujan pada musim penghujan. El-Niño Southern Oscillation (ENSO), dan Madden Jullian Oscillation (MJO), dan Indian Ocean Dipole Mode (IODM) yang disebabkan karena temperatur permukaan laut yang hangat di bagian samudra tertentu dapat mempengaruhi pembentukan awan dan hujan (Mughozali, dkk., 2017). Hangatnya permukaan laut juga dapat menimbulkan adanya pusat tekanan rendah yang membentuk siklon (Nakazawa, 2000). Kondisi topografi juga berpengaruh pada pembentukan hujan ekstrem. Topografi mempengaruhi pembentukan hujan melalui proses orografis (Nadzirah dan Indarto, 2020). Menurut Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Banyumas (DIKPLHKD) tahun 2022, 30,42% dari wilayah Banyumas memiliki topografi berupa dataran tinggi dengan ketinggian 100-500 meter di atas permukaan laut (DLH Kabupaten Banyumas, 2022).

Hujan ekstrem memiliki kaitan yang sangat erat terhadap beberapa bencana alam seperti angin kencang, banjir, dan tanah longsor, sehingga kajian hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas sangat perlu untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi dan menganalisis intensitas, pola, dan faktor pengaruh hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas, serta korelasinya terhadap kejadian bencana hidrometeorologis di Kabupaten Banyumas.

Analisis intensitas dilakukan untuk mengetahui nilai curah hujan yang dapat diklasifikasikan sebagai ekstrem di Kabupaten Banyumas. Klasifikasi tersebut dilakukan dengan menghitung nilai curah hujan pada persentil tertentu dari keseluruhan data hujan. Metode persentil digunakan karena penentuan klasifikasi ekstrem dilakukan berdasarkan hasil pengukuran hujan yang sebenarnya terjadi, sehingga lebih sesuai dengan karakteristik wilayah. Meskipun metode persentil dapat mengklasifikasikan curah hujan rendah sebagai hujan ekstrem, masalah tersebut tidak akan ditemui karena curah hujan Banyumas yang tinggi (Suppiah dan Hennessy 1998).

Pola spasial dan temporal hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas dianalisis untuk mengetahui sebaran kejadian hujan ekstrem menurut wilayah dan waktu. Kabupaten Banyumas dibagi menjadi tujuh wilayah berdasarkan metode poligon Thiessen untuk analisis spasial. Metode poligon Thiessen dapat menghasilkan nilai hujan wilayah yang tidak sesuai pada wilayah dengan distribusi pos hujan yang tidak merata. Namun demikian, metode digunakan agar kejadian bencana dapat dianalisis berdasarkan karakteristik hujan wilayah yang diwakili hasil pengukuran pos hujan di wilayah tertentu (Ningsih, 2012). Analisis pola temporal dilakukan untuk mengetahui perubahan jumlah hujan ekstrem dari tahun ke tahun. Pola perubahan ini digunakan untuk perbandingan dengan waktu kejadian fenomena atmosfer lain yang dapat mempengaruhi hujan ekstrem (Rahayu, 2012).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Meteorologis dan Klimatologis

Data curah hujan yang digunakan berasal dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak dan Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Dan Penataan Ruang (Pusdataru), Jawa Tengah. Terdapat tujuh stasiun/pos hujan yang dianalisis. Adanya keterbatasan data secara temporal mengakibatkan panjang data antara stasiun hujan satu dengan yang lainnya berbeda-beda seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketersediaan Data Curah Hujan di Kabupaten Banyumas

Nama Stasiun/Pos Hujan	Panjang Data	Instansi
Arcawinangun	2016-2019	BBWS
Sempor	2016-2020	
Banjarnyar	2019-2020	
Kranji	2016-2021	Pusdataru
Sumpiuh	2019-2020	
Lumbir	2019-2021	
Rempoah	2019-2021	

Sumber BBWS Serayu Opak (2021), Pusdataru Jateng (2021)

2.2. Data Kejadian Bencana

Perolehan data berasal dari BPBD Kabupaten Banyumas dan basis data daring Central Java Disaster Information System (CEVADIS) BPBD Jawa Tengah (2021). Analisis kejadian bencana dilakukan pada data tahun 2016, 2017, dan 2019 - 2021, data bencana

tahun 2018 tidak tersedia. Tabel 2 menunjukkan jumlah kejadian bencana berdasarkan pos hujan di Kabupaten Banyumas.

Tabel 2. Jumlah Kejadian Bencana yang Dianalisis Berdasarkan Ketersediaan Data Bencana dan Hujan di Kabupaten Banyumas Tahun 2016-2021

Pos Hujan	Tanah Longsor	Banjir	Angin Kencang	Tahun Analisis
Arcawinangun	26	6	13	2016, 2017, 2019
Sempor	6	1	0	2016-2017, 2019-2021
Banjaranyar	85	20	44	2019-2020
Kranji	24	2	1	2019-2021
Sumpiuh	25	17	10	
Lumbir	47	4	0	
Rempoah	49	2	16	

Sumber BPBD Kab. Banyumas (2021), BPBD Jateng (2021)

2.3. Analisis Cakupan Wilayah Pos Hujan

Hujan wilayah metode Poligon Thiessen merupakan curah hujan rata-rata terbobot (*weighted average*) dari masing-masing pos hujan yang memiliki luas daerah pengaruh berupa poligon (Ningsih, 2012). Curah hujan rata-rata diperoleh dari penjumlahan curah hujan dari masing-masing pos hujan yang memiliki luasan poligon. Perhitungan curah hujan rata-rata metode poligon Thiessen yaitu:

$$\bar{P} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + \dots + A_nP_n}{A_{total}}$$

Keterangan:

\bar{P} = curah hujan rata-rata wilayah (mm)

A = luasan area poligon (km²)

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = curah hujan di pos 1, 2, 3, ..., n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas area pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n

2.4. Analisis Hujan Ekstrem

Analisis hujan ekstrem menggunakan percentil 90 (R90p), 95 (R95p), dan 99 (R99p) karena klasifikasi ini umumnya digunakan sebagai batas ekstrem model pada parameter curah hujan ekstrem (Matsueda dan Nakazawa, 2015). Adapun R90p, R95p, dan R99p didapat melalui persamaan berikut:

$$R_{ip} = i(n+1)100$$

Keterangan:

n : total data

R_{ip} : hujan ekstrem persentil ke-i

i : bilangan bulat

2.5. Analisis Faktor Pengaruh Hujan Ekstrem

Data kejadian siklon tropis diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika berdasarkan hasil pemantauan Tropical Cyclone Warning Center (TCWC) Jakarta dan Australia (BMKG, 2021). Data kejadian siklon tropis yang diambil merupakan kejadian siklon tropis yang berdampak di wilayah Pulau Jawa selama periode 2016 – 2021 disajikan pada Tabel 3. Analisis grafis mengenai hubungan kejadian siklon dengan curah hujan.

ENSO diukur menggunakan *Oceanic Niño Index* (ONI) yang didapat dari rata-rata *Sea Surface*

Temperature (SST) pada periode tiga bulan. ONI mengklasifikasikan fase menggunakan ambang batas +/- 0,5°, dengan nilai lebih dari 0,5° merupakan fase hangat (El Niño) dan kurang dari 0,5° merupakan fase dingin (La Niña) (Hafez, 2016). Salah satu faktor pengaruh iklim adalah ENSO yang memberikan dampak terkait variabilitas curah hujan. Kejadian ENSO dapat dibagi menjadi fase kering atau El Nino dan fase basah atau La Nina. Menurut Simanjuntak, dkk. (2021), El Nino terjadi ketika suhu muka laut di Pasifik timur menghangat dari biasanya. Kondisi tersebut menyebabkan mendinginnya perairan Indonesia sehingga memicu terjadinya penurunan curah hujan. Sementara itu, La Nina terjadi ketika suhu muka laut di Pasifik timur lebih tinggi dari suhu muka laut di Pasifik tengah. Dengan begitu, La Nina dapat meningkatkan suhu permukaan laut di perairan Indonesia yang berdampak pada peningkatan curah hujan. Peningkatan curah hujan yang tinggi dapat memicu terjadinya hujan ekstrem. Klasifikasi fase dilakukan pada data ONI untuk mengelompokkan data dalam fase *La Niña*, *El Niño*, dan netral yang selanjutnya akan diuji komparasi terhadap hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas.

IOD digambarkan melalui Dipole Mode Index (DMI), yaitu anomali SST pada bagian barat Samudra Hindia dan bagian timur Samudra Hindia (Kailaku dkk., 2009). Indeks IOD diklasifikasikan menjadi dua yaitu positif dan negatif. Ketika IOD berada dalam fase positif, wilayah di bagian barat Samudera Hindia akan mengalami peningkatan suhu permukaan laut dan di bagian timur mengalami penurunan. Akibatnya pergerakan angin dan tekanan yang terjadi di atmosfer menciptakan anomali curah hujan, yaitu penurunan intensitas hujan di sebagian wilayah Indonesia. Begitupun sebaliknya, ketika IOD berada dalam fase negatif, pola curah hujan di Indonesia akan mengalami peningkatan (Wirjohamidjojo dan Swarinoto, 2010). Indeks IOD positif ditandai dengan nilai indeks >0,4 sedangkan IOD negatif ditandai dengan nilai indeks <-0,4 (Firda, 2019). Data DMI (Tabel 4) dan ONI (Tabel 5) untuk periode analisis diperoleh dari Physical Science Laboratory (PSL) National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2021).

Analisis komparasi dilakukan dengan membandingkan jumlah kejadian hujan ekstrem pada masing-masing fase. Komparasi dilakukan pada faktor pengaruh IOD dan ENSO. Analisis komparasi kejadian IOD dilakukan dengan pembagian IOD positif, IOD negatif, dan IOD netral. Pos hujan yang dianalisis untuk IOD yaitu Pos Kranji dan Sempor di periode JJA (Juni, Juli, Agustus) dan SON (September, Oktober, November). Sementara itu, analisis komparasi pada kejadian ENSO hanya dilakukan pada 2 periode dan 2 pos hujan. Periode yang dianalisis adalah September, Oktober, dan November (SON) serta Desember, Januari, dan Februari. Pemilihan waktu dan pos hujan dilakukan berdasarkan ketersediaan data.

Tabel 3. Daftar Kejadian Siklon Tropis 2016 - 2021

Tahun	Nama siklon	Tanggal durasi	Tekanan	Kecepatan angin	Jarak
2017	Ernie	7 - 10 April	922 mbar	85 Km/jam	815 km
2017	Cempaka	27 November - 30 Desember	998 mbar	65 Km/jam	282 km
2017	Dahlia	30 November - 2 Desember	985 mbar	75 Km/jam	224 km
2018	Marcus	16 - 24 Maret	912 mbar	230 Km/jam	856 km
2019	Riley	24-26 Januari	925 mbar	110 Km/jam	1.186 km
2020	Mangga	21 - 24 Mei	995 mbar	65 Km/jam	1.629 km
2021	Seroja	5-12 April	971 mbar	130 Km/jam	1.084 km

Sumber BMKG (2021)

Tabel 4. Data DMI Tahun 2016-2021

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2016	0.266	-0.11	-0.009	0.146	-0.113	-0.443	-0.758	-0.444	-0.437	-0.372	-0.382	-0.31
2017	-0.086	0.101	0.357	0.499	0.536	0.424	0.52	0.349	0.034	0.016	0.289	0.109
2018	-0.2	0.215	-0.12	-0.083	0.122	0.155	0.053	0.122	0.604	0.685	0.5	0.309
2019	0.387	0.416	0.224	0.258	0.539	0.605	0.597	0.436	0.893	0.964	0.835	0.243
2020	0.173	0.054	0.019	-0.011	0.298	0.454	0.32	-0.183	-0.19	0.074	0.02	0.03
2021	0.051	0.243	0.266	0.25	0.009	-0.002	-0.228	-0.099	-0.058	-0.091	0.069	-0.12

Sumber PSL NOAA (2021)

Tabel 5. Data ONI Tahun 2016-2021

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2016	1.33	1.3	1.15	0.88	0.63	0.45	0.24	0.02	-0.16	-0.38	-0.29	-0.13
2017	-0.13	0.06	-0.05	0.19	0.29	0.34	0.29	0.17	-0.1	-0.1	-0.21	-0.31
2018	-0.31	-0.2	-0.09	0.18	0.29	0.29	0.34	0.46	0.56	0.84	0.81	0.89
2019	0.5	0.67	0.68	0.58	0.65	0.74	0.72	0.54	0.51	0.86	0.88	0.77
2020	0.88	0.82	0.7	0.61	0.18	0.19	0.17	-0.1	-0.28	-0.66	-0.49	-0.68
2021	-0.93	-0.76	-0.53	-0.27	-0.15	0.02	-0.11	-0.19	-0.32	-0.46	-0.47	-0.63

Sumber PSL NOAA (2021)

2.6. Analisis Hubungan Hujan Ekstrem dan Kejadian Bencana Hidrometeorologis

Hubungan hujan ekstrem dan kejadian bencana dianalisis secara statistik menggunakan metode koefisien phi. Koefisien phi adalah ukuran asosiasi antara dua variabel biner. Metode ini digunakan untuk menguji korelasi antar faktor yang berhubungan dengan waktu kejadian. Analisis koefisien phi dihitung dengan rumus sebagai berikut (Zhou, dkk., 2022).

$$\phi = \frac{a \times d - b \times c}{\sqrt{(a + b) \times (c + d) \times (a + c) \times (b + d)}}$$

- a= jumlah hari tanpa hujan ekstrem dan bencana
- b= jumlah hari tanpa hujan ekstrem namun dengan bencana
- c= jumlah hari dengan hujan ekstrem namun tanpa bencana
- d= jumlah hari dengan hujan ekstrem dan bencana

Tabel 6. Klasifikasi hubungan phi koefisien

Koefisien	Interpretasi
0	tidak ada
0,01 - 0,19	sangat lemah
0,20 - 0,29	lemah
0,30 - 0,39	moderat
0,40 - 0,69	kuat

Sumber Yule (1912)

Pengolahan data kejadian hujan ekstrem dan bencana dilakukan sebelum uji korelasi dengan

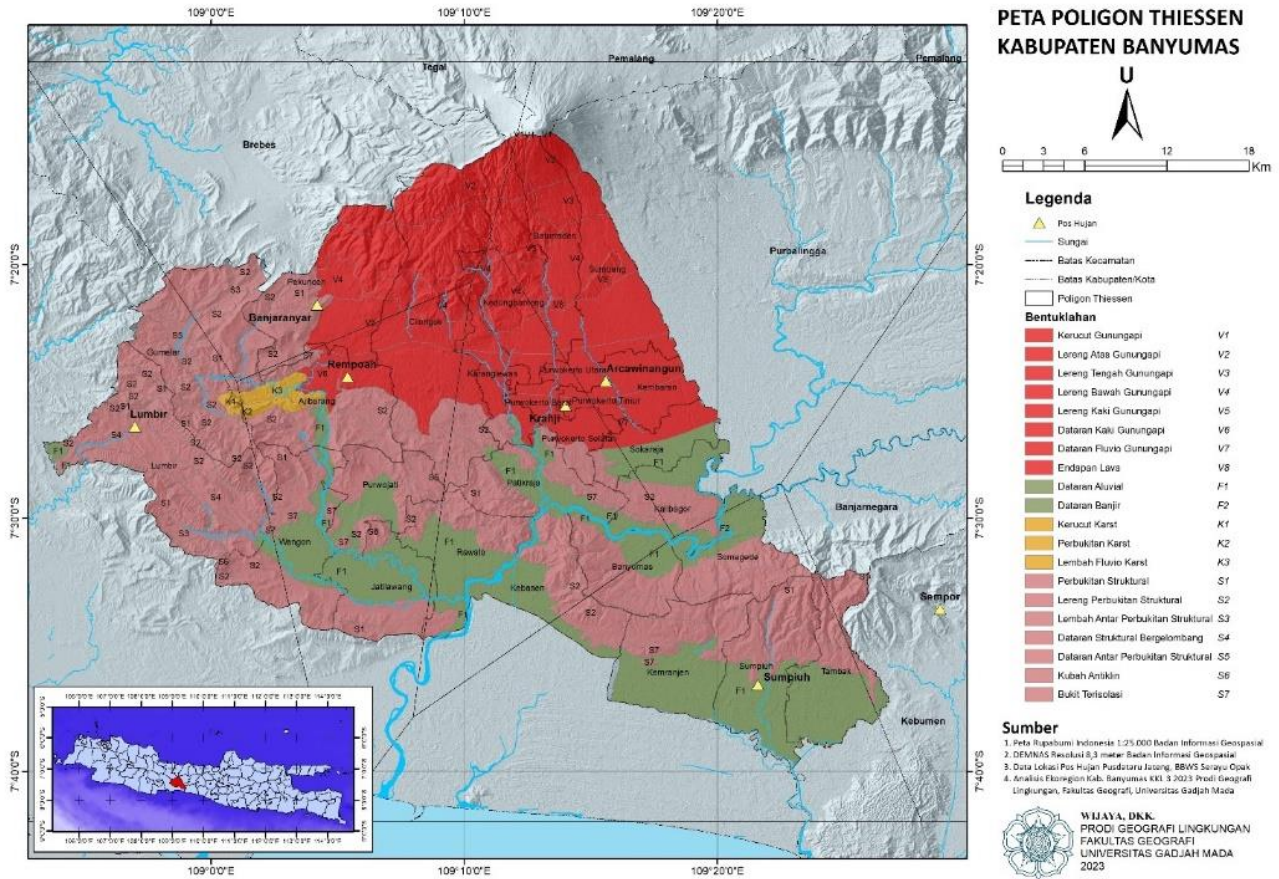
mengubah data menjadi bentuk biner. Setiap tanggal kejadian hujan ekstrem atau bencana diberi nilai 1 sedangkan tanggal tanpa kejadian diberi nilai 0. Pada data hujan ekstrem, nilai 1 juga diberikan pada tanggal sebelum kejadian hujan ekstrem. Hal ini disebabkan karena metode pencatatan hujan oleh BMKG yang dilakukan pukul 07.00 waktu setempat, sehingga hujan yang tercatat termasuk hujan di hari sebelumnya (BMKG, 2006). Setelah itu, jumlah kejadian hujan ekstrem dan bencana yang bersamaan dan tidak bersamaan ditambahkan ke tabel konfusi untuk selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien phi.

Analisis statistik dilengkapi dengan analisis spasial deskriptif. Analisis spasial dilakukan menggunakan peta plot kejadian bencana. Analisis ini dilakukan untuk mengeksplorasi faktor yang mungkin mempengaruhi nilai korelasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Cakupan Wilayah Pos Hujan

Kabupaten Banyumas memiliki 7 stasiun hujan yang terdistribusi cukup merata, yaitu stasiun hujan Lumbir, Banjarnayar, Rempoah, Kranji, Arcawinangun, Sempor, dan Sumpiuh (Gambar 1). Kecamatan dan bentuklahan yang tercakup pada tiap pos ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil analisis ini digunakan untuk mendeskripsikan secara spasial pola hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas. Selain itu, analisis korelasi kejadian bencana juga dilakukan berdasarkan pembagian wilayah menurut poligon Thiessen.



Gambar 1. Peta Poligon Thiessen Kabupaten Banyumas

Tabel 7. Pos Hujan, Kecamatan, dan Bentuklahan Kabupaten Banyumas

No	Pos Hujan	Kecamatan	Bentuklahan
1	Arcawinangun	Sumbang, Somagede, Sokaraja, Purwokerto Utara, Purwokerto Timur, Purwokerto Selatan, Kembaran, Kedungbanteng, Kalibagor, Baturaden	Dataran Aluvial (F1), Dataran Banjir (F2), Dataran Banjir (F2), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Kerucut Gunungapi (V1), Lereng Atas Gunungapi (V2), Lereng Tengah Gunungapi (V3), Lereng Bawah Gunungapi (V4), Lereng Kaki Gunungapi (V5), Dataran Kaki (V6), Dataran Fluvio Gunungapi (V7), Endapan Lava (V8)
2	Sempor	Tampak	Dataran Aluvial (F1), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2)
3	Sumpiuh	Tampak, Sumpiuh, Somagede, Kemrajen, Kebasen, Kalibagor, Banyumas	Dataran Aluvial (F1), Dataran Banjir (F2), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Bukit Terisolasi (S7)
4	Kranji	Sokaraja, Rawalo, Purwokerto Utara, Purwokerto Timur, Purwokerto Selatan, Purwokerto Barat, Patikraja, Kedungbanteng, Kebasen, Karanglewas, Kalibagor, Jatilawang, Cilongok, Baturaden, Banyumas	Dataran Aluvial (F1), Dataran Banjir (F2), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Bukit Terisolasi (S7), Lereng Tengah Gunungapi (V3), Lereng Bawah Gunungapi (V4), Lereng Kaki Gunungapi (V5), Dataran Kaki (V6), Dataran Fluvio Gunungapi (V7)
5	Rempoah	Wangon, Rawalo, Purwojati, Pekuncen, Lumbir, Karanglewas, Jatilawang, Gumelar, Cilongok, Ajibarang	Dataran Aluvial (F1), Dataran Banjir (F2), Kerucut Karst (K1), Perbukitan Karst (K2), Lembah Fluvio Karst (K3), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Kubah Antiklin (S6), Bukit Terisolasi (S7), Lereng Bawah Gunungapi (V4), Lereng Kaki Gunungapi (V5), Dataran Kaki (V6)
6	Banjaranyar	Pekuncen, Kedungbanteng, Karanglewas, Gumelar, Cilongok, Ajibarang	Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Lembah Antar Perbukitan Struktural (S3), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Bukit Terisolasi (S7), Lereng Tengah Gunungapi (V2), Lereng Tengah Gunungapi (V3), Lereng Bawah Gunungapi (V4), Lereng Kaki Gunungapi (V5)
7	Lumbir	Wangon, Lumbir	Dataran Aluvial (F1), Kerucut Karst (K1), Perbukitan Karst (K2), Lembah Fluvio Karst (K3), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Lembah Antar Perbukitan Struktural (S3), Dataran Struktural Bergelombang (S4), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Kubah Antiklin (S6), Bukit Terisolasi (S7)

Sumber data diolah dari hasil analisis

3.2. Kejadian Hujan Ekstrem di Banyumas

Berdasarkan Tabel 8 jika dilihat dari nilai curah hujannya, stasiun Rempoah memiliki nilai curah hujan yang paling tinggi. Nilai curah hujan yang dimiliki oleh Stasiun Rempoah pada persentil 90 yaitu sebesar 42 mm, pada persentil 95 yaitu sebesar 62 mm, dan pada persentil 99 sebesar 113,8. Sementara itu, stasiun dengan nilai curah hujan terendah terdapat pada Stasiun Banjarnayar. Nilai curah hujan di Stasiun Banjarnayar pada persentil 90 yaitu sebesar 39 mm, pada persentil 95 yaitu sebesar 56,5 mm, dan pada persentil 99 yaitu sebesar 96,1 mm. Faktor topografi dan sistem cuaca regional memiliki peran penting dalam jumlah dan pola spasial curah hujan dalam suatu wilayah (Enyew & Steenveld, 2014). Adanya topografi yang tidak rata, misalnya akibat pegunungan, juga terlihat berpengaruh terhadap curah hujan yang terjadi (Prasetyo, dkk, 2018). Dapat dilihat bahwa Stasiun Rempoah memiliki ketinggian tempat yang lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun Banjarnayar karena Stasiun Rempoah terletak pada lereng kaki Gunung Slamet.

Tabel 8. Nilai Curah Hujan Persentil 90, 95, dan 99 Tahun 2016-2021 di Kabupaten Banyumas

Stasiun	Nilai Curah Hujan (mm)		
	90	95	99
Banjarnayar	39	56.5	96.1
Sempor	29	50	103.6
Lumbir	40.2	54	90.14
Sumpiuh	24	56	91
Arcawinangun	39.1	53	83.22
Rempoah	42	62	113.8
Kranji	21	35	64.72

Sumber data diolah dari hasil analisis

Jika dilihat persebarannya secara spasial, stasiun hujan Kranji memiliki jumlah hari dengan hujan ekstrem persentil 90 (R90p), 95 (R95p), dan 99 (R99p) rata rata per tahun paling tinggi di antara stasiun hujan lainnya di Kabupaten Banyumas. Stasiun Kranji memiliki R90p sejumlah 39, R95p sejumlah 22 kejadian, dan R99p sejumlah 6 kejadian. Selain Stasiun Kranji, Stasiun Banjarnayar, Stasiun Sempor serta Stasiun Sumpiuh juga memiliki jumlah kejadian hujan ekstrem yang tergolong tinggi. Tingginya jumlah kejadian hujan ekstrem menandakan bahwa wilayah tersebut memiliki tingkat curah hujan bulanan atau tahunan paling tinggi atau kebasahan paling tinggi (Fadholi, dkk., 2018). Sementara itu, stasiun hujan dengan R90p, R95p, R99p rata-rata per tahun terendah di antara beberapa stasiun hujan yang lainnya di Kabupaten Banyumas yaitu Stasiun Hujan Rempoah. Rendahnya jumlah kejadian hujan ekstrem di wilayah tersebut menandakan bahwa tingkat curah hujan bulanan atau tahunannya tergolong rendah.

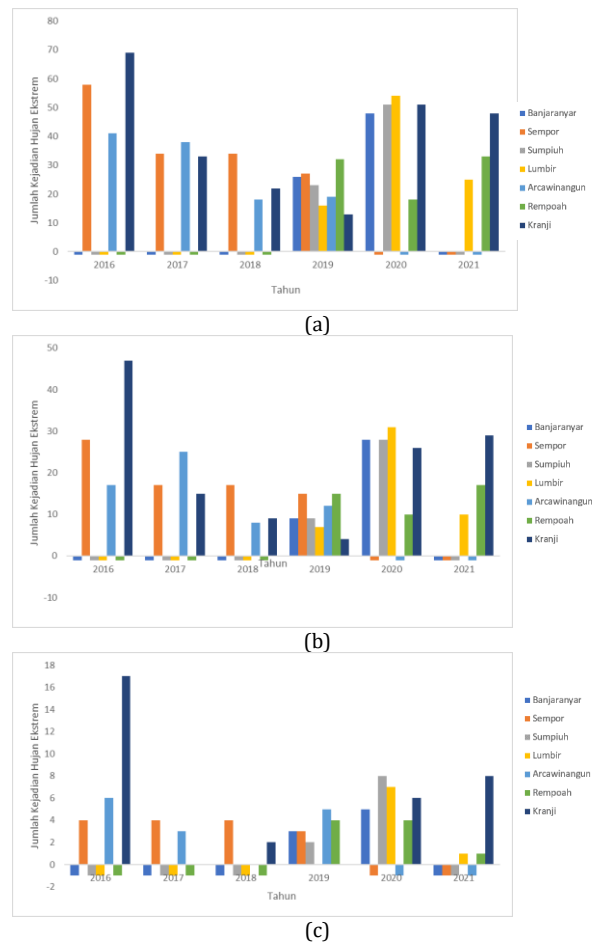
Bentuk analisis secara temporal dilakukan dengan mengacu satuan waktu terkait jumlah data tahunan pada tiap stasiun pos hujan. Akan tetapi, dikarenakan adanya keterbatasan data pada beberapa stasiun pos hujan yang ditunjukkan dengan

keterangan nilai -1. Jumlah kejadian hujan ekstrem yang dihasilkan pada tiap stasiun pos hujan cukup menunjukkan nilai yang bervariasi dengan pola jumlah yang kian mengalami penurunan di setiap persentil. Beberapa stasiun hujan bahkan mencapai angka 0 pada persentil 99 sehingga tampak menunjukkan kekosongan pada Gambar 2.

Tabel 9. Rata-rata Kejadian Hujan Ekstrem Persentil 90, 95, dan 99 Tahun 2016-2021 di Kabupaten Banyumas

Stasiun	Jumlah Kejadian Hujan Ekstrem		
	90	95	99
Banjarnayar	37	19	4
Sempor	38	19	4
Lumbir	32	16	3
Sumpiuh	37	19	5
Arcawinangun	29	16	4
Rempoah	28	14	3
Kranji	39	22	6

Sumber data diolah dari hasil analisis



Gambar 2. Grafik Jumlah Kejadian Hujan Ekstrem tiap Stasiun Pos Hujan pada tiga persentil: (a) Persentil 90, (b) Persentil 95, dan (c) Persentil 99

Tren umum yang dapat diamati adalah jumlah kejadian hujan ekstrem yang mengalami penurunan pada kurun waktu 2016 – 2018. Tren jumlah hujan ekstrem kemudian mengalami stagnasi lalu naik pada kurun 2019 – 2021. Tren ini dapat diamati baik pada persentil 90, 95, maupun 99. Hasil pengolahan pada persentil 99 tampak banyak menunjukkan penurunan pada kedua tahun. Terdapat kejadian hujan yang

mengalami penurunan lebih dari 20 kali, yaitu pada Stasiun Kranji dan Banjaranyar di tahun 2020 serta ada pula penurunan jumlah kejadian hujan yang mencapai angka 0 (nol) seperti yang ditunjukkan di Stasiun Lumbir tahun 2019.

Banyaknya jumlah kejadian hujan ekstrem total dari seluruh stasiun, nilai terbesar tercapai di tahun 2020 dengan jumlah berkisar antara 30 hingga 222 kali secara bertahap mengalami penurunan pada tiap persentil. Nilai jumlah yang ditunjukkan pada hasil pengolahan tersebut, menjadikan Stasiun Lumbir dominan akan kejadian hujan terbanyak di tahun 2020. Apabila dilakukan peninjauan tanpa menghiraukan kelengkapan data stasiun hujan, dapat diketahui bahwa Stasiun Kranji memiliki jumlah hujan ekstrem tertinggi di tahun 2016 dengan jumlah berkisar 23 hingga 168 kali. Akan tetapi, tentunya hal ini juga berkaitan dengan kelengkapan data yang digunakan dalam analisis.

3.3. Hubungan Hujan Ekstrem dengan Faktor Pengaruh

3.3.1. Siklon

Siklon tropis Earnie yang terjadi pada tanggal 7 hingga 10 April 2017 memiliki tekanan 922 mbar dan menghasilkan kecepatan angin hingga 85 km/jam. Berdasarkan Gambar 3a terlihat adanya kejadian hujan ekstrem yang berlangsung selama satu hari bersamaan dengan siklon Earnie. Tercatat hujan ekstrem terjadi pada 7 April di pos Sempor telah melebihi ambang P95.

Gambar 3b menunjukkan curah hujan di pos hujan Sempor, Arcawinangun, dan Kranji saat terjadi siklon tropis Cempaka dan Dahlia pada tahun 2017. Siklon tropis Cempaka terjadi pada 27 November – 30 Desember dengan tekanan pada pusat sebesar 998 mbar dan menghasilkan angin berkecepatan 65 km/jam. Siklon tropis Dahlia terjadi pada tanggal 30 November – 2 Desember dengan tekanan pusat sebesar 985 mbar dan menghasilkan angin berkecepatan 75 km/jam. Terdapat sepuluh hari hujan ekstrem yang terjadi bersamaan dengan siklon Cempaka, satu di antaranya terjadi saat siklon Dahlia dan 6 di antaranya terjadi antara tanggal 17 – 27 Desember. Tidak terdapat hasil pengukuran hujan yang melebihi ambang P99, tujuh yang melebihi ambang P95, dan dua belas yang melebihi ambang P90.

Siklon tropis Marcus yang terjadi pada 16 hingga 24 Maret 2018 memiliki tekanan yang paling rendah dan menghasilkan kecepatan angin yang paling kuat yaitu 912 mbar dan 230 km/jam. Gambar 3c menunjukkan bahwa terjadi empat hari hujan ekstrem bersamaan dengan kejadian siklon Marcus. Hujan ekstrem tercatat pada tanggal 17 Maret dengan curah hujan melebihi ambang P95 pada pos hujan Kranji. Hujan ekstrem tercatat kembali pada tanggal 19 Maret, melebihi ambang P90 pada pos Arcawinangun dan P99 pada pos Sempor. Tanggal 21

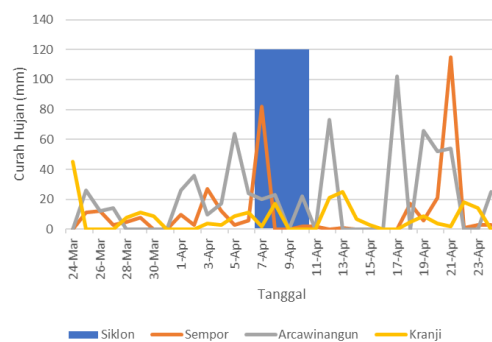
Maret tercatat hujan melebihi ambang P95 pada pos Sempor. Hari terakhir hujan ekstrem tercatat pada tanggal 22 Maret pada pos Arcawinangun dengan curah hujan melebihi ambang P95.

Siklon tropis Riley terjadi pada tanggal 24 – 26 Januari 2019. Siklon ini terbentuk dari tekanan rendah 925 mbar dan menghasilkan angin berkecepatan 110 km/jam. Meski terjadi di Bulan Januari dan didahului serta diikuti oleh kejadian hujan ekstrem, tidak ada kejadian hujan ekstrem yang tercatat saat siklon ini terjadi, seperti dapat diamati pada Gambar 3d.

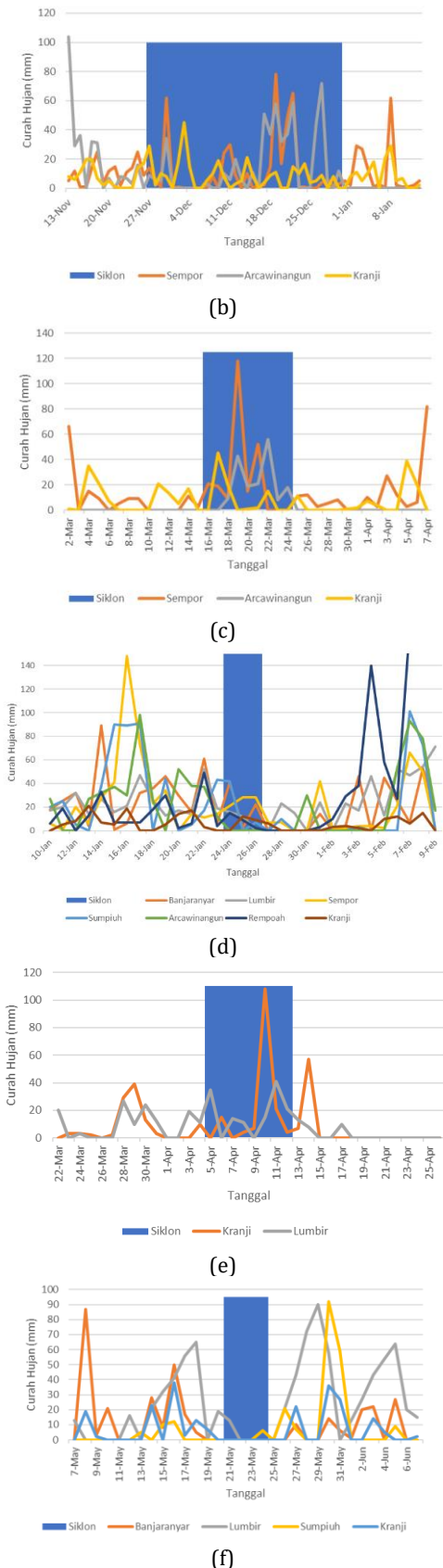
Siklon tropis Seroja berlangsung selama 8 hari, mulai dari tanggal 5 hingga 12 April 2021. Siklon Seroja memiliki tekanan sebesar 917 mbar dan kecepatan angin hingga 130 km/jam. Melalui Gambar 3e terlihat bahwa bersamaan dengan kejadian siklon Seroja, hujan ekstrem di wilayah kajian terjadi pada tanggal 11 April dan 12 April. Tercatat hujan ekstrem yang terjadi di pos Kranji pada tanggal 11 April, telah melebihi ambang P95 dan P99. Tanggal berikutnya (12 April), hujan ekstrem yang tercatat kembali di pos Lumbir melebihi ambang P90.

Siklon tropis Mangga terjadi pada tanggal 21 – 24 Mei 2020. Siklon ini terbentuk dari tekanan rendah 995 mbar dan menghasilkan angin berkecepatan 65 km/jam. Terdapat hujan ekstrem sebelum dan setelah siklon, namun, tidak ada kejadian hujan ekstrem yang tercatat saat siklon ini terjadi, seperti dapat diamati pada Gambar 3f.

Berdasarkan analisis, diketahui bahwa terdapat tiga faktor yang memengaruhi besar dampak siklon terhadap curah hujan, yaitu kekuatan siklon, durasi, dan jarak lintasan terhadap Kabupaten Banyumas. Siklon Riley dan Mangga memiliki lintasan terlalu jauh dari Kabupaten Banyumas untuk memberikan dampak pada curah hujan. Siklon Seroja yang memiliki selisih jarak hanya 102 km dari siklon Riley dapat menimbulkan dampak pada curah hujan karena memiliki kekuatan yang lebih tinggi. Siklon Ernie dan Marcus dengan jarak yang serupa menunjukkan pengaruh perbedaan kekuatan siklon pada curah hujan yang dihasilkan, yaitu memiliki selisih hingga 34 mm. Siklon Seroja dengan durasi 34 hari menyebabkan curah hujan ekstrem yang lebih banyak daripada kejadian siklon lain.



(a)



Gambar 3. Grafik Pengaruh Peningkatan Hujan Ekstrem Akibat Siklon pada lima tahun: (a) Ernie, (b) Cempaka dan Dahlia, (c) Marcus, (d) Riley, (e) Seroja, dan (f) Mangga

3.3.2. IOD

Tabel 11 menunjukkan pengaruh fenomena IOD terhadap pola hujan. Pengaruh fase IOD positif 1048

menyebabkan curah hujan di periode JJA dan SON pada tahun 2019 mengalami penurunan, baik di stasiun Sempor maupun Kranji. Hampir tidak ditemukan kejadian hujan ekstrem kecuali di bulan November. Hal ini dikarenakan timbulnya fase IOD dimulai pada bulan Juni dan puncaknya pada bulan Oktober kemudian berkurang kembali ketika bulan November tiba. Kondisi tersebut sejalan dengan nilai DMI yang dihasilkan dimana indeks tertinggi yang diketahui terjadi pada bulan Oktober mencapai 1.0 dan pada bulan November mengalami penurunan menjadi 0.8. Hal ini juga didukung oleh Ramadhanty, dkk. (2021) yang menyatakan bahwa dampak yang diberikan dari IOD positif di tahun 2016 memberikan musim kemarau yang lebih kering.

Fase IOD negatif berdampak terhadap waktu peningkatan curah hujan yang berbeda dari periode normalnya. Secara umum, curah hujan akan meningkat ketika memasuki musim hujan, yaitu dimulai pada bulan Oktober hingga Maret. Akan tetapi, dengan berlangsungnya fase IOD negatif, curah hujan akan meningkat lebih awal pada bulan Juni. Hal ini ditandai dengan jumlah kejadian hujan ekstrem yang tinggi di bulan Juni sebesar 4 kali. Adapun jumlah kejadian hujan ekstrem tertinggi terjadi pada bulan Oktober sebesar 10 kali di stasiun Kranji dan 15 kali di stasiun Sempor. Akan tetapi, mengacu pada nilai DMI yang dihasilkan, semakin tinggi nilainya, jumlah kejadian hujan ekstrem akan berbanding terbalik dan mengalami penurunan dari bulan sebelumnya. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa pengaruh dari fase IOD negatif memberikan waktu curah hujan yang lebih awal dari periode normalnya di bulan Juni dan memicu peningkatan curah hujan ekstrem di bulan Oktober (Tjasyono, dkk., 2008).

Tabel 11 menunjukkan bahwa selama fase IOD netral jumlah kejadian hujan ekstrem di wilayah kajian tidak jauh berbeda dengan fase IOD positif dan fase IOD negatif. Ketika nilai DMI yang dihasilkan mendekati nilai DMI positif (>0.4), curah hujan akan mengalami penurunan seperti yang terjadi pada periode JJA. Sementara itu, ketika nilai DMI mendekati nilai negatif (<-0.4), curah hujan akan mengalami peningkatan hingga memicu hujan ekstrem di periode SON. Hal ini ditandai dengan jumlah kejadian hujan ekstrem tertinggi di stasiun Sempor pada bulan September dan Oktober dengan nilai DMI 0.0. Adapun peningkatan nilai DMI yang terjadi di bulan berikutnya (November) juga memengaruhi penurunan curah hujan yang ditandai dengan penurunan jumlah kejadian hujan ekstrem.

3.3.3. ENSO

Berdasarkan Tabel 12, dapat diketahui bahwa fase El Nino dan La Nina berdampak pada jumlah kejadian hujan ekstrem jika dikomparasikan dengan fase netral. Periode SON saat fase netral memiliki jumlah kejadian hujan ekstrem berkisar 2 hari pada Pos Kranji. Terjadi penurunan hujan ekstrem menjadi 1 kejadian pada fase El Nino. Sementara itu, La Nina memberikan pengaruh yang cukup besar pada

peningkatan hujan ekstrem, yaitu 18 kejadian pada periode SON.

Pos Lumbir tidak dapat dikomparasikan dengan fase netral karena tidak lengkapnya data pada tahun yang dianalisis. Namun, Pos Lumbir memiliki pola hujan ekstrem yang sama dengan Pos Kranji. Jumlah hujan ekstrem saat La Nina jauh lebih banyak dibandingkan saat El Nino, dengan perbandingan 11:2 pada periode SON.

Kondisi pada kedua pos hujan tersebut membuktikan bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan dari La Nina terhadap peningkatan hujan ekstrem pada periode SON. La Nino hanya berpengaruh sedikit karena El Nino yang teridentifikasi merupakan jenis lemah. Menurut Yuda, dkk. (2020), tingkat kekuatan El Nino dan La Nina termasuk klasifikasi lemah jika anomali suhu 0,5-1°C, klasifikasi sedang jika anomali suhu 1-1,5°C, klasifikasi kuat jika anomali suhu 1,5-2°C, dan klasifikasi kuat jika anomali suhu lebih dari 2°C.

Analisis komparasi selanjutnya dilakukan pada periode DJF yang umumnya merupakan musim hujan. Pos Kranji memiliki kejadian hujan ekstrem sebanyak 11 kejadian saat fase netral. Apabila dibandingkan, jumlah hujan ekstrem berkurang signifikan saat El Nino dan bertambah signifikan saat La Nina terjadi. Pos Kranji mencatat terjadi 2 kejadian hujan ekstrem pada fase El Nino. Terjadi penurunan hujan ekstrem sehingga dapat dikatakan bahwa El Nino berpengaruh kuat dalam penurunan curah hujan. Sementara itu,

terdapat 25 kejadian hujan ekstrem saat La Nina. Jumlah tersebut 2 kali lipat lebih banyak dibandingkan saat fase netral. Dengan begitu, dapat dikatakan bahwa La Nina berdampak besar pada kejadian hujan ekstrem meskipun kekuatannya cukup lemah. Menurut Harahap, dkk. (2023), La Nina yang terjadi pada tahun 2020 berlangsung sampai tahun 2022 dengan kekuatan lemah sampai sedang dengan anomali SPL terbesar -1.01°C.

Hujan ekstrem pada Pos Lumbir tidak dapat dikomparasikan dengan fase netral karena tidak lengkapnya data. Apabila dibandingkan, kejadian hujan ekstrem saat El Nino dan La Nina tidak berbeda jauh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa El Nino tidak berpengaruh cukup signifikan dalam penurunan curah hujan.

3.4. Korelasi Hujan Ekstrem dan Kejadian Bencana

Bencana tanah longsor di Kabupaten Banyumas umumnya tersebar di bagian utara yang termasuk kedalam lereng Gunung Slamet dan di sisi barat dan sebagian kecil tenggara dengan topografi bergelombang hingga berbukit. Bencana banjir mengelompok di bagian timur dan tenggara pada daerah dataran rendah dan dekat dengan sungai. Kejadian bencana angin kencang berpola sporadis di bagian selatan Kabupaten Banyumas dan mengelompok di Kecamatan Kranji dan Arcawinangun (Gambar 4).

Tabel 10. Jumlah Kejadian Hujan Ekstrem dan Kejadian IOD di Banyumas

Periode	Pos Hujan	IOD Netral (2017-2018)		IOD Positif (2019)		IOD Negatif (2016)	
		Hujan Ekstrem 90	Nilai DMI	Hujan Ekstrem 90	Nilai DMI	Hujan Ekstrem 90	Nilai DMI
JJA	Kranji	1	0.2	0	0.6	4	-0.4
		0	0.1	0	0.6	2	-0.8
		0	0.1	0	0.4	3	-0.4
	Sempor	2	0.2	0	0.6	5	-0.4
		0	0.1	0	0.6	2	-0.8
		0	0.1	0	0.4	2	-0.4
SON	Kranji	1	0.0	0	0.9	3	-0.4
		0	0.0	0	1.0	10	-0.4
		1	0.3	1	0.8	8	-0.4
	Sempor	3	0.0	0	0.9	5	-0.4
		4	0.0	0	1.0	15	-0.4
		2	0.3	2	0.8	11	-0.4

Sumber data diolah dari hasil analisis & PSL NOAA (2021)

Tabel 11. Jumlah Kejadian Hujan Ekstrem dan Kejadian ENSO di Banyumas

Periode	Pos Hujan	Netral (2017-2018)		El Nino (2019-2020)		La Nina (2020-2021)	
		Hujan Ekstrem 90	Nilai ONI	Hujan Ekstrem 90	Nilai ONI	Hujan Ekstrem 90	Nilai ONI
SON	Kranji	1	-0.1	0	0.5	1	-0.3
		0	-0.1	0	0.9	7	-0.7
		1	-0.21	1	0.9	10	-0.5
	Lumbir	tidak ada data	-0.1	0	0.5	0	-0.3
		tidak ada data	-0.1	0	0.9	4	-0.7
		tidak ada data	-0.21	2	0.9	7	-0.5
DJF	Kranji	2	-0.31	0	0.8	11	-0.7
		5	-0.31	2	0.9	9	-0.9
		4	-0.2	0	0.8	5	-0.5
	Lumbir	tidak ada data	-0.31	5	0.8	6	-0.7
		tidak ada data	-0.31	8	0.9	9	-0.9
		tidak ada data	-0.2	9	0.8	4	-0.5

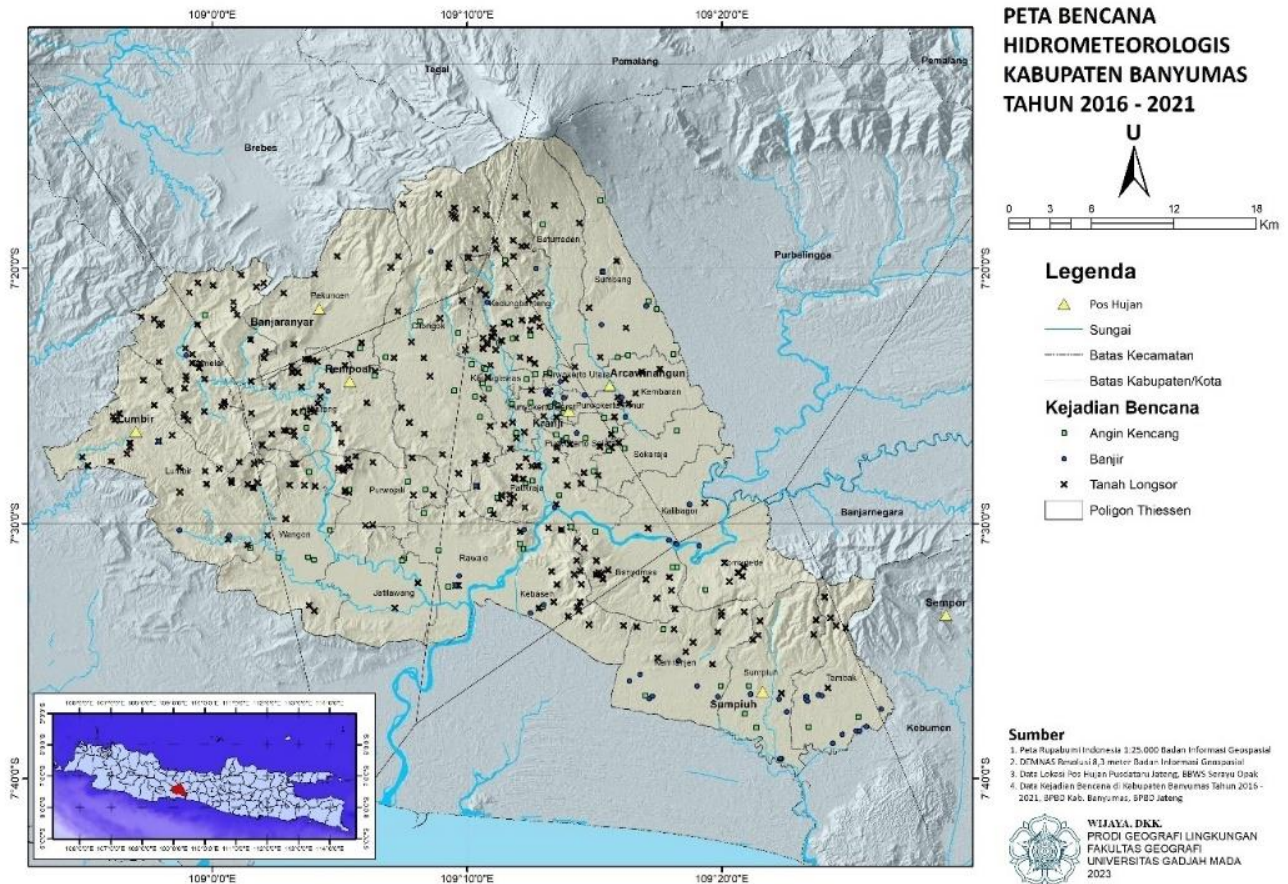
Sumber data diolah dari hasil analisis & PSL NOAA (2021)

Korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana hidrometeorologis di Kabupaten Banyumas berdasarkan klasifikasi koefisien phi (Tabel 6) didominasi oleh kelas hubungan sangat lemah (Tabel 12). Lebih lanjut, beberapa yang termasuk dalam kelas hubungan lemah yaitu pos hujan pos hujan Banjarnayar (R90p), Kranji (R90p dan R95p), dan Lumbir (R90p). Sementara itu, kelas hubungan moderat terdapat pada pos hujan Rempoah (R90p dan R95p) dan Sumpiuh (R99p). Adapun kelas hubungan kuat hanya terdapat di pos hujan Sumpiuh (R90p dan R95p).

Korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana tertinggi untuk seluruh persentil (R90p, R95p, dan R99p) berada di wilayah pos hujan Sumpiuh. Jumlah hari dengan hujan ekstrem dan bencana pada wilayah pos hujan Sumpiuh merupakan yang terbanyak dari seluruh wilayah pos hujan dimana pada R90p sebanyak 30 hari, R95p sebanyak 23 hari, dan R99p sebanyak 8 hari. Sementara itu, korelasi terendah berada di wilayah pos hujan Sempor (R90p), Lumbir (R95p) dan Banjarnayar (R99p). Berbanding terbalik dengan pos hujan Sumpiuh, pos hujan Sempor memiliki jumlah hari dengan hujan ekstrem dan bencana terkecil untuk

R90p sebanyak 5 hari dan R99p sebanyak 1 hari untuk pos hujan Banjarnayar. Sementara itu, Jumlah hari dengan hujan ekstrem dan bencana untuk R95p pada pos hujan Lumbir sebanyak 6 hari. Meskipun memiliki jumlah hari dengan hujan ekstrem dan bencana yang lebih tinggi dari pada pos hujan Sempor, pos hujan Lumbir memiliki korelasi paling rendah dengan nilai phi sebesar 0,07. Hal ini disebabkan karena jumlah hari tanpa hujan ekstrem. Namun, dengan bencana di pos hujan Lumbir yang lebih tinggi daripada pos hujan Sempor.

Perbedaan korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana hidrometeorologis dapat disebabkan oleh lokasi pos hujan terhadap sebaran bencana. Pada wilayah pos hujan Sumpiuh, sebaran bencana umumnya berada di sekitar stasiun pos hujan, sedangkan pada wilayah pos hujan Sempor dan Banjarnayar, sebaran bendananya jauh dari stasiun pos hujan. Jarak sebaran bencana yang jauh dari stasiun pos hujan menyebabkan adanya hujan lokal yang tidak tercatat oleh stasiun hujan. Tidak tercatatnya sebagian hujan mempengaruhi rendahnya korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana.



Gambar 4. Peta Bencana Hidrometeorologis Kabupaten Banyumas Tahun 2016-2021

Tabel 12. Korelasi Hujan Ekstrem dan Kejadian Bencana Hidrometeorologis Kabupaten Banyumas Tahun 2016-2021

Pos Hujan	Hujan Ekstrem	a	b	c	d	Koefisien phi	Klasifikasi
Klimatologi Arcawinangun	90	749	26	82	16	0,19	sangat lemah
	95	788	31	43	11	0,19	sangat lemah
	99	819	40	12	2	0,06	sangat lemah
Sempor	90	1306	2	148	5	0,14	sangat lemah
	95	1380	4	74	3	0,12	sangat lemah
	99	1441	5	13	2	0,19	sangat lemah
Banjaranyar	90	643	14	61	13	0,25	lemah
	95	674	20	30	7	0,19	sangat lemah
	99	697	26	7	1	0,05	sangat lemah
Kranji	90	1513	100	150	53	0,23	lemah
	95	1588	118	75	35	0,21	lemah
	99	1650	146	13	7	0,10	sangat lemah
Sumpiuh	90	647	10	44	30	0,52	kuat
	95	677	17	14	23	0,58	kuat
	99	689	32	2	8	0,39	moderat
Lumbir	90	935	36	77	18	0,20	lemah
	95	970	48	42	6	0,07	sangat lemah
	99	1008	50	4	4	0,18	sangat lemah
Rempoah	90	582	36	55	28	0,31	moderat
	95	614	45	23	19	0,32	moderat
	99	630	62	7	2	0,05	sangat lemah

Sumber data diolah dari hasil analisis

Fisiografis yang beragam juga mempengaruhi variabilitas curah hujan di suatu wilayah (Indratmoko, dkk., 2017). Kemiringan dan orientasi topografi lokal serta stabilitas aliran udara menentukan intensitas dan frekuensi hujan (Xia & Zhang, 2019). Terdapat lima bentuklahan di wilayah pos hujan Sumpiuh (Dataran Aluvial (F1), Dataran Banjir (F2), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Bukit Terisolasi (S7)). Sementara itu, wilayah pos hujan Banjaranyar dan Lumbir memiliki variasi bentuklahan yang lebih beragam. Terdapat sembilan bentuklahan di wilayah pos hujan Banjaranyar (Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Lembah Antar Perbukitan Struktural (S3), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Bukit Terisolasi (S7), Lereng Tengah Gunungapi (V2), Lereng Tengah Gunungapi (V3), Lereng Bawah Gunungapi (V4), Lereng Kaki Gunungapi (V5)) dan sebelas bentuklahan di wilayah pos hujan Lumbir (Dataran Aluvial (F1), Kerucut Karst (K1), Perbukitan Karst (K2), Lembah Fluvio Karst (K3), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2), Lembah Antar Perbukitan Struktural (S3), Dataran Struktural Bergelombang (S4), Dataran Antar Perbukitan Struktural (S5), Kubah Antiklin (S6), Bukit Terisolasi (S7)) (Tabel 6). Bentuklahan yang lebih beragam tentunya membuat fisiografis di daerah tersebut lebih beragam sehingga variabilitas curah hujannya lebih tinggi. Sementara itu, hanya terdapat tiga bentuklahan di wilayah pos hujan Sempor (Dataran Aluvial (F1), Perbukitan Struktural (S1), Lereng Perbukitan Struktural (S2)). Hal ini karena hanya sebagian kecil wilayah pos hujan Sempor yang masuk kedalam wilayah Kabupaten Banyumas.

Dengan demikian, wilayah pos hujan Banjaranyar, Lumbir, dan Sempor memiliki korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana hidrometeorologis sangat kecil karena cenderung memiliki variasi curah hujan yang lebih tinggi dengan jarak sebaran bencana

yang jauh dari stasiun pos hujan. Hal ini berbanding terbalik dengan wilayah pos hujan Sumpiuh yang memiliki variasi curah hujan yang lebih rendah dengan jarak sebaran bencana yang dekat dari stasiun pos hujan sehingga memiliki korelasi yang kuat antara curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana hidrometeorologis. Penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang mempengaruhi korelasi curah hujan ekstrem dengan kejadian bencana hidrometeorologis di Kabupaten Banyumas perlu dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Distribusi spasial hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas dipengaruhi oleh faktor topografi, sedangkan distribusi temporal hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas dipengaruhi oleh fase IOD dan ENSO. Pengaruh topografi ditunjukkan oleh nilai curah hujan tertinggi di Kabupaten Banyumas pada hasil pencatatan stasiun hujan Rempoah yang terletak di wilayah dataran tinggi. Sementara itu, pengaruh fase IOD dan ENSO ditunjukkan oleh pola jumlah hujan ekstrem yang sesuai dengan pola perubahan nilai DMI dan ONI.

Kejadian siklon memiliki pengaruh pada kejadian hujan ekstrem di kabupaten Banyumas. Terdapat tiga faktor yang memengaruhi besar dampak siklon pada curah hujan, yaitu kekuatan siklon, jarak, dan durasi siklon. Dampak terbesar terjadi ketika siklon memiliki durasi panjang. Fenomena siklon, IOD, dan ENSO sangat berpengaruh pada kejadian hujan ekstrem, sehingga dapat dipertimbangkan dalam mitigasi dampak hujan ekstrem.

Korelasi antara kejadian hujan ekstrem dan bencana umumnya lemah, karena keterbatasan jumlah pos hujan dan tingginya variasi lokal hujan. Oleh karena itu, penambahan jumlah pos hujan perlu

dilakukan agar memperoleh data hujan yang lebih baik. Namun demikian, pada pos hujan yang memiliki pencatatan baik, diketahui terdapat korelasi moderat hingga kuat antara kejadian hujan ekstrem dengan bencana hidrometeorologis. Penelitian lanjutan dengan data hujan yang lebih baik perlu dilakukan untuk memahami lebih lanjut dampak hujan ekstrem di Kabupaten Banyumas.

DAFTAR PUSTAKA

- BBWS Serayu Opak. 2021. Data Hujan Harian Pos Hujan Wilayah BBWS Serayu Opak Tahun 2016 – 2021. BBWS Serayu Opak. Diakses pada 12 April 2023.
- BMKG. 2006. Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika Nomor SK.32/TL.202/KB/BMG-2006 Tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan dan Pelaporan Data Iklim dan Agroklimat.
- BMKG. 2021. TCWC Jakarta Annual Report. BMKG. Diakses pada 3 Juli 2023.
- BPBD Kabupaten Banyumas. 2021. Data Kejadian Bencana di Kabupaten Banyumas Tahun 2016 – 2021. BPBD Kabupaten Banyumas. Diakses pada 10 Juli 2023.
- BPBD Provinsi Jawa Tengah. 2021. CEVADIS Dataset. BPBD Provinsi Jawa Tengah. Diakses pada 26 April 2023.
- DLH Kabupaten Banyumas. 2022. DIKPLHD Kabupaten Banyumas Tahun 2022. DLH Kabupaten Banyumas.
- Enyew B.D., Steeneveld, G.J. 2014. Analysing the Impact of Topography on Precipitation and Flooding on the Ethiopian Highlands. *Journal of Geology & Geophysics*, 3(6). doi: 10.4172/2329-6755.1000173
- Fadholi, A., Adzani, R., Mada, U. G., dan Pangkalpinang, S. M. D. A. 2018. Analisis frekuensi curah hujan ekstrem Kepulauan Bangka Belitung berbasis data climate hazards group infra-red precipitation with stations (CHIRPS). *Jurnal Pendidikan Geografi*, 18 (1) 22-32.
- Firda, D. 2019. Hubungan Iod (Indian Ocean Dipole) Terhadap Anomali Curah Hujan di Pantai Utara Jawa (Studi Kasus: Kabupaten Karawang, Kabupaten Subang, dan Kabupaten Indramayu). *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi*, 16: 12-19
- Fitriyawita, M., Apriansyah, Jumaranga, M. I., Sulistya, W., Saepudin, M. 2020. Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 8 (2) 135 – 146.
- Hafez, Y. (2016). Study on the Relationship between the Oceanic Nino Index and Surface Air Temperature and Precipitation Rate over the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 04(05), 146–162.
- Harahap, W.N., Yuniasih, B., dan Gunawan, S. 2023. Dampak La Nina 2021-2022 terhadap Peningkatan Curah Hujan. *Agroista: Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 26-32.
- Hermawan, E., Norfahmi, S. H., Suryantoro, A., Harjana, T., Purwaningsih, A., Setyawati, W., dan Azizah, S. 2019. Characteristics of the Extreme Rainfall over Indonesian Equatorial Region based on the Madden-Julian Oscillation Index Data Analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1373, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Indratmoko, S., Harmantyo, D, dan Kusratmoko, E. 2017. Variabilitas Curah Hujan Di Kabupaten Kebumen. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1 (1) 29-40.
- Kailaku, T.E. 2009. Pengaruh ENSO (El Nino-Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole) terhadap Dinamika Waktu Tanam Padi di Wilayah Tipe Hujan Equatorial dan Monsunal (Studi Kasus Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dan Kabupaten Karawang, Jawa Barat). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Matsueda dan Nakazawa. 2015. Early warning products for severe weather events derived from operational medium range ensemble forecast Meteorological Application, 22: 213-222
- Mughozali, S. Al., Firdianto, P. U., dan Irawan, A. M. 2017. Analisis hujan lebat dan angin kencang di wilayah Banjarnegara study kasus Rabu, 8 November 2017. *Unnes Physics Journal*, 6 (1) 65– 69.
- Nadzirah, R., P.I.R, R. Y., dan Indarto, I. 2020. Analisis Variabilitas Spasial Hujan Bulanan Dan Tahunan Menggunakan Histogram, Voronoi, Dan Metode Interpolasi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 8 (2) 155-167.
- Nakazawa, T. 2000. MJO and Tropical Cyclone Activity during 1997/98 ENSO. *Advanced Space Research*, 25(5), 953–958.
- Ningsih, D.H.U. 2012. Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, 17 (2) 154-163.
- Prasetyo, B., Irwandi, H., & Pusparini, N. (2018). Karakteristik curah hujan berdasarkan ragam topografi di Sumatera Utara. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(1), 11-20.
- PSL NOAA. 2021. Climate Timeseries Dataset. NOAA. Diakses pada 3 Juli 2023.
- Pusdataru Provinsi Jawa Tengah. 2021. Data Hidrologi. Pusdataru Provinsi Jawa Tengah. Diakses pada 5 Juni 2023.
- Rahayu, S.P. 2012. Pengaruh Dipol Samudera Hindia Terhadap Variasi Curah Hujan di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Indonesia.
- Ramadhanty, F.W., Muslim., Kunarso., Rochaddi, B., dan Ismunarti, D.H. 2021. Pengaruh Fenomena IOD (Indian Ocean Dipole) Terhadap Sebaran Temperatur dan Salinitas di Perairan Barat Sumatera. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1) 89-99.
- Simanjuntak, P.P., Rosyia, D., Kendita, N., Qalbi, D., dan Safril, A. 2021. Kajian Komponen Angin Zonal Meridional sebagai Prekursor Penenti Awal Musim di Palembang Serta Pengaruh ENSO dan IOD Terhadap Variasinya. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 5(1) 23-30.
- Sofan, P. 2013. Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia 2013: Karakteristik Pola Curah Hujan di Wilayah Indonesia Berdasarkan Data Satelit TRMM (1998-2011). Bandung: Pusat Penginderaan Jauh, ITB.
- Sun, Q., Zhang, X., Zwiers, F., Westra, S., & Alexander, L. V. 2021. A global, continental, and regional analysis of changes in extreme precipitation. *Journal of Climate*, 34(1), 243-258.
- Suppiah R, Hennessy KJ. 1998 Trends in total rainfall, heavy rain events and number of dry days in Australia, 1910–1990. *Int J Climatol*, 10:1141–1164
- Tjasyono, B., Lubis, A., Juaeni, I., Ruminta., dan Harijono, A.W.B. 2008. Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2) 83-95.

- Wijaya, R. A., Hermawan, S. G., Nuladani, A., Lestari, N. F., Alfareta, A. W., Amanitya, S. B. A., Bestari, A. H., Qushoyyi, N. F., dan Nurjani, E. (2024). Analisis Hujan Ekstrem di Kabupaten Banyumas Tahun 2016–2021. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1041-1053, doi:10.14710/jil.22.4.1041-1053
- Wirjohamidjojo, S. dan Y. Swarinoto. 2010. *Iklim Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika: Jakarta.
- Yin, C., Wang, J., Yu, X., Li, Y., Yan, D., & Jian, S. 2022. Definition of Extreme Rainfall Events and Design of Rainfall Based on the Copula Function. *Water Resources Management*, 36(10), 3759-3778.
- Yuda, I W.A., Prasetia, R., Nursa'idah, & Wiratmaja, M.D. 2020. Perbandingan Dampak El Nino Kuat 2015/16 dan 1997/98 terhadap Curah Hujan di Provinsi Bali - Indonesia. *Megasains*, 11(2), 28-35.
- Yule, G.U. 1912. On the Methods of Measuring Association between Two Attributes. *Journal of the Royal Statistical Society*, 75, 579. <http://dx.doi.org/10.2307/2340126>
- Zhou, Z., Goh, Y. M., Shi, Q., Qi, H., & Liu, S. 2022. Data-driven determination of collapse accident patterns for the mitigation of safety risks at metro construction sites. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 127, 104616.